

# *FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO FISICO E BIOENERGETICA*

**1° LIVELLO - ISTRUTTORE FIHP**

Vicenza 14 novembre 2015

# 1° LIVELLO - ISTRUTTORE FIHP

- 1. Basi Fisiologiche del movimento
  - ▣ Apparato locomotore
  - ▣ Apparato cardiovascolare
  - ▣ Apparato respiratorio
  - ▣ Sistema nervoso
  - ▣ Sistema endocrino
  
- 2. Meccanismi di produzione di energia (an. alattacido)
  - ▣ Caratteristiche
  - ▣ Fattori limitanti
  - ▣ Fattori potenziali

# Basi Fisiologiche del movimento

---

- **1. Apparato Locomotore**
- 2. Apparato Cardiocircolatorio
- 3. Apparato Respiratorio
- 4. Sistema Nervoso
- 5. Sistema Endocrino

# Apparato Locomotore

- costituisce la struttura portante dei vertebrati e permette loro il movimento.
- è formato da due componenti che funzionano in stretta correlazione:
  - ▣ Sistema scheletrico (passivo)
  - ▣ Sistema muscolare (attivo)

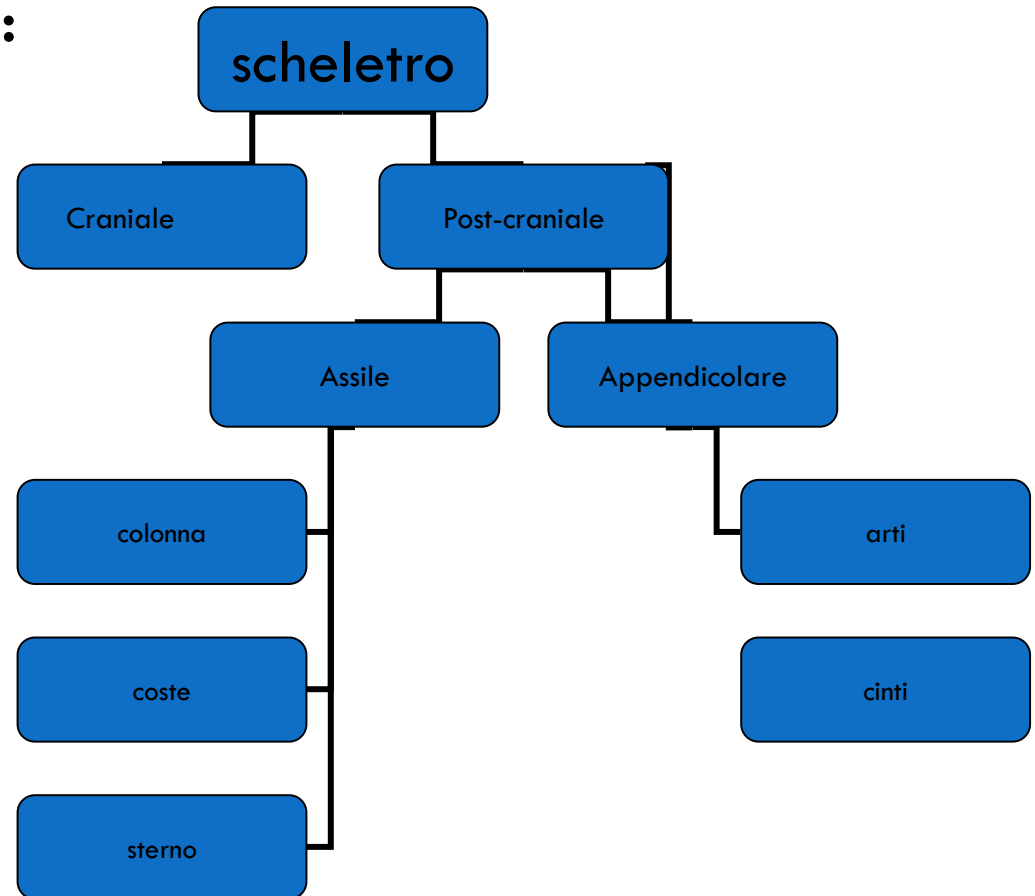
# Sistema Scheletrico

## Costituiscono lo scheletro:

- ossa
- cartilagini
- legamenti
- articolazioni

## Suddivisione:

- craniale
- assile
- appendicolare



# Funzioni dell'apparato scheletrico

- ❑ **Sostegno:** rappresenta il sostegno del capo, del tronco e degli arti. Lo scheletro risponde all'esercizio fisico, alla sollecitazione muscolare e alla forza di gravità rafforzandosi, viceversa si indebolisce.
- ❑ **Protezione:** protegge diversi organi e strutture interne
- ❑ **Movimento:** i muscoli scheletrici inserendosi sulle ossa tramite tendini consentono spostamenti dell'intero corpo o di parti di esso; le ossa sono le componenti passive, i muscoli sono la componente attiva
- ❑ **Riserva:** le ossa sono una importante riserva di minerali quali calcio e fosforo
- ❑ **Emopoiesi:** il midollo osseo presente all'interno di alcune ossa produce le cellule del sangue

# Ossa: costituzione cellulare

L'osso è un tessuto connettivo specializzato, costituito da cellule chiamate osteociti e da una matrice molto dura perché mineralizzata. Gli **osteoblasti** sono le cellule progenitrici, responsabili della sintesi e della mineralizzazione della matrice mentre gli **osteoclasti** sono cellule a funzione macrofagica, responsabili del rimodellamento dell'osso. Gli **osteociti** e la **matrice** costituiscono le **lamelle ossee** disposte a formare gli osteoni nell'osso lamellare e le trabecole nell'osso spugnoso. La composizione di base è uguale nei due tipi ma è diversa la loro disposizione tridimensionale.

# Ossa lunghe

Lo scheletro umano è formato da più di 200 ossa unite tra loro tramite le articolazioni. Le ossa si differenziano per **forma** e **struttura** in 3 tipologie: ossa lunghe, piatte e corte.

**OSSA LUNGHE** (es. femore, omero)

La lunghezza supera la larghezza e lo spessore.

Presentano un corpo allungato (*diafisi*)

e due estremità ingrossate (*epifisi*)

*Diafisi*: tessuto osseo compatto canale midollare

(m. osseo)

*Epifisi*: tessuto osseo spugnoso



# Ossa piatte e corte

## **OSSA PIATTE**

(es. sterno, cranio, bacino)

Lunghezza e larghezza  
maggiori dello spessore.

Costituite da uno strato di  
tessuto osseo spugnoso  
rivestito da tessuto osseo  
compatto.

## **OSSA CORTE**

(es. vertebre, calcagno)

Lunghezza, larghezza e  
spessore sono equivalenti.

Costituite da un nucleo di  
tessuto osseo spugnoso rivestito da tessuto osseo compatto.

# Differenze funzionali tra osso compatto e spugnoso

- **l'osso spugnoso** si trova in zone in cui le ossa non subiscono forti sollecitazioni, ma arrivano da diverse direzioni; **l'osso spugnoso** rende lo scheletro più leggero e permette ai muscoli di muovere le ossa più agevolmente
- **l'osso compatto** è più spesso e si trova in regioni molto sollecitate ma da poche direzioni.

# L'osso

Nonostante la loro durezza e resistenza, le ossa possono subire delle fratture in conseguenza di traumi. Complessi meccanismi riparativi fisiologici, magari con l'aiuto della chirurgia, possono però portare alla riparazione dell'osso.

Con l'invecchiamento si presenta l'osteoporosi che porta a fragilità delle ossa soprattutto delle vertebre e del femore; concause sono la menopausa (nelle donne), il fumo, carenze alimentari, la relativa mobilità e quindi scorretto stile di vita.

# Traumatismi articolari e ossei

- Le lesioni traumatiche dell'apparato scheletrico comprendono:
  - ▣ Le **contusioni**
  - ▣ Le **distorsioni**: perdita transitoria dei rapporti tra i capi articolari
  - ▣ Le **lussazioni**: perdita permanente dei rapporti tra i capi articolari
  - ▣ Le **fratture**: interruzione parziale o totale della continuità dell'osso

# Sistema Muscolare: attivo

- I muscoli volontari sono circa 600
- Si dividono a seconda dell'azione che determinano
- Muscoli fasici e tonici
- Muscoli agonisti, antagonisti e sinergici
- Muscoli flessori
- Muscoli estensori
- Muscoli adduttori
- Muscoli abduttori
- Muscoli rotatori

# Muscoli fasici e tonici

## □ MUSCOLI FASICI

- deputati al movimento
- caratterizzati da una maggior dotazione di **fibre muscolari bianche** meno forti ma a **contrazione piuttosto rapida**
- si affaticano precocemente
- hanno fibre muscolari più lunghe e sono per lo più **fusiformi**
- generalmente appartengono al gruppo dei **flessori**
- Sono deputati all'**adduzione** e alla **rotazione mediale**
- L'**adduzione** movimento che porta un arto più vicino alla linea mediana del corpo.

## □ MUSCOLI TONICI

- antigrafitari/posturali
- caratterizzati da una ricca dotazione di **fibre muscolari rosse** molto forti e a **contrazione lenta**
- si **affaticano tardivamente**
- Contengono più fibre muscolari **rosse (lente)**
- Reagiscono al carico errato con accorciamento e con peggioramento funzionale.
- Hanno fibre muscolari **più corte** e sono per lo più penniformi
- appartengono al gruppo degli **estensori**
- Le loro funzioni comprendono l'**abduzione** e la **rotazione esterna**.
- L'**abduzione** movimento che porta una arto più lontano dalla linea mediana del corpo.

# Muscoli agonisti antagonisti e sinergici

- **Agonisti:** realizzano l'azione
- **Antagonisti:** svolgono l'azione opposta degli agonisti
- **Sinergici:** concorrono alla realizzazione di un'azione (esempio: le componenti del quadricipite femorale che mediano l'estensione della gamba)

# Muscoli flessori ed estensori

## □ **Muscolo flessore**

- muscolo che ha la funzione di avvicinare tra loro due segmenti scheletrici, provocando un **piegamento** (bicipite)

## □ **Muscolo estensore**

- muscolo che ha la funzione di allontanare tra loro due segmenti scheletrici provocandone un'**estensione** (tricipite)



# Muscoli adduttori e abduttori

## □ **Muscolo adduttore**

- muscolo che determina un movimento tale da **avvicinare un arto** alla linea mediana del corpo (grande adduttore).

## □ **Muscolo abduttore**

- muscolo che determina un movimento tale da **allontanare un arto** alla linea mediana del corpo (medio gluteo).

## □ **Muscolo rotatore**

- muscolo che permette una **rotazione** interna o esterna (gemelli).

# Basi Fisiologiche del movimento

- 1. Apparato Locomotore
- **2. Apparato Cardiocircolatorio**
- 3. Apparato Respiratorio
- 4. Sistema Nervoso
- 5. Sistema Endocrino

# Il sistema cardiocircolatorio

- Cuore
- Rete circolatoria
  - ▣ Arteriosa
  - ▣ Venosa
  - ▣ Capillarica
- Il compito del sistema cardio circolatorio è quello di essere un “vettore”
  - ▣ Apporto
    - Sostanze nutritizie
    - Ossigeno
  - ▣ Eliminazione
    - Anidride carbonica
    - Prodotti tossici del metabolismo

# Il sangue

## □ Funzioni

- ▣ Il trasporto delle **sostanze nutritive** (dagli organi di assorbimento o di deposito ai vari tessuti)
- ▣ Il trasporto dei **gas respiratori** (O<sub>2</sub> dai polmoni ai tessuti; CO<sub>2</sub> dai tessuti ai polmoni)
- ▣ Il trasporto delle **scorie cataboliche**, prodotte nei tessuti, agli organi emuntori (i reni)
- ▣ Il trasporto degli **ormoni** (prodotti nelle ghiandole endocrine) ai tessuti ed agli organi sui quali esplicano le loro azione
- ▣ Regolazione del **pH** e regolazione **termica** dell'organismo
- ▣ Processi di **difesa dell'organismo** (sistema immunitario e coagulazione sanguigna)

# Il sangue

## □ **Componente corpuscolata 45%**

- Prodotta dal midollo spinale
- Globuli rossi
- Piastrine importanti per la coagulazione
- Globuli bianchi
  - **Granulociti** partecipano attivamente alla difesa dell'organismo
    - neutrofil
    - eosinofili
    - basofili
  - **Linfociti** depositari della memoria immunologica per produrre anticorpi
  - **Monociti** (Macrofagi) rimozione di sostanze estranee e residui cellulari dell'organismo

## □ **Componente liquida 55%**

- plasma sanguigno
  - soluzione acquosa proteica con sali, zuccheri, grassi, vitamine, ormoni
- Il rapporto tra plasma (55%) ed elementi corpuscolati (45%) è detto **ematocrito**
- La massa sanguigna è 1/12 del peso corporeo

# Le arterie

- Vasi preposti al trasporto del sangue pompato dal ventricolo sinistro con una **pressione** che normalmente varia da **80** a **120 mmHg**.
- La **struttura**: strati concentrici di tessuti diversi atti a contenere tale pressione e a sopportare eventuali aumenti della stessa
- **Endotelio**
  - Strato interno
  - Protezione
- **Intermedio**
  - Tessuto elastico e muscolare
  - Conferisce elasticità
- **Avventizia**
  - Esterno
  - Tessuto connettivo
  - Contenitivo

# Le vene

- Di struttura simile a quelle delle arterie
- Preponderanza di tessuto di **tipo connettivo**
- **Meno elastiche**
- Dotate di piccole valvole a coda di rondine
  - ▣ facilita il ritorno del sangue al cuore
  - ▣ evita il reflusso del sangue stesso

# I capillari

- ❑ Canali che mettono in comunicazione le arterie con le vene
- ❑ **Struttura:**
  - ❑ unico strato di cellule endoteliali
- ❑ **Funzione:**
  - ❑ distribuire l'ossigeno e le sostanze nutritive ai tessuti
  - ❑ raccogliere i prodotti di scarto del metabolismo dei tessuti (anidride carbonica)



# Il cuore

- Organo muscolare cavo a forma di cono, situato al centro della cavità toracica, nel mediastino (spazio tra i due polmoni) dietro lo sterno
- Organo centrale dell' apparato circolatorio che con le sue contrazioni fa scorrere il sangue all'interno dei vasi sanguigni
- Pompa che spinge il sangue ricco di ossigeno in tutti i distretti dell'organismo

# Il sistema circolatorio

## □ GRANDE CIRCOLAZIONE

- ▣ Origina dalla metà sinistra del cuore (ventricolo sinistro) e termina nella metà destra (atrio destro)

## □ PICCOLA CIRCOLAZIONE (polmonare)

- ▣ Origina dalla metà destra del cuore (ventricolo destro) e termina nella metà sinistra (atrio sinistro)

# La piccola circolazione

---

Il sangue  
attraverso  
le arterie  
polmonari  
giunge ai polmoni  
per gli scambi  
gassosi e torna al  
cuore attraverso le  
vene polmonari

# La grande circolazione



L'**aorta** permette la circolazione del sangue in tutti i distretti corporei.

Trasporta  $O_2$  e sostanze nutritizie alle cellule e  $CO_2$  e prodotti di rifiuto fino al cuore

# La muscolatura cardiaca

- La muscolatura cardiaca si contrae autonomamente
- sistema di conduzione del cuore (cellule specializzate)
  - ▣ **nodo seno-atriale** il *pacemaker* del cuore presente nella parete dell'atrio destro
  - ▣ **nodo atrio-ventricolare** posto sul pavimento dell'atrio destro e forma
  - ▣ **fascio di His** che si divide in due branche le quali corrono lungo il setto interventricolare e continuano nella parete dei ventricoli e si diramano formando
  - ▣ **fibre di Purkinje** piccoli fascetti muscolari che risalgono dall'apice verso la base dei ventricoli

# Il sistema nervoso cardiaco

- L'attività cardiaca è sottoposta a due influenze antagoniste
  - ▣ **sistema ortosimpatico**, che accelera il battito cardiaco
  - ▣ **nervo vago** (nervo cranico-parasimpatico) che rallenta il ritmo di eccitazione del miocardio.

# Il cuore: costituzione

## Membrane

- Pericardio
- Miocardio
- Endocardio

## Cuore

- 2 Atri
- 2 Ventricoli

## Valvole A-V

- Tricuspide
- Mitrale

## Valvole Semilunari

- Polmonare
- Aortica

## Circolazione Coronarica

# Il cuore: fisiologia

- ❑ **Sistole:** fase di contrazione del muscolo cardiaco
- ❑ **Diastole:** fase di rilasciamento del muscolo cardiaco
- ❑ **Volume di eiezione** (gittata sistolica) 70 ml: volume ematico spinto dal cuore alla periferia per ogni battito ventricolare  
$$VOL\ eiez = Gc / Fc$$
- ❑ **Gettata Cardiaca** (5 l/min): volume di sangue pompato da ciascun ventricolo durante un minuto  $Gc = Fc \times Vol\ eiez$
- ❑ **Frequenze cardiaca** (70 b/min):
  - ❑ Centrale – n° pulsazioni cardiache per minuto (fonendoscopio)
  - ❑ Periferica – frequenza delle onde pressorie per minuto propagate lungo le arterie periferiche: nel soggetto sano è uguale
- ❑ **Consumo di O<sub>2</sub>** (VO<sub>2</sub>max) massima capacità dell'organismo nell'utilizzare l'ossigeno



# Sport e sistema cardiovascolare

- ❑ L'esecuzione di uno sforzo fisico è possibile grazie alla contrazione sinergica dei muscoli che trasformano l'energia chimica (alimenti) in lavoro meccanico.
- ❑ Nell'esercizio fisico intenso la quantità di  $O_2$  richiesto è proporzionale a
  - ❑ Intensità dell'esercizio
  - ❑ Percentuale delle masse muscolari coinvolte
- ❑ Per evitare che i muscoli utilizzino vie metaboliche alternative che porterebbero all'esaurimento precoce delle forze, l'organismo mantiene l'equilibrio tra la richiesta e l'offerta di  $O_2$  tramite meccanismi che portano a
  - Aumento del flusso ematico distrettuale
  - Aumento dell'estrazione dell' $O_2$  dal sangue

# Basi Fisiologiche del movimento

---

- 1. Apparato Locomotore
- 2. Apparato Cardiocircolatorio
- **3. Apparato Respiratorio**
- 4. Sistema Nervoso
- 5. Sistema Endocrino

# 1. La Respirazione

- Negli organismi più semplici, le cellule stesse dei tessuti possono utilizzare direttamente l'O<sub>2</sub> dell'ambiente, dell'aria atmosferica (respirazione tracheale) oppure l'ossigeno disciolto in acqua.
- Negli animali più complessi, le cellule dei tessuti utilizzano l'O<sub>2</sub> disciolto nel liquido interstiziale e in esso riversano la CO<sub>2</sub>.
- Il sangue provvede al trasporto dei gas respiratori tra i tessuti e l'apparato respiratorio

# 2. La Respirazione

Si distinguono:

- La respirazione interna o tissutale
  - ▣ caratterizzata dagli scambi gassosi tra il sangue e i tessuti.
- La respirazione esterna o polmonare
  - ▣ che comprende gli scambi gassosi tra il sangue e l'ambiente a livello dell'apparato respiratorio

# Apparato respiratorio

- **Vie respiratorie:** cavità nasali, faringe, laringe, trachea, bronchi
  - ▣ convogliano l'aria inspirata dall'atmosfera ai polmoni
  - ▣ umidificano, riscaldano e depurano l'aria atmosferica prima che raggiunga le strutture alveolari
- **Cavità toracica** in parte ossea (coste, vertebre toraciche, sterno) e in parte muscolo-tendinea delimitata dal **diaframma**.
- **Polmoni:** organi in cui **alveoli** avvengono gli scambi respiratori con il sangue.

# Controllo della muscolatura tracheo-bronchiale

Il lume di trachea e bronchi varia in base all'attività della **muscolatura liscia** delle pareti.

La muscolatura liscia è costituita da gruppi di fibre nervose di tipo ortosimpatico e di tipo parasimpatico.

La stimolazione dell'**ortosimpatico** determina **inibizione** (rilasciamento) della muscolatura, mentre la stimolazione del **parasimpatico** ne determina **eccitamento** (contrazione).

Il sistema parasimpatico interviene attraverso una intensa risposta contrattile come meccanismo di difesa da agenti irritanti o lesivi.

# 1. La Meccanica Respiratoria e l'atto respiratorio

- **Inspirazione:** una certa quantità di aria atmosferica viene immessa nell'apparato respiratorio (aria inspirata).
- **Espirazione:** una quantità circa uguale viene espulsa (aria espirata) mediamente più povera di  $O_2$  e più ricca di  $CO_2$ .
- **FR (frequenza respiratoria)** a riposo 14-15 atti respiratori/min che può aumentare fortemente quando aumenta l'attività degli organi e dei tessuti o viene svolto lavoro muscolare.
- Nel neonato 60-70 atti/min

## 2. La Meccanica Respiratoria e l'atto respiratorio

Sia l'inspirazione che l'espiazione sono determinate da un cambiamento di **capacità della cavità toracica** dovuto al modificarsi della sua geometria ad opera del contrarsi o rilasciarsi dei **muscoli respiratori**.

I **polmoni** non contengono muscolatura ma eseguono movimenti passivi.

La loro superficie aderisce a quella interna della cavità toracica.

Tra le due **pleure** esiste uno spazio virtuale dove regna una pressione negativa



## Muscoli Inspiratori

Diaframma

Mm intercostali esterni

Scaleni

Sternocleidomastoideo

Pettorali

La funzione primaria di questi muscoli non è respiratoria ma con la loro contrazione possono **modificare la geometria del torace**

## Muscoli Espiratori

Mm intercostali interni

Mm addominali

**Comprimendo la cavità addominale**, ne aumentano la pressione interna e fanno risalire il diaframma

# Definizioni

- **VENTILAZIONE:** scambio di aria tra atmosfera e alveoli. L'aria si distribuisce all'interno di tutti gli alveoli.
- **DIFFUSIONE:** scambio di  $O_2$  e di  $CO_2$  tra l'aria alveolare e i capillari polmonari.
- Il **TRASPORTO** di  $O_2$  e di  $CO_2$  è ad opera del sangue: collegamento funzionale tra il sistema cardiovascolare e quello respiratorio.
- **DIFFUSIONE:** scambio di  $O_2$  e di  $CO_2$  tra sangue e tessuti corporei quando il sangue scorre lungo i capillari tissutali.

# 1. Meccanica ventilatoria

**Volume corrente (aria respirata):** è il volume di aria che **entra** ed **esce** dall'albero respiratorio nel corso di un atto respiratorio in condizioni di riposo. Corrisponde a circa **300-500 ml.** **VC**

**Volume di riserva inspiratoria (aria complementare):** è la quantità massima di aria che può essere **inspirata** con una inspirazione forzata. Corrisponde a circa **3000 ml.** **VRI**

**Volume di riserva espiratoria (aria di riserva):** è la quantità massima di aria che può essere espirata con una **espirazione forzata** che continui una espirazione normale. Corrisponde a circa **1000-1500 ml.** **VRE**

**Volume residuo (aria residua):** è la quantità di aria che rimane nell'albero respiratorio al termine di una espirazione forzata. Corrisponde a circa **1000-1500 ml.** **VR**

## 2. Meccanica ventilatoria

**Capacità inspiratoria** ( $VC+VRI$ ) massimo volume che può essere inspirato partendo dalla fine di una normale espirazione

**Capacità funzionale residua** ( $VRE+VR$ ) volume di aria che rimane nell'albero respiratorio alla fine di una normale espirazione

**Capacità vitale o respiratoria** ( $VC+VRI+VRE$ ) massimo volume di aria che può essere espulso con una espirazione forzata partendo dalla fine di una inspirazione forzata

**Capacità totale polmonare** ( $VC+VR$ ) massimo volume di aria che può essere accolto nei polmoni.

# Basi Fisiologiche del movimento

---

- 1. Apparato Locomotore
- 2. Apparato Cardiocircolatorio
- 3. Apparato Respiratorio
- **4. Sistema Nervoso**
- 5. Sistema Endocrino

# Il sistema nervoso


- È il centro di integrazione e di controllo delle comunicazioni dell'organismo
- **Sistema di SENSORI** registrano le variazioni ambientali (interne ed esterne al corpo) e le trasformano in stimoli nervosi
- **Rete di NERVI** mette in relazione i sensori con organi interni raggiungono ogni parte del corpo
- **SNC** comprende organi che elaborano, memorizzano e producono una risposta agli stimoli che arrivano tramite la rete nervosa
- **SN Periferico** costituito dall'insieme di centri nervosi gangli che elaborano gli stimoli nervosi involontari
- **SN Autonomo** ha attività indipendente dal SNC

# Il sistema nervoso

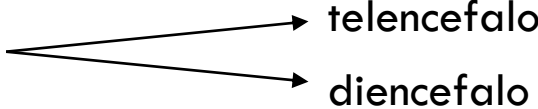
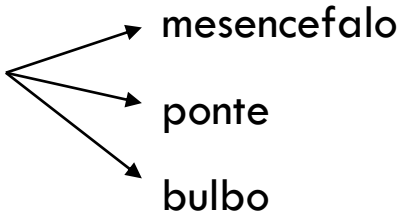
## □ Sistema Nervoso Centrale SNC

- **Encefalo** è quella parte del SNC contenuta completamente nel cranio. Peso medio 1250-1600 g
- **Midollo Spinale**
- Raccoglie, trasmette, integra le informazioni

## □ Sistema Nervoso Periferico SNP

- Nervi cranici (12 paia)
- Nervi spinali (31 paia) 
- Sistema Vegetativo Autonomo
  - Ortosimpatico (simpatico)
  - Parasimpatico
- Trasmette segnali **afferenti** dalla periferia
- Trasmette segnali **efferenti** verso la periferia

# SNC: encefalo e midollo spinale

- CERVELLO 
  - telencefalo
  - diencefalo
- TRONCO ENCEFALICO 
  - mesencefalo
  - ponte
  - bulbo
- CERVELLETTO
- MIDOLLO SPINALE

Telencefalo

Diencefalo

Mesencefalo

Metencefalo

Mielencefalo



# SNC: funzioni

- **Cervello**
  - ▣ Sede delle più elevate funzioni psichiche umane
- **Sistema Limbico**
  - ▣ Memorizzazione ed elaborazione delle emozioni
- **Ipotalamo**
  - ▣ Azione di controllo sull'Ipofisi e altre funzioni vitali dell'organismo
- **Cervelletto**
  - ▣ Controllo sui movimenti muscolari di precisione
- **Tronco Cerebrale**
  - ▣ Controllo funzioni vitali dell'organismo (respirazione, pressione sangue)
  - ▣ Centro di smistamento delle informazioni giunte dall'encefalo

# Il cervello

- **2 emisferi cerebrali** suddivisi in **lobi**.
- La corteccia è la superficie e presenta pieghe o **circonvoluzioni**.
- La corteccia ( $\varnothing$  2-6 mm) è costituita da **materia grigia**, (corpi cellulari di neuroni amielinici) e dalla **sostanza bianca** (fibre nervose mieliniche)
- Le zone sporgenti sono i **giri**
- Le zone infossate **solchi** o **scissure** (se particolarmente profonde).
- Si distinguono aree con struttura e funzione diverse

# La corteccia cerebrale

- **La corteccia cerebrale è responsabile di molte funzioni di ordine superiore come il linguaggio ed i processi informativi. È grazie alla corteccia che siamo capaci di pensare, ragionare, amare, perdonare, creare e ricordare.**

# Tronco encefalico e cervelletto

- Il **tronco encefalico** comprende il midollo allungato, la formazione reticolare, il ponte e mesencefalo. È responsabile di alcune **funzioni vitali**: regola la respirazione, la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna.
- Il **cervelletto** si trova dietro al tronco encefalico con cui è connesso da sottili tratti nervosi. È coinvolto nel mantenimento della **postura** e dell'**equilibrio** e nella **coordinazione** dei movimenti.

# Nevroglia e Membrane cerebrali

- **Nevroglia** tessuto che avvolge e sostiene il SNC
  - Funzione di **sostegno** (colla)
  - Funzione di **ricambio**
  - è costituito da
    - Astrociti
    - Oligodndrociti (nella sostanza bianca si dispongono tra le fibre nervose e partecipano alla formazione della guaina mielinica che ricopre il nervo)
    - Cellule di Microglia
- **Membrane**
  - Dura madre
  - Aracnoide
  - Pia madre

# La cellula nervosa

- Chiamata **Neurone** è l'unità funzionale del SN
- Partecipa alla formazione del Sistema Nervoso con il Neuroglia e il tessuto vascolare
- Riceve, integra e trasmette gli impulsi nervosi.
- Produce neurotrasmettitori
- Corpo (pericario)
- Dendriti (trasportano gli stimoli al corpo)
- Assone (costituito da mielina, ha rami collaterali e bottoni terminali su cellule nervose o muscolari)

# 1. La sinapsi



È il collegamento tra un neurone e l'altro.

Spazio in cui passa l'impulso nervoso sotto forma di sostanze chimiche (NEUROTRASMETTITORI) da un nervo all'altro.

Attraverso la trasmissione sinaptica, l'impulso nervoso può viaggiare da un neurone all'altro o da un neurone ad una fibra (se la fibra è muscolare si parla di giunzione neuromuscolare)

# 2. Sinapsi: classificazione

- Localizzazione
  - ▣ S. asso-dendritica
  - ▣ S. asso-somatica
  - ▣ S. asso-assonica
- Struttura
  - ▣ Per larghezza della fessura sinaptica e zona di condensazione
    - S. di tipo I
    - S. di tipo II
- Funzione
  - ▣ S. eccitatorie (con i dendriti)
  - ▣ S. inibitorie (con il pericario)
- Sinapsi Chimica (neurotrasmettitori)
- Sinapsi Elettrica (invertebrati e pesci)



# La Sinapsi Elettrica

- Nella sinapsi elettrica, la cellula eccitabile è connessa ad un neurone tramite la **gap junction**: una giunzione comunicante.
- La **gap junction** consente la comunicazione tra cellule per il passaggio diretto di correnti elettriche.
- Questo riduce (fino allo 0 assoluto) i ritardi sinaptici.
- Le sinapsi elettriche sono particolarmente adatte per riflessi (dette anche **azioni riflesse**) in cui sia necessaria una rapida trasmissione tra cellule, ovvero quando sia richiesta una risposta sincronica da parte di un numero elevato di neuroni, come ad esempio nelle risposte di attacco o di fuga.

# La Sinapsi Chimica

- È formata da tre elementi:
  - **Membrana presinaptica**
  - **Spazio sinaptico** (detto anche fessura intersinaptica o vallo sinaptico)
  - **membrana postsinaptica.**
- La membrana presinaptica è quella parte del neurone portatore del messaggio che rilascia il neurotrasmettitore nello spazio sinaptico.
- Il neurotrasmettitore entra in contatto con la membrana postsinaptica ove sono presenti specifici recettori o canali ionici.
- Il neurotrasmettitore in eccesso viene riassorbito nella membrana presinaptica (ricaptazione), o scisso in parti inerti da un apposito enzima.

# La struttura di un sinapsi chimica

- È il collegamento tra il bottone terminale e un altro neurone
- Si distinguono
  - ▣ Bottone terminale
  - ▣ Membrana presinaptica
  - ▣ Fessura sinaptica
  - ▣ Membrana postsinaptica (del neurone adiacente)
- Vescicole neurotrasmettitore
- Mitocondri

# Neurotrasmettitori

- **Acetilcolina (Ach)**
  - Maggiormente diffusa
- **Acido gammaamminobutirrico (GABA) e**
- **Serotonina**
  - Nelle sinapsi inibitorie
- **Catecolamine**
  - Noradrenalina
  - Adrenalina
- **Neuropetidi (Releasing Factors)**
  - Rilasciati dall'Ipotalamo

# Il neurone

- In base alla **funzione** e alla **direzione di propagazione** dell'impulso nervoso è possibile suddividere i neuroni in tre tipi:
  - **Neuroni sensitivi o afferenti**
    - partecipano all'acquisizione di stimoli
    - trasportando le informazioni dagli organi sensoriali **al sistema nervoso centrale**.
    - le **fibre** composte da assoni di questo tipo di neuroni sono chiamate **afferenti**.
  - **Interneuroni o neuroni intercalari**
    - posti all'interno del sistema centrale
    - integrano i dati forniti dai neuroni sensoriali
    - trasmettono ai neuroni motori (motoneuroni).
  - **Neuroni motori o efferenti**
    - emanano impulsi di tipo motorio **agli organi della periferia corporea**
    - le fibre composte da assoni di questo tipo di neuroni sono chiamate **efferenti**
    - Innervano la muscolatura striata volontaria dell'organismo
    - Si distinguono in
      - **motoneuroni  $\alpha$  (alfa)** responsabili dell'effettiva contrazione delle fibre muscolari striate
      - **motoneuroni  $\gamma$  (gamma)** che innervano organi sensoriali propriocettivi detti "fusi neuromuscolari" intercalati nella compagine muscolare.

Per **nervo afferente** si intende la fibra nervosa il cui segnale corre in senso centripeto, ovvero dalla periferia del corpo verso il SNC (nervo sensitivo).  
Per **nervo efferente** si intende un fibra nervosa che **dal centro va verso la periferia del corpo**, il cui segnale va quindi in senso centrifugo (nervo motorio).

# Il sistema nervoso periferico SNP

- **neuroni sensitivi** che si dipartono dai recettori sensitivi informando il SNC dello stimolo
- **neuroni motori** (detti anche EFFETTORI) che vanno dal SNC ai muscoli e ghiandole regolando l'attività di quest'ultimi.
- Il sistema nervoso periferico è suddiviso in:
  - **sistema somato-sensoriale** due tipi di neuroni, dei quali uno riceve le informazioni provenienti dall'ambiente esterno (quindi dagli **organi di senso** come le orecchie o gli occhi) e l'altro è atto a trasportare fino al cervello le informazioni provenienti **dal corpo della persona** (es. concentrazione di anidride carbonica nel sangue).
  - **sistema motorio** Il sistema **somatico** trasmette i segnali ai muscoli scheletrici, in particolare quando c'è da attuare una risposta veloce ad uno stimolo di pericolo, come una **scossa** o una **scottatura**: sono i riflessi. Comunque gran parte degli stimoli del sistema somatico sono volontari.
- Il sistema **autonomo** vanta una gamma di reazioni non volontarie, che muovono in due direzioni in funzione del fatto che siano generate dal **sistema simpatico** o dal **sistema parasimpatico**.

# SNP: nervi cranici e nervi spinali

- 12 paia NERVI CRANICI
- Inviano e ricevono informazioni relative alle zone della testa, del collo e da organi interni
- 31 paia di NERVI SPINALI (8 cervicali 12 toracici 5 lombari 5 sacrali 1 coccigeo)
  - Costituito da
    - **Radice Posteriore Sensitiva**
      - Conduce le informazioni **dalla periferia al centro**
      - È in connessione con i **recettori periferici**
    - **Radice Anteriore Motoria**
      - Conduce i comandi motori **dal centro alla periferia**
      - Raccoglie, elabora e memorizza gli stimoli (interni ed esterni)
      - Reagisce agli stimoli con impulsi nervosi



# SNP: Sistema Vegetativo Autonomo

□ Si distingue in

□ **OrtoSimpatico**

- Stimolazione del sistema cardiovascolare
- Aumento del flusso sanguigno nei muscoli e nel cuore
- Aumento della forza di contrazione della muscolatura scheletrica
- Dilatazione bronchiale e inibizione delle secrezioni
- Mobilizzazione delle riserve energetiche
- Midriasi (dilatazione della pupilla)
- Piloerezione

# SNP: Sistema Vegetativo Autonomo

## ▣ **Parasimpatico**

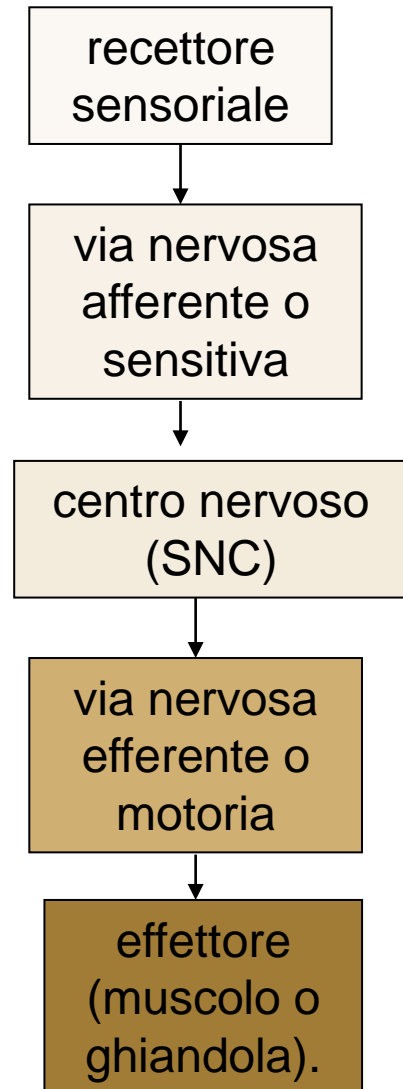
- Riduzione della frequenza cardiaca
- Riduzione della pressione arteriosa
- Contrazione bronchiale e aumento delle secrezioni
- Vasodilatazione nel distretto cutaneo e splanchnico
- Miosi (restringimento della pupilla)

# I recettori

- Cellule specializzate site negli organi di senso
- Percepiscono gli stimoli esterni, lo trasducono e lo amplificano
- Si distinguono in base allo stimolo
  - **esterocettori** recettori dei sensi classici
  - **enterocettori** come i propriocettori o i chemiocettori interni
- Si distinguono in base alla fonte energetica a cui sono sensibili
  - **chemiocettori**
  - **meccanocettori**
  - **fotocettori**
  - **termocettori**
  - **nocicettori**
  - **elettrocettori**

# I recettori

- Inviano il segnale al cervello
  - ▣ Reazione del SNC a stimolazioni esterne o interne (recettori sensoriali) che modifica la contrazione muscolare o la secrezione ghiandolare
- Possono innescare i **riflessi**
  - ▣ Permettono reazioni veloci e immediate
  - ▣ Interessano il SNP dei nn cranici e spinali
  - ▣ Interessano il SN Vegetativo
  - ▣ Meccanismo di base è l'**arco riflesso**



# Recettori: i Fusi Neuromuscolari

- I fusi neuromuscolari sono **recettori di stiramento** localizzati all'interno della muscolatura striata.
- Captano lo stato di allungamento dei muscoli e quindi inviano le informazioni raccolte all'encefalo
- L'attività dei fusi neuromuscolari è quella di **prevenire infortuni** legati ad un eccessivo allungamento
- Mantengono il normale **tono muscolare**
- Contribuiscono ad eseguire movimenti fluidi in maniera armonica e controllata.

# Recettori: Organo Tendineo di Golgi

- ▣ Sono propriocettori posti nei **legamenti**, nella **capsule articolari** e nei **tendini**
- ▣ Registrano la tensione muscolo tendinea (la contrazione)
- ▣ Se la contrazione supera la soglia massima, innescano il processo di riflesso spinale miotattico inverso che determina sia il rilassamento delle fibre in contrazione sia l'attivazione contrattile del muscolo antagonista

# Basi Fisiologiche del movimento

---

- 1. Apparato Locomotore
- 2. Apparato Cardiocircolatorio
- 3. Apparato Respiratorio
- 4. Sistema Nervoso
- **5. Sistema Endocrino**

# Il Sistema Endocrino

- Il sistema endocrino è composto da diverse **GHIANDOLE ENDOCRINE** che producono gli **ORMONI**.
- Attraverso un continuo bilanciamento attivo, gli ormoni compongono una rete chimica di **segnali** permettendo il controllo funzionale di base di tutto il corpo.
- Per trasmettere informazioni agli organi, l'organismo si serve oltre al sistema nervoso degli **ormoni**



## **Ghiandole endocrine**

- Epifisi (ghiandola pineale)
- Ipofisi (sistema ipotalamo ipofisario)
- Tiroide
- Paratiroidi
- Ghiandole surrenali
- Pancreas (Isole del Langerhans)
- Gonadi (testicolo e ovaio)

# Il Sistema Endocrino

A differenza del sistema nervoso, dove le informazioni sono trasmesse molto rapidamente, l'apparato **endocrino** agisce **lentamente**. Gli ormoni che si diffondono nel sangue necessitano di **5-10 secondi** per scatenare il primo effetto. La loro azione perdura **fino a tre ore** o essere visibili solo dopo alcuni **mesi** come per l'Ormone della crescita (Gh).

L'armonia di tutte le funzioni di un organismo è strettamente dipendente dall'azione combinata del sistema nervoso e endocrino che controllano l'**omeostasi**

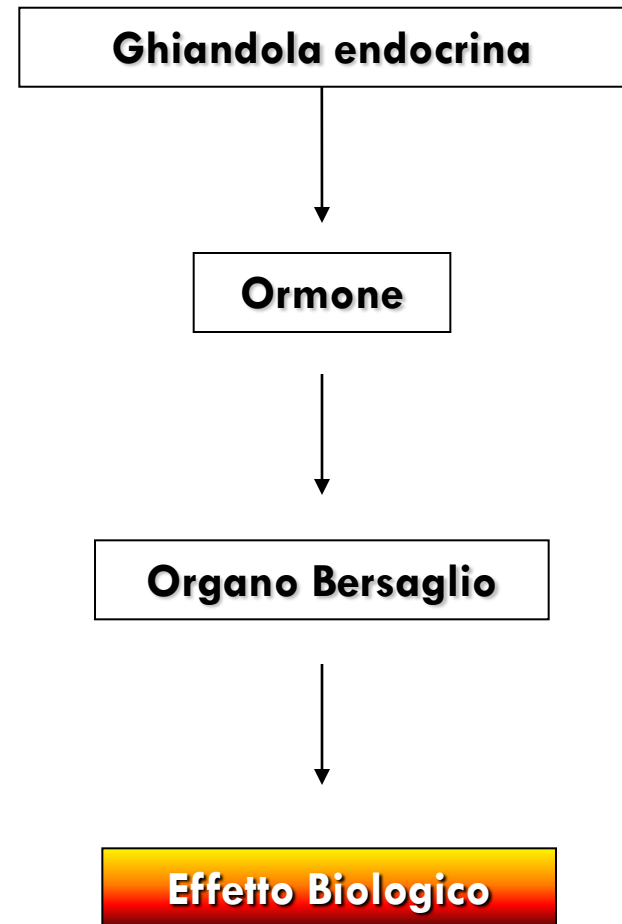
L'effetto biologico determinato in una cellula da un ormone dipende da **concentrazione ormonale**; concentrazione dei **recettori**; grado di **affinità tra ormone e recettori**.

# Gli Ormoni

- Sono i **messaggeri chimici** che provocano una *reazione specifica*
- Ad ogni ormone corrisponde un **Recettore Specifico** posto su **Cellule Bersaglio** che è in grado di riconoscerlo e legarsi anche a minime concentrazioni
- Gli ormoni raggiungono i recettori attraverso
  - ▣ il sangue
  - ▣ Il liquido extracellulare
  - ▣ *in situ*

# Ormone-Cellula Bersaglio

- Ogni cellula può possedere un solo tipo di recettore per un determinato ormone. ma
- Diversi tessuti possono avere più recettori per lo stesso ormone.
- Ciò determina la possibilità che lo stesso ormone possa avere effetti diversi su diversi organi. Ad esempio, l'**adrenalina** attraverso i **recettori b** aumenta l'afflusso sanguigno dei muscoli scheletrici e riduce l'afflusso di sangue in corrispondenza del tratto gastrointestinale (**recettori a**).



# MECCANISMO DI AZIONE DEGLI ORMONI

Le funzioni biologiche degli ormoni si svolgono con tre diversi meccanismi:

- **Endocrino:** l'ormone prodotto a livello della ghiandola endocrina raggiunge il tessuto bersaglio tramite **il sangue**
- **Paracrino:** l'ormone prodotto a livello della ghiandola endocrina raggiunge il tessuto bersaglio tramite il **liquido extra-cellulare** (secrezione di tipo endocrino locale) Un esempio è dato dal Testosterone che è secreto dai testicoli. Esso agisce in maniera endocrina per stimolare eventi periferici (aumento della massa muscolare), ed in modo paracrino per stimolare la spermatogenesi negli adiacenti tubuli seminiferi.
- **Autocrino:** l'ormone prodotto a livello della ghiandola endocrina ha effetto sulle **stesse cellule** che l'hanno prodotto (ciò permette di regolare finemente la produzione ormonale con il meccanismo di feedback) Tra gli autocrini i più potenti sono gli **eicosanoidi**, che vengono sintetizzati dai grassi con cui ci alimentiamo

# La Chimica degli Ormoni

- **AMINE** ormoni che derivano dall'**aminoacido tiroxina**.
  - **Tiroxina** prodotta dalla ghiandola tiroide
  - **Adrenalina** e la **Noradrenalina** prodotte dalla midollare del surrene
- **PROTEINE:** ormoni sono formati da **catene di aminoacidi**
  - **Insulina** prodotta dal pancreas
  - **Ormone della crescita** prodotto dall'ipofisi anteriore
  - **Calcitonina** secreta dalla ghiandola tiroidea
  - **Ormone antidiuretico ADH** e **Ossitocina** sintetizzati dall'ipotalamo
- **STEROIDI:** il colesterolo è il precursore degli **Ormoni Steroidei**, che includono
  - **Cortisolo** e **Aldosterone**, prodotti dalla corteccia surrenalica,
  - **Estrogeni** e **Progesterone** sintetizzato dalle ovaie
  - **Testosterone** prodotto dai testicoli

# REGOLAZIONE DELLA SECREZIONE ORMONALE

- La regolazione della secrezione ormonale avviene tramite meccanismo **Feed-Back Negativo** per cui gli effetti dell'ormone determinano una diminuzione della secrezione dell'ormone stesso. L'esempio principe è l'alternanza tra uno stato di Iperglicemia e di Ipoglicemia.
- L'Insulina è secreta dal pancreas quando il livello di glucosio ematico è alto, cioè è presente uno stato di Iperglicemia. L'effetto della messa in circolo dell'Insulina determina una diminuzione della concentrazione ematica del Glucosio che viene trasportato ai tessuti dall'ormone. Poiché il livello di Glucosio ematico diminuisce, viene ridimensionato lo stimolo per la secrezione dell'Insulina fino al blocco completo che cesserà fino a quando il livello di Glucosio non aumenterà di nuovo.

# Ipotalamo

- L'**Ipotalamo** è responsabile del controllo degli ormoni liberati dai lobi anteriore e posteriore dell'**Ipofisi**
  - ▣ il fattore di liberazione della corticotropina (CRF) stimola la secrezione di corticotropina o ormone adrenocorticotropo (**ACTH**)
  - ▣ fattore di liberazione della tireotropina (TRF) induce la sintesi di tireotropina o ormone tireostimolante (**TSH**)
  - ▣ l'ormone di liberazione dell'ormone della crescita (GHRH) e la somatostatina, rispettivamente, stimolano e inibiscono la produzione dell'ormone della crescita (**GH**);
  - ▣ fattore di liberazione della gonadotropina (GnRH) controlla la secrezione dell'ormone follicolostimolante (**FSH**) e di quello luteinizzante (**LH**)
  - ▣ fattore di inibizione della liberazione di prolattina e il fattore di liberazione della prolattina regolano la produzione della **Prolattina**



# Asse Ipotalamo Ipofisario

- **Ipotalamo** connesso all'ipofisi posteriore per via nervosa: **neuroipofisi**
- all'ipofisi anteriore per via vascolare (sistema portale): **adenoipofisi**
- L'**Ipofisi** è ghiandola endocrina in continuità con il diencefalo, contenuta nella **sella turcica**

# La Neuroipofisi

- La **Neuropofisi** funge da deposito di due ormoni prodotti da cellule nervose ipotalamiche e trasferiti per via nervosa
- **Ossitocina** Stimola la contrazione delle cellule della muscolatura liscia delle ghiandole mammarie e dell'utero, in risposta alla suzione e a durante il parto. Al di fuori di gravidanza e della lattazione, ha funzione trofica sui due organi
- **Vasopressina (ADH)** Secreta in risposta alla diminuzione di volume ematico o incremento di osmolarità. Favorisce il riassorbimento di  $H_2O$  nei tubuli distale e collettore con effetto antidiuretico. Ha effetto vasocostrittore sulle arteriole, anche renali aumentando la Pressione Arteriosa

# L'Adenoipofisi

- L'ipofisi anteriore secreta ormoni sotto stimolo di ormoni ipotalamici secreti nel circolo portale ipotalamo-ipofisario. Sono presenti ormoni di liberazione (RH o RF) e ormoni inibitori (IH o IF)
- GH ormone della crescita
- PRL prolattina
- TSH ormone della tiroide
- PTH paratormone (metabolismo del  $\text{Ca}^{2+}$ )
- ACTH adrenocorticotropo or. steroidi surrenalici
- Gonadotropine secreti dalle gonadi (ovaio-testis)

# Ormone della Crescita: GH

- Promuove l'**accrescimento**
- Stimola **sintesi proteica**
- Induce la **lipolisi** e la **neoglicogenesi**
- Nell'adulto viene secreto in risposta all'esercizio fisico, al digiuno e allo stress
- Ha un suo ritmo circadiano (secreto nel sonno profondo)

# Ormone della Tiroide: TSH

- Stimola tutti i processi che portano alla produzione e alla secrezione dell'ormone tiroideo (T3)
- È controllato a feed-back dagli ormoni tiroidei, oltre che dall'ipotalamo (TRH, somatostatina, dopamina)
- Ha un ritmo circadiano

# Iperteroidismo

## □ Segni più comuni

- Gozzo
- Tachicardia FA
- Tremori, tipicamente limitati alle mani
- Cute calda;
- Segni oculari: si può avere oftalmopatia infiltrativa (M.bo di Basedow) o retrazione delle palpebre che causa lo sguardo sbarrato

## Sintomi più frequenti

- Nervosismo ed iperattività
- Palpitazioni
- Tachicardia
- Insonnia
- Sudorazione
- Ipersensibilità al caldo
- Astenia
- Aumento dell'appetito
- Perdita di peso
- Diarrea
- Alterazione del ciclo mestruale

# Ipotiroidismo

## □ I segni

- rallentamento dell'attività fisica e psichica.
- Eloquio lento
- Riduzione della memoria
- Depressione

## □ *facies mixedematosa*

## Sintomi

- stanchezza
- intolleranza al freddo
- sonnolenza
- stipsi ostinata
- aumento di peso

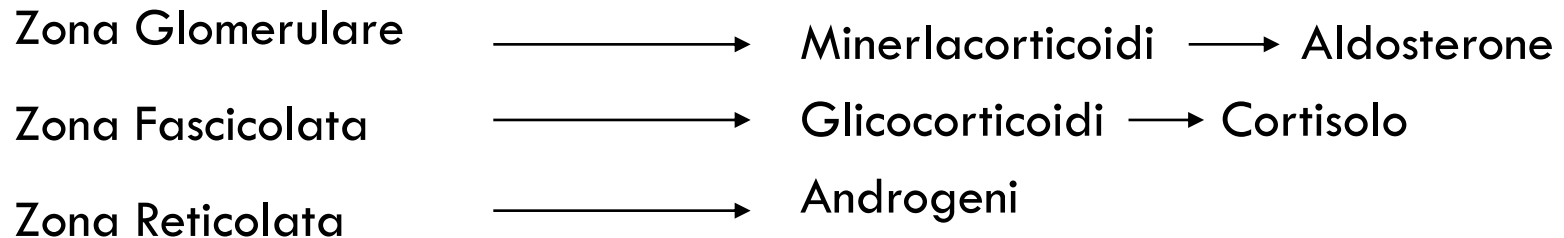
# Ghiandole Surrenali

Le ghiandole surrenali sono due piccoli organi situati sul polo superiore di ciascun rene. Sono ricoperte da una capsula connettivale e riccamente vascolarizzate.

Responsabili della risposta allo stress mediante la produzione di corticosteroidi e catecolamine, sono costituite da due parti, la **corticale** e la **midollare**, differente per origine embrionale, organizzazione istologica e produzione di ormoni.



# La corticale surrenalica



## Glicocorticoidi



Idrocortisone

Cortisone

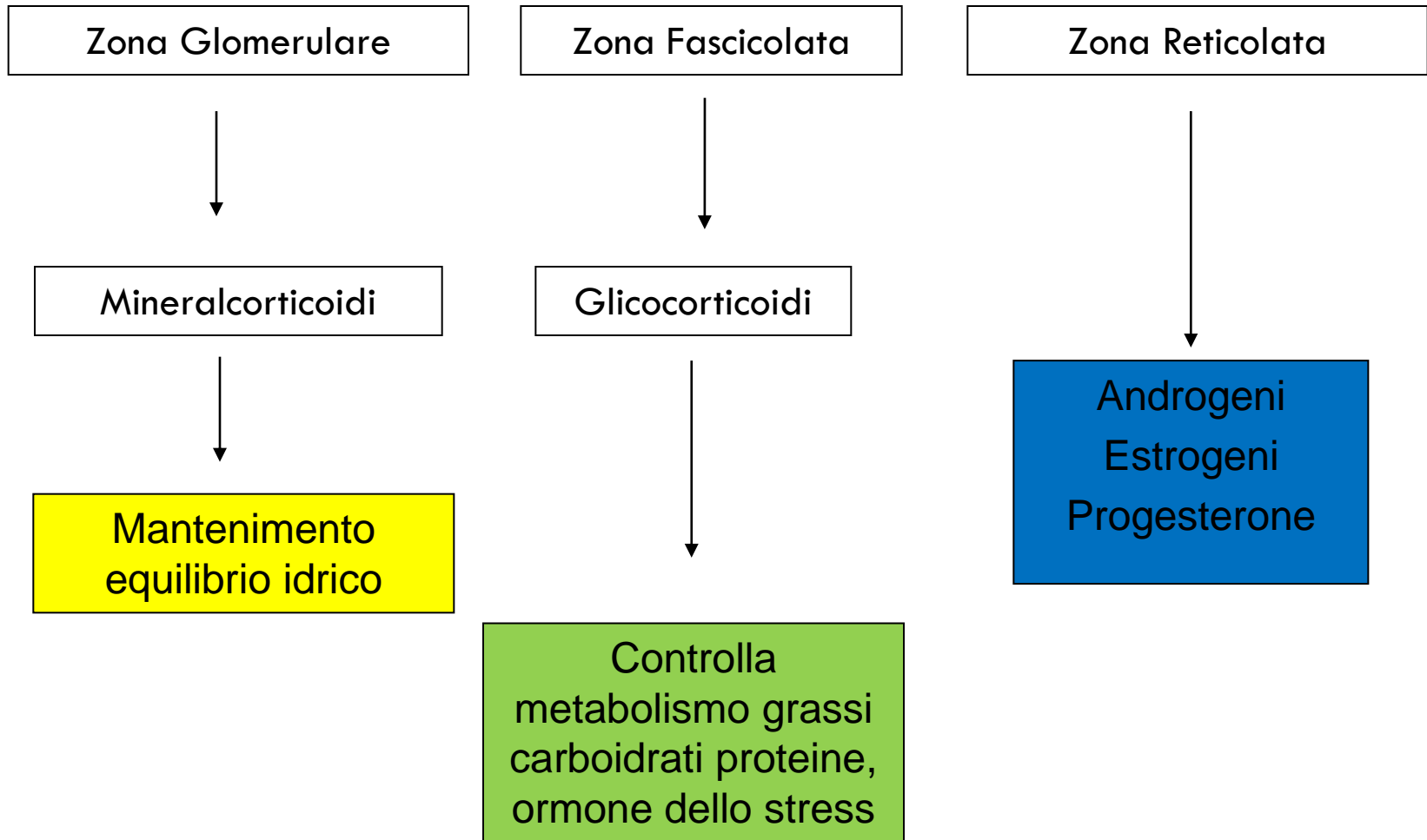
Cortisolo



Regolano e dirigono  
il **metabolismo delle**  
**proteine** e dei **carboidrati**.

**ormone dello stress** aumenta in  
condizione di stress psico-fisico, induce  
un aumento della glicemia; azione anti-  
infiammatoria (immunitaria)

# Corticale surrenale



# La Midollare Surrenalica

- Gli ormoni prodotti sono la **Adrenalina** e la **Noradrenalina**
- La produzione viene stimolata in modo diretto dal Sistema Nervoso Autonomo Vegetativo dell'ortosimpatico
- L'**Adrenalina** influenza tutti gli organi e apparati per prepararli a reazioni di tipo ortosimpatico: aumentano la PAO e la Fc
- Lo stress determina un rapido rilascio di catecolamine
- Effetto sul metabolismo glucidico e lipidico generale mobilizzando i depositi di grasso e glicogeno (provoca aumento di glucosio nel sangue): diminuisce la secrezione di Insulina, aumenta quella del Glucagone
- Agiscono sulla muscolatura liscia delle vie respiratorie

# Fisiologia dell'esercizio fisico e bioenergetica

- 1. Apparato Locomotore
- 2. Apparato Cardiocircolatorio
- 3. Apparato Respiratorio
- 4. Sistema Nervoso
- 5. Sistema Endocrino
- **7. I meccanismi energetici del muscolo**

# Allenamento e energia

- Per impostare un allenamento che consenta di migliorare la performance per l'ottenimento degli obiettivi prefissati è importante conoscere i meccanismi esoergonici che stanno alla base del ricavo energetico.
- È importante conoscere le basi dell'alimentazione migliore per l'atleta

# Meccanismi energetici

- Il corpo umano impiega **energia chimica**.
- L'energia introdotta con gli **alimenti** non viene usata direttamente, ma impiegata per sintetizzare una sostanza che immagazzina energia, l'**ATP** (o **adenosintrifosfato**).
- Tale energia viene poi ceduta quando l'ATP si lega con l'acqua (processo di idrolisi) e viene trasferita per l'utilizzo biologico (per esempio la contrazione di un muscolo).
- **Metabolismo** è la somma di due processi
  - **Catabolico**
    - Estrae energia dai composti organici o dalla luce solare
    - Converte i nutrienti in unità costitutive di macromolecole
  - **Anabolico**
    - Unisce le unità costitutive per formare macromolecole

# Meccanismi energetici del muscolo

- ❑ L'energia per la contrazione muscolare viene fornita dall'**ATP Adenosin-trifosfato (ATP)** che si scinde in **Adenosin-difosfato (ADP)** e **fosfato inorganico (P<sub>i</sub>)**
- ❑ L'ATP presente nei muscoli è molto limitato per cui è necessario ricostituirlo in continuazione.
- ❑ La sintesi dell'ATP avviene attraverso tre diversi meccanismi, ognuno legato alla durata e all'intensità dell'impegno muscolare.
- ❑ Il muscolo può utilizzare tutti e tre i sistemi contemporaneamente oppure privilegiarne maggiormente uno rispetto agli altri due
  - ❑ Sistema aerobio (necessita della presenza di Ossigeno)
  - ❑ Sistema anaerobio lattacido (non necessita Ossigeno)
  - ❑ Sistema anaerobio glicolitico (non necessita Ossigeno)

# Meccanismi energetici

- **meccanismo anaerobico alattacido**
- **meccanismo anaerobico lattacido (2 moli ATP)**
- **meccanismo aerobico glucidico (38 moli di ATP)**
- **meccanismo aerobico lipidico (15 moli di ATP)**
- **meccanismo proteico**

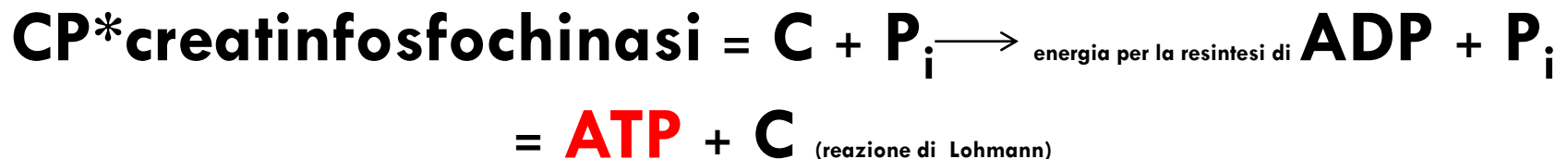


# Meccanismo Anaerobio Alattacido

- Il **sistema o meccanismo anaerobico alattacido o dei fosfati** è uno dei tre sistemi energetici adoperati dal muscolo scheletrico per la produzione di Adenosin Trifosfato (ATP) ovvero la **molecola energetica necessaria per l'attività muscolare**
- Avviene in **assenza di ossigeno e senza produzione di acido lattico**
- Esso costituisce il sistema di rifornimento di energia **più potente**, ma di bassa capacità poiché la resintesi avviene tramite la scomposizione della fosfocreatina(CP)

# Meccanismo Anaerobio Alattacido

- La **fosfocreatina** (CP) è un composto organico formato dall'unione di creatina con un gruppo fosfato. È contenuta nel muscolo in quantità pari a 20-30 mmol·kg<sup>-1</sup>.
- Tale quantità è molto limitata ed è in grado di assicurare energia per un'attività motoria di durata tra 4"-8".
- La CP, in presenza dell'enzima **creatinfosfochinasi** e in assenza di Ossigeno, si scinde in **creatina** (C) e **fosfato inorganico** (P<sub>i</sub>), liberando l'energia necessaria per la resintesi dell'ATP dall'ADP:



# Meccanismo Anaerobio Alattacido

- Nel corso di esercizi massimali molto intensi, cosiddetti “all-out efforts” o “fuori-tutto”, la potenza metabolica sviluppata dai muscoli può raggiungere valori di 200 Watt/kg di massa corporea
- Questo è il valore che gli atleti di specialità sportive **esplosive** possono raggiungere, per esempio, nel corso di un salto verticale verso l'alto a piè pari della durata di 0.25 secondi
- I muscoli impegnati in questo tipo di esercizio corrispondono al 25% della massa corporea totale. La potenza metabolica muscolare aumenta di circa 800 volte rispetto al valore di riposo
- L'incremento rapido del metabolismo energetico dei muscoli non può essere sostenuto dai meccanismi ossidativi né da quelli lattacidi, in quanto le potenze che essi possono sviluppare sono molto lontane da quelle espresse in questi esercizi esplosivi e le loro cinetiche d'intervento sono troppo lente, visti i tempi in gioco.
- In queste condizioni, l'energia per la resintesi dell'ATP è fornita dall'idrolisi della Fosfocreatina (CP): il solo processo in grado di tenere il passo della scissione dell'ATP in queste condizioni.

# Fattori limitanti il meccanismo anaerobico lattacido

## •CAPACITÀ

(quantità di energia fornita da un sistema; tempo in cui un determinato meccanismo riesce a mantenere una certa velocità o potenza)

- **Concentrazione dei fosfati altamente energetici**

## •POTENZA

(quantità di energia che un sistema è in grado di fornire nell'unità di tempo; massima velocità o potenza che un meccanismo è in grado di fornire)

- **Attività degli enzimi catalizzanti la scissione dei fosfati labili**
- **Quantità e qualità delle fibre muscolari**

# Restauro fonti energetiche

- Al cessare dello sforzo o al diminuire dell'intensità dello stesso, gran parte della Creatina viene rifosforilata in Fosfocreatina (CP) già **dopo 10''**
- **La velocità di demolizione della Fosfocreatina dipende dall'intensità dell'esercizio in relazione lineare:** in esercizi submassimali, la Fosfocreatina si riduce a basse concentrazioni in 2-3 minuti, mentre durante sforzi muscolari massimali (100% del  $\text{VO}_2\text{max}$ ) diminuisce drasticamente già dopo 5 secondi.
- Se il carico di lavoro è di minore intensità, nelle fasi iniziali di un esercizio a carico costante, il consumo di ossigeno a livello muscolare non copre immediatamente la totale richiesta di energia, ma la raggiunge dopo un certo ritardo. A tale ritardo supplisce in parte l'idrolisi della fosfocreatina alla quale si aggiunge rapidamente la glicolisi anaerobica che comincia ad essere osservabile quando la fosfocreatina è caduta al 40% di quella iniziale.

# Vantaggi del sistema an. alattacido

- Un vantaggio di questo sistema energetico è quello di **fornire energia in tempi rapidissimi**
- Come secondo vantaggio, ha una **grande capacità di potenza**, cioè è capace di fornire al muscolo una grande quantità di energia per secondo. Per queste caratteristiche, il sistema anaerobico alattacido è impiegato principalmente in attività come scatto, velocità, salto, lancio, pesistica, brevi sprint nelle discipline cicliche, cioè movimenti in cui la potenza e rapidità hanno un ruolo preminente.
- Il sistema anaerobico alattacido è caratteristico delle **fibre muscolari a contrazione rapida** (dette anche bianche o **IIB**), che per ruolo, sono le uniche ad avere le capacità di incaricarsi del lavoro muscolare molto intenso e breve.

# L'unità motoria

- All'interno di ogni muscolo si riconoscono diversi tipi di fibre, classificate in base alla **velocità di contrazione** e alla **resistenza alla fatica**.
- **Unità motorie lente dette fibre rosse di tipo I**
  - ▣ prevalentemente aerobie e ricche di mitocondri e mioglobina
- **Unità motorie rapide o fibre bianche di tipo II**
  - ▣ aerobie e anaerobie, povere di mioglobina
  - ▣ Le fibre a contrazione rapida si suddividono a loro volta in
    - **fibre del tipo II A** aerobie e anaerobie
    - **fibre del tipo II B** anaerobie

# Fibre Muscolari Bianche

- I muscoli fanno parte di questa categoria i grossi muscoli del torso **m. gran pettorale, m. gran dorsale, m. tricipite** e alcuni muscoli delle gambe (come il **m. vasto mediale, m. retto femorale e m. soleo**)
- La distribuzione delle fibre bianche, piuttosto che quelle rosse o intermedie, non è definita: oltre alla **soggettività**, all'**allenamento** ed al **tipo di sforzo** a cui è deputato il muscolo, esistono eterogeneità significative anche all'interno dello stesso distretto (vari tipi di unità motoria)
- Il **contenuto di mioglobina** distingue le fibre muscolari bianche e rosse e quindi il tipo di metabolismo usato per produrre l'energia necessaria alla contrazione.
- Le fibre bianche hanno **scarso contenuto di mioglobina**



# La risposta allo sforzo

- In risposta ad uno sforzo fisico intenso si attivano per prime le unità **motorie più lente** (F1)
- A mano a mano che l'intensità dello sforzo aumenta si ha un costante e progressivo reclutamento delle **fibre rapide F II a** e le **fibre rapide F II b**

# Creatina

- La **creatina** è un composto intermedio del metabolismo energetico
- Sintetizzata dal fegato (1 g/die)
- È costituita da
  - Arginina
  - S-adenosinmetionina
  - Glicinaaminoacidi
- L'organismo umano è in grado di immagazzinarne (95% nel muscolo scheletrico; 5% nel cervello e testicoli) al massimo 0,3 g/kg di peso corporeo
- La **Creatinina** è il un prodotto della reazione di catabolizzazione della creatina ed essendo filtrata dai reni, la sua concentrazione ematica (**creatininemia**) rappresenta indice di funzionalità renale

## Role of creatine supplementation in exercise-induced muscle damage: A mini review

Jooyoung Kim<sup>1</sup>, Joohyung Lee<sup>1</sup>, Seungho Kim<sup>2</sup>, Daeyoung Yoon<sup>2</sup>, Jieun Kim<sup>1</sup>, Dong Jun Sung<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>College of Physical Education, Kookmin University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Football Management, Munkyeong College, Mungyeong, Korea

<sup>3</sup>Division of Sport Science, Konkuk University, Choongju, Korea

Muscle damage is induced by both high-intensity resistance and endurance exercise. Creatine is a widely used dietary supplement to improve exercise performance by reducing exercise-induced muscle damage. Many researchers have suggested that taking creatine reduces muscle damage by decreasing the inflammatory response and oxidative stress, regulating calcium homeostasis, and activating satellite cells. However, the underlying mechanisms of creatine and muscle

damage have not been clarified. Therefore, this review discusses the regulatory effects of creatine on muscle damage by compiling the information collected from basic science and sports science research.

**Keywords:** Creatine, Exercise-induced muscle damage, Dietary supplement



**Grazie**

**Servizio di Medicina dello Sport**

**Poliambulatori Specialistici Extraospedalieri**

**ULSS n.6 "Vicenza"**