

# APPUNTI

I seguenti appunti sono stati presi durante le lezioni del docente indicato in prima pagina o nell'area riservata all'intestazione. Sono sicuramente uno strumento, se letti prima della lezione, per meglio seguire la spiegazione del docente e riuscire quindi a produrre degli appunti personali sicuramente più efficaci per se stessi. Come altrove specificato, non sostituiscono assolutamente i libri consigliati, fonti di maggior approfondimento e quindi di maggior professionalità.

Le figure e i grafici citati all'interno del testo sono stati rimossi per problemi di CopyRight, ma sono facilmente rintracciabili sul web.

Sono ben accette correzioni e integrazioni da parte di colleghi e docenti.

A cura di:

**Antonio Gualtieri**

(Dicembre 2011)

# Apparato digerente

(tratto gastrointestinale + organi digestivi accessori)

**Tratto gastrointestinale:** cavità orale, faringe, esofago (attraversa il diaframma), stomaco, piccolo intestino (si riferisce al suo calibro e non alla lunghezza), intestino crasso (= voluminoso), ano. Tutto questo tratto è considerato esterno al nostro corpo.

**Organi digestivi accessori:** denti, lingua e ghiandole salivari a livello della cavità buccale, fegato e pancreas (grosse ghiandole) a livello addominale e peritoneo.

## Funzioni del sistema digerente:

1. Propulsione: contrazioni peristaltiche. Si formano onde peristaltiche dovute alla contrazione del tubo digerente per spingere il bolo alimentare: il cibo si spinge in senso aborale. Queste onde sono quelle che causano i movimenti nella zona dell'addome ascoltabili con uno stetoscopio.
2. Digestione: rimescolamento e azione enzimatica. Il rimescolamento avviene con contrazioni peristaltiche avanti e indietro. Grazie agli enzimi avviene la digestione, processo che catabolizza le proteine complesse fino ad arrivare ad avere i singoli aminoacidi.
3. Assorbimento.
4. Secrezione/escrezione.
5. Defecazione.

**Anatomia microscopica del tratto gastrointestinale:** 4 tonache dall'esofago all'ano. Sono mucosa, sottomucosa, *muscularis mucosae*, sierosa (corrisponde al peritoneo in quasi tutto l'apparato).

**Cavità orale:** divisa in 2 zone, vestibolo e cavità buccale propriamente detta. Il vestibolo è quello spazio tra denti e guance che ha la forma di un ferro di cavallo e segue l'andamento delle arcate dentali e gengivali. Il cibo si può fermare nel vestibolo e se la muscolatura delle guance non funziona (paralisi, tipica negli anziani) può putrefarsi. Nell'interno guancia c'è la ghiandola parotide, quella che produce la saliva. In fondo alla bocca c'è l'istmo delle fauci, in mezzo a cui c'è l'ugola da cui partono l'arco palatoglossa (avanti) e quello palato faringeo (dietro). Sporgono poi le tonsille palatine, che se infettate si gonfiano e se raggiungono l'ugola chiudono l'istmo delle fauci e non permettono di respirare. Sotto la lingua c'è il solco sottolinguale: la lingua ha una mucosa sottilissima, quindi si prendono farmaci via sublinguale per sostituire l'endovena.

**Denti:** ci sono 2 dentizioni. La prima dura dal 6° mese al 12° anno di vita. Ci sono 4 emi-arcate: nel bambino ci sono 5 denti per emi-arcata (20 tot.) → 2 incisivi, 1 canino, 2 molari. Nell'adulto ce ne sono 8X4=32, di cui 2 incisivi, 1 canino, 3 molari, 2 premolari. Il 3° molare (dente del giudizio) può essere assente o rimanere nella gengiva senza mai erompere (= uscire dalla gengiva).

Ogni dente ha una parte esterna → corona e una parte che si articola dentro l'osso della mandibola → radice. Il tessuto che costituisce il dente è la dentina, rivestita dallo smalto nella corona e dal cemento nella radice. All'interno del dente c'è la cavità della polpa, in cui troviamo i vasi sanguigni, linfatici e il nervo: in più si trovano le cellule della polpa dentaria, poco differenziate. Per queste caratteristiche, coltivandole in vitro, possono servire per costruire denti nuovi.

**Lingua:** organo muscolare con in superficie le papille gustative.

Ha funzione di impastare il cibo e di deglutirlo e quella di percepire il gusto.

La parte anteriore si chiama corpo della lingua, che si attacca alla radice (posteriore). Corpo e radice sono separate da un solco a V, il cui centro è infossato: foro cieco. Questo serve nello sviluppo perché da qui partono le cellule che origineranno la Tiroide. Al fondo della lingua c'è una tonsilla linguale, altro aggregato linfatico.

Le papille gustative ricoprono la lingua. Possono essere di vari tipi:

1. Filiformi: servono per dare aderenza al cibo quando viene rigirato.
2. Foliate (ai margini della lingua)
3. Fungiformi
4. Circumvallate (solco a V)

I gusti percepiti sono: dolce, salato, amaro, acido, *umami* (dal giapponese “delizioso sapore”, il gusto delle proteine).

**Ghiandole salivari:** divise per grandezza. Le maggiori (3 per lato) sono la ghiandola parotide (la più grande), la sottolinguale e la sottomandibolare.

1. La *parotide*, nell'interno guancia soprattutto sierosa, se si infiamma causa la parotide: essa ha un dotto escretore (dotto di Stenone) da cui esce la saliva. Se si ottura, quando si mangia la saliva prodotta non esce e la ghiandola si gonfia.
2. Le ghiandole sottolinguali, soprattutto mucosa, secernono muco.
3. Le sottomandibolari sono miste, sierose e mucose.

Palato e guance accolgono le ghiandole salivari minori.

**Faringe:** si trova davanti alla colonna vertebrale, ma dietro le cavità nasali. E' divisibile in rino-faringe, oro-faringe e laringo-faringe. Ha funzione per 2 apparati: per il respiratorio porta l'aria verso la laringe, per il digerente porta il cibo nell'esofago.

Quando il cibo va verso il palato molle (dietro), il palato duro (avanti) chiude la rino-faringe e impedisce che vada nel naso. La cartilagine epiglottide, elastica, si piega quando passa il cibo e chiude il foro della laringe. Tutta la parete della faringe è muscolare e i muscoli, contraendosi, permettono lo spostamento del cibo.

Nella parte alta della faringe ci sono delle tonsille: tonsille faringee, in corrispondenza del tetto della faringe, e tonsille tubariche, in corrispondenza dell'apertura della tuba uditiva. Le tonsille tubariche sono le adenoidi. La tuba uditiva mette in comunicazione una parte dell'orecchio (orecchio medio) con la cavità buccale: l'aria contenuta nell'orecchio medio ha una data pressione, quindi se nella bocca la pressione è minore (ad esempio quando si sale in montagna), il timpano tende a rientrare e a farci sentire meno (le orecchie si turano); succede il contrario quando la pressione esterna è maggiore: il timpano tende ad uscire e quindi si sente meglio (le orecchie si sturano).

**Esofago:** canale muscolare dalla faringe allo stomaco. Si trova subito davanti alla colonna vertebrale e dietro la trachea. Giunzione gastroesofagea → passaggio fra esofago e stomaco. Il cardias è la valvola che sta su questa giunzione. Se i succhi dello stomaco tornano indietro nell'esofago a lungo andare si possono formare tumori. Iato esofageo → buco nel diaframma: se lo stomaco torna nel tratto toracico si ha una ernia iatale, favorita da obesità, sforzi per sollevamento pesi e gravidanze ripetute.

**Stomaco:** subito sotto il diaframma, leggermente a sinistra. Ne esistono vari tipi a seconda della fisionomia dell'uomo: se basso, si svilupperà orizzontalmente, se alto sarà più longilineo, sviluppandosi in altezza.

Si trova dietro il fegato, vicino a milza e pancreas. Lo stomaco è la continuazione del tubo digerente e continua nel duodeno, in cui il cibo passa in seguito all'apertura del piloro. Ha una grande curvatura convessa a sinistra e una piccola curvatura concava a destra. Contiene solitamente 1.500 ml. La dilatazione dello stomaco provoca la sensazione di sazietà ed è abbastanza plastico, quindi si abitua ad una certa quantità di cibo e ci mette un po' a cambiare abitudine (quindi se abituato a mangiare tanto, quando si riducono le porzioni si sente molto di più). Per diminuire la sensazione di fame negli obesi si inserisce un palloncino nello stomaco oppure se ne cuce una parte.

Ha un fondo (in alto), un corpo (la maggior parte), una zona antro pilorica, un piloro e poi continua nel duodeno. Per rimescolare il cibo lo stomaco si muove, poi il cibo digerito viene spruzzato nel piloro. Se lo stomaco è vuoto la parete interna presenta delle pieghe, che specialmente lungo la

piccola curvatura servono per far defluire i liquidi, non bisognosi di digestione: fungono da rivoli lungo i quali scorrono appunto i liquidi.

**Anatomia microscopica dello stomaco:** lo strato interno è costituito da cellule caliciformi mucifere che producono il muco, protettivo. Sono cellule lunghe, ma ce n'è un solo strato. Se si va a diluire il muco (ad esempio con farmaci) si rischia che le pareti si rovinino formando ulcere.

Subito sopra c'è la lamina propria, costituita da due tipi di cellule (ghiandole gastriche): quelle parietali e quelle principali:

1. Le parietali producono acido cloridrico e il fattore intrinseco di Castle, che lega la vitamina B-12 e ne favorisce l'assorbimento a livello intestinale. La B-12 serve a produrre i globuli rossi e se carente può causare anemia.
2. Le cellule principali producono pepsinogeno, non ancora attivo. Con l'acido cloridrico diventa pepsina, che serve per digerire le proteine. Ci sono poi ghiandole che diminuiscono l'acidità.

**Intestino tenue:** fa parte del piccolo (riferito al suo calibro) intestino, che è lungo da 2,7 a 5 m. Si arrotola più volte su se stesso → matassa intestinale. Inizia a livello dello stomaco e termina con l'inizio dell'intestino crasso. Il punto di passaggio tra il tenue e il crasso è identificato dalla valvola ileocecale.

Il mesentere attacca il duodeno all'addome, quindi questa parte si chiama anche mesenteriale. Questa parte a sua volta si può dividere in digiuno ed ileo. Il piccolo intestino serve per assorbire aminoacidi, lipidi e glicidi. Altro modo per diminuire l'obesità è tagliare parte dell'intestino. L'assorbimento è direttamente proporzionale alla superficie. La mucosa del piccolo intestino si alza in pieghe conniventi ricche di estroflessioni, i villi intestinali. Questi sono formati da uno strato colonnare semplice di cellule e al loro interno hanno capillari che servono ad assorbire ciò che viene sciolto. Oltre a questi contengono un vaso chilifero, un vaso linfatico, che serve a trasportare i grassi una volta assorbiti. Sulle cellule intestinali ci sono ancora i microvilli, altro metodo per aumentare la superficie.

**Duodeno:** è il primo tratto del tenue. Aderisce alla parete addominale posteriore e ha una forma a G, della lunghezza di circa 40 cm. La C duodenale avvolge la testa del pancreas. Continua con la flessura duodeno-digiunale. Vi sboccano i dotti pancreatici, il principale e l'accessorio.

Vi sbocca anche il dotto coledoco, che serve a portare al duodeno la bile, proveniente da fegato e cistifellea (o colecisti).

Papilla duodenale maggiore → vi arrivano il coledoco e il dotto pancreatico principale. I canali che arrivano alla papilla duodenale maggiore possono unirsi prima o arrivare paralleli: terminano con uno sfintere, che permette o blocca il flusso dei liquidi. Sono importanti se si formano calcoli alla bile: se il calcolo chiude solo la bile assumiamo una colorazione gialla, ma se chiude anche il dotto pancreatico il pancreas si auto digerisce, causando dolori fortissimi e causando morte nel 50% dei casi.

Papilla duodenale minore (più in alto) → vi sbocca il dotto pancreatico accessorio.

Il mesentere lega l'intestino alla parete addominale posteriore e contiene i vasi sanguigni, fondamentali per portare sangue e ossigeno alle anse intestinali. Se muovendosi l'intestino si attorciglia, non arriva più nutrimento e ossigeno e in poche ore il tessuto muore (volvolo intestinale → attorcigliamento dell'intestino), causando la lacerazione dell'intestino.

**Intestino crasso:** inizia a livello della valvola ileocecale e termina con l'inizio del retto. Ha una circonferenza maggiore. Si divide in intestino cieco e colon.

L'intestino cieco ha un fondo chiuso, prosegue col colon ascendente (destra), flessura epatica sotto al fegato, colon trasverso, flessura splenica vicino alla milza, colon discendente (sinistra), colon sigmoideo (ansa a forma di sigma) e termina con il retto.

Colon ascendente e discendente sono attaccate alla parete addominale posteriore, mentre il colon trasverso e quello sigmoideo sono libere nell'addome e attaccate solo tramite legamenti. La parete del colon non ha una superficie perfettamente liscia, ma presenta strisce fibrose.

**Intestino cieco:** normalmente nella fossa iliaca destra, dipende dallo sviluppo nel feto, quindi può essere da altre parti. E' importante perché da qui esce l'appendice vermiforme, intestino pieno di noduli linfatici, che si può infettare e perforarsi provocando dolore nella fossa iliaca destra o dove si trova (può andare da sotto il pettorale a molto in basso vicino al pube).

Il crasso è lungo circa 1,5 m. La sua mucosa non ha tutti i villi del tenue, ma ha la funzione di assorbire l'acqua, aumentando la consistenza delle feci.

Una delle funzioni del crasso è la digestione batterica utile per la produzione di vitamine.

**Intestino retto:** bisogna distinguere tra uomo e donna. Nell'uomo è affiancato dalle vesciche seminali e dalla prostata. Nella donna è dietro la vagina, che si interpone fra vescica e retto, e sotto l'utero.

L'uomo ha una uretra lunga, quindi con l'età si possono presentare casi di ritenzione urinaria, ovvero difficoltà a minzionare. Nella donna succede il contrario, a causa del possibile abbassamento del pavimento pelvico che può seguire una gravidanza e il conseguente accorciamento dell'uretra.

E' lungo 12 cm e presenta 3 piccole curvature, terminando in basso con colonne che si uniscono nell'ano. Qui attorno c'è muscolatura sia liscia che striata, indispensabile per la continenza delle feci. Le ghiandole anali si possono infiammare causando fastidiosi ascessi.

Sotto la mucosa c'è il plesso emorroidario, insieme di vene, la cui parete è cedevole e se le vene spingono causano le emorroidi. Altra causa delle emorroidi è l'aumento della pressione sanguigna nel plesso emorroidario.

**Fegato.** Pesa circa 1.500 grammi e ha un diametro trasversale di 10-11 cm. Ha colorazione rosso-marrone. E' situato nell'ipocondrio di destra, sotto il diaframma e non sporge sotto l'arcata costale. A paziente coricato il fegato è poco sotto l'arcata costale perché spinto in basso dal diaframma.

La faccia inferiore si chiama anche faccia viscerale. E' diviso in lobo destro (più esteso) e sinistro (più piccolo). La faccia viscerale ha una superficie irregolare, ricca di depressioni, di cui una a forma di H, costituito da 2 solchi sagittali e uno trasversale: il sagittale destro, posteriormente, è strettamente unito alla vena cava inferiore, che riceve le vene sovra-epatiche (unico modo per rimanere attaccato alla parete addominale posteriore).

Cistifellea → nella parte anteriore del solco di destra: raccoglie la bile.

Nel solco trasversale c'è l'ilo del fegato, ovvero il punto in cui entrano ed escono i vasi. Qui arriva l'arteria epatica, la vena porta ed escono i dotti biliari. Sotto il fegato ci sono stomaco, duodeno e rene destro e la flessura epatica del colon.

Ci sono 8 segmenti epatici, aree che ricevono una propria vascolarizzazione: quando bisogna asportarne una parte basta seguire le zone e chiudere i vasi giusti.

Lobuli classici → strutture tridimensionali, file di cellule che sembrano dirigersi verso il centro, che in alcuni animali sono più definite (maiale) e altri meno (uomo). Il sangue arriva alla periferia di queste strutture, passa vicino alle file di cellule e si dirige verso il centro nella vena centro-lobulare. Nell'uomo c'è pochissimo connettivo che delimita queste strutture.

Il sangue arriva da arteria e vena epatica, poi dalla periferia dei lobuli il sangue converge verso il centro degli stessi nella vena centro lobulare.

Le cellule del fegato sono dette epatociti, che entrano in contatto con i globuli rossi: tra un epatocita e l'altro si formano canali in cui è raccolta la bile. Questi canali sono di norma nettamente separati dai vasi sanguigni; quando gli epatociti sono in sofferenza (cirrosi epatica) saltano i canali e la bile va nel sangue → ittero (= colorazione giallastra della pelle). La bile serve per emulsionare i grassi, ovvero a scomporre una goccia di grasso in tante gocce più piccole.

Dai 2 lobi dipartono i dotti epatici biliari di destra e sinistra, che si uniscono e formano il dotto epatico comune. A questo si unisce il dotto cistico, formando così il dotto coledoco, che termina nella papilla duodenale maggiore insieme al dotto pancreatico maggiore. Quando non dobbiamo digerire la papilla duodenale maggiore è chiusa da uno sfintere, quindi la bile non può uscire nel duodeno e torna su nel dotto cistico, quindi nella colecisti (= cistifellea). La cistifellea assorbe l'acqua presente nella bile rendendo quest'ultima più concentrata. Se i residui (calcio, fosfati)



presenti nella bile precipitano si formano i calcoli biliari. Il dotto coledoco scorre dentro alla testa del pancreas: il tumore alla testa del pancreas può colpire il dotto coledoco e causare un ittero.

**P**ancreas. Ghiandola endocrina (secerne nel sangue) ed esocrina (secerne nel duodeno). Si trova a sinistra in alto e si dirige in basso a destra: va dalla milza fino alla C duodenale. La parte che è avvolta dalla C duodenale si chiama testa, si passa poi al collo, corpo e coda, la parte in alto a sinistra. I rapporti principali sono col duodeno, col dotto coledoco, è coperto dallo stomaco ed è in contatto col rene sinistro e con la milza.

E' attraversato in lunghezza da un canale (dotto pancreatico maggiore) che raccoglie il succo pancreatico e lo porta al duodeno. Da questo dotto diparte il dotto pancreatico minore, anch'esso che sfocia nel duodeno, attraversando la papilla duodenale minore.

Produce enzimi digestivi (componente esocrina).

Componente endocrina → isole di Langerhans: isole di cellule che producono ormoni, soprattutto insulina e glucagone, che rispettivamente abbassano e innalzano la glicemia (= quantità di glucosio nel sangue), facendo passare il glucosio dalle cellule al sangue. Se queste isole non funzionano abbiamo il diabete, si innalza la glicemia → può essere necessario somministrare insulina dall'esterno.



By Antonio Gualtieri



# Apparato respiratorio

Filtra, riscalda e umidifica l'aria; produce il suono; percepisce odori; metabolizza alcuni ormoni; permette ventilazione e scambi di gas.

Costituito dalle vie aeree superiori (fino alla laringe) e inferiori (trachea e bronchi). La porzione di conduzione porta l'aria fino ai polmoni e poi c'è l'a porzione respiratoria vera e propria.

**Cavità nasale.** Qui inizia la respirazione. Le 2 cavità non sono perfettamente lisce, ma presentano lateralmente 3 cornetti ossei ricoperti da mucosa, che servono a far turbinare l'aria all'interno delle cavità nasali, aria che viene così riscaldata e depurata delle particelle di polveri più grandi e viene altresì umidificata. Nella parte più alta delle cavità nasali ci sono i recettori olfattivi che tramite i nervi olfattivi comunicano le informazioni olfattive direttamente all'encefalo.

Il tetto della cavità nasale si può rompere in caso di trauma cranico e il liquido cefalorachidiano che bagna il cervello può defluire dal naso.

La parete mediale è più liscia e costituisce il setto nasale: in gran parte è costituita da ossa e cartilagine.

Il pavimento è costituito dal palato: se le ossa del palato sono fuse male (→ labbro leporino) un qualsiasi liquido assunto per via orale può finire nelle cavità nasali.

**Seni paranasali.** Sono cavità ossee che comunicano con quelle nasali tramite piccoli canali. Ce ne sono nell'osso frontale, mascellare, etmoidale e sfenoidale. La funzione è quella di umidificare e riscaldare l'aria. Hanno forma variabile e compaiono dopo la nascita (il neonato non può avere sinusiti). Inoltre alleggeriscono le ossa in cui sono presenti. I canali di sfogo di queste cavità sono molto stretti e possono risultare ostruiti, impedendo lo sfogo del muco che si può infettare e causare sinusiti → se acuta si cura con antibiotici; se cronica bisogna demolire parte dell'osso in questione per creare un canale più grosso.

Quando si ha il naso tappato si respira con la bocca e il raffreddore può evolvere in laringite, perché l'aria che arriva è più sporca. Chi fa uso di sostanze stupefacenti assumendole per via nasale può avere necrosi nasali, che portano a frequenti epistassi e risolvibili spesso solo con rinoplastiche.

Canale naso-lacrimale → dal sacco congiuntivale (o lacrimale) al naso.

Le coane nasali mettono in comunicazione cavità nasali e faringe, che qui si chiama rino-faringe.

Si attraversa la oro-faringe per arrivare alla laringo-faringe. L'epiglottide chiude la laringe.

**Laringe.** Organo dell'apparato respiratorio alto 4 cm, a livello da C4 a C6. Nella donna è un po' più larga, mentre nell'uomo più sporgente (pomo di Adamo). E' appoggiata sopra alla trachea. Anteriormente tocca la ghiandola tiroide. Posteriormente è in rapporto con l'esofago.

Ha una parete rigida ed è costituita da uno scheletro di cartilagine:

1. cartilagine cricoide: forma di anello con un castone (= pietra anello).
2. cartilagine tiroide: costituita da 2 lamine ossee più o meno quadrangolari che si uniscono anteriormente formando un angolo che nel maschio sporge maggiormente e prende il nome di pomo d'Adamo.
3. cartilagine epiglottide: forma di una fogliolina, cartilagine elastica → si piega quando deglutiamo per chiudere l'apertura della laringe.
4. cartilagini aritenoidi: una per lato, di forma triangolare; vi si legano le corde vocali, quindi importanti per la fonazione.

**Muscoli della laringe.** Danno forma alla laringe e servono per muovere le corde vocali. Sono innervati dal nervo laringeo ricorrente che passa vicino alla ghiandola tiroide e in caso di tumore alla tiroide ci possono essere dei cambiamenti di voce che durano nel tempo.

Le corde vocali possono essere aperte o chiuse e in mezzo c'è il legamento vocale, quindi l'intensità del suono dipende dalla pressione esercitata contro le corde vocali. Il tono del suono è controllato dalla tensione delle corde vocali. Faringe, bocca, cavità nasali e seni paranasali aggiustano la qualità del suono. I vocalizzi sono dovuti alla costrizione e al rilassamento periodico dei muscoli della faringe. L'articolazione della parola è il risultato della contrazione dei muscoli della faccia, della lingua e della bocca.

**Conformazione interna della laringe.** Parte sopraglottidea (sopra corde vocali), glottidea (corde), sottoglottidea (sotto corde). E' ricoperta da mucosa, ma anche da aree di epitelio pavimentoso composto non cheratinizzato. Può succedere che la laringe in alcune zone si cheratinizzi se sottoposta a stress, solitamente in situazioni precancerose → operazione alle corde vocali. Dove c'è la glottide ci sono 2 pieghe per lato: le 2 superiori sono le corde false, le 2 inferiori sono invece le corde vere.

**T** **Trachea.** E' lunga 10-13 cm e arriva fino a T4-T5. La mucosa è anche qui di tipo respiratorio. E' composta da 15 a 20 anelli di cartilagine, non completi ma aperti posteriormente a forma di ferro di cavallo. Nella parte posteriore sono composti di muscolatura liscia, che serve per mantenere sempre aperto il canale. Gli anelli sono uniti fra loro da tessuto fibroso. Si divide poi in 2 bronchi, anch'essi costituiti da anelli cartilaginei; i rami più piccoli sono invece costituiti da placche cartilaginee.

Anteriormente è a contatto con la ghiandola tiroide. A destra e sinistra passa la carotide. Dietro troviamo l'esofago.

**B** **bronchi extrapolmonari** (o principali). Sono uno destro (più grosso e più corto) e uno sinistro. Quello di destra si ramifica in 3 bronchi secondari o lobari (superiore, medio e inferiore) e quello di sinistra in 2 (superiore e inferiore): ad ogni bronco lobare corrisponde un lobo polmonare. I bronchi lobari si dividono ulteriormente nei bronchi segmentari, 10 a destra e 10 a sinistra e a ciascuno di essi corrisponde un segmento polmonare. Ci sono dei bronchi segmentari che vanno verso l'indietro e quando siamo sdraiati non scaricano il muco, causando possibili polmoniti (gli anziani non vanno lasciati sempre nella stessa posizione).

**P** **olmoni.** Occupano le logge pleuropolmonari. Quello di sinistra è più piccolo perché il cuore è spostato leggermente verso sinistra. Sono rivestiti da pleure:

1. pleura viscerale: attaccata al polmone, lo riveste esternamente;
2. pleura parietale: riveste la parete interna del torace.

Tra le due pleure c'è il liquido pleurico, che formando una tensione superficiale non permette che si separino le 2 pleure. Quando si espande il torace si espande anche la pleura parietale, che tira anche quella viscerale facendo espandere il polmone. Se entra aria nella cavità pleurica si ha un distacco delle 2 pleure: il torace si espande ma il polmone collassa, non si espande. Questo succede in presenza di ferita (buco) o in seguito a forti colpi di tosse. Pneumotorace → aria nella cavità pleurica: lo pneumotorace (abbreviato anche in PNX) è una patologia che riguarda la formazione ed accumulo di aria nel cavo pleurico.

Una parte della pleura parietale (in basso) è a contatto col diaframma ma non con il polmone → seno costo-diaframmatico, zona che viene riempita quando il polmone si espande. Il medico ascolta con lo stetoscopio questa zona e se tutto va bene si parla di mobilità polmonare buona, altrimenti ci può essere una pleurite.

A destra c'è la vena cava inferiore e a sinistra c'è l'aorta.

Sono a forma di cono e la parte superiore si chiama apice del polmone; sono alti 25 cm e pesano 500-600 grammi. Il colore è rosso nel feto, rosa nel neonato, ardesia (= nero) nell'adulto. Si ha una faccia costale, una mediastinica (che contiene l'ilo polmonare) e una base diaframmatica.

Il polmone di destra ha 2 scissure che lo dividono in 3 parti, mentre quello di sinistra ha una sola scissura che divide il polmone in lobo superiore e inferiore. Faccia mediastinica: guarda il cuore e i vasi e ospita l'ilo, in cui entrano vene arterie e bronchi. I segmenti polmonari sono indipendenti, ognuno con il suo bronco e i suoi vasi, quindi asportabili separatamente.

Il tessuto polmonare è un tessuto spugnoso, quindi ci sono più buchi che tessuto.

**Diramazioni bronchiali.** I bronchi si diramano fino a formare alveoli, avvolti da fibre muscolari lisce, che quando si contraggono non permettono il facile deflusso dell'aria all'interno degli stessi, causando l'asma. Intorno agli alveoli si dispongono i vasi sanguigni (capillari venosi e arteriosi) per scambiare  $O_2$  e  $CO_2$ .

**A** **lveoli polmonari.** Costituiti da epitelio pavimentoso semplice composto da cellule:

1. pneumociti di I tipo: piatti
2. pneumociti di II tipo: più rari, tondeggianti, contengono e liberano materiale tensioattivo detto surfactante, che diminuisce l'effetto di tensione superficiale fra le pareti degli alveoli quando si devono riaprire per far entrare l'aria.
3. macrofagi alveolari: mangiano la polvere quindi puliscono gli alveoli. Sono cellule che si muovono negli alveoli, ma possono passare la parete e finire nell'interstizio fra 2 alveoli. Qui possono morire e la polvere si accumula, causando la colorazione nera del polmone adulto.

Il vaso sanguigno degli alveoli fa passare appena un globulo rosso, schiacciandolo e aumentandone così la superficie.

Al bronco principale corrisponde polmone destro e sinistro. I bronchi polmonari corrispondono ai lobi divisi dalle scissure. I bronchi segmentari (10+10) corrispondono ai segmenti polmonari. Poi ci sono i bronchi interlobulari che si dividono in bronchi lobulari che corrispondono ai lobuli. I bronchi lobulari si dividono in bronchioli respiratori e terminali: i primi mostrano già dilatazioni del genere degli alveoli, quindi solo qui inizia la respirazione, prima si parla di conduzione dell'aria.

**Riferimenti clinici.** Asma → contrattura spasmodica della muscolatura dei piccoli bronchi che provoca una riduzione di calibro e una insufficiente ventilazione polmonare.

Enfisema → la parete degli alveoli si rompe con l'età e aumenta il contenuto d'aria del polmone.

Atelectasia → un bronco segmentario si chiude completamente e un segmento non viene più areato.

Infarto polmonare → si chiudono i vasi e non possono più avvenire gli scambi gassosi.



# Apparato endocrino

E' un sistema di controllo che influenza le attività metaboliche cellulari mediante gli ormoni, che regolano le funzioni metaboliche delle altre cellule, hanno emivita (= se somministro un ormone nel sangue vado a valutare quanto ci mette a dimezzarsi la quantità somministrata nel sangue) da secondi a ore e tendono ad avere effetti prolungati. Se l'emivita è breve l'effetto sarà immediato e poco duraturo nel tempo, viceversa se l'emivita è lunga.

**Principali componenti.** Si tratta di ghiandole, la principale delle quali è l'ipofisi, in corrispondenza della base del cranio. Si aggiungono l'epifisi (nel cranio), la ghiandola tiroide (nel collo) alla quale si attaccano 4 paratiroidi, le ghiandole surrenali (sul polo superiore del rene), il pancreas (contiene le isole di Langerhans → insulina e glucagone), le gonadi maschili e femminili (testicoli e ovaie → ormoni sessuali), il sistema endocrino interico (nell'intestino → singole cellule).

**Ghiandole endocrine.** Derivano dagli epitelii di rivestimento. Sono riccamente vascolarizzate. Secernono ormoni, che possono essere:

1. derivati degli aminoacidi: recettori di membrana, attivano vie di trasduzione del segnale intracellulare.
2. proteine → piccoli peptidi: recettori di membrana, attivano vie di trasduzione del segnale intracellulare.
3. steroidi: derivati dal colesterolo, prodotti soprattutto da ghiandole surrenali e gonadi.
4. derivati da acidi grassi polinsaturi.

Hanno recettori di membrana o nucleari.

**Ormoni.** Gli ormoni modificano le cellule con cui entrano in contatto mediante recettori, che possono essere sulla membrana o all'interno del nucleo della cellula stessa. Quando l'ormone entra in relazione col recettore di membrana viene liberato un secondo messaggero: cAMP, protein chinasi, calcio, eGMP.

**Meccanismo d'azione degli ormoni.** Alterano la permeabilità della membrana plasmatica, stimolano la sintesi proteica, attivano/disattivano gli enzimi, inducono l'attività secretoria, stimolano la mitosi.

Ogni ormone ha le sue cellule bersaglio, che vengono attivate. Gli ormoni circolano nel sangue e le cellule bersaglio devono avere recettori specifici a cui si lega l'ormone. Questi recettori possono essere intracellulari o localizzati sulla membrana plasmatica. Le cellule bersaglio sono localizzate in determinate zone del corpo, ma questa localizzazione può variare con l'età.

**Attività della cellula bersaglio.** Dipende da tre fattori: livelli ematici dell'ormone; numero relativo di recettori sulle cellule bersaglio; affinità di questi recettori per l'ormone. Ci possono essere infatti più recettori per un singolo ormone, e questo interagisce con la cellula più affine. Le cellule bersaglio aumentano il numero dei recettori con l'aumentare della quantità di ormoni → sovra-regolazione; se invece diminuiscono la quantità di recettori → sotto-regolazione (due meccanismi opposti).

**Gli ormoni nel sangue.** Gli ormoni circolano nel sangue o in forma libera o legata. Gli steroidi e gli ormoni tiroidei sono attaccati a proteine del plasma, mentre tutti gli altri ormoni sono in forma libera. E' importante la velocità di rilascio di un ormone (da una cellula) e la velocità di inattivazione e di rimozione dal corpo → se l'ormone deve permanere molto la velocità di degradazione deve essere molto bassa. Gli ormoni sono rimossi dal sangue con enzimi di degradazione, attraverso i reni e i sistemi enzimatici epatici.

**Controllo del rilascio di ormoni.** I livelli ematici degli ormoni sono controllati da sistemi di feedback (= retroazione) negativo → l'ipotalamo stimola l'ipofisi a produrre l'ormone luteinizzante, che a sua volta stimola il testicolo a formare il testosterone, che a sua volta va ad inibire l'ipotalamo. Quindi quando abbiamo sufficiente testosterone nel sangue l'ipotalamo è inibito e lo rimane fino a quando il livello ematico del testosterone diminuisce, momento in cui l'ipotalamo riprende a stimolare l'ipofisi che farà produrre testosterone al testicolo. Stimoli umorali, neurali, ormonali permettono la formazione di ormoni.

1. Stimoli umorali. Un esempio è la concentrazione di ioni calcio nel sangue: gli ormoni che regolano la concentrazione ematica del calcio sono stimolati dalla quantità del calcio nel sangue: se il livello scende le paratiroidi producono paratormone, che causa l'aumento della concentrazione del calcio e lo stimolo è rimosso.
2. Stimoli nervosi. Le fibre nervose stimolano il rilascio degli ormoni (esempio → adrenalina).
3. Stimoli ormonali. L'esempio del testosterone.

Il sistema nervoso può sovrappassare i normali sistemi endocrini, per esempio nel controllo dei livelli ematici del glucosio quando si è sotto stress ipotalamo e sistema nervoso sono stimolati per produrre grandi quantità di glucosio.

**Ipotalamo.** Fa parte del sistema nervoso e fa da interfaccia fra sistema nervoso e apparato endocrino. Alcuni dei nuclei delle cellule producono fattori di rilascio, fattori di inibizione e ossitocina e vasopressina. I primi due agiscono direttamente sulle cellule dell'ipofisi, mentre gli altri due entrano nel circolo sanguigno.

**Ipofisi o ghiandola pituitaria.** (→ ghiandola endocrina) Ha una parte anteriore e una posteriore, diverse per tessuto da cui derivano e produzione di ormoni. La parte anteriore deriva dalla cavità buccale, mentre quella posteriore dal sistema nervoso centrale. Si uniscono durante la vita embrionaria. La parte anteriore si chiama anche adenoipofisi, quella posteriore anche neuroipofisi. Verso l'alto c'è una specie di peduncolo che la unisce al sistema nervoso centrale. Pesa circa 500mg e ha un diametro trasversale di circa 12mm.

L'ipofisi si trova esattamente al centro del cranio e la si raggiunge con endoscopi per via nasale. Un tumore della ghiandola può andare ad interessare le zone circostanti del sistema nervoso centrale.

I capillari all'interno della ghiandola permettono agli ormoni provenienti dall'ipotalamo di agire sull'ipofisi: i fattori di rilascio partono dalle cellule dell'ipotalamo (neuroni) e seguono il percorso assone, capillari, cellule ipofisarie e lì vi si accumulano. Quando il sangue scorre nel corpo gli ormoni si diluiscono e non hanno effetti rilevanti.

Ossitocina e vasopressina invece entrano nel circolo ematico e si diffondono in tutto il corpo:

1. l'ossitocina favorisce il parto, stimolando la contrazione della parete uterina; solitamente viene somministrata prima del parto per velocizzare lo stesso e nella fase post-parto per far contrarre la muscolatura dell'utero, e di conseguenza i suoi vasi, e arrestare l'emorragia.
2. La vasopressina è un ormone antidiuretico, quindi risparmia i liquidi → diabete insipido: manca la vasopressina oppure i suoi recettori a livello del rene e quindi si producono grandi quantità di urina, fino a 15-17 litri al giorno: per sopravvivere bisogna integrare con liquidi e Sali. Insipido perché il diabete normale (mielito → urine dolci) presenta urine ricche di glucosio.

### Ormoni prodotti dall'ipofisi:

1. l'ormone tireostimolante (TSH) → stimola la tiroide;
2. adrenocorticotropo (ACTH) → stimola parte corticale della ghiandola surrenale;
3. ormone follicolo stimolante (FSH) → stimola la formazione e l'evoluzione dei follicoli (da cui si producono i gameti femminili) nell'ovaie, mentre nell'uomo stimola la spermatogenesi;
4. ormone luteinizzante (LH) → nella donna agisce sul corpo luteo dell'ovaio e serve a stimolarlo a produrre progesterone;

5. prolattina → nella donna stimola la produzione di latte nella ghiandola mammaria, mentre nel maschio favorisce le cure parentali, ovvero chi ne ha di più cura maggiormente famiglia e figli;
6. ormone somatotropo (GH o STH) → ormone della crescita, importante nello sviluppo: se eccede si ha gigantismo, se scarseggia si ha nanismo. Può aumentare per tumore nell'adulto e si parla di acromegalia → ingrossamento delle articolazioni: aumenta quantità d'osso, quindi aumentano piedi, mani, cranio e le bozze frontali sono particolarmente pronunciate. E' un ormone utilizzato come doping;
7. melanostimolante → agisce sulla cute e sui melanociti.

## **C**olorazioni istologiche.

Cellule cromofobe: si colorano male e sono o cellule degranulate (= hanno già immesso nel sangue i loro ormoni) o cellule staminali, quindi immature.

Cellule cromofile: si colorano bene coi normali coloranti istologici. Le cromofile si dividono in: acidofife → prediligono i coloranti acidi; basofile → prediligono i coloranti basici.

A seconda dell'ormone che producono, le cellule si fanno colorare da un colorante o da un altro.

**Cellule acidofile.** Tra queste ci sono quelle che producono l'ormone della crescita e quelle che producono la prolattina.

1. L'ormone della crescita è prodotto dall'ipofisi su stimolazione dell'ipotalamo, poi agisce sul fegato dove stimola la produzione di un fattore di crescita simile all'insulina (IGF); questo a sua volta va a stimolare la crescita di diversi organi, in particolare quella dell'osso (stimola la cartilagine di accrescimento).
2. La prolattina stimola l'accrescimento della ghiandola mammaria e la produzione del latte; la produzione di prolattina è favorita da un ormone ipotalamico. La dopamina è un neurotrasmettitore che inibisce la produzione di prolattina.

**Cellule basofile.** Tra queste ci sono quelle che producono l'ormone adrenocorticotropo (ACTH), il tireostimolante (TSH) e i due ormoni che agiscono sulle gonadi, cioè il follicolo stimolante (FSH) e il luteinizzante (LH).

1. L'FSH (follicolostimolante) si trova in circolo durante la prima fase del ciclo, durante la maturazione dell'ovulo. Nel maschio l'FSH agisce sulle cellule di Sertoli, che fanno da sostegno agli spermatozoi durante la loro maturazione.
2. L'LH (luteinizzante) agisce nella donna sul corpo luteo, cioè il follicolo dopo che ha perso l'ovulo e diventa giallo perché infarcito da cellule adipose e produce progesterone, ormone che entra in gioco durante la seconda fase del ciclo per preparare l'utero ad accogliere la gravidanza (corpo luteo = giallo). Nel maschio l'LH agisce sulle cellule del Leydig che producono il testosterone.
3. Il TSH (tireostimolante) agisce sulla tiroide e stimola la produzione di ormoni steroidei.

**T**iroide. E' una ghiandola endocrina che secerne due ormoni: T3 (= triiodotironina) e T4 (= tiroxina), numeri riferiti al numero di iodio che ha ciascun ormone. Questi aumentano il metabolismo in generale, sia catabolismo (→ fase del metabolismo, nell'ambito della quale si attua la demolizione delle sostanze introdotte nell'organismo a scopo alimentare o con altre finalità, per esempio farmaci) che anabolismo (→ insieme dei processi del metabolismo attraverso i quali si assimilano e utilizzano gli alimenti; contrario di catabolismo). T4 e T3 aumentano inoltre la respirazione cellulare e l'utilizzo dell'ossigeno, la temperatura corporea, il tono muscolare e la forza del battito cardiaco.

Ipertiroidismo (troppi ormoni tiroidei) e ipotiroidismo (l'opposto) sono due patologie legate ad un cattivo funzionamento della tiroide.

In caso di ipertiroidismo aumenta la temperatura corporea, la frequenza cardiaca e la pressione; inoltre ci sono conseguenze a livello del sistema nervoso, ovvero le persone affette sono agitate. Si produce poi tessuto endoculare e quindi si hanno gli occhi un po' fuori dalle orbite → esoftalmi.

L'ipotiroidismo invece rende le persone molto calme e poteva causare il gozzo, dovuto a carenza di iodio. Nel neonato si può verificare il cretinismo, dovuto alla carenza di ormoni tiroidei, che causa un ritardo mentale. Quindi gli ormoni tiroidei sono importanti anche nella vita intrauterina, durante la quale gli ormoni tiroidei della madre vanno a stimolare i recettori del feto, che ha appunto i recettori, ma non produce gli ormoni.

La tiroide si trova nel collo subito davanti ai primi anelli della trachea e pesa circa 20 grammi. E' costituita da lobo destro e sinistro separati da un istmo. E' molto ricca di vasi. E' vicina alla carotide interna e alla giugulare e al nervo laringeo ricorrente. Se la tiroide si infiamma può andare a toccare questo nervo, che controlla le corde vocali, e modificare così il timbro della voce. Sulla faccia posteriore dei lobi ci sono 4 ghiandole paratiroidi. Segue i movimenti del condotto laringotracheale. I lobi sono alti circa 5cm.

**Struttura della tiroide.** I lobuli sono composti da unità fondamentali chiamate follicoli (0,2-0,9mm), formazioni sferiche costituite da epitelio monostratificato di cellule follicolari; contengono la colloide (tireoglobulina). I macrofollicoli sono follicoli a riposo che fanno da magazzino per l'ormone, mentre i microfollicoli sono follicoli attivi che liberano l'ormone nel sangue. Le cellule di macro e microfollicoli sono diverse, ovvero nei macro sono appiattite, mentre nei micro sono più alte. Tra i follicoli ci sono le cellule parafollicolari che producono l'ormone calcitonina, con azione sul metabolismo del calcio e ne favorisce la deposizione sull'osso.

Le cellule follicolari prendono lo iodio dal sangue e lo legano alla molecola di tireoglobulina, sugli amminoacidi del tipo della tirosina (parte della tireoglobulina): al massimo ogni tirosina può legare due atomi di iodio. Esistono enzimi di queste cellule tiroidee che legano due residui di tirosina insieme, formando la tiroxina, composta quindi da 2 tirosine con 4 atomi di iodio e all'inizio sarà legata alla tireoglobulina, immessa nella colloide (dentro il follicolo). Quando servono ormoni in circolo, le cellule follicolari tagliano la tireoglobulina e liberano la tiroxina nel sangue. La tiroxina è la forma a 4 atomi (T4) e circola nel sangue per una durata (emivita) abbastanza lunga e viene trasformata in triiodotironina (T3) quando perde un atomo di iodio.

**Paratiroidi.** Quattro ghiandole all'interno della capsula della tiroide della dimensione di pochi millimetri e dal peso assai ridotto. Sono 2 a destra e 2 a sinistra, 2 superiori e 2 inferiori.

Producono il paratormone, che stimola gli osteoclasti (distruggono l'osso e liberano calcio nel sangue). Il paratormone agisce quindi sull'osso, sull'intestino (→ favorisce assorbimento di calcio) e sul rene (→ favorisce il riassorbimento di calcio dalla preurina). Viene inibito quando la calcemia si innalza; interviene quindi la calcitonina (prodotta dalle cellule parafollicolari), l'ormone antagonista: insieme servono per mantenere costanti i livelli di calcio nel sangue, indispensabile per permettere la normale contrazione dei muscoli. Paratormone → aumenta livello ematico del calcio; calcitonina → lo abbassa.

La calcitonina ha funzione antagonista al paratormone, infatti la sua azione consiste nel ridurre le concentrazioni plasmatiche di calcio, agendo principalmente sull'osso bloccandone il riassorbimento da parte degli osteoclasti e accelerando l'attività osteoblastica di deposizione della matrice. L'ormone agisce anche a livello renale, stimolando il riassorbimento di calcio da parte dei tubuli distali.

Se il calcio nel sangue aumenta eccessivamente, si hanno problemi nell'osso perché viene demolito maggiormente e ci sarà anche più calcio nelle urine con conseguente rischio di calcoli renali.

**Ghiandola surrenale.** E' situata sopra il rene ed è costituita da una parte superficiale (= corticale) e una profonda (= midollare), completamente diverse fra loro. La parte corticale ha derivazione epiteliale, mentre quella midollare è di derivazione nervosa. La parte midollare produce dei neurotrasmettitori e in particolare adrenalina, liberata in condizioni di stress o di minaccia e prodotta su stimolo del sistema nervoso autonomo. La parte corticale produce più di 30 ormoni di tipo steroideo ed è sotto influenza dell'ipofisi che la stimola producendo l'ACTH (adrenocorticotropo). Gli ormoni steroidei sono:

1. i glicocorticoidi, il più conosciuto dei quali è il cortisone → parte glomerulare;
2. i mineralcorticoidi, che agiscono sull'equilibrio acido-base e sui Sali assorbiti a livello del rene (es. aldosterone) → parte reticolare;
3. gli androgeni: "androgeno" è un termine generico che indica ogni componente, naturale o sintetico, normalmente un ormone steroideo, che stimola e controlla lo sviluppo ed il mantenimento delle caratteristiche maschili. Questo riguarda le caratteristiche accessorie maschili, gli organi sessuali e lo sviluppo degli organi sessuali secondari. Androgeni sono anche gli steroidi anabolizzanti. Essi sono i precursori degli estrogeni, gli ormoni sessuali femminili. Il principale e più conosciuto androgeno è il testosterone → parte fascicolare.

Il diametro massimo della ghiandola surrenale è di 5cm e il peso varia da 11 a 15 grammi, mentre nel bambino ne pesa solo 7. La superficie ha colore diverso dalla parte interna: la parte corticale produce steroidi, derivati del colesterolo quindi cellule adipose, mentre la parte centrale è di derivazione nervosa. La componente corticale ha:

1. una parte glomerulare (lo strato più esterno), con cellule organizzate a gomito;
2. una parte fascicolata, con cellule su tante file in colonna una sull'altra;
3. uno strato reticolare, con cellule a formare una specie di rete.

Le 3 parti sono rappresentate in percentuale diversa: glomerulare → 12-15%, fascicolata → 75-78%, reticolare → 7-10%. La differenza non sta solo nella disposizione delle cellule, ma sta anche negli ormoni prodotti dalle singole parti. La glomerulare produce ormoni glicocorticoidi, con azione sul metabolismo del glucosio e sul sistema immunitario.

L'ipofisi viene stimolata dall'ipotalamo in caso di stress; l'ipotalamo stimola l'ipofisi a produrre ACTH che stimola la corticale a produrre l'aldosterone che agisce sul rene inducendo un aumento del riassorbimento dei Sali (sodio, ecc) e poi dell'acqua, quindi aumenta la quantità di sangue e conseguentemente la pressione sanguigna.

La ghiandola surrenale può essere stimolata a produrre aldosterone dall'aumento dei Sali nel sangue o dalla produzione di renina da parte del rene.

Il **Peptide atriale natriuretico** fa combinare il sodio con le urine, ed è un ormone prodotto dal cuore. Va ad agire sulla corticale del surrene e inibisce la produzione di aldosterone, causando un non assorbimento di sodio da parte del rene che va a finire nelle urine; diminuisce in questo modo il volume del sangue e di conseguenza la pressione sanguigna.

Il sistema nervoso centrale va a influire sull'ipotalamo, che può influenzare il sistema nervoso autonomo (controlla sistemi viscerali) tramite impulsi nervosi, che a sua volta stimola la ghiandola surrenale nella sua parte midollare che si mette a produrre soprattutto **adrenalina** → aumenta frequenza cardiaca e pressione, quindi il fegato demolisce il glicogeno e aumenta la glicemia, fa dilatare i bronchioli (arriva più ossigeno e il sangue è meglio ossigenato), riduce l'attività dell'apparato digerente e urinario, aumenta il metabolismo in generale.

L'ipotalamo può stimolare anche l'ipofisi anteriore, che producendo ACTH agisce sulla corticale surrenale, facendole produrre mineralcorticoidi e glicocorticoidi, che causano ritenzione di acqua nei reni, fanno aumentare la pressione sanguigna, trasformano proteine e grassi in glucosio (aumenta la glicemia) e quindi deprimono il sistema immunitario (in caso di stress prolungati si è più soggetti al contagio di malattie infettive).

**P**ancreas endocrino. Costituito dalle isole di Langerhans, l'1% del peso del pancreas, fortemente vascularizzate (15% del peso è sangue).

Due tipi di cellule:

1. cellule alfa che producono glucagone, che aumentano la glicemia (non fondamentale perché c'è l'adrenalina). Il glucagone stimola il fegato che distrugge glicogeno e aumenta la glicemia.
2. cellule beta: secernono **insulina**, che fa entrare il glucosio nelle cellule e quindi diminuisce la glicemia, un ormone essenziale (la sua mancanza provoca il diabete).

**Epifisi o ghiandola pineale.** Fa parte del sistema nervoso centrale. Produce **melatonina**, un ormone coinvolto nei ritmi sonno-veglia. Viene sintetizzata chimicamente per il jet-lag (spesso indicato come "mal di fuso", è un disturbo che si verifica quando si attraversano vari fusi orari, come avviene nel caso di un lungo viaggio in aereo. In questi casi, giunti a destinazione si è assonnati, stanchi o confusi. Il fenomeno si verifica a causa dell'alterazione dei normali ritmi circadiani; per ripristinarli, spesso viene utilizzata la melatonina, ma alcuni studi scientifici hanno sollevato dubbi sulla sua concreta efficacia a riguardo), quindi se assumiamo melatonina quando non riusciamo a dormire dovrebbe tornare lo stimolo del sonno e quindi il senso di stanchezza. Serve per i ritmi circadiani, orologi biologici con oscillazioni approssimativamente giornaliere (temperatura corporea, ciclo sonno veglia, ecc.). L'epifisi collabora al controllo dei ritmi circadiani, essenziali per l'assunzione di ormoni.

## Apparato urinario

In stato normale l'urina si presenta di color giallo paglierino, priva di globuli rossi. Si producono circa 1-1,5 litri di urina al giorno. Sono implicati nella produzione di urina i reni, veri e propri filtri in cui il sangue entra per liberarsi delle sostanze di scarto. Il percorso è rene, uretere, vescica, úretra. L'urea è prodotta dal metabolismo degli aminoacidi, quindi è un prodotto metabolico. L'acido urico deriva invece dal metabolismo degli acidi nucleici in particolare l'RNA.

### Funzioni urina:

1. Mantenimento equilibrio idro-salino (regolazione e concentrazione di ioni e quantità H<sub>2</sub>O).
2. Regolamento pH sanguigno.
3. Escrezione di cataboliti, sostanze tossiche e farmaci.
4. Regolazione del volume e della pressione sanguigna (eritropoietina e renina → ormoni per regolazione di globuli rossi e pressione).
5. Sintesi calcitriolo → controlla omeostasi del calcio. Il calcitriolo determina un aumento dell'assorbimento intestinale di calcio e la mobilitazione di calcio e fosfati nell'osso. Il risultato è un aumento della calcemia. La quantità di calcitriolo prodotta è regolata a sua volta con un meccanismo a feedback dalle paratiroidi e dal paratormone (PTH).

**Reni.** Sono grossi come un pugno chiuso, situati nella cavità addominale all'altezza della cupola diaframmatica, subito sotto il diaframma. Il rene di destra è più in basso di quello di sinistra. Sono situati dietro il sacco peritoneale (retro peritoneo), addossati alla colonna vertebrale: si può palpare solo il rene destro perché quello sinistro è coperto dalle coste. Si distinguono faccia anteriore (convessa) e posteriore (pianeggiante), margine laterale e mediale e due poli, uno superiore e uno inferiore. Vanno da T-12 a L-2 o L-3 a seconda che sia sinistro o destro. Ptosi renale → i reni hanno un minimo di mobilità.

Dall'interno all'esterno è rivestito da *capsula renale* (connettivo, in contatto con parenchima renale); *capsula adiposa* (tessuto adiposo); *fascia perirenale* (contiene la capsula adiposa del rene, che superiormente e lateralmente si uniscono mentre inferiormente rimangono separati. Medialmente foglietto anteriore e posteriore). Il rene è a contatto tramite i poli con le ghiandole surrenali di destra e sinistra. Le facce posteriori sono a contatto coi muscoli della cavità addominale posteriore, quindi grande psoas, quadrato dei lombi e muscolo trasverso. La faccia anteriore convessa entra in contatto con colon, fegato, stomaco, pancreas, milza, digiuno e duodeno.

**Anatomia macroscopica.** Nel margine mediale si trovano l'ilo e il seno renale. Nell'ilo entrano i vasi e l'innervazione ortosimpatica, ed esce l'uretere. E' un organo pieno, quindi il parenchima si divide in 2 porzioni, una più esterna → parenchima corticale e una più interna → parenchima midollare, più scuro e costituito da circa 20 piramidi renali, con base rivolta verso l'esterno e apice verso l'ilo. Tra una piramide e l'altra si estroflette il parenchima corticale, formando le colonne di Bertin. Una piramide con la sovrastante porzione di parenchima corticale costituisce un lobo renale.

L'urina dopo essere stata nei lobi passa nei calici minori, che confluiscono in quelli maggiori poi nei pelvi renali e infine nell'uretere. I raggi midollari sono estroflessioni della base della piramide all'interno della corticale.

Il **nefrone** è l'unità morfofunzionale del rene in cui il sangue viene filtrato. Ogni rene contiene milioni di nefroni. Schematicamente è una palla collegata ad un tubulo: la palla è il corpuscolo renale, collegato al tubulo renale. Il corpuscolo si compone a sua volta del glomerulo renale (in cui ci sono una arteriola afferente, che si divide in tante anastomosi, ed una efferente) e della capsula glomerulare di Bowman, costituita a sua volta da un epitelio parietale ed uno viscerale (podociti). L'arteriola afferente ha diametro maggiore di quella efferente, quindi c'è un aumento di pressione. Ogni glomerulo ha un polo vascolare e uno urinifero: da quello urinifero esce il tubulo renale che si divide in tubulo prossimale, ansa di Henle, tubulo contorto distale. Il tubulo prossimale presenta cellule specializzate ricche di mitocondri: all'apice di queste cellule ci sono i microvilli, che danno maggior superficie di contatto con la pre-urina, in modo che l'assorbimento possa essere il più possibile (sangue riassorbito all'80%). L'ansa di Henle (epitelio pavimentoso) è importante anche per il riassorbimento di ioni, mentre il tubulo distale presenta un epitelio cubico senza microvilli e assorbe ioni, acidi e altre sostanze non assorbite dal glomerulo.

Il tubulo contorto distale continua nel tratto reuniente, dotto collettore, dotto papillare, con le stesse funzioni dei tubuli, ovvero quella di riassorbimento. Il corpuscolo renale filtra circa 200 litri di sangue al giorno, per arrivare a produrre circa 1,5 litri di urina al giorno, urina che ha poca acqua e tanti soluti.

La velocità di filtrazione glomerulare (VFG) è la velocità con cui si forma il filtrato renale a livello del corpuscolo renale. Si tratta propriamente di un flusso, misurato in millilitri al minuto (ml/min). Un indice importante di VFG è la Clearance di sostanze endogene ed esogene. La Clearance è la capacità da parte del rene di depurare un volume dato di sangue, dalla sostanza in analisi, nell'unità di tempo. La VFG di un adulto normale è in media di 125 ml/min, per un totale di 180 litri/giorno: valori di VFG al di sotto di 90 ml/min possono essere indicativi di insufficienza renale.

**Apparato iuxtaglomerulare.** Due funzioni:

1. determina liberazione di renina e quindi controlla il rilascio di aldosterone;
2. è costituito dalle cellule della macula densa, chemiocettori (recettori che percepiscono una variazione chimica), che leggono la quantità di sodio presente nell'urina e in base al dato ricevuto regolano l'afflusso di sangue tramite l'arteriola afferente.

Dall'arteria addominale si diramano l'arteria renale destra e sinistra, che entrano nel rispettivo ilo del rene. Diventa poi arteria segmentale, interlobare, arciforme, interlobulare, afferente ed efferente.

**Uretere.** Parte dalla pelvi renale. Lungo 24-30 cm, trasporta l'urina tramite movimenti peristaltici. Passa davanti (= cavalca) ai vasi iliaci e poi si dirige verso la vescica e nella donna passa molto vicino all'utero. Il calibro dell'uretere varia nella sua lunghezza: ha tre restringimenti lungo la sua lunghezza e ciò influisce nel caso di calcoli all'uretere, che a ogni restringimento provocano forti dolori.

**Vescica.** Serbatoio con capacità sino a 500 ml, che può aumentare nel caso di bevitori di birra (fino a 1,5 litri). Nel caso di prostata ingrossata la capacità arriva fino a 2 litri. Quando piena è un ovoide, quando è vuota è a tetraedro, con faccia superiore, 2 facce infero laterali e una base. Anteriormente è in relazione con l'osso del pube, che se si rompe può schiacciare la vescica fino a romperla e causare la conseguente fuoriuscita del liquido contenuto.

Nel maschio, dietro ci sono le vescichette seminali e ancora più dietro il retto. Sotto la vescica nell'uomo ci sono uretra e prostata.

Nella donna tra vescica e retto c'è l'utero e più in basso la vagina. Alla base della vescica troviamo il trigono vescicale e ai suoi tre vertici si trovano, rivolti verso il dietro, l'apertura dei due ureteri e in avanti l'inizio dell'uretra.



**Struttura della vescica.** Ha una parete interna costituita da *epitelio di transizione*, che permette l'estensione della parete quando la vescica si riempie [l'epitelio di transizione si presenta spesso e con cellule allungate verso l'esterno quando a riposo, ovvero non sollecitato meccanicamente, mentre presenta cellule schiacciate e allungate in larghezza per aumentare la superficie quando stirato, ovvero meccanicamente sollecitato]. L'epitelio è poi impermeabile, quindi non c'è riassorbimento a livello della vescica. Il secondo strato è quello della *lamina propria*, connettivo fibroelastico con vasi sanguigni e cellule muscolari lisce che danno luogo ad una muscolatura mucosae. Terzo strato è la *muscolatura liscia* e infine lo strato più esterno è la *tonaca avventizia*, che in questo caso coincide con il peritoneo. Dall'esterno verso l'interno troviamo in questo ordine cellule ad ombrello, a clava, arrotondate.

L'uretra maschile è lunga circa 17 cm e viene divisa in uretra prostatica, membranosa (attraversa pavimento pelvico), bulbare (dove fa la curva) e peniena. Con l'età la prostata si ingrossa e può andare a premere sull'uretra, quindi nell'uomo anziano si può verificare una ritenzione urinaria, l'opposto dell'incontinenza femminile. Nella donna infatti, a causa del possibile abbassamento del pavimento pelvico che può seguire una gravidanza, si riscontra un accorciamento dell'uretra e la conseguente incontinenza.

## Sistema immunitario

E' costituito da organi dispersi in tutto il corpo. Uno è il timo, dietro lo sterno, poi il midollo osseo, che produce cellule del sistema immunitario come i leucociti, poi i linfonodi (circa 400), aggregati di cellule linfatiche o il tessuto linfatico lungo tutto l'apparato digerente e respiratorio, solitamente localizzate sotto la mucosa (gli aggregati maggiori prendono il nome di tonsille).

**T**imo. Si trova nella parte alta del mediastino davanti ai grossi vasi. Ha forma a due lobi, divisi a loro volta in lobuli. I lobuli sono a loro volta costituiti da parte corticale (esterna) e midollare (interna). La corticale contiene linfociti T, la midollare ne ha di meno. I timociti possono essere in vari stadi di sviluppo, ma possono muoversi solo all'interno del timo. Nel bambino il timo è particolarmente sviluppato → la corticale è più scura per la presenza maggiore di linfociti. Nell'adulto il timo regredisce e si presenta come un insieme di isolotti linfatici separati da tessuto adiposo. I linfociti nella corticale migrano nella parte più interna, quella midollare, dove troviamo linfociti in fase di maturazione, ovvero i linfociti T, dove T sta per Timo, responsabili dell'immunità cellulare, aggredendo direttamente gli agenti patogeni. I linfociti B sono prodotti invece nel midollo osseo e producono anticorpi che poi vanno ad aggredire gli agenti patogeni.

**M**ilza. Pesa circa 150g negli adulti e si trova nell'ipocondrio di sinistra, cioè sotto l'arcata costale di sinistra, vicino allo stomaco, al pancreas e al rene sinistro e in condizioni normali è completamente nascosta dall'arcata costale. Ha forma allungata con polo superiore e inferiore, una faccia a contatto col diaframma e un'altra faccia verso pancreas e stomaco che riceve i vasi splenici (= della milza) attraverso l'ilo della milza. E' costituita da una serie di noduli linfatici disposti attorno alle diramazioni dell'arteria splenica: è quindi un enorme linfonodo, caratterizzato dalla presenza al suo interno di una grande quantità di sangue. Essendo ricca di elementi del sangue e soprattutto di globuli bianchi, si ingrossa particolarmente in caso di patologie del sistema linfatico, ad esempio in caso di linfomi. Inoltre quando riceve traumi può andare incontro a grandi emorragie, il che può renderne necessaria l'asportazione.

**S**istema linfatico. Nel nostro organismo c'è una rete di vasi chiamato sistema linfatico. Ogni giorno tra sistema arterioso e venoso si perdono circa 2 litri di liquidi a livello del circolo capillare (serve per dare ossigeno e nutrienti a tutte le nostre cellule): dalla parte arteriosa il plasma tende ad uscire, nella parte venosa tende ad entrare. Esce più liquido di quanto ne entra. Questo liquido va prima a finire nelle cellule e poi nei vasi del circolo linfatico, formando la linfa.



Sono vasi con una parete molto fenestrata, in cui il liquido scorre molto lentamente. Da vasi molto piccoli si passa a quelli molto grossi: il principale è il dotto toracico, che scorre davanti alla colonna vertebrale, partendo a livello dell'addome e gettandosi nella vena anonima di sinistra. La metà destra della testa e l'arto superiore destro sono le uniche parti che fanno confluire i loro vasi linfatici in un canale che sfocia direttamente nella vena anonima di destra; tutto il resto della linfa va nel dotto toracico. Lungo i vasi linfatici ci sono organi chiamati linfonodi: sono circa 400 e hanno dimensioni molto variabili, fino ad alcuni millimetri di grandezza.

**L** **infonodi.** Il linfonodo tipo presenta una capsula, cioè una membrana che lo avvolge, poi lungo tutta la periferia arrivano vasi linfatici e da un incavo del linfonodo esce un solo vaso linfatico e nella stessa zona del vaso di uscita entrano ed escono anche i vasi sanguigni. Dentro al linfonodo, organizzati in parte corticale e midollare, ci sono i linfociti, che una volta attivati in seguito al contatto con gli elementi patogeni, vanno in tutto l'organismo e attaccano gli agenti patogeni. Se la risposta immunitaria non è sufficiente, il sistema linfatico costituisce una via di diffusione. Il sistema linfatico è quindi sede di metastasi: nel caso in cui cellule tumorali entrino nel sistema linfatico, se non riconosciute, le cellule tumorali stesse sfruttano il sistema per diffondersi.

Il linfonodo ha parte corticale esterna e midollare interna; c'è anche una zona paracorticale intermedia. In ognuna di queste parti c'è una distribuzione diversa dei diversi tipi di linfociti: corticale → raggruppamenti tondeggianti di linfociti B; paracorticale → linfociti T derivati dal timo; midollare → linfociti B ormai differenziati in plasmacellule (cellule che producono anticorpi). Nell'addome abbiamo linfonodi davanti all'aorta, quindi detti preaortici, e a fianco dell'aorta → paraortici; lo stesso vale per la vena cava → precavali e paracavali. Ci sono poi linfonodi lungo tutti i grandi vasi sanguigni e vicino agli organi, prendendo il nome da questi (ad esempio linfonodi tracheobronchiali) e se ne possono avere di più superficiali e di più profondi: ce ne sono a livello dell'inguine e del collo. Importante sapere che i linfonodi possono essere più o meno vicini all'organo: se il tumore arriva a quelli più distanti vuol dire che è ormai dilagato e ha un'estensione difficilmente arginabile.

## Apparato genitale femminile

Ovaio, tuba uterina e utero sono nella pelvi, mentre la vagina attraversa il pavimento pelvico.

**O** **vaio.** Organo pari situato sulla parete laterale della piccola pelvi. La dimensione cambia a seconda che ci sia stata o meno una gravidanza, comunque la sua forma è quella di una grossa mandorla, di 3,5 cm di altezza. Può essere affetto da cisti ovariche, causate dai follicoli che non rientrano dopo aver rilasciato la cellula uovo.

Ha una parte corticale esterna spessa 2-10 mm e una midollare, che contiene l'ilo e le cellule endocrine che producono androgeni. I vasi caratteristici (arterie a cavaturacciolo) servono per comprimere il follicolo per fargli così espellere la cellula uovo; il follicolo viene infatti compresso per congestione. Dalla pubertà in poi un follicolo al mese comincia a maturare, quindi si ingrandisce e si forma una struttura contenente del liquido con all'interno la cellula uovo: questo nei primi 14 giorni, quando la parete produce androgeni. Lentamente il follicolo si svuota dal sangue sostituito da grasso e prende il nome di corpo luteo, che inizia a produrre progesterone. In caso di gravidanza rimane attivo fino al terzo mese, se invece non c'è fecondazione il corpo luteo regredisce e diventa un corpo albicante, in sostanza una cicatrice.

**T** **tuba uterina.** Lungo canale con funzione di portare la cellula uovo all'utero e rappresenta la sede della fecondazione. E' lungo circa 12 centimetri e va dall'angolo superiore dell'ovaio a quello superiore dell'utero. Il suo calibro diminuisce tanto più ci si avvicina all'utero. La



parete interna della tuba è costituita da una mucosa che presenta un epitelio con ciglia vibranti, che servono a muovere la cellula verso l'utero. Grazie all'effetto delle ciglia la cellula uovo viene risucchiata nella tuba e convogliata fino all'utero. Ci possono essere gravidanze extrauterine, causate dal mal funzionamento delle tube.

**Utero.** E' come se fosse coricato sulla vescica, con l'intestino retto dietro di sé, piegato leggermente verso l'avanti e su se stesso: la parte più in basso si chiama collo, quella più in alto corpo. L'essere piegato leggermente verso l'avanti serve al momento della gravidanza, perché se piegato verso indietro quando si ingrossa sbatte contro l'osso sacro e non può accrescersi. L'utero è legato alla parete addominale anteriore tramite i due legamenti rotondi. La parete esterna dell'utero è rivestita dal peritoneo, che dai margini laterali dell'utero si dirige verso la parete della pelvi, costituendo i legamenti larghi dell'utero che si portano anteriormente sul legamento rotondo e posteriormente sulle tube. Il peritoneo può essere paragonato ad un lenzuolo che si stende su dei fili, ossia i legamenti larghi dell'utero e i legamenti rotondi, più i vasi sanguigni che irrorano l'organo. In condizioni normali pesa 50 grammi ed è alto 6-7 cm. Durante la gestazione può raggiungere i 6-7 kg. La parte superiore si chiama corpo che termina in alto con il fondo dell'utero, mentre la parte inferiore si chiama collo. Il corpo anteriormente è a contatto con la vescica, posteriormente con il retto, mentre lateralmente con i legamenti larghi. Per la stabilità dell'organo ha una importantissima funzione il collo, da cui parte il legamento cardinale, che sostiene tutto il peso dell'utero soprattutto durante la gravidanza. Con l'età l'utero subisce variazioni: piccolo, ma stimolato dagli ormoni materni alla nascita, più piccolo nella bimba, cresce nella pubertà, resta più grande dopo la gravidanza, atrofico dopo la menopausa. Se la donna non ha avuto gravidanze si dice nullipara e il suo utero rimane più piccolo, soprattutto la sua cavità che lo mette in relazione con la vagina.

La parete interna è costituita da una mucosa detta endometrio, e da una parete muscolare, miometrio. Esternamente troviamo il perimetrio. L'endometrio presenta variazioni cicliche che costituiscono il ciclo uterino, determinato dalla presenza degli ormoni ovarici. Il ciclo uterino inizia con la fase mestruale (2-5 giorni), quando i 2/3 superficiali dell'endometrio vengono persi e non è presente progesterone perché il corpo luteo è degenerato. Dopo la fase mestruale i progesteroni prodotti dal follicolo causano la fase proliferativa, in cui si allungano i vasi. Segue la fase secretiva in cui l'endometrio si prepara per l'impianto. Al 28° giorno in caso di non fecondazione il ciclo ricomincia. Se invece fecondazione c'è stata, la cellula uovo fecondata dopo 4 giorni entra nell'utero e dopo 2 giorni di galleggiamento si impianta, attaccandosi alla mucosa. Quindi continua la fase secretiva della mucosa e si forma la placenta, che diventa funzionale dopo circa 10 giorni.

**Struttura del collo.** Si presenta ristretto e si dilata soltanto al momento del parto. E' formato da:

1. endocervice → parte che sta dentro al collo, formata da rare cellule cigliate e cellule che producono muco.
2. Esocervice → si trova all'interno della vagina, composta da epitelio pavimentoso composto, ricco di glicogeno.

Tra i due strati c'è una zona di transizione che può essere il punto di partenza di cellule maligne.

La fornice vaginale è lo spazio tra collo dell'utero e vagina.

**Vagina.** Grande muscolo membranoso lungo 7 cm, davanti al quale si trova la vescica separata da un setto connettivale, e dietro il quale si trova il retto. La tonaca mucosa è composta da epitelio pavimentoso composto. Seguono gli altri strati che nell'ordine sono lamina propria, tonaca muscolare e tonaca avventizia.

# Apparato genitale maschile

Gonade → organo deputato alla produzione di cellule per la riproduzione, ossia i gameti, sia nell'uomo che nella donna. Nell'uomo l'organo è il testicolo, nella donna l'ovaio, entrambi organi pari, che producono rispettivamente spermatozoi e ovociti.

La parte centrale della pelvi (la parte più caudale dell'addome) ospita la vescica. Nell'uomo è posta anteriormente, con sotto la prostata e dietro la vescicola seminale.

Nello sviluppo che comincia subito dopo la fecondazione, a sesso determinato, le gonadi possono o salire a formare le ovaie, o scendere a formare i testicoli formando il sacco scrotale. Lo scroto è formato dalle gonadi maschili che durante lo sviluppo spingono la parete addominale verso il basso, quindi lo scroto è formato dal tessuto della parete addominale assottigliato.

Strati dello scroto:

1. Cute pigmentata ricca di peli
2. Rafe mediano → una sottile linea più scura della cute circostante che decorre dall'ano, attraversa il perineo e lo scroto, si prolunga sul pene e finisce in corrispondenza del frenulo.
3. Strato dartos
4. Sottodartos
5. Cremastere
6. Tonaca vaginale

**T**esticoli. Il didimo è una parte ovoidale, sede di produzione degli spermatozoi e degli ormoni sessuali maschili. L'epididimo, sopra il didimo, contiene un lungo canale che accoglie il seme in arrivo dal didimo. Dentro al didimo è presente il tubulo seminifero, tutto aggrovigliato. Più tubuli seminiferi formano un lobulo, che terminano con un tubulo retto. L'insieme di tubuli retti forma la rete testis. Si prosegue coi duttuli efferenti, l'epididimo e poi col dotto deferente.

Tutti i lobuli sono circondati dalla tonaca albuginea.

L'epididimo è un tubulo, che come tale ha una parete e un lume. Contiene due cellule: la cellula del Sertoli e lo spermatozoo che all'inizio della sua vita è tondeggiante. Lo spermatozoo nasce come tutte le cellule, ma la caratteristica è la comparsa di vescicole acrosomiche, che pian piano attorniano lo spermatozoo. Le vescicole acrosomiche sono enzimi che sciolgono la parete dell'ovocita e che danno la forma a punta alla testa dello spermatozoo.

Le cellule del Sertoli hanno funzione nutrizionale e strutturale e formano la barriera emato-testicolare, che controlla che non vengano rilasciati spermatozoi non pronti, cioè che non abbiano 23 cromosomi.

Le cellule di Leydig stanno tra i tubuli e producono testosterone, che va nel sangue che irrorerà anche gli spermatozoi e ne favorirà lo sviluppo e la maturazione.

La regolazione ormonale è controllata da ipotalamo e poi ipofisi anteriore, che secreta LH che stimola le cellule di Leydig a produrre testosterone. Si produce poi anche FSH che stimola le cellule di Sertoli.

**S**perma. E' composto da spermatozoi e fluido seminale con la funzione di proteggere gli spermatozoi.

Dotto deferente → risale il testicolo e penetra nuovamente nella cavità addominale attraverso il canale inguinale, via anche per la formazione di ernie al testicolo, che ne causano un rigonfiamento.

Tutto si mescola nell'uretra, dove appunto si mescolano spermatozoi e liquido seminale, formando lo sperma vero e proprio.

La prostata è attraversata da 2 canali: uno proveniente dalla vescica e uno dalla vescicola seminale.

Gli spermatozoi vengono prodotti nei testicoli che producono solo la parte cellulare dello sperma: questi poi arrivano alla vescicola seminale e poi alla prostata che producono la fase liquida dello sperma, ciò che serve allo spermatozoo nel tragitto fino all'ovocita.

**P**rostatita. Pesa circa 18 grammi e misura 3x4x2 cm di lunghezza-larghezza-spessore. E' una ghiandola.

Ha struttura fibro-muscolare per il 30%, mentre il 70% è composto di tessuto ghiandolare soprattutto nella periferia esterna.

**P**ene. Ha struttura prevalentemente vascolare per permettere l'afflusso di sangue che lo irroro. Si distinguono i corpi cavernosi e quelli spongiosi. I corpi cavernosi sono due corpi verticali ricchi di tessuto vascolare: si originano a livello del pube e sono avvolti dalla tonaca albuginea.

Il corpo spongioso è in mezzo ai due corpi cavernosi e all'estremità forma il glande. L'uretra prende il nome di prostatica all'altezza della prostata. Segue l'uretra membranosa, che controlla la minzione (piccolo sfintere).

Varicocele è la dilatazione varicosa delle vene nello scroto. I testicoli ricevono il sangue dall'arteria testicolare che è situata all'interno dell'addome; il sangue viene quindi trasportato via attraverso una serie di piccole vene localizzate nello scroto (plesso pampiniforme). Da qui il sangue refluisce nella vena spermatica interna (vena testicolare), che a sua volta trasporta il sangue indietro sino al cuore. In alcuni uomini le vene attorno al testicolo possono allargarsi o dilatarsi; le vene dilatate sono definite come varicocele.



# Apparato tegumentario

Costituisce il 16% del peso del nostro corpo. Ha funzione protettiva a livello fisico, biologico, contro i raggi UV e contro la disidratazione. Regola la temperatura corporea ed è responsabile della sintesi della vitamina D, importante per lo sviluppo delle ossa. Ha poi una funzione sensoriale ed è composto dal derma (profondo) e dall'epidermide (superficiale), classificata come sottile o spessa.

**Caratteristiche della cute.** La cute può essere morbida, elastica, dilatabile, caratteristiche che variano a seconda dell'età e dell'esposizione al sole. In gran parte è scorrevole (cioè la si può muovere), tranne nella mano, nel piede e nel cuoio capelluto. Nelle articolazioni si trovano plichi di riserva di cute e il suo colore dipende dalla quantità di melanina, carotene, sangue arterioso o venoso.

I rilievi sono linee di distensione (incisioni della cute), che possono formare campi triangolari, romboidali o poligonali. Le creste invece presentano forma diversa e un esempio è la cute dei polpastrelli.

L'epidermide è formato da più strati:

1. il più basso è lo strato germinativo, costituito da cellule per la rigenerazione della cute, che salendo perdono il nucleo e i liquidi e vanno a costituire uno strato cheratinizzato di cellule morte.
2. Salendo acquistano dei desmosomi che danno un aspetto raggrinzito allo strato spinoso, sopra il germinativo, e grazie a ciò acquistano l'impermeabilità.
3. Maturando le cellule acquistano cheratina, formando lo strato granuloso, in cui le cellule hanno dei granuli di cheratina e di lipidi e partecipano all'impermeabilità della cute.
4. Lentamente la cute va incontro alla perdita dei nuclei, le cellule diventano completamente cheratinizzate → strato corneo → più superficiale. Formato da 15-20 strati di cellule piatte → le cellule superficiali si squamano continuamente.

La cute può essere sottile o spessa: è sottile nella gran parte del corpo, è invece spessa nei palmi delle mani, nei polpastrelli e nei piedi.

Nella cute c'è la melanina, prodotta da cellule che prendono il nome di melanociti, cellule derivanti da cellule del sistema nervoso. Il colore della pelle deriva dalla quantità di melanina prodotta dai melanociti e non dal loro numero.

Sempre nella cute ci sono le cellule di Langerhans, cellule ramificate che servono ad aggredire gli elementi patogeni derivanti da monociti e macrofagi. L'esposizione al sole diminuisce la protezione delle cellule di Langerhans.

Sotto l'epidermide c'è il derma (connettivo), molto importante per la regolazione della temperatura e in cui sono presenti i vasi sanguigni che portano nutrimento all'epidermide. Il derma si inserisce nell'epidermide tramite le papille dermiche.

**Unghie.** Sono determinate da accumuli di cheratina prodotti dalla matrice ungueale alla radice dell'unghia. Sono formazioni cornee presenti sulla superficie dorsale della falange distale delle dita. Sono costituite da un ispessimento dello strato corneo dell'epidermide della regione ora indicata, di forma quadrangolare, con il lato distale libero e in accrescimento continuo. Gli altri tre lati sono inseriti sotto una piega cutanea detta vallo ungueale. Il derma sottostante l'unghia presenta creste papillari longitudinali che determinano la direzione di accrescimento prossimo-distale dell'unghia. La zona dell'epidermide corrispondente al lato prossimale, in parte nascosta sotto il vallo, ha colorito roseo chiaro e rappresenta la radice dell'unghia e corrisponde alla matrice ungueale (lunula chiara): i cheratinociti si accrescono dapprima verso la superficie epidermica, poi assumono una direzione di accrescimento prossimo-distale "spingendo" i restanti cheratinociti e determinando l'accrescimento dell'intera unghia. Le

lamelle cornee che costituiscono l'unghia sono strettamente aderenti e non si sfaldano come nelle altre regioni cutanee. Spesso sono presenti tra le lamelle microscopiche bollicine d'aria che formano macchioline biancastre.

## **G**hiandole sudoripare.

1. **Sebacee:** sono distribuite in tutto il corpo, ma in particolare concentrate sulla faccia. Gli acidi ghiandolari sono cellule appiattite che si dividono e poi liberano all'esterno il sebo. Si definiscono olocrine le ghiandole, come ad esempio le sebacee, le cui cellule sintetizzano e accumulano il secreto fino a che le cellule stesse muoiono e vengono eliminate assieme al secreto. Naturalmente una ghiandola olocrina deve sempre possedere adenomeri provvisti di cellule giovani che possano rimpiazzare quelle che continuamente vengono eliminate.
2. **Apocrine:** sono localizzate nell'ascella, nell'areola e si sviluppano nella pubertà. Si definiscono apocrine le ghiandole, come le sudoripare delle aree ascellare e ano-genitale, in cui il secreto si accumula sotto forma di granuli nella zona apicale del citoplasma. I granuli si fondono in una o più goccioline di grandi dimensioni che quando si staccano dalla cellula portano con sé anche parte del citoplasma apicale. Il secreto quindi conterrà anche residui citoplasmatici.
3. **Èccrine:** sono in tutto il corpo, in particolare in fronte, nel cuoio capelluto nei palmi delle mani e nelle piante dei piedi. Sono controllate dal sistema nervoso centrale, quindi non sono controllabili da noi. Si definiscono èccrine o merocrine le ghiandole, come la maggior parte delle sudoripare, le cui cellule eliminano il secreto sotto forma di microgoccioline la cui membrana si fonde con la membrana cellulare apicale, per permettere alle goccioline di aprirsi, scaricare il secreto all'esterno e richiudersi senza quindi che la cellula abbia a perdere parte del suo citoplasma.

**I**nnervazione della cute. Terminazione nervosa simpatica per vasi e peli, libera per dolore e temperatura. I peli sono solo nella cute sottile, originano da follicoli dell'epidermide, sono costituiti da cheratina, attaccata al pelo c'è una muscolatura liscia → muscolo estensore del pelo (pelle d'oca = orripilazione), vicino ai peli ci sono le ghiandole sebacee.

**I**poderma. Pannicolo adiposo → nella femmina è più spesso. La ghiandola mammaria si trova in posizione sottocutanea all'altezza del capezzolo, sopra la fascia del muscolo pettorale. Ha forma variabile: il seno è lo spazio fra le due ghiandole mammarie e viene suddiviso in 4 quadranti. Il volume della ghiandola mammaria non varia quando si è incinta; drenaggio linfatico nei linfonodi ascellari e retro sternali.

Capezzolo alto 10-12 mm circondato dall'areola mammaria; sono presenti 10-15 noduli (tubercoli di Montgomery), ghiandole sudoripare e sebacee → importante per l'allattamento sul capezzolo ci sono i dotti galattofori → allattamento.

Dopo la menopausa la ghiandola mammaria viene sostituita da tessuto fibro-adiposo.

# Sistema nervoso centrale (SNC)

**A**natomia microscopica del SN. Nel cervello esistono punti molto distanti, ma collegati fra loro tramite fibre. Fra due punti distanti ci sono centrali di controllo che accelerano la trasmissione. Il neurone riceve un impulso e lo propaga, la cellula di glia invece, oltre a ricevere e propagare un segnale, ha prevalentemente funzione nutritiva e di sostegno per i neuroni, assicura l'isolamento dei tessuti nervosi e la protezione da corpi estranei in caso di lesioni.

Un neurone si collega solo con una famiglia di cellule e questo legame si determina durante lo sviluppo. Le cellule nervose possono essere organizzate in strati. Ogni strato assolve ad una funzione specifica. I nuclei possono raggrupparsi in un solo punto (nucleo) con i rami che vanno in punti diversi. Nel sistema periferico si parla di gangli e non più di nuclei.

Nella cellula nervosa ci sono un corpo, dei dendriti (input) e un assone (output). Tra due neuroni il contatto avviene per sinapsi, in cui si distingue un neurone pre-sinaptico e uno post-sinaptico.

La *mielina* è un avvolgimento che si crea attorno all'assone e fa in modo che il segnale non venga disperso lungo le membrane dell'assone: non tutti i neuroni hanno il rivestimento in mielina, che favorisce la velocità di transizione (uno che lo ha è il neurone sensitivo del dolore). I dendriti non sono rivestiti di mielina perché l'impulso è sufficientemente intenso per arrivare al corpo cellulare.

Esistono vari tipi di neuroni e si possono classificare per numero di prolungamenti (unipolare, pseudo unipolare, bipolare, multipolare) o per lunghezza dell'assone (Golgi tipo I → molto lungo e Golgi tipo II → molto corto, serve per comunicare con cellule vicine e spesso per inibire il segnale proveniente da altri neuroni).

Quando il nucleo del neurone presenta euromatina significa che sta avvenendo la trascrizione dell'mRNA; quando c'è l'eterocromatina non si sta facendo trascrizione.

Nel corpo cellulare oltre al nucleo ci sono altri organelli citoplasmatici, deputati ad altre funzioni: i mitocondri forniscono energia; il reticolo endoplasmatico ruvido rER è il sito attivo di sintesi di proteine e serve per il trasporto di vescicole; l'apparato di Golgi, che si trova in mezzo al rER; i lisosomi eliminano le sostanze di scarto.

I dendriti possono essere di due tipi:

1. apicale → si dirige verso la corteccia e poi si dirama;
2. basale → va verso il corpo, può essere più di uno.

Una differenza con l'assone è che questo ha diametro costante, mentre i dendriti si assottigliano tanto più si allontanano dal corpo.

Nell'assone si sviluppa il potenziale d'azione, cioè il numero di ioni che entrano nella sinapsi e attivano o meno il neurone. Lungo l'assone non c'è dispersione, mentre nel dendrite può accadere, sia per la lunghezza sia per la mancanza della mielina.

**Sinapsi.** La sinapsi elettrica è importante per sincronizzare fra di loro diverse cellule, quindi quando una cellula è attivata da un potenziale di azione lo trasmette alle altre.

L'altro tipo di sinapsi è quella chimica, per la quale sono necessari dei neurotrasmettitori, vescicole che vengono fatte passare dalla membrana pre-sinaptica a quella post-sinaptica. In quella chimica non c'è contatto fisico fra assone e dendrite (o altre parti a seconda del tipo di sinapsi), mentre in quella elettrica sì, dove sono importanti le giunzioni comunicanti, che mettono in relazione le due parti. Le sinapsi possono poi essere classificate in base alle parti che entrano in contatto: assonomica, assonodendritica, assonosomatica.

**Neurotrasmettitori.** Quando arriva la corrente elettrica vengono rilasciati e passano attraverso canali ionici dedicati. Sono di due tipi principali più uno molto meno usato:

1. eccitatori: acetilcolina, adrenalina, dopamina, noradrenalina, serotonina, istamina, glicina, glutamato, monossido d'azoto (nitrossido) → eccitatori. La dopamina viene rilasciata ad esempio quando si è sazi, quindi in situazioni di appagamento: droghe come la cocaina

stimolano il rilascio di questo trasmettitore. L'adrenalina è prodotta invece in caso di stress.

Il monossido d'azoto favorisce la trasmissione.

2. Inibitori: GABA.
3. Peptidi neuro attivi: molecole occasionalmente rilasciate che regolano la sinapsi.

Un **nervo** è l'accorpamento di più assoni, ad esempio nella colonna ci sono i nuclei e da lì escono i nervi che sono rivestiti esternamente dall'epimedrio, oltre che a livello singolo dalla mielina.

L'*oligodendrocita* è una cellula presente solo nel SNC e coi suoi prolungamenti va a ricoprire l'assone formandovi attorno tanti ripiegamenti che costituiranno il rivestimento mielinico. Ciò succede solo nel SNC, perché i nervi hanno il rivestimento mielinico costituito dalla cellula di Schwann. L'oligodendrocita può rivestire più assoni, mentre la *cellula di Schwann* può rivestire un solo assone, anzi solo una parte di assone. Gli spazi vuoti non ricoperti da mielina prendono il nome di *nodii di Ranvier*, in cui il potenziale di azione viene potenziato. Più la mielina è spessa più il segnale sarà veloce. La sclerosi multipla è una patologia della mielina: i rivestimenti mielinici degenerano. Altro tipo di patologia legata all'infezione delle cellule di Schwann da parte di un micobatterio è la lebbra: i nervi sensitivi degenerano con conseguente non percezione del dolore, anche se le funzioni motorie rimangono invariate; ecco che si formano le piaghe e i tagli che però non provocano più dolore.

**Trasporto assonale.** Rapido anterogrado (dal corpo cellulare all'assone e suo termine) e lento retrogrado (percorso opposto).

**Citoscheletro.** Conferisce la forma al neurone. Neuro filamenti e microtubuli.

Neuroglia → costituita da astrociti, oligodendrociti, microglia. L'astrocita si interpone tra neurone e vaso sanguigno.

Le cellule della microglia nascono dal sangue e hanno funzione di fagocitosi.

**N**euroanatomia: visione d'insieme e definizione di base. Il SNC è racchiuso nella scatola cranica e nella colonna vertebrale, parti chiamate rispettivamente encefalo e midollo spinale. Il SNC è connesso con gli organi periferici mediante nervi che collettivamente prendono il nome di SN periferico, costituito da cellule nervose e gangli.

Il SN autonomo o vegetativo è a cavallo fra i due precedenti, perché ci sono centri del SNC che governano anche quello vegetativo.

**M**idollo spinale. Il midollo spinale è un cilindro lungo 42-45 cm, costituito da tessuto nervoso contenuto nel canale vertebrale. Il midollo si arresta a livello di L1 e da lì continuano solo i nervi spinali: ciò è dovuto allo sviluppo, tanto è vero che da neonati il midollo arriva fino alla fine della colonna, perché si sviluppa molto prima di questa, quindi sembra che durante la crescita il midollo si ritiri mentre invece è la colonna che si allunga.

A ogni vertebra corrisponde un *neuomero*, un cilindro a cui corrispondono 2 nervi spinali, uno per parte, che sono più in basso della vertebra rispettiva, perché i peduncoli vertebrali attraverso cui escono li stirano e li fanno uscire non orizzontali. Dopo L1 c'è infatti la cauda equina, costituita dai nervi spinali lombari che escono più in basso. Ognuno dei nervi spinali si attacca al midollo con una radice anteriore e una posteriore: quella anteriore è definita anche motoria, perché contiene le fibre che escono dal midollo spinale e che vanno a controllare i movimenti dei muscoli. Le fibre che escono sono dette efferenti. La radice posteriore è una radice sensitiva che porta informazioni dalla periferia al midollo, quindi sensazioni tattili, dolorifiche, termiche e propriocettive ( → sensibilità che dice se i muscoli sono contratti, la posizione delle articolazioni nello spazio, fondamentali per l'equilibrio). Il midollo spinale può essere diviso in una parte interna → sostanza grigia contenente neuroni, e una esterna → sostanza bianca contenente fibre che salgono e scendono e mettono in relazione i neuroni col SNC. Ogni neuomero ha il suo territorio di distribuzione, quindi ha muscoli che innerva e una striscia di cute che innerva dal punto di vista sensitivo: più è grande il territorio di distribuzione innervato più è grande il neuomero, quindi quelli che innervano arti inferiori e

superiori sono maggiori, individuabili per 2 rigonfiamenti rispettivamente a livello cervicale e lombo-sacrale.

Ci sono tanti neuromeri quante vertebre, ma a livello cervicale ce ne è uno in più perché il primo neuromero origina tra l'osso occipitale e l'atlante: 8 cervicali, 12 toracici, 5 lombari, 5 sacrali e 1-2 coccigei.

**E**ncefalo. L'encefalo pesa circa 1.400 g nel maschio e 1.250 g nella femmina ed è contenuto nella scatola cranica che lo protegge.

E' costituito da 2 emisferi separati da una fessura interemisferica e da una parte assile (allungata) tra i due emisferi che costituisce il diencefalo e, sotto, il tronco encefalico. Nell'uomo gli emisferi sono così espansi che hanno ricoperto queste due parti. Dietro al tronco encefalico c'è il cervelletto, importante per l'equilibrio. Dal basso si possono vedere cervelletto, tronco e una piccola parte del diencefalo.

**Tronco encefalico.** Alto 7 cm e largo 2 cm. Si appoggia sul clivo dell'occipitale (la parte dell'occipitale che va verso lo sfenoide). Il limite tra tronco e midollo è un piano che separa le strutture a livello dei condili dell'occipitale, cioè a livello del forame dell'occipitale. La faccia anteriore si può paragonare ad una cravatta: la parte più bassa è il midollo allungato, la parte intermedia si chiama ponte e la parte superiore si chiama mesencefalo. Il midollo allungato ha una linea mediana con due rigonfiamenti ai lati → piramidi: al loro interno ci passano le vie piramidali, cioè le fibre che scendono dalla corteccia verso il midollo spinale per controllare il movimento. Verso il basso la fessura si interrompe perché ci sono fibre che passano da una parte all'altra: questo perché molte fibre sono crociate, quindi in seguito a ictus destro si blocca la parte sinistra. A livello del mesencefalo ci sono 2 peduncoli cerebrali che contengono anche essi le fibre discendenti dalla corteccia. Sul tronco c'è l'emergenza apparente dei nervi cranici che originano dal tronco stesso. I nervi cranici sono 12 paia:

1. i primi due non sono di pertinenza del tronco: sono il nervo olfattivo e il nervo ottico.
2. Il 3°-4°-6° sono nervi che controllano i muscoli dell'occhio → per movimenti oculari, dilatazione/restringimento della pupilla e l'accomodazione.
3. Il 5° è il trigemino che controlla i muscoli della masticazione e riceve informazioni sensitive da tutta la testa, quindi fa male col mal di testa.
4. Il 7° è il nervo faciale, che controlla i muscoli mimici, quindi permette di dare l'espressione al volto, permette alle guance di muoversi e svuotare il vestibolo dal cibo e permette di chiudere gli occhi (se non funge l'occhio rimane un po' aperto → si secca la cornea e si ulcera).
5. L'8° è il statoacustico o vestibolo cocleare e porta il suono.
6. Il 9° è il glossofaringeo e porta la sensibilità di 1/3 della lingua.
7. Il 10° è il nervo vago, molto importante per il SN vegetativo.
8. L'11° è il nervo spinale accessorio che controlla lo sternocleidomastoideo e il trapezio.
9. Il 12° è l'ipoglosso e innerva la lingua.

Per poter vedere la parte posteriore bisogna togliere il cervelletto: tra tronco e cervelletto c'è una cavità → 4° ventricolo. Ci sono 2 tubercoli: uno gracile e l'altro cuneato. Sotto di essi ci sono due raggruppamenti di cellule che ricevono informazioni sensitive. Nel pavimento del 4° ventricolo ci sono i nuclei dei nervi cranici. Nel mesencefalo ci sono poi 2 rigonfiamenti superiori e 2 inferiori, detti collicoli (= piccoli colli) → i primi fanno parte delle vie visive, i secondi delle vie uditive.

Attraverso tutto il tronco passano tutte le vie ascendenti e discendenti e in caso di lesione si hanno conseguenze in tante funzioni anche vitali.

**Cervelletto.** Si trova dietro al tronco, sopra al 4° ventricolo e ha struttura a forma di sfera schiacciata del peso di circa 150 g. E' diviso in due dal verme del cervelletto che distingue i due emisferi laterali. La parte superficiale è costituita da sostanza grigia ed è chiamata corteccia cerebellare, non liscia, ma con pieghe trasversali che testimoniano l'estensione nel tempo di tale organo: o si espande il volume o si ripiega la corteccia, formando lamelle. La sostanza bianca si trova sotto la corteccia. E' connesso al tronco tramite peduncoli cerebellari, grossi fasci di tessuto

nervoso: uno superiore, uno medio e uno inferiore per ogni lato, che si collegano rispettivamente a mesencefalo, ponte e midollo allungato. Dentro alla sostanza bianca ci sono altri raggruppamenti cellulari chiamati nuclei del cervelletto.

**Diencefalo.** Letteralmente “tra l’encefalo”, visibile solo sezionando a metà l’encefalo. Frontalmente c’è una cavità → 3° ventricolo, che divide le due metà destra e sinistra del diencefalo.

La parte inferiore è chiamata ipotalamo, nella parte più mediale, e subtalamo in quella più laterale. La parte superiore è invece il talamo. Queste tre parti hanno tutte funzioni diverse e sono costituite da nuclei di cellule.

**Midollo spinale (2).** Anteriormente c’è una fessura mediana, mentre posteriormente ci sono soltanto dei solchi. All’interno è presente la sostanza grigia che ha forma di farfalla/H, quindi con 2 corna anteriori e 2 posteriori, unite da sostanza grigia detta commessura grigia che al centro presenta il canale centrale. Dal corno anteriore emergono assoni → radice anteriore, mentre al corno posteriore arrivano assoni → radice posteriore. La sezione del midollo varia da cervicale a lombare e, scendendo, la percentuale di sostanza grigia aumenta, a discapito della sostanza bianca, costituita da fasci che salgono e scendono che diminuiscono più si scende.

Il corno anteriore serve per il controllo del movimento volontario (motoneuroni spinali somatici → contraggono muscoli volontari); vicino alla radice del corno anteriore ci sono i motoneuroni viscerali → controllano muscolatura liscia dei vasi o dell’apparato digerente e la secrezione ghiandolare.

Il corno posteriore riceve informazioni dalla periferia → funzione sensitiva. Alla radice c’è la sensibilità viscerale, mentre all’estremità posteriore del corno posteriore c’è la sensibilità somatica (tattile e dolorifica).

I motoneuroni sono cellule multipolari, quindi con molti dendriti e 1 solo assone. I motoneuroni non sono posti a caso: quelli che innervano i muscoli del tronco sono più mediali di quelli che innervano gli arti, e i motoneuroni degli estensori sono più anteriori di quelli dei flessori.

Arco riflesso: è il circuito più semplice del sistema nervoso. Consta di 3 neuroni, uno che riceve l’informazione, uno che la trasmette e uno che fa da intermediario, l’interneurone. Questo sistema serve per compiere azioni automatiche → arco riflesso automatico. Questo sistema non sempre è libero di agire, quindi c’è sempre un controllo superiore (esempio della persona che prende a mano nuda la caffettiera bollente, vede un bambino passare sotto la propria mano e non la lascia, ma resiste al dolore e la poggia da qualche parte senza farla cadere addosso al bambino).

La sostanza bianca è divisibile in una parte posteriore → cordone posteriore che sta tra i due corni posteriori e nella restante parte anteriore → cordone antero-posteriore. I principali fasci della sostanza bianca sono nel cordone posteriore, in cui ci sono due fasci ascendenti, il gracile e il cuneato, due fasci derivanti direttamente dalla radice posteriore che salgono dallo stesso lato fino al midollo allungato, vie sensitive.

Altri due fasci discendenti sono il corticospinale anteriore e laterale, che si trovano nel cordone anteriore e in quello laterale: sono fasci che vanno dalla corteccia cerebrale fino ai motoneuroni spinali che eseguono. Il corticospinale laterale è crociato: l’incrocio avviene nel midollo allungato, dove l’85% delle fibre si incrociano formando questo fascio, mentre il restante 15% di fibre che sono dirette costituisce il corticospinale anteriore, fibre che però si incrociano dopo, quindi il fascio diretto che arriva a sinistra fa sinapsi a destra e viceversa.

Ci sono altre aree del cervello che influenzano il movimento e lo rendono più armonioso: allo stesso modo ci sono fibre sensitive che attraversano il midollo allungato e arrivano direttamente ad altre strutture.

**Sensibilità.** I sensi sono mezzi mediante i quali il cervello riceve informazioni su cosa succede. La sensibilità generale è distribuita in tutto il corpo, mentre quella speciale è localizzata (esempi sono gusto, vista, udito, equilibrio, olfatto). Quella generale è divisa in somatica e viscerale (imprecisa, riferita soprattutto a dolore e pressione → distensione visceri): quella somatica è più complessa, riferita a tatto, pressione, temperatura, propriocezione (valuta stato di contrazione dei muscoli e la



posizione delle articolazioni nello spazio), dolore. Tutte le informazioni di sensibilità arrivano dal ganglio della radice posteriore. Le fibre hanno diametri diversi e quelle più spesse (mielinizzate) portano ad esempio un'informazione tattile più precisa, mentre quelle più sottili portano informazioni dolorifiche e termiche e non sono mielinizzate → le informazioni tattili viaggiano più veloci, è quindi possibile fare un'anestesia locale bloccando la sensibilità dolorifica prima di quella tattile.

Fascio somatosensitivo → Sensibilità tattile discriminativa → la più precisa. Riceve le informazioni captate dai nervi gracile e cuneato.

Fascio spinotalamico laterale → va dal midollo al talamo portando le informazioni inerenti la sensibilità dolorifica.

**Dolore.** Può essere acuto (calcio negli zibidei) o cronico, dovuto solitamente ad infiammazioni. Può poi essere riferito → sensazione in una regione del corpo che non è fonte dello stimolo; fantasma → si verifica in persone con arti amputati o dopo estrazione dentaria, dovuto alla posizione corticale dedicata a quel distretto che non riceve più informazioni ed è quindi stimolato dalle zone corticali confinanti (esempio della barba che fa sentire dolore alla spalla: quando un uomo che ha perso un arto si rade la barba, per la vicinanza della zona corticale sensitiva della faccia con quella dell'arto superiore, questi sente un dolore all'arto che in realtà non c'è più). Nel midollo spinale arriva la fibra sensitiva con la sensazione dolorifica, trasmessa al corno posteriore, poi all'interneurone, poi al corno anteriore e poi su al talamo. Ci sono interneuroni che hanno come mediatori chimici degli oppiacei, che quando sono attivati inibiscono il dolore e aumentano la soglia di resistenza allo stesso. Ci sono delle vie discendenti dai centri superiori che controllano la liberazione degli oppiacei e innalzano la resistenza al dolore.

**Patologie del motoneurone.** Sclerosi laterale amiotrofica: ha rapida evoluzione (si muore dopo 2-3 anni) e i muscoli si atrofizzano fino a raggiungere la paralisi che porta alla morte quando si paralizzano i polmoni. La causa è per il 10% genetica, mentre nei calciatori potrebbe essere dovuta all'intensità degli allenamenti o ai diserbanti utilizzati nei campi.

Altra malattia è la SMA, atrofia muscolare spinale, tipica nei bambini dovuta ad un gene recessivo presente in 1/40 persone: il problema è quando entrambi i genitori hanno questo gene recessivo; diversi livelli → I: morte entro i due anni, II e III più lievi e paralisi progressiva fino alla morte.

Una lesione del midollo comporta anche un non controllo degli sfinteri: i paraplegici possono stimolare la minzione colpendosi il pube.

Herpes Zoster → fuoco di sant'Antonio: infezione dei gangli periferici. Il virus della varicella, terminato il suo corso, si spinge nelle terminazioni nervose del cervello e gangli delle radici dorsali dei nervi spinali, dove si insinua nella guaina mielinica che riveste i nervi. In questa posizione può restare inattivo per molto tempo, ma in casi di debolezza sistemica (malattie concomitanti), esposizione eccessiva ai raggi solari, o immunodepressione, può riattivarsi e diffondere lungo il nervo. Le manifestazioni cliniche sono quindi evidenti sul dermatomero, ovvero la parte di cute innervata dalla stessa radice del nervo dorsale e in questo stadio viene chiamato herpes zoster.

**Tronco encefalico (2).** 6-7 cm di altezza, diretta continuazione del midollo spinale verso l'encefalo. Concentrato di nuclei e fasci di fibre ascendenti e discendenti. La sua lesione causa la locked-in syndrome, a causa della quale il paziente è bloccato all'interno di se stesso (il cervello funziona, ma il corpo è totalmente bloccato) e ha come unico mezzo di comunicazione la palpebra sinistra. Composto da mesencefalo, ponte e midollo allungato.

Sulla superficie anteriore (piede) sporgo i peduncoli cerebrali, fasci di fibre discendenti verso il midollo spinale. La parte intermedia si chiama tegmento e quella posteriore tetto.

Nel mesencefalo ci sono nuclei importanti: dietro ai piedi ci sono nuclei che formano la sostanza nera, colore dovuto alla presenza del neurotrasmettitore prodotto, la dopamina. La sostanza nera può degenerare e si può avere il morbo di Parkinson → causa un tremore, rigidità dei movimenti che vengono eseguiti a scatti e non fluidamente, perdita della mimica facciale e problemi a camminare e parlare. Nel tegmento sono presenti i nuclei rossi, 2 per parte, colore dovuto alla presenza di ferro: hanno il controllo della deambulazione, del tono dei muscoli e della posizione del



corpo: in caso di lesione si hanno tremori a riposo, movimenti coreoatetosi (→ le manifestazioni cliniche comprendono: contrazioni irregolari dei muscoli delle braccia mentre stringono le mani dell'esaminatore, tipo movimenti di mungitura, alla protrusione della lingua si osservano movimenti vermicolari; i movimenti coreici sono intensificati dallo stress e scompaiono con il sonno. Spesso si riscontra labilità emotiva (e il linguaggio diventa incomprensibile) e perdita di tono muscolare.

Nel tetto ci sono 4 collicoli: i 2 superiori hanno rapporto con le vie visive, ma ricevono anche informazioni acustiche e tattili e sono utili per seguire automaticamente con la vista un oggetto in movimento muovendo prima gli occhi e poi tutto il capo.

Nel ponte ci sono fibre trasversali e altre verticali non raggruppate. In mezzo alle fibre ci sono nuclei, in particolare quelli basilari del ponte che sono in relazione col cervelletto.

Il midollo allungato o bulbo ha più in alto una insenatura, il 4° ventricolo. Sotto il ventricolo ci sono 2 sporgenze posteriori: nucleo cuneato e gracile → fibre sensitive ascendenti e che quindi contengono il 2° neurone della via somatosensitiva.

All'interno del tronco abbiamo la formazione reticolare, un'insieme di cellule disperse nel tronco a piccoli gruppi, cellule con diverse funzioni: tra loro ci sono centri che controllano circolazione sanguigna e respirazione; fibre ascendenti → arrivano dalla formazione reticolare e vanno al talamo che a sua volta stimola la corteccia cerebrale, quindi fondamentali per generare le onde elettriche rilevate con l'encefalogramma; fibre discendenti → provengono dalla corteccia cerebrale e si presentano come vie rapide e mononeuroniche, ma provengono anche da zone di corteccia, che non sono in rapporto con il movimento, ma con la modulazione del movimento o con la modulazione di impulsi destinati alla regolazione del movimento. Inoltre la formazione reticolare contiene cellule stimulate da anfetamine e psicofarmaci e hanno influenza sul sistema limbico che determina la personalità e la sfera affettiva.

Nel tronco ci sono i nuclei di alcuni nervi encefalici e anche qui c'è un'organizzazione come nel midollo: andando dal mediale verso il laterale si trovano i nuclei motori, i nuclei motori viscerali, sensitivi viscerali e sensitivi somatici. In posizione più laterale ci sono i nuclei sensitivi speciali con funzioni uditive e di equilibrio.

**Cervelletto (2).** E' appoggiato nel fosso cerebellare, sulla faccia interna dell'osso occipitale. Test per vedere se funziona: ad occhi chiusi portare il dito indice sul naso → se tutto funziona il movimento deve rallentare a 10 cm circa dal naso. Oppure ad occhi chiusi tenere le braccia tese parallele al suolo: solitamente le lesioni sono unilaterali, quindi un braccio inizia a scendere; se funziona, le braccia rimangono ferme e parallele al suolo.

Paragona l'intenzione con la performance → il cervelletto fa il confronto tra ciò che viene ordinato dalla corteccia e ciò che realmente accade (la performance).

Nel cervelletto si possono creare degli schemi di movimento, che non necessitano di controllo superiore, questo dopo un apprendimento di un movimento.

Dentro c'è la sostanza bianca racchiusa da una corteccia esterna. Nella sostanza bianca ci sono i nuclei del cervelletto. Dal punto di vista funzionale si può dividere in 3 zone: la più posteriore è il vestibolo cerebello, quella filogeneticamente più antica, che ha connessioni con nuclei vestibolari → equilibrio e movimenti oculari. Centralmente c'è lo spino cerebello, connesso con il midollo e controlla la contrazione dei muscoli. La parte più moderna è il cerebro cerebello, connesso con la corteccia cerebrale motoria, che controlla, e quindi può modificare i piani motori (esempio del dito che si avvicina al naso e rallenta).

La corteccia ha tre strati di cellule: strato molecolare (superiore) strato delle cellule del Purkinje (medio) e strato dei granuli (profondo) con cellule molto piccole.

La cellula fondamentale è la *cellula del Purkinje*, che ha dendriti molto lunghi che arrivano nello strato molecolare: questi dendriti si distribuiscono a spalliera su un piano perpendicolare all'asse delle lamelle. L'assone si dirige in profondità fino ai nuclei del cervelletto. E' una cellula inibitoria che usa il GABA. I granuli hanno dendriti molto corti e assoni che vanno in superficie a costituire le fibre parallele, parallele appunto all'asse delle lamelle.



Input del cervelletto:

1. Fibre rampicanti → producono nella cellula di Purkinje una risposta prolungata.
2. Fibre muscoidi → producono nella cellula di Purkinje una risposta debole e di breve durata.

Reti neurali → sono spesso identificate come gruppi di neuroni che svolgono una determinata funzione fisiologica nelle analisi di laboratorio. Sono delle reti che si formano tra neuroni.

Il cervelletto riceve fibre muscoidi afferenti, derivanti da molte zone della corteccia che passano per il ponte del tronco e arrivano alla corteccia del cervelletto.

Vie in uscita dal cervelletto: o in salita o in discesa. Quelle in discesa vanno al nucleo del tronco per poi influenzare il midollo spinale, mentre quelle in salita vanno al talamo che proietta alla corteccia motoria.

Sintomi di lesione al cervelletto: atassia → contrazioni disordinate di agonisti e antagonisti e scarsa coordinazione.

I problemi del cervelletto sono compensabili con gli altri sensi: uno che aveva problemi di equilibrio e stava storto si mise una bolla sugli occhiali che controllava e riusciva in questo modo ad assumere una posizione eretta.

**Diencefalo (2).** Si trova tra i due emisferi, è una formazione mediana e simmetrica, è ricoperto quasi interamente dal telencefalo tranne che sulla superficie ventrale dalla quale emerge. Al suo interno si trova il 3° ventricolo cerebrale. E' la stazione di partenza delle vie motrici, di arrivo delle vie sensitive ed è un centro vegetativo superiore. Nei mammiferi ha funzione di ricevere tutte le informazioni sensitive che arrivano al talamo che poi vengono inviate alla corteccia cerebrale dove le informazioni sensitive raggiungono il livello di coscienza. Partecipa al controllo del movimento, anche se la funzione motoria è di competenza della corteccia e svolge funzioni che non richiedono un controllo volontario.

E' costituito da più parti: sopra c'è il talamo, sotto e medialmente l'ipotalamo, sotto e lateralmente il subtalamo. Il talamo trasmette le funzioni sensitive

**Diencefalo**

alla corteccia, l'ipotalamo è il cervello viscerale (controlla fame e sete, controlla minzione), il subtalamo partecipa al controllo motorio.

**Ipotalamo.** Centro superiore del sistema vegetativo, interfaccia tra SNC e sistema endocrino (agisce sull'ipofisi ricevendo informazioni da tutto il SNC). Negli animali l'ipotalamo riceve informazioni sul periodo di luce della giornata e quando questa si allunga l'ipotalamo va a stimolare l'ipofisi che va a stimolare l'ovaio rendendo fertile l'animale. Controlla eliminazione e assunzione dei liquidi e regola la temperatura del nostro corpo. Regola l'assunzione del cibo, l'attività sessuale, può avere azione sulla pressione arteriosa, sul sonno e va a regolare l'ipofisi e i centri del tronco encefalico che hanno una funzione viscerale.

E' costituito da circa 4cm<sup>3</sup> di tessuto ed è costituito da una grande quantità di nuclei (insieme di cellule) divisi in senso antero-posteriore e medio-laterale.

Funzioni di regolazioni specifiche dell'ipotalamo:

1. regola l'ipofisi anteriore e produce 2 ormoni rilasciati nell'ipofisi posteriore che sono ossitocina e vasopressina.
2. Nuclei che controllano i ritmi circadiani, oscillazioni giornaliere che riguardano la temperatura corporea (anche in caso di febbre – tra le 17 e le 19 la temperatura è maggiore) e il ciclo sonno-veglia. Molto importante per questo ciclo circadiano è il nucleo soprachiasmatico, in posizione tale da ricevere informazioni sulla presenza o meno della luce: i suoi neuroni sono rilevatori di brillantezza che si eccitano o meno a seconda che ci sia luce o meno. Durante la veglia l'EEG (elettroencefalogramma) è desincronizzato, mentre durante il sonno è sincronizzato. Il centro del sonno nell'ipotalamo anteriore inibisce la formazione reticolare, causando il sonno, mentre nell'ipotalamo posteriore c'è un centro di veglia che tiene svegli. Ci sono quindi nuclei antagonisti.
3. L'ipotalamo controlla la pressione osmotica del plasma, il suo volume (volemia) e quindi l'assunzione di acqua. All'interno dell'ipotalamo ci sono osmocettori, recettori della concentrazione dei soluti all'interno del sangue: un aumento anche solo dell'1% stimola

questi osmocettori che stimolano l'ipofisi a produrre vasopressina (antidiuretico) ordinando così di eliminare meno liquidi. Ci sono anche osmocettori periferici che rilevano la quantità di sangue circolante e la sua pressione. Quando il SN viene messo sotto stress (dolore, nausea) si causa una ritenzione di liquidi perché si rilascia vasopressina; al contrario, in caso di trauma cerebrale il sistema va in tilt e si ha un diabete insipido causando un'eliminazione eccessiva di liquidi.

4. Regolazione della pressione arteriosa e della FC: ci sono aree che aumentano e diminuiscono i due fattori.
5. Regolazione della temperatura corporea: esiste un termocettore, termometro interno che rileva la temperatura del sangue. L'ipotalamo riceve afferenze anche dai termocettori periferici, recettori cutanei della temperatura. Inoltre è influenzato dai pirogeni, sostanze tossiche o di origine batterica che provocano un aumento di temperatura. Alcune sostanze possono essere liberate dall'organismo stesso come nel caso delle citochine rilasciate in caso di infiammazioni. C'è un centro anteriore che abbassa la temperatura, e lo fa tramite l'aumento della frequenza respiratoria, della sudorazione e provocando una vasodilatazione, con conseguente aumento di afflusso di sangue nei vasi superficiali per rilasciare calore. Nell'ipotalamo posteriore c'è un centro con funzione opposta: causa vasocostrizione, erezione pilifera (meccanismo che funziona con gli animali che hanno molti peli, che formano così una barriera protettiva dall'esterno e la contrazione dei muscoli erettori dei peli libera colore).
6. Regolazione dell'assunzione del cibo e del metabolismo: ci sono recettori per il glucosio presente nel plasma e per altri metaboliti, che informano se assumere cibo o meno. Riceve informazioni dal sistema limbico (dà emozioni ed affettività, quindi la situazione emotiva è molto influente sugli introiti di cibo). Ci sono nuclei che costituiscono il centro della sazietà e se vengono lesi si ha iperfagia, di contro ci sono nuclei della fame che stimolano a mangiare. Ci sono poi neuro mediatori chimici endogeni prodotti dal nostro organismo che vanno ad influenzare i centri della fame e della sazietà: ciò è importante perché uno scopo della farmacologia è produrre lo stimolo della sazietà per individui bulimici, e della fame per gli anoressici (per ora il problema è che le sostanze che hanno effetti sul dimagrimento sono le anfetamine che hanno tanti effetti collaterali (aumento FC e pressione) e quando si smette di prenderle si riprende a mangiare).
7. Regolazione dei comportamenti sessuali e della riproduzione: esiste il riflesso di Ferguson, dovuto alla pressione del feto sul collo dell'utero → quando raggiunge un certo peso inizia a spingere e un arco che parte dai recettori sull'utero, passa dal midollo e arriva fino all'ipotalamo che rilascia ossitocina che permette le contrazioni dell'utero e favorisce il parto. Quando il bambino si attacca alla mammella stimola recettori sensitivi che attivano l'ipotalamo che libera nuovamente ossitocina che permette la contrazione della muscolatura liscia della ghiandola mammaria che così spreme il latte e aiuta i bambini a bere; essendo l'ossitocina in circolo, inizia a sgorgare latte anche dall'altro seno. Se la donna è in situazione di stress l'ossitocina e la prolattina non vengono prodotte e il latte nemmeno.

**Talamo.** Centro di integrazione intercalato su tutte le vie ascendenti della sensibilità generale (riguarda tutto il corpo) e specifica (ad esempio quella uditiva e visiva), l'unica sensibilità che non passa dal talamo è quella olfattiva. Riceve informazioni dai centri inferiori e le trasmette alla corteccia cerebrale. Ha forma di piccolo uovo lungo 4cm, che si trova sopra l'ipotalamo. Tra talamo destro e sinistro c'è il 3° ventricolo, mentre lateralmente ci sono fasci di sostanza bianca che prendono il nome di capsula interna. Anche il talamo è costituito da tanti nuclei di cellule, che possono essere specifici o aspecifici: i primi hanno una proiezione alla corteccia molto localizzata, ovvero ogni nucleo punta ad un unico punto specifico della corteccia (ad esempio i nuclei che ricevono informazioni visive puntano alla corteccia visiva); poi ci sono nuclei aspecifici con proiezione diffusa, quindi con compito quello di eccitare e svegliare la corteccia. Partendo dalla parte più mediale ci sono nuclei che ricevono informazioni dalla testa, e andando sempre più lateralmente troviamo informazioni provenienti dagli arti inferiori.



Il talamo ha come proiezione quasi esclusiva la corteccia cerebrale. Le fibre si irradiano dal talamo verso la corteccia → radiazione talamica. Lateralmente al talamo c'è la capsula interna, insieme di assoni mielinizzati, fibre essenzialmente motorie che discendono dalla corteccia. Anche a questo livello c'è una rappresentazione somatotopica → avanti ci sono nuclei che vanno verso la testa, mentre dietro ci sono nuclei che vanno agli arti inferiori. Emorragie della capsula interna comprimono questi fasci di fibre che quindi non funzionano più con conseguente paralisi, che però con il riassorbimento dell'emorragia si supera con la rieducazione. Se è colpita la parte della parola non si riesce neppure più a parlare.

Esistono lesioni del talamo che comportano alterazioni della sensibilità: il paziente avverte dolori che in realtà non esistono. Altra lesione può riguardare i nuclei del talamo che controllano il sonno → insonnia familiare fatale: soggetti con difficoltà a dormire che col tempo degenera fino a portare alla morte.

**Gangli della base.** I nuclei della base o gangli della base (sebbene quest'ultima definizione sia impropria) sono formazioni grigie situate profondamente rispetto alla sostanza bianca telencefalica, in stretto rapporto con il talamo. Essi comprendono: il claustrum, l'amigdala e il corpo striato, comprendente a sua volta il nucleo caudato e il nucleo lenticolare, definizione che viene usata per indicare due nuclei strettamente connessi, il pallido ed il putamen.

**Amigdala.** L'amigdala è una formazione grigia di forma globosa, situata in profondità rispetto al pallido, da cui è separata per l'interposizione delle fibre della capsula interna, e connessa con l'apice della coda del nucleo caudato; caudalmente, essa continua con l'uncus della circonvoluzione dell'ippocampo. Anatomicamente l'amigdala può essere assegnata al lobo temporale.

I nuclei che compongono l'amigdala possono essere distinti in due gruppi, ossia:

1. nuclei corticomediale, comprendenti i nuclei amigdaloidi mediale, corticale e centrale, l'area amigdaloidica anteriore ed il nucleo della stria olfattiva laterale
2. nuclei basilaterali, comprendenti i nuclei amigdaloidi laterale, basale e basale accessorio.

**Claustro.** Il claustrum è una sottile lamina di sostanza grigia, in continuità anteriormente con l'amigdala ed addossata alla corteccia insulare, dalla quale è separata soltanto per l'interposizione della capsula estrema; medialmente, la capsula esterna lo separa invece dal putamen. Il suo significato funzionale non è del tutto noto.

**Corpo striato.** Il corpo striato è un voluminoso insieme di nuclei che deve il nome alla sua particolare organizzazione strutturale: esso è infatti composto da un'alternanza di formazioni grigie intersecate da fasci di sostanza bianca, che conferiscono alla struttura quel particolare aspetto "striato". Il corpo striato viene anatomicamente assegnato al lobo frontale.

La suddivisione in nuclei del corpo striato è operata dal sistema delle capsule di sostanza bianca del telencefalo. La capsula interna distingue così:

1. il nucleo caudato, in posizione supero mediale
2. il nucleo lenticolare, in posizione inferolaterale.

Ulteriori suddivisioni vengono poi fatte all'interno di questi nuclei dagli altri tralci di sostanza bianca.

Il *nucleo caudato* ha la forma di una grossa virgola a direzione sagittale che contorna il margine superiore del talamo, da cui è separato per mezzo del solco optostriato. Esso si dispone a ricoprire la capsula interna, di cui forma il limite superiore. In esso si possono distinguere:

1. una testa arrotondata, che costituisce l'estremità anteriore del nucleo e che, seguendo il decorso dei due talami, in avanti converge fin quasi a toccare la sua corrispondente dell'altro emisfero, da cui rimane separata solo per l'interposizione del setto pellucido;
2. un corpo allungato, che sormonta il talamo per tutta la sua lunghezza;
3. una coda, che curva sotto la capsula interna e si assottiglia fino a terminare nell'amigdala.

Il *nucleo lenticolare* è una formazione triangolare, con la punta rivolta verso il centro dell'encefalo, separato dal claustrum per l'interposizione della capsula esterna. Esso viene poi ulteriormente suddiviso in due porzioni per l'interposizione di una sottile lamina di sostanza bianca, la lamina midollare laterale, che individua:



1. il putamen, lateralmente ad essa, che costituisce la base del triangolo;
2. il pallido (o globus pallidus), medialmente ad essa. Il pallido può essere poi suddiviso in due ulteriori sezioni per l'interposizione di una seconda lamina bianca, detta lamina midollare mediale, che individua un pallido esterno ed un pallido interno: quest'ultimo costituisce l'apice del triangolo.

### **Gangli della basse: funzioni.**

- somiglianza con il cervelletto (circuito di rientro con la corteccia cerebrale), ma riceve da tutta la corteccia e proietta solo a quella prefrontale e premotoria;
- non ha connessioni con il midollo spinale;
- ha un'organizzazione modulare;
- ha un'organizzazione somatotopica;
- partecipa ad aspetti cognitivi;
- in seguito a perdita del 90% dei neuroni ad ACH e GABA nello striato si ha disinibizione della sostanza nera (malattia di Huntington).

**Corteccia cerebrale.** La corteccia cerebrale è uno strato laminare continuo che rappresenta la parte più esterna del telencefalo negli esseri vertebrati. È formata dai neuroni, dalla glia e da fibre nervose senza mielina. La corteccia cerebrale umana è spessa 2-4 mm e gioca un ruolo centrale in meccanismi mentali complicati come la memoria, la concentrazione, il pensiero, il linguaggio e la coscienza. Nei cervelli non vivi conservati assume un colore grigio, che dà il nome di sostanza grigia.

Nei mammiferi maggiori, come gli esseri umani, la superficie della corteccia cerebrale presenta una grande quantità di scanalature, chiamate 'solchi'. La parte filogeneticamente più antica della corteccia cerebrale, l'ippocampo, si differenzia in cinque strati, mentre la più recente neocorteccia in sei principalmente. Relative variazioni nella voluminosità o nel tipo di cellule (tra gli altri parametri) ci permettono di distinguere tra differenti campi "architetonici" della neocorteccia. La geometria di questi campi sembra essere legata all'anatomia delle piegature della corteccia e, per esempio, gli strati nella parte superiore delle scanalature della corteccia (chiamati giri) sono più chiaramente differenziati che quelli nella sottostante (chiamati fondi).

**Connessioni della corteccia cerebrale.** I neuroni che formano la corteccia cerebrale possono avere connessioni cortico-corticali con neuroni di altre aree della corteccia stessa, o connessioni cortico-sottocorticali con strutture più interne dell'encefalo, come il talamo, il cervelletto o i nuclei della base. Molte delle stimolazioni sensoriali raggiungono la corteccia cerebrale indirettamente attraverso differenti gruppi del talamo. Questo è il caso del tatto, della vista e dell'udito ma non dell'olfatto, che arriva direttamente alla corteccia olfattiva. La maggior parte delle connessioni (75%) non arrivano alla corteccia cerebrale grazie a strutture subcorticali, bensì dalla corteccia stessa.

**Formazione e modificazione della corteccia.** La corteccia si forma dal processo di gastrulazione, che trasforma poche cellule embrionali in una copia miniaturizzata dell'organismo in formazione. Quindi si forma la placca neurale, ossia un abbozzo del sistema nervoso, che gradualmente si espande, dando luogo a diverse regioni nelle quali inizia la differenziazione cellulare. Tre vescicole si distinguono e sono il prosencefalo, il mesencefalo e il romboencefalo; dopo circa quattro settimane il prosencefalo crea due regioni diverse: la prima diviene una struttura stratificata che formerà la corteccia cerebrale, mentre la seconda forma un vasto agglomerato di gruppi di cellule nervose separati da sostanza bianca, i gangli della base. Per un certo periodo le cellule si riproducono al ritmo di 250 mila nuove al minuto. Quando viene raggiunta una certa soglia, le cellule cominciano a differenziarsi per giungere alla maturazione. Altre migrano per formare quella che poi diverrà la materia grigia della corteccia. All'inizio della formazione della corteccia esiste la zona ventricolare, che con il passare del tempo viene sostituita dalla placca corticale. Una volta che si formano sei strati di cellule la placca corticale si trasforma in corteccia. I neuroni incominciano a caratterizzarsi formando l'assone e i dendriti. Inizia quindi il fenomeno di arborizzazione della corteccia che proseguirà ben oltre la nascita.



Lo spessore della corteccia non rimane inalterato, durante la vita della persona, in quanto, in relazione all'età e allo sviluppo, si hanno precise modificazioni, responsabili, tra l'altro, di periodi di particolare "verve" emotiva e di conseguenti variazioni nel tono dell'umore.

In particolare, il neonato ha una corteccia cerebrale con un numero di connessioni tra neuroni pari a quella di un cervello adulto; all'età di 2-3 anni si verifica un progressivo inspessimento della stessa, con una moltiplicazione esponenziale delle connessioni sinaptiche ed un consistente aumento del volume della corteccia (si possono avere un numero di connessioni anche del 50% superiori a quelle del cervello adulto). Non a caso è proprio in questo periodo che il cervello umano è paragonabile a una "spugna", pronto ad assorbire quantità considerevoli di nozioni.

Questo numero impressionante di connessioni sinaptiche, con il relativo spessore corticale di circa 6 mm di sostanza grigia, rimane tale più o meno sino all'età di 12-13 anni, età in cui, come è risaputo, il tono dell'umore degli adolescenti è molto labile, passano facilmente dall'esaltazione e dal buon umore, a fasi di depressione e forte insicurezza, soprattutto a causa degli sbalzi ormonali e del fatto che determinate zone della corteccia non sono ancora stabilizzate. All'età di 16-17 si verifica un progressivo ridimensionamento della corteccia, con eliminazione di un determinato numero di connessioni sinaptiche: è il periodo in cui il cervello inizia la cosiddetta specializzazione delle aree, ovvero ogni individuo inizierà a capire più precisamente quali sono le proprie attitudini, predisposizioni e preferenze nei vari campi della vita (sociale, di studio, lavorativo, ecc...); durante questa fase possono essere eliminate sino al 50% delle connessioni sinaptiche instauratesi durante l'infanzia.

Queste scoperte, riguardo le modificazioni della corteccia, hanno potuto far luce sulle dinamiche dello sviluppo di particolari patologie psichiatriche come la schizofrenia e la psicosi in genere: sembra infatti che, gli individui che sviluppano tali patologie, abbiano subito, durante l'adolescenza, a causa probabilmente di qualche errore nel codice genetico, di una eccessiva eliminazione di connessioni sinaptiche ed una conseguente eccessiva riduzione delle capacità della corteccia cerebrale (ricordiamo infatti che in essa trova sede il "senso della responsabilità", "il senso del giusto - sbagliato", vi sono aree del controllo degli impulsi primari, ecc...).



By Antonio Gualtieri



# Sistema visivo

Il nostro sistema nervoso (SN) è continuamente colpito da informazioni visive. Il sistema visivo è costituito da occhio, strutture accessorie, nervo ottico, tratto ottico, vie visive del SN. Sono strutture che permettono la ricezione e l'interpretazione del segnale visivo a livello del SN.

**S**trutture accessorie. Sono fondamentali per l'occhio e hanno funzioni per proteggere, lubrificare e muovere l'occhio.

Esse sono:

1. Sopracciglia → 4-5 file di peli
2. Ciglia → 2-3 fila di peli sulle palpebre superiori e inferiori.
3. Palpebre → compito di lubrificare occhio e liberare la superficie oculare da pulviscolo e batteri, mediante lo spargimento omogeneo delle lacrime.
4. Apparato lacrimale → permette continua protezione delle lacrime che lubrificano la superficie oculare.
5. Muscoli estrinseci dell'occhio → hanno il compito principale di coordinare il movimento dei due bulbi oculari, che deve essere sincrono nei due occhi.

**Apparato lacrimale.** E' costituito dalle ghiandole lacrimali nel margine superiore temporale (= laterale), controllate dal SN autonomo ortosimpatico. Ci sono poi a livello nasale (= mediale) i canalicoli lacrimali superiore e inferiore, che raccolgono le lacrime dopo che hanno lubrificato l'occhio. Il liquido raccolto passa poi nel sacco lacrimale ed infine nel dotto naso-lacrimale. Il punto in cui la palpebra superiore e inferiore si uniscono si chiama canto o angolo (2 per lato: uno mediale e l'altro laterale) e lo spazio tra una palpebra e l'altra costituiscono la fessura palpebrale che varia di ampiezza a seconda dell'apertura degli occhi.

La carucola è una parte rosea in cui ci sono due punti che immettono nei canali lacrimali.

La cavità orbitaria è costituita da diverse ossa: osso frontale, piccola e grande ala dello sfenoide, osso zigomatico, osso mascellare, osso lacrimale, faccia orbitale dell'etmoide. Tra queste ossa ci sono fori attraverso i quali entrano il nervo ottico, tutti quei nervi che innervano i muscoli ottici e vene ed arterie irroranti i muscoli del bulbo oculare.

**Muscoli estrinseci dell'occhio:** si collegano sulla superficie dell'occhio; essi sono il retto superiore e inferiore, l'obliquo inferiore e superiore, il retto mediale e laterale. L'elevatore della palpebra alza e abbassa l'occhio. A livello del foro ottico c'è l'anello tendineo comune, in cui convergono tutti i muscoli. A livello nasale (= mediale) c'è la troclea, un anello fibroso all'interno del quale passa il tendine del muscolo obliquo superiore e permette di far ruotare il bulbo oculare verso l'interno.

All'interno della cavità orbitaria c'è molto tessuto adiposo, costituito da adipociti contenenti grasso → si forma così un cuscinetto che protegge da urti e sostiene l'occhio.

**A**natomia dell'occhio. La sezione coronale è fatta prendendo un piano frontale ad una data profondità della cavità oculare.

Sezionando sagittalmente l'occhio scopriamo che ha 3 camere:

1. Camera anteriore → dalla faccia posteriore della cornea a quella anteriore dell'iride.
2. Camera posteriore → si colloca tra faccia anteriore del cristallino e faccia posteriore dell'iride. Queste 2 camere contengono l'umor acqueo, prodotto dall'epitelio pigmentato corneale.
3. Camera vitrea → contiene umor vitreo, sostanza gelatinosa che serve come l'umor acqueo a fornire un angolo fisso per la rifrazione. Serve poi a creare una pressione costante pari a 20mm di mercurio che dà forma al bulbo oculare.

Ci sono poi tre **tonache**:

1. Tonaca nervosa o retina → la tonaca più interna, costituita da neuroni, una vera e propria estroflessione del SNC.
2. Tonaca vascolare → divisa da dietro ad avanti in coroide, che continua nel corpo ciliare e poi nell'iride. E' fortemente vascolarizzata da arteriole e venule.
3. Tonaca fibrosa → sclera e cornea, una bianca e l'altra trasparente, una dietro l'altra avanti.

**Sclera.** Risulta bianca nell'adulto, bluastra nel bambino e giallastra nell'anziano. Ha un raggio di curvatura di circa 12,7mm.

**Cornea.** E' trasparente e costituisce il sesto anteriore della tonaca esterna dell'occhio. E' trasparente perché ricchissima di acqua ed è permeabile, cioè permette il passaggio dei gas, e non è vascolarizzata (ma innervata). Esternamente è composta da un epitelio pluristratificato che poggia sulla membrana di Bruch e internamente è rivestita da un endotelio che poggia sulla membrana di Deschemet. L'angolo sclero-corneale è l'angolo che si forma nel punto di congiunzione tra sclera e cornea.

**Tonaca vascolare** o uvea. E' ricca di vasi e contiene melanociti, che danno colorazione scura all'interno dell'occhio in modo che non ci sia rifrazione.

**Pupilla.** E' una cavità in cui entra la luce e varia la sua grandezza al variare della grandezza dell'iride.

**Irìde.** Ha fibre muscolari ad andamento concentrico attorno alla pupilla (muscolo sfintere) e fibre a decorso radiale, ossia dal centro verso l'esterno (muscolo dilatatore).

**Cristallino.** E' una lente biconcava e ha il compito di convergere i raggi di luce in un solo punto. Il movimento del cristallino è determinato dai muscoli ciliari ed è mantenuto in sede dalle fibre della zonula dello Zinn, che lo ancorano ai processi ciliari. Nel corpo ciliare è presente il muscolo ciliare, con fibre a decorso concentrico e anteroposteriore.

Il canale di Schlemm drena l'umor acqueo nel sistema venoso episclerale: se ostruito causa l'aumento della pressione all'interno del bulbo oculare → glaucoma.

**Retina.** Arriva solo fino all'ora serrata ed è un calice su cui si inseriscono tutte le altre strutture. La retina è la tonaca più interna ed è composta da tessuto nervoso. Consta di 10 strati il più interno dei quali dà sul corpo vitreo, mentre il più esterno sta a contatto con la coroide. La retina ha trasmissione verticale: ci sono fotorecettori (coni e bastoncelli) che sono eccitati dai raggi luminosi, poi il messaggio passa alle cellule bipolari e infine alle cellule ganglionari. Esiste anche una modulazione orizzontale che vede coinvolte cellule orizzontali e amacrine che collegano le varie vie verticali. La retina è composta da 10 strati, dei quali i più importanti e da ricordare sono, dall'interno verso l'esterno, lo strato delle cellule ganglionari, strato plessiforme interno, strato nucleare interno (cellule bipolari), strato plessiforme esterno, strato nucleare esterno (fotorecettori). I fotorecettori sono bastoncelli e coni: i secondi si eccitano solo ad alcune lunghezze d'onda e sono quelli che ci permettono di vedere a colori. Il segnale luminoso si trasforma in chimico e poi in elettrico. Esistono coni sensibili a blu, rosso e verde.

La fovea è la zona più centrale della macula della retina: i raggi cadono all'interno della fovea e dal suo centro parte, diretto verso l'interno, l'asse ottico. La fovea è costituita solo da coni ed è il punto di massima acuità visiva.

Il disco ottico o punto cieco è dove convergono tutti gli assoni delle cellule ganglionari per formare il nervo ottico.

**P**ercezione di un'immagine. La luce eccita la retina, dalla retina origina il nervo ottico, i due nervi ottici convergono nel chiasma ottico, seguito da tratto ottico, corpo genicolato laterale, radiazione ottica, corteccia visiva primaria nel lobo occipitale encefalico. Quando guardiamo un oggetto si possono distinguere un emicampo di destra e uno di sinistra, le cui informazioni vengono trasferite alle cortecce opposte (quello che vediamo con l'occhio destro è trasmesso al lobo occipitale sinistro e viceversa).



# Sistema nervoso periferico (SNP)

**Plessi nervosi.** Dai plessi nervosi in poi si formano i nervi, che sono cervicali, toracici, lombari, sacrali e coccigei. Questi nervi spinali vanno a formare plessi: i primi cervicali compongono il plesso cervicale; gli ultimi cervicali e il primo toracico → plesso brachiale; tutti gli altri toracici → nervi intercostali; l'ultimo toracico e tutti i lombari e sacrali → plesso lombosacrale.

Prima di partecipare ai plessi i nervi danno origine ad un piccolo ramo dorsale, mentre il ramo ventrale, più consistente, si continua nei plessi. Ogni nervo derivante da un plesso contiene fibre provenienti da più di un nervo spinale: ogni muscolo è innervato da fibre provenienti da più segmenti midollari, ad esempio il diaframma è innervato dai neuromeri C3-C4-C5 → la lesione di un singolo segmento midollare non può portare alla paralisi di un muscolo, mentre può farlo la lesione del nervo periferico.

I rami dorsali vanno ad innervare il dorso. A livello toracico non ci sono plessi, perché il torace è innervato dai rami ventrali di T1-T12 come nervi intercostali, che innervano muscoli intercostali, addominali e portano informazioni sensitive relative alla parete addominale.

1. Plesso cervicale → il ramo principale è il nervo frenico, che innerva il muscolo diaframma e quindi permette la respirazione. Altri nervi di questo plesso innervano i muscoli della laringe, la cute della regione pettorale, collo, orecchio e spalla.
2. Plesso brachiale → C5-T1, emerge a livello del collo tra i muscoli scaleni, poi si dirige verso l'ascella passando tra la prima costa e la clavicola, avvolge l'arteria ascellare che continua in quella brachiale, si divide nei suoi rami terminali che sono nervo radiale ( → innerva estensori e se non funziona si ha la "caduta del polso"), nervo ulnare ( → innerva alcuni muscoli del lato ulnare dell'avambraccio), nervo mediano ( → innerva flessori delle dita) e nervo muscolo-cutaneo ( → innerva i flessori del braccio e dell'avambraccio). La lesione del plesso brachiale (per stratonamento del braccio o per la compressione, ad esempio la testa di qualcuno che dorme appoggiato al petto di un altro) può portare ad avere sempre la mano flessa indietro. La lesione del nervo ulnare porta ad avere sempre la mano ad artiglio. La lesione del nervo mediano, che innerva i muscoli della mano passando nel tunnel carpale, può portare alla perdita di forza di impugnatura. Se poi il legamento del carpo va a comprimere questo nervo si ha la patologia del tunnel carpale.
3. Plesso lombare: il lombare da L1 a L3 e parte di L4, mentre da L4 a S3 si forma il sacrale. Ileoipogastrico, ileo inguinale, genitofemorale sono tre nervi che innervano la parete addominale e la zona genitale. I più importanti sono il nervo femorale e quello otturatore. Il femorale passa sotto il legamento inguinale e arriva alla base della coscia, innervando soprattutto il quadricipite, mentre l'otturatore innerva gli adduttori, passando vicino al forame otturatorio. L'otturatore innerva anche la cute mediale della coscia e nella donna vicino al forame otturatorio ci sono le ovaie, quindi in caso di tumore allo stesso si ha una compressione del nervo e dolore alla coscia interna.

Il femorale è il più grosso del plesso e può essere danneggiato perdendo l'estensione della gamba e la flessione dell'anca. Il nervo otturatorio si può ledere durante il parto o in caso di tumori ovarici.

4. Plesso sacrale: dà origine al nervo sciatico, il più grosso del corpo umano. Questo nervo in realtà è costituito da due nervi accostati l'uno all'altro che si dividono subito dopo la loro origine comune: proseguono parallelamente nella parte posteriore della coscia fino sopra la cavità poplitea dove si dividono visibilmente in nervo peroneo comune e nervo tibiale. La lesione del nervo sciatico è frequente e dà la sciatica (infiammazione): fra le cause c'è l'ernia del disco, ma essendo un nervo superficiale, può succedere nel caso di iniezioni intermuscolari che si vada proprio a ledere, infatti l'iniezione andrebbe fatta dividendo la



coscia in 4 e facendo il buco nella parte superiore laterale. Conseguenze della lesione è la semiparalisi dell'arto e la gamba rimane tesa, senza riuscire a fletterla.

Altri nervi sono quelli glutei, che se lesionati portano difficoltà durante la camminata e ad alzarsi dalla posizione seduta.

Il ramo tibiale innerva i muscoli della loggia posteriore della gamba, quindi il tricipite surale. Quando lesionato non si riesce a flettere la pianta del piede e le sue dita, quindi mentre si cammina ci si inciampa.

Il peroneo comune va molto vicino alla testa della fibula, ledibile con incidente stradale, scarponi da sci stretti, ingessatura stretta comprimente. Innervano i muscoli per la flessione dorsale, quindi si ha la caduta del piede e ci si inciampa.

Il nervo pudendo innerva dal punto di vista sensitivo gli organi genitali esterni e l'ano e dal punto di vista motorio i muscoli del perineo → importante per la minzione, defecazione ed erezione. E' particolarmente stimolato durante il parto, quindi si può fare un'anestesia locale del nervo (la epidurale è fatta direttamente a livello del midollo ed è più rischiosa), con conseguente rilassamento dei muscoli del pavimento pelvico e perdita di sensibilità dolorifica. Martedì 19 maggio 2009

## Sistema nervoso autonomo (SNA)

Il sistema nervoso autonomo (SNA), conosciuto anche come sistema nervoso vegetativo o viscerale, è quell'insieme di cellule e fibre che innervano gli organi interni e le ghiandole, controllando le cosiddette funzioni vegetative, ossia quelle funzioni che generalmente sono al di fuori del controllo volontario. Regola quindi l'attività della muscolatura liscia, del muscolo cardiaco (ne regola la frequenza) e di alcune ghiandole (secrezione di ghiandole lacrimali, salivari, ecc.)

Si divide in una parte afferente ed una efferente.

Differenze tra sistema nervoso autonomo e quello somatico (volontario):

1. Il SNA non lo possiamo controllare, il SNC invece sì.
2. Nel SNA l'impulso elettrico parte dai nuclei nel midollo, passa attraverso un ganglio e arriva all'organo target (= obiettivo): si distingue quindi un tratto pregangliare e uno postgangliare.
3. Le risposte sono portate all'organo bersaglio in modo più lento rispetto al SNC e al SNP perché cambia il tipo di rivestimento mielinico (rivestimento di tipo C più lento di quello di tipo B).

Il SNA si divide in due distretti direttamente regolati dall'ipotalamo:

- (orto)simpatico → neuroni pregangliari nel midollo spinale a livello toracico + L1-L2;
- parasimpatico → neuroni a livello cervicale e sacrale.

**O**rtosimpatico. La fibra pregangliare è molto breve, mentre quella post-gangliare è molto più lunga. Nel parasimpatico è il contrario, ovvero il tratto pregangliare arriva fino all'organo bersaglio, poi c'è il ganglio e infine il brevissimo tratto postgangliare che va a prendere contatto con l'organo target.

L'ortosimpatico controlla salivazione, polmoni e cuore.

Gruppo celiaco → controlla stomaco, fegato, intestino, esofago.

Ganglio mesenterico superiore → controlla contrattilità intestino crasso.

Ganglio mesenterico inferiore → controlla regione urogenitale, quindi la minzione e le funzioni sessuali.

Tutti gli organi sono innervati da entrambi i distretti: uno eccita, l'altro inibisce.

Organi innervati dal simpatico: ghiandole sudoripare, muscoli erettori dei peli, aumenta il diametro dei vasi cutanei e i vasi muscolari. Quando uno è molto teso il simpatico aumenta la tensione, mentre il parasimpatico tende a tranquillizzare. L'innervazione simpatica aumenta la frequenza cardiaca e dilata i polmoni.



Il primo neurone è nel midollo, esce tramite il nervo spinale, passa nel ganglio entrando dal ramo comunicante bianco, si collega qui dentro con il secondo neurone, esce dal ramo comunicante grigio e poi raggiunge l'organo (vedi immagine nella pagina seguente).

Ogni cellula pregangliare (nel midollo) fa sinapsi non con una sola cellula, ma con molte postgangliari, quindi una cellula sola propaga il suo impulso attraverso più fibre differenti, permettendo tramite l'attivazione di una sola cellula a livello midollare l'attivazione di diverse parti dell'organismo in modo sincrono: questo concetto è quello di divergenza. Questa sincronia permette una maggiore rapidità di risposta e un minor dispendio di energie.

La ghiandola surrenale è in realtà un gruppo di neuroni che per tutta la vita produce adrenalina (A) e noradrenalina (NA): la parte più interna della ghiandola (regione midollare) è composta da neuroni che stimolati producono queste due sostanze direttamente rilasciate nel sangue. A e NA sono due ormoni che mediano le risposte dell'ortosimpatico, quindi i neuroni postgangliari prendono contatto con l'organo bersaglio e rilasciano A e NA.

I gangli simpatici sono vicini ai corpi vertebrali: ci sono quelli che costituiscono la catena del simpatico lungo la colonna (a destra e sinistra) e quelli prevertebrali, disposti leggermente anteriormente alla colonna.

**Parasimpatico.** Comprende 4 dei 12 nervi cervicali: uno è l'oculomotore comune, che controlla la dilatazione della pupilla. Il nervo facciale, il glossofaringeo e vago vanno a controllare le funzioni della cavità orale. Il nervo vago attraversa anche tutta la zona toracica e addominale, prendendo contatto a livello di polmoni e cuore e a livello gastroenterico.

Gli ultimi segmenti sacrali innervano le regioni urogenitali. I nervi cranici sono 12 e solo 4 hanno una componente autonoma che rientra nell'ortosimpatico.

1. Il nervo oculomotore ha fibre autonome che controllano pupilla e muscoli ciliari. Da ogni occhio parte un nervo ottico, che si incrocia con l'altro. Dal mesencefalo parte invece un nervo che arriva al ganglio ciliare e da qui parte un secondo nervo che controlla i muscoli ciliari: questi servono quando si passa a guardare da lontano a vicino, azione che porta alla visione (non percepita perché di durata ridottissima) di un'immagine sfuocata, che passa nel mesencefalo che si occupa di correggerla anche grazie all'attivazione dei muscoli ciliari.
2. Il nervo facciale → ha nuclei del SNA, come il nucleo salivatore superiore.
3. Nervo glosso faringeo → il glossofaringeo controlla sensibilità gustativa e anche la pressione. I due nervi glossofaringei, uno destro e l'altro sinistro, conosciuti insieme come IX paio di nervi cranici, hanno una componente parasimpatica con cui controllano le ghiandole salivari non controllate dal settimo nervo cranico (nervo facciale). Trasmettono le sensazioni del gusto tramite la loro componente sensitiva e con la componente motoria innervano la lingua e la faringe.
4. Nervo vago → responsabile di buona parte delle zone viscerali dell'organismo. Il vago ha funzioni molto diverse, dal controllo della faringe, alla secrezione dei succhi gastrici fino alla regolazione della frequenza cardiaca. Ha funzione di rallentare la FC. Shock vagale → causa un eccessivo rallentamento della FC fino all'arresto cardiaco.

**Plessi autonomi.** Insieme di una serie di fibre e di gangli che innervano uno stesso organo: plesso cardiaco, polmonare, celiaco (solare), mesenterico superiore e inferiore e quello ipogastrico (controlla funzioni tratto genitale e urinario).

**Neurotrasmettitori.** Nella trasmissione tra i due nervi pre e postgangliari si usa il neurotrasmettitore acetilcolina, lo stesso che muove la placca neuromuscolare e quindi permette ai muscoli di contrarsi. Nella sinapsi post gangliare (quella tra la 2° cellula e l'organo target) si usa la A e NA nella simpatica, mentre nel parasimpatico sia la pre che la postgangliare usano l'acetilcolina.

## Effetti fisiologici del SNA:

- gran parte degli organi riceve una duplice innervazione (simpatica e parasimpatica).
- L'ipotalamo regola l'equilibrio tra i due.
  - Alcuni organi hanno solo l'innervazione simpatica:
    - ghiandole sudoripare, midollare surrenale, mm. erettori dei peli e molti vasi sanguigni;
    - controllata dalla regolazione del tono del sistema simpatico;
    - risposte simpatiche la dominanza del sistema simpatico è causata da stress fisico o emotivo -- “situazioni E”: emergency, embarrassment, excitement, exercise;
  - l'effetto è di lunga durata perché la NA rimane nella sinapsi e perché viene liberata dalla surrenale.

**Reazione di allarme** (= flight or fight): l'ortosimpatico dilata le pupille, aumenta la FC, la forza di contrazione del cuore e la sua pressione, causa una diminuzione dell'afflusso di sangue negli organi non essenziali (come la cute che così se ferita non sanguina troppo), aumenta il flusso sanguigno del cuore e dei muscoli, le vie aeree si dilatano e la frequenza respiratoria aumenta (il doping può aumentare questo parametro), aumenta la glicemia influenzando l'apparato endocrino, blocca la lacrimazione, blocca la minzione non permettendo la contrazione della vescica (in caso di eccessivo stimolo la vescica si contrae comunque e “se la si fa addosso”).

**Parasimpatico** → favorisce le attività riposo e digerisci, avvia meccanismi che favoriscono il recupero di energia corporea durante il riposo. Favorisce salivazione, lacrimazione e in generale fa l'opposto del simpatico. Favorisce la fase dell'accoppiamento.

## Sistema motorio somatico

**Corteccia e vie motorie.** Il motoneurone superiore nel tratto piramidale manda un segnale fino al motoneurone inferiore nel midollo e da qui il segnale arriva al muscolo scheletrico. Ci sono poi strutture motorie ausiliari e l'arco riflesso. Ci sono aree della corteccia che possono saltare il tronco encefalico e andare direttamente al midollo spinale.

Il cervelletto riceve informazioni dalla corteccia motoria (sopra) e anche dal midollo spinale (sotto), quindi conosce le informazioni di partenza e quanto il movimento è stato eseguito passo per passo. I gangli della base ricevono fibre dalla corteccia e fanno partire fibre che vi tornano senza passare altrove.

Ci sono molte aree della corteccia che influiscono sul movimento e se la si stimola elettricamente si ha il movimento corrispondente. La corteccia motoria è davanti al solco centrale (di Rolando).

Nella corteccia c'è una mappa somatotopica, ovvero ad ogni area corrisponde una parte del corpo: più il movimento della parte in questione deve essere preciso, maggiore sarà l'area corticale corrispondente.

Le cellule piramidali della corteccia (di Betz) sono molto grosse (150 micron, al limite del visibile) e altrettanto l'assone (20 micron, lungo 40cm), quindi il messaggio viene condotto molto velocemente.

F1 è la corteccia motoria primaria: è influenzata da F5, dove si selezionano sequenze di attivazione di muscoli che ci permettono di eseguire movimenti in automatico (riduce tempo reazione); l'area F6 organizza la sequenza e decide di fare muovere o meno (quindi l'area principale). Ci sono altre aree che danno altri significati: 24 → dà le motivazioni, quindi migliora le prestazioni se stimolata; DLPF → capisce i significati dell'oggetto da prendere. Ci sono poi neuroni che possono ricevere informazioni da vie visive e far muovere in base ai dati raccolti.

**Via piramidale.** È costituita da un grosso fascio di assoni che subito sotto alla corteccia motoria va a far parte della capsula interna (tra talamo e gangli della base). Scendendo arrivano al mesencefalo e entrano a far parte dei peduncoli cerebrali (parte anteriore del mesencefalo); continuano a

scendere e vanno a formare le piramidi, dove gran parte delle fibre (85%) si incrociano; si prosegue nel midollo spinale e quelle dirette (non incrociate) si invertono al livello del midollo dove finiscono la loro discesa.

I motoneuroni inferiori sono nel midollo spinale e nel tronco encefalico dove ci sono i nervi cranici, che permettono il movimento dei muscoli soprattutto della testa.

Unità motoria → insieme del motoneurone inferiore e dei muscoli innervati. Alcuni muscoli hanno unità motorie grandi → un motoneurone e tanti muscoli (ad esempio i muscoli che mantengono la postura eretta, in questo modo si ha un solo impulso che controlla più muscoli), altri piccole, come i muscoli che muovono la mano, dove un motoneurone controlla una sola fibra muscolare e permette movimenti assai precisi.

**Patologie** motoneuroni inferiori e superiori: causano debolezza muscolare perché il muscolo non viene contratto e va in contro ad atrofia, più importante se si lede il motoneurone inferiore. Se si lede il superiore ci possono essere fascicolazioni, ovvero le fibre muscolari possono contrarsi in modo autonomo senza controllo. Riflessi e tono muscolare aumentano se si lede il superiore e diminuiscono se si lede l'inferiore: questo perché il superiore controlla e se non funziona non può inibire, quindi lo stimolo sarà sempre quello della contrazione.

Il motoneurone inferiore può degenerare → SLA, atrofia muscolare spinale (spalla infossata e lingua assottigliata). Malattie acquisite del motoneurone: poliomelite, debellata in occidente da quando è stato individuato il vaccino contro il virus.

**Via reticolo spinale:** importante per postura eretta, movimenti approssimativi degli arti.

**Vie tetto spinali:** scendono dai collicoli, soprattutto da quello superiore: importanti per riflessi uditivi e visivi. Controllano il movimento degli occhi che precede quello della testa quando si segue con lo sguardo un qualche cosa in movimento.

**Tratti rubro spinali:** controllati dal nucleo rosso: facilita contrazione flessori e inibisce quella degli estensori.

**Vie vestibolo spinali:** ricevono informazioni da organi dell'equilibrio, quindi importanti per mantenere l'equilibrio, dando le giuste informazioni ai muscoli che ci impediscono di cadere.

Ruolo del **cervelletto** nel controllo motorio. È divisibile in 3 zone → archeocerebello: mantiene equilibrio; paleocerebello per tono muscolare; neocerebello per coordinazione dei movimenti volontari, il più strettamente connesso dei tre con la corteccia cerebrale. Questi tre sono in ordine di evoluzione e comparsa nell'uomo.

Tutte queste vie che scendono devono essere mielinizzate, in modo da favorire la conduzione: l'adozione della postura eretta da parte del bambino è a ciò legato (malattie demielinizzanti → sclerosi multipla).

I neuroni a specchio → scoperti da ricercatori italiani. Mentre prendevano la mela per darla alla scimmia, la corteccia di questa si attivava, quindi i neuroni si eccitavano perché la scimmia imitava nella sua testa l'azione del soggetto. Neuroni quindi importanti per comprensione e imitazione delle azioni (imparare dagli altri guardandoli, imparare il linguaggio). Sono un po' ovunque nella corteccia, quindi non riguardano solo l'aspetto motorio: se vediamo uno che sta male, anche noi siamo spinti a piangere e compatire.

Il movimento avviene anche nel feto nell'utero materno.