

## Lezione 3

*Sviluppo del SNC con particolare riferimento al midollo spinale.  
Neurulazione. Lamina alare e lamina basale. Risalita del midollo spinale.  
Cisterna terminale. Spina bifida. Puntura lombare.*

La struttura primaria dell'embrione è trilaminare, costituita da endoderma, mesoderma ed ectoderma. Dall'ectoderma, per azione induttiva della notocorda e della placca precordale, si forma la **placca neurale**, il primordio del SNC. Al 18° giorno la placca neurale si approfonda a formare la **doccia neurale**, dai cui lati si formano delle cellule destinate a migrare in periferia e a costituire le **creste neurali**.

Dalla placca neurale si sollevano le **pliche neurali** ed i margini della doccia si fonderanno tra loro formando il **tubo neurale** ai lati del quale si formano i **somiti**, che si sviluppano craniocaudalmente dando origine allo scheletro assile (ossa del cranio, colonna vertebrale, coste, sterno), alla muscolatura associata e all'adiacente derma. A livello del quarto somite occipitale avviene la chiusura del tubo neurale mentre rimangono aperti il neuroporo anteriore, che si chiuderà al 25° giorno, ed il neuroporo posteriore, che si chiuderà 2 giorni dopo. Alla chiusura del neuroporo posteriore verranno a formarsi le vescicole che costituiranno **l'encefalo**.

Nella zona ventricolare del tubo neurale si riconoscono delle cellule che hanno un comportamento singolare, in quanto si portano dalla zona che circonda il canale dell'ependima verso la periferia, duplicano il DNA, poi ritornano nella zona ventricolare per dividersi e per poi ripassare nella zona più esterna, detta zona mantellare (zona intermedia per gli inglesi). I neuroni della zona mantellare si dispongono a formare delle lamine, che sono la lamina alare o dorsale e la lamina basale o ventrale, tra le quali vi è il solco limitante. Le cellule che si trovano davanti al solco limitante sono in rapporto con la motilità viscerale (ortosimpatico) e sono situate dorsalmente alle cellule che si trovano nella parte anteriore della zona mantellare. Queste cellule formano il cornio laterale. Le creste neurali danno origine ad una varietà di cellule che hanno grande importanza:

i gangli di senso sono raggruppamenti di cellule nervose **pseudounipolari** nel SNP dell'adulto, mentre nell'embrione sono **bipolari**; il dendrite e l'assone si fondono durante lo sviluppo in un unico prolungamento che poi si divide a T: un ramo, diretto alla periferia, riceve stimoli sensitivi, l'altro trasmette lo stimolo sensitivo al SNC o nevrasse.

I gangli viscerali ortosimpatici sono situati o lateralmente o ventralmente alla colonna vertebrale.

I gangli viscerali parasimpatici sono situati in genere vicino alla parete dell'organo che innervano.

Dalle creste neurali ha origine anche una componente di una ghiandola endocrina importante, la **midollare del surrene**, che riceve fibre mieliniche mentre la corticale riceve fibre amieliniche.

Anche le cellule **parafolicolari della tiroide** hanno la stessa origine.

Le altre cellule che derivano dalle creste neurali sono queste: i **paragangli**; uno dei più importanti è il **glomero carotideo** a livello della biforcazione della carotide che controlla la quantità di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> presenti nel sangue.

Anche le **cellule di Schwann**, facenti parte della glia periferica, derivano dalle creste, e formano la guaina mielinica delle fibre del SNP.

Nel parasimpatico si distinguono due porzioni: una si trova nei nuclei dell'encefalo (parasimpatico encefalico o craniale), mentre l'altra ha i suoi nuclei nella porzione sacrale (parasimpatico sacrale). Il parasimpatico craniale innerva i visceri della testa, soprattutto le ghiandole attraverso il nervo vago, fino alla fessura sinistra del colon.

L'ortosimpatico ci mette in condizione di superare uno stimolo di particolare rilievo, per esempio il combattimento (fight) e la fuga (flight). In questi frangenti le funzioni di ricambio di metabolismo e di ricambio dell'organismo vengono momentaneamente bloccate affinché il cervello sia irrorato maggiormente. Sotto stress l'individuo presenta pupille dilatate, pallore, sfinteri chiusi. Durante la digestione il flusso del sangue al cervello viene ridotto, perché l'organismo è concentrato nelle funzioni di assorbimento degli alimenti e dunque l'apparato digerente è particolarmente irrorato.

I nuclei dell'ortosimpatico sono situati nella colonna intermedia laterale del midollo spinale, dall'ottava vertebra cervicale (C8) alla seconda vertebra lombare (L2), che forma il corno laterale del midollo spinale.

Le cellule a T formano i gangli di senso annessi ai nervi spinali e ai nervi cranici; nel loro complesso gli impulsi costituiscono la sensibilità che può essere di tipo:

- esterocettiva (tattile epicritica, veloce; tattile protopatica; termica-dolorifica);
- propriocettiva (veloce, cosciente ed incosciente);
- viscerale (in parte incosciente, come nella minzione).

Le cellule pseudounipolari dei gangli non sono tutte uguali; le più grandi, che formano il contingente dorso mediale, sono in rapporto con la sensibilità esterocettiva tattile epicritica e propriocettiva cosciente ed incosciente. Più anteriormente abbiamo cellule via via più piccole, in rapporto con la sensibilità tattile protopatica, termico-dolorifica e viscerale.

La sensibilità dei polpastrelli (epicritica) è maggiore di quella del dorso della mano.

La sensibilità viscerale della vescica regola la minzione in quanto sono presenti dei recettori che controllano la quantità d'urina presente nella vescica e, quando la vescica si

riempie al massimo, questa sensibilità diventa cosciente e si ha lo stimolo della minzione; si può tuttavia trattenere volontariamente l'urina, poiché esistono dei freni inibitori di carattere psicologico.

### Il midollo spinale

Il midollo spinale al termine dello sviluppo, visto in sezione trasversa, è formato da una massa centrale di sostanza grigia a forma di farfalla circondata dalla sostanza bianca. La **sostanza grigia** forma le corna dorsali in cui afferiscono le fibre nervose sensitive, le corna anteriori che contengono i corpi cellulari dei neuroni efferenti e le corna laterali. La **sostanza bianca** è formata da fibre nate nei neuroni localizzati nella lamina alare e nella lamina basale. Il corno laterale è presente da C8 a L2 ed è qui che vi sono i nuclei dell'ortosimpatico; nelle corna anteriori invece sono contenute le cellule motorie che innervano i muscoli degli arti e del tronco.

Nell'embrione il midollo spinale si estende per tutta la lunghezza della colonna vertebrale; in seguito esso cresce meno rapidamente della colonna vertebrale, creando una sproporzione fra queste due strutture. L'accorciamento del midollo spinale, dovuto al fatto che esso rimane fissato in corrispondenza del grande forame occipitale, comporta la sua risalita nel canale vertebrale fino alla seconda vertebra lombare L2, lasciandosi indietro un sottile filamento che costituisce il filo terminale e le radici ventrali e dorsali che formano la **cauda equina**, avvolta dalla dura madre.

La cisterna terminale contiene il liquido cefalo-rachidiano, prodotto all'interno dei ventricoli a carico dei plessi corioidei e passato negli spazi subaracnoidei attraverso i fori presenti nella copertura del IV ventricolo.

Il nervo spinale è costituito dall' unione di:

- fibre sensitive (derivate dalle cellule a T, dunque dalle creste neurali)
- fibre della motilità viscerale (provenienti dal ganglio viscerale derivato dalle creste neurali)
- fibre motrici somatiche (derivate dai motoneuroni del corno anteriore).

I motoneuroni del corno laterale sono in rapporto con l'ortosimpatico, dunque con la muscolatura liscia, perciò sono detti motoneuroni **miolieotici**.

I motoneuroni anteriori sono chiamati **miorabdotici**.

## DOMANDE DI VERIFICA

### Come si fa la puntura lombare?

Viene inserito un ago nello spazio subaracnoideo (cisterna terminale) tra la terza e la quarta vertebra lombare per prelevare il liquido cefalo-rachidiano o a scopo diagnostico o per iniettare una soluzione anestetica per il parto indolore o per interventi chirurgici sugli organi pelvici.

La puntura spinale non va eseguita in presenza di alterazioni della pressione endocranica: se, infatti, è troppo alta, il midollo spinale può collassare e subire lesioni. Un modo per sincerarsi se la pressione endocranica è aumentata è quello di vedere il fundus dell'occhio mettendo una goccia di **atropina**; questa è una sostanza che blocca il parasimpatico e fa in modo che la pupilla si dilati cosicché si possa guardare la papilla e, attraverso questa, la papilla del nervo ottico. Questo è vascolarizzato ed è circondato dallo spazio subaracnoideo in quanto è un prolungamento dell'encefalo; se il liquido non è riassorbito normalmente, i vasi si "strozzano" e la papilla assume un aspetto di un sole circondato da nubi, ha un margine confuso, sfrangiato e le vene sono ingrossate in alcuni punti.

### La spina bifida

Il midollo spinale è situato nella colonna vertebrale. Il neuroporo posteriore normalmente si dovrebbe chiudere, però in alcuni casi manca l'induzione appropriata alla chiusura dell'arco vertebrale a livello della L5 o S1, per cui si chiude il neuroporo posteriore, si forma la cauda equina, ma l'arco vertebrale rimane aperto (spina bifida occulta). La sola evidenza della presenza di questa malformazione può essere rappresentata da una piccola fossetta da cui emerge un ciuffo di peli.

In casi più gravi (spina bifida cistica) si ha la protrusione del midollo spinale e/o delle meningi.