

ANATOMIA

2

SISTEMA NERVOSO



ANATOMIA 2

SISTEMA NERVOSO

proff. Rossi / Geremia



2006

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

La prima suddivisione anatomica grossolana topica del sistema nervoso è in sistema nervoso **CENTRALE (SNC)** e sistema nervoso **PERIFERICO (SNP)**. Questa tiene conto soltanto della localizzazione delle strutture di cui è composto.

Il SNC rappresentato da una porzione endocranica, l'encefalo, e da un'altra parte che troviamo all'interno del canale vertebrale a partire dal foro occipitale fino a prima e seconda vertebra lombari, il midollo spinale. Non tutto il canale vertebrale è quindi occupato dal midollo.

Da una porzione endocranica del SNC, il cosiddetto tronco encefalico, che è la prosecuzione all'interno del cranio del midollo spinale, cominciano già a fuoriuscire dai fori della base craniale gli elementi del SNP, i nervi cranici. Lungo tutto il canale spinale abbiamo ancora fuoriuscita e ingresso di **nervi spinali** che escono a coppie in numero equivalente più uno rispetto a quelli che sono i corpi vertebrali ossei. Il paio in più sfrutta lo spazio tra foro occipitale e prima cervicale, portandosi fuori dal canale vertebrale. Un'altra peculiarità sta nel fatto che continuano ad emergere nervi dalla colonna anche nella porzione inferiore alla lombare. Questo perché ogni nervo fuoriesce da un suo predestinato spazio intervertebrale.

Questo ha una *giustificazione embriologica*: il tessuto da cui originano i corpi vertebrali, il mesenchima, e i tessuti embrionali da cui originano i connettivi, derivano da zollette di tessuto dette **somiti**, distribuiti a coppie ai due lati del primordiale sistema nervoso, il tubo neurale dell'embrione. Ed ognuna di queste due coppie di masse di tessuto connettivale embrionale originano corpo vertebrale, i muscoli corrispondenti, il sottocutaneo corrispondente, mentre dal tubo neurale al centro originerà la coppia di nervi corrispondente. Ciò accade per 44 volte, tante quante sono le coppie di queste masse connettivale e quante sono i rami nervosi che originano dal tubo neurale originario. Durante la crescita la colonna si accresce molto più di quanto si allunghi il midollo spinale. Nonostante ciò si mantengono i rapporti morfologici originari: le emergenze nervose dal midollo vanno sempre a fuoriuscire dallo stesso elemento osseo che condivideva il punto di origine con il tratto di tubo neurale corrispondente.

In alcune zone del tronco il SNP è rappresentato da nervi distanziati l'uno dall'altro e che hanno conservato **metameria** (= ripetersi di una struttura in modo più o meno uguale lungo un asse). Il SNC perde completamente la metameria nell'encefalo dove si ha sviluppo irregolare di alcune zone rispetto ad altre mentre essa si conserva lungo tutto il tronco (porzione perciò detta anche **cordoencefalo**) e il midollo spinale, perciò parliamo di **neuromeri**, segmenti che costituiscono il midollo spinale, ciascuno morfofunzionalmente uguale all'altro.

Da ciascun neuromero nasce una coppia di nervi spinali periferici. A livello del torace e un po' dell'addome i nervi mantengono la segmentarietà metamERICA (ciò è dimostrato anche dalle porzioni muscolari come gli intercostali che in questi tratti sono metamERICI), ma a livello della regione del braccio e dell'arto inferiore la perdono completamente perché lì i tessuti embrionali si sono sviluppati in modo accentuato che non ha tenuto conto della segmentarietà. Durante lo sviluppo embrionale, in queste fasi di sviluppo, i nervi hanno accompagnato le porzioni in accrescimento, continuando ad innervare le stesse zone. Il risultato è un ammasso di nervi in forma apparentemente disordinata ma che in realtà ha vie precise di formazione, detto **plesso nervoso**.

Troviamo: *plesso cervicale, plesso brachiale, plesso lombare, plesso sacrale e plesso coccigeo*.

Questi plessi sono dunque gruppi di coppie di nervi che, mettendosi insieme, danno origine ai nervi periferici che innervano le estremità. **PERIFER. DEL CORP.**

Nell'endocranio, abbiamo dodici nervi cranici, di cui il primo, il **nervo olfattivo** è arbitrariamente inserito tra questi ha in realtà un comportamento molto diverso dagli altri.

Queste coppie di nervi fuoriescono ognuna dal proprio neuromero, segmento specifico del midollo spinale lungo la colonna vertebrale.

Altro distretto funzionale del nervoso è il sistema nervoso **VEGETATIVO**, che troviamo sia nella componente centrale (endocranica e midollare) sia nella componente periferica. E' adibito al controllo automatico (incosciente) di tutte le funzioni di base: l'**omeostasi**.

OMEOSTASI= controllo e salvaguardia di livelli d'acqua, concentrazioni saline, concentrazioni ormonali, aminoacidiche, fame, sete, appetito, temperatura (riscaldamento tramite tremore e vasocostrizione e raffreddamento tramite sudorazione).

Concetti funzionali

Il sistema nervoso funziona secondo il principio di azione e reazione.

Infatti esso è in grado di percepire stimoli, di segnalare e di trasmettere risposte all'esterno. Questo vale per le sue *funzioni somatiche*, quelle coscienti che riguardano il **soma**, cioè muscolature, ghiandole superficiali, sensibilità cutanea, movimenti articolari e così via. E vale anche per il *sistema vegetativo*.

Recettori e controllo della risposta:

Lo scambio continuo di informazioni tra corpo e ambiente avviene tramite **recettori**: particolari complessi di tessuti come cell epiteliali, cell connettivali, terminazioni nervose ecc. che acquistano funzione recettoriale per segnali specifici. Noi definiamo recettore una parte del corpo che percepisce con bassissima soglia, cioè con intensità di segnale esterna molto bassa, un'informazione molecolare, fisica o chimica che sia. Anatomicamente esistono recettori superficiali cutanei, di superficie interne dei visceri, profondi nelle masse muscolari, nei vasi sanguigni, nelle articolazioni ecc. Distinguiamo diversi tipi di recettori:

- ✓ **ESTEROCETTORI**: deputati alle percezioni esterne come temperatura, tatto, pressione, dolore ecc. Tra questi elenchiamo gli specializatissimi organi di senso.
- ✓ **INTEROCETTORI**: morfologicamente simili agli esteroceetori in molti casi, ma individuabili nei visceri e nei vasi. Determinano la sensibilità viscerale. Uno dei più importanti è il **bulbo carotico**, situato in una dilatazione della carotide (arteria che porta il sangue al cervello) e ricco di chemiocettori e osmocettori che registrano la pressione sanguigna, il pH del sangue e la sua concentrazione ionica. In base a queste informazioni il SNC regola l'afflusso di sangue corporeo: in caso di ipertensione il SNC di abbassare la pressione con ad esempio l'emissione di urina.
- ✓ **PROPRIOCETTORI**: leggono continuamente la posizione delle varie parti dell'organismo verso le altre e la propria posizione nello spazio. Controllano il mantenimento della postura. Sono localizzati in muscoli, tendini e articolazioni. Avvertono le azioni di pressione e tensione che gravano sulle parti dell'organismo.

Le placche motrici sono il punto di contatto tra sistema nervoso e fibre muscolari. Costituiscono la terminazione della cellula nervosa sul tessuto muscolare. Sono dunque il modo di controllare l'attività della muscolatura scheletrica.

Il sistema nervoso termina invece contiguo ma non così aderente alla struttura finale per quanto riguarda il sistema nervoso vegetativo. Esso deve intervenire ad esempio sulla muscolatura liscia dei visceri (ad esempio è necessaria la peristalsi durante la digestione). Il sistema di controllo in questo caso è costituito da cell nervose con terminazioni contigue e vicine alle cell controllate ma non aderenti. Anche le ghiandole sono controllate dal vegetativo tramite questo tipo di interazione.

Sistemi di SEGNALE/RISPOSTA

In mezzo a ricezione del segnale e risposta, vi è uno snodo di comunicazione che è la **sinapsi**.

La forma più semplice di collegamento tra cell sensitiva e cell motrice è l'**arco riflesso**. L'arco riflesso è un sistema automatico che non permette elaborazioni di nessun tipo. Un esempio di arco riflesso monosinaptico è il medico che picchia con un martelletto sul tendine rotuleo e si aspetta, se il paziente ha un buon riflesso, di causare una repentina estensione della gamba sulla coscia (contrazione del quadricipite sulla coscia). Molti sono i riflessi semplici utilizzati dal semeiologo per vedere l'integrità funzionale dei vari livelli del midollo spinale perché oggi conosciamo bene la posizione delle regioni sinaptiche corrispondenti agli archi riflessi, punti di incontro nel midollo tra cell sensitiva e cell motrice che provoca risposta. Ci sarà un segnale periferico che arriva nel midollo spinale da un punto dell'organismo viaggiando su una cell nervosa di tipo sensitivo, nel midollo incontra la cell motrice che organizza la risposta fuoriuscendo direttamente per andare a controllare il muscolo chiudendo così l'arco. Il SNC superiore non entra nel gioco se non per organizzare le risposte complesse. → Negli "ARCHI RIFLESSI"
Intervengono una serie di fattori che possono favorire o impedire la risposta. In realtà infatti la cell motrice interessata nell'arco riflesso è bombardata da una serie di segnali dal SNC che tendono a mantenerla inibita. Esistono sinapsi di tipo inibitorio (entrata di grandi quantità di cloro che aumenta la negatività intracellulare della membrana cellulare) ed eccitatorio (caduta del sodio nella cell che determina inversione di potenziale). La cell motrice che sta nel midollo spinale e che deve andare al suo segnale è bombardata da segnali inibitori e soltanto se i segnali sensitivi della sinapsi stimolatoria sono abbondanti a sufficienza da vincere i segnali

inibitori parte la risposta. Esistono infatti delle forme di paralisi in cui volontariamente non si riesce a muovere l'arto. Ma c'è una situazione di iperreflessia, cioè un aumento di riflessi. Si parla di paralisi toniche in cui è stato interrotto il midollo spinale, si sono interrotte le vie fisiche che dalla corteccia comandano le attività motrici periferiche, ma è rimasto integro il neuromero del midollo spinale. Dunque nel neuromero l'arco riflesso continua ad essere integro e funzionante, ma non riceve dall'alto i segnali inibitori. Basta dunque anche solo uno sfioramento minimo (anche solo a causa dell'aria che sfiora i peli della superficie della nostra pelle) della superficie periferica al di sotto della lesione perché ci sia una risposta riflessa violenta. Tanto violenta da essere in una situazione tetanica costante (=contrattura costante). Infatti le terapie è di tipo miorelassante per contrastare questo tipo di situazione. Gli individui in questo caso presentano arti retratti, contratti, proprio per la perdita del controllo inibitorio.

Il neurone.. (vd ISTOLOGIA)

11 aprile 2006

Il sistema nervoso è dunque il sistema che ci permette di registrare le modificazioni esterne o interne al nostro organismo e di effettuare una risposta a tali modificazioni.

L'unità funzionale del sistema è l'arco riflesso, sistema di registrazione di una modificazione tramite recettore, trasporto dell'impulso tramite via sensitiva afferente, metabolizzazione dell'informazione a vari livelli e risposta tramite un effettore su di una via efferente sul sistema nervoso somatico (=cosciente) oppure sull'autonomo (=incosciente).

Il sistema autonomo si divide in due grandi branche: la parasimpatica e l'ortosimpatica. Entrambe queste divisioni possono portare ad una risposta che agirà non sulla muscolatura scheletrica ma sulla muscolatura liscia, cardiaca o sulle ghiandole. Ad esempio quando si mangia molto ingeriamo grandi volumi di cibo nell'apparato digerente, la distensione dell'intestino porta, grazie al riflesso gastro-intestinale, alla risposta di emissione di feci molto late. Questo è un esempio di arco riflesso con recettori sulle pareti viscerali e con vie efferenti sul sistema autonomo. Qualsiasi azione compiamo durante il giorno è un esempio di arco riflesso, più o meno complesso.

Schematizzazione molto semplificata sull'organizzazione del sistema nervoso:

NEURONI

Le unità del sistema nervoso sono i neuroni, le cellule di sostegno e i vasi. I neuroni sono cellule altamente specializzate costituite da corpo o pericarion, da una porzione dendritica e dalla parte opposta un unico prolungamento che è l'assone, con varie arborescenze terminali definite terminazioni sinaptiche. In base alla loro forma si classificano in:

- ✓ **ANASSONICI**: non hanno un chiaro assone, ma una serie di ramificazioni dette dendriti assonici. Si trovano soprattutto nel SNC
- ✓ **BIPOLARI**: hanno un polo dendritico e un polo assonico
- ✓ **UNIPOLARE O PSEUDOUNIPOLARE**: tipico neurone sensitivo, provvisto di un bravo corpo, di un tratto in continuazione tra l'assone e il dendrite, dopodichè si ha la divisione tra parte dendritica e assonica. ^{MAI} a T
- ✓ **MULTIPOLARE**: classico neurone, con unico assone e dendriti.

C'è una legge che dice che possono esistere più dendriti ma l'assone è sempre unico. E tutte le informazioni che arrivano al neurone giungono ai dendriti che le convogliano nel corpo per poi comunicare l'impulso lungo l'assone.

Un'altra classificazione morfologica dei neuroni del SNC:

- ✓ **Neuroni di Golgi del I tipo**: corpi cellulari più grandi;
- ✓ **Neuroni di Golgi del II tipo**: INTERNEURONI, più piccoli. (NEURONI INTERNUCCIALI)

LA CONDUZIONE NERVOSA

I neuroni, con le cellule muscolari, sono le uniche cellule eccitabili del nostro organismo, cioè sono capaci di rispondere ad uno stimolo elettrico o chimico depolarizzandosi.

La depolarizzazione corrisponde ad un cambiamento di potenziale attraverso la membrana plasmatica per cui quando si applica uno stimolo ad una cell che normalmente sta nel suo potenziale di riposo a -80mV , si ha o un aumento di potenziale che provoca un'inversione del segno e la seguente apertura di canali per far entrare il sodio, oppure uno stato di iperpolarizzazione se il segno rimane costante ma aumenta l'intensità per cui la cell passa da -80mV a -100mV .

Quando un neurone viene contattato dagli altri neuroni sia a livello dei dendriti e che del corpo cell o direttamente a livello dell'assone, modifica il suo potenziale. Possiamo avere contatti tra neuroni con tutte e tre le parti del neurone. Quando avviene un contatto, il neurone si depolarizza e la sua depolarizzazione ossia la sua attivazione, procede dal punto di contatto sino alla terminazione sinaptica assonica. Se a valle di questa abbiamo un altro neurone avviene il rilascio di sostanze a livello del terminale assonico che stimolano il neurone a valle provocando la propagazione dell'impulso nervoso. Se a valle abbiamo un muscolo o scheletrico o liscio o una ghiandola, l'impulso nervoso termina nella contrazione muscolare o nella secrezione ghiandolare. Quindi la conduzione nervosa trasporta l'impulso propagandolo bersaglio. I terminali possiedono al loro interno vescicole sinaptiche con neurotrasmettitori. Una volta che arriva l'impulso nervoso le vescicole si fondono con la membrana plasmatica rilasciando il loro contenuto all'esterno, nello spazio sinaptico: un angusto spazio situato tra membrana presinaptica e membrana postsinaptica della cellula a valle. I neurotrasmettitori in questo spazio svolgono il proprio compito.

Le sinapsi possono presentarsi come semplici se sono parallele alla fibra o complesse quando c'è interdigitazione tra membrane pre e postsinaptiche. Abbiamo una serie di comunicazioni tra neuroni che è la più variegata possibile, a seconda dei livelli in cui avviene. Le sinapsi sono di tipo inibitorio se depolarizzano la cellula a valle o attivatorie se, essendo positive, possono causare inversione del potenziale della cellula a valle se l'intensità della loro azione supera quella dei segnali delle inibitorie. La propagazione dell'impulso è possibile solo quando le sinapsi eccitatorie che agiscono sulla cell a valle superano di numero le sinapsi inibitorie che pure intervengono allo stesso livello. Ciò che conta è dunque la somma delle sinapsi per cui le sue cellule sono continuamente bombardate da segnali. Una volta che il neurotrasmettitore è rilasciato nello spazio e compie il suo dovere, deve essere poi allontanato o per distruzione o per riciclaggio da parte della membrana che lo aveva rilasciato.

C'è da aggiungere che nella fibra nervosa mielinizzata l'impulso di depolarizzazione invece di procedere lungo la membrana linearmente, procede "saltando" da una cellula di Schwann all'altra per la presenza di punti in cui la membrana non è protetta da guaina mielinica, i nodi di Ranvier. La velocità di conduzione dunque aumenta in questo tipo di fibre.

... la velocità ...
... e ...
... per il ...

Flusso assonico e neurotrasmettitori (Firendro)

Le vescicole sinaptiche originano dal citoplasma nel corpo cellulare, dove risiedono anche tutti gli organuli della cellula neuronale, per poi essere immesse nel prolungamento assonico dove si ha una struttura di microtubuli e microfilamenti che determinano la struttura allungata dell'assone e che promuovono il trasporto attivo delle vescicole verso le terminazioni dove vengono immagazzinate sino all'arrivo dell'impulso. Un veleno che blocchi questo flusso assonico di vescicole blocca la propagazione dell'impulso e quindi la possibilità di risposta agli stimoli.

I neurotrasmettitori sono sostanze prodotte dal corpo cellulare di un neurone che vengono trasportate dal flusso assonico sino alle sinapsi. La loro struttura è varia. Abbiamo numerosissimi neurotrasmettitori non peptidici tra cui:

- ✓ **Acetilcolina:** utilizzata a livello neuromuscolare dal muscolo scheletrico
- ✓ **Ossido nitrico**
- ✓ **Monoammine:** grande famiglia tra cui noradrenalina, adrenalina, dopamina, serotonina e anche l'istamina. Queste molecole vengono utilizzati da un particolare gruppo di neuroni.
- ✓ **Aminoacidi:** i più utilizzati sono aspartato, glutammato (acido glutammico in forma sodica), glicina e una modificazione aminoacidica che è il GABA (=acido γ -amminobutirrico). Nella situazione patologica della *cirrosi epatica*, il fegato non funziona più e non filtra il materiale assorbito durante la digestione che dunque va direttamente senza essere metabolizzato, in circolo. Tra gli aminoacidi che entrano così in circolo, quelli suddetti, utilizzati anche come neurotrasmettitori, sono molto tossici per l'encefalo. Determinano infatti degli stadi di alterazione della conduzione nervosa molto particolari che possono portare al coma epatico.

I neurotrasmettitori di tipo peptidico sono piccoli peptici con sequenze aminoacidiche ritrovate nelle parti più ancestrali del nostro sistema nervoso. Tra questi abbiamo:

- ✓ **Peptide natiiuretico**
- ✓ **Beta-endorfine:** morfina endogene
- ✓ **Enkefaline**

I neurotrasmettitori, una volta rilasciati nello spazio sinaptico, agiscono sulla membrana postsinaptica tramite recettori specifici accoppiati a canali ionici.

Ad esempio l'acetilcolina ha come recettore una struttura multimerica le cui proteine si associano a formare un canale per il sodio immerso nel doppio strato lipidico che si apre quando arriva l'acetilcolina e si lega al suo recettore. Il sodio entra nella cellula e depolarizza. L'acetilcolina è dunque un neurotrasmettitore attivatorio perché provoca depolarizzazione tramite l'ingresso del sodio.

Il GABA, neurotrasmettitore inibitorio, è invece accoppiato a canali per il cloro che iperpolarizza la membrana.

Altri recettori sono abbinati a canali per calcio, potassio, magnesio ecc.

Una volta provocata la depolarizzazione l'informazione viaggia dal dendrite all'assone (unidirezionale) fino al terminale sinaptico successivo. Se la cellula bersaglio è una cell. nervosa, si ha propagazione dell'impulso, se vi è una fibra muscolare, avremo la contrazione muscolare e se c'è una ghiandola avremo la stimolazione di una cellula ghiandolare.

Esistono delle regioni o sistemi del SNC in cui si concentrano particolari tipi di neurotrasmettitori:

- **Sistemi noradrenergici:** sistemi attivatori nella sostanza nera (sostanza colpita dal Parkinson).
- **Sistemi glutamatergici:** sistemi attivatori presenti soprattutto nelle cellule piramidali della corteccia cerebrale che controlla la motilità.
- **Sistemi gabaergici:** sistemi inibitori presente nelle cellule a canestro del cervelletto e negli interneuroni (di tipo Golgi II).
- **Sistemi colinergici:** sistemi del lobo limbico
- **Sistemi peptidergici:** essenzialmente nelle zone del SNC filogeneticamente più antiche come l'ipotalamo, che si ritrovano anche nelle specie inferiori.

Circuiti interneuronali

Il contatto tra neuroni può instaurare:

1. Un circuito divergente quando il neurone contatta più neuroni eccitandoli o inibendoli e si ha un'amplificazione del segnale.
2. Nel caso di un circuito convergente, sarà la sommatoria degli impulsi dei neuroni che convergono su un unico neurone a determinare il tipo e la modulazione della risposta.
3. In un circuito seriale ogni neurone contatta un singolo neurone a valle per cui se anche un singolo neurone è di tipo inibitorio si interrompe la trasmissione del segnale (come per le lampadine dell'albero di Natale).
4. Nel circuito parallelo un neurone contatta più circuiti per cui se i circuiti a valle sono inibitori l'inibizione di una inibizione provoca un'attivazione. (VIA INDIRETTA)
5. Infine abbiamo il circuito riverberante, molto importante, in cui un neurone intercalato ad esempio in un circuito in serie immette una parte del suo neurone tra i neuroni a monte, per cui se questo neurone è attivatorio potenzierà l'azione del neurone a monte, se è inibitorio l'inibirà. Questo tipo di circuito ha relazione con l'inibizione ricorrente in cui c'è interposto un neurone inibitorio tra due neuroni. VEDI CELLULE RANSLOW

Questi tipi di collegamenti permettono al SN di ampliare o restringere il contatto tra neuroni e modulare così la trasmissione del segnale.

Cellule di sostegno

Chiamate anche cellule gliali o della glia sono le cellule interposte tra i neuroni. Le troviamo nel SNC e nel SNP. Nel SNP abbiamo:

- Cellule di Schwann: hanno funzione di protezione e sostegno per le fibre neuronali periferiche, producono la mielina per i nervi. Al contrario degli oligodendrociti, ogni fibra nervosa è avvolta da più cellule di Schwann. Conferiscono alle fibre periferiche la possibilità di rigenerarsi, cosa impossibile per le cellule nervose del SNC. In caso di lesione nervosa il primo effetto è la degenerazione delle cellule di Schwann della fibra nervosa a valle della lesione, lontano dal corpo. Dopo che si è risolto questo tipo di degenerazione a valle il sistema di fibre si riorganizza senza problemi.
- Cellule satellite: situate nei gangli. Sono le cellule di sostegno, l'impalcatura del ganglio che racchiude il corpo cellulare. (VEDI NEURON PSEUDOUNIPOLARE)
 - I gangli sono strutture associate al nervo periferico, costituiscono i corpi cellulari dei neuroni insieme alle cellule satelliti di sostegno. I gangli somatici o sensitivi comprendono i corpi cellulari dei neuroni sensitivi che vanno alla periferia e che appartengono al sistema afferente e sono situati lungo il midollo spinale nel canale vertebrale. Altro tipo di gangli sono i viscerali, situati nella cavità gastroviscerale. Essi contengono i corpi cellulari dei motoneuroni viscerali appartenenti al sistema efferente. (VEDI SIST. VEGETATIVO)

Nel SNC abbiamo diversi tipi di cell che formano l'impalcatura del sistema:

- Cellule di oligodendrociti: formano la mielina del SNC, una sostanza ad alto contenuto lipidico di membrana, isolante protettivo per i neuroni che, essendo eccitabili, senza protezione risponderebbero a moltissimi segnali circostanti così come un filo elettrico disperderebbe la corrente senza portarla a destinazione se fosse privo di copertura isolante. Ogni oligodendrocito può andare a rivestire più neuroni. Al contrario delle cellule di Schwann gli oligodendrociti non promuovono la rigenerazione della fibra nervosa in caso di lesione.
- Cellule della microglia: parte di tessuto interposte tra i vari tipi cellulari, caratterizzata da piccole cellule con funzione macrofagica per fattori patogeni inopportuni o residui cellulari.
- Cellule ependimali: estremamente specializzate, rivestono le cavità interne del SNC, formano barriere semipermeabili selettive. Ricche di espansioni citoplasmatiche, le ciglia.
- Astrociti: formano la barriera ematoencefalica perché interposti tra vasi e neuroni, tale barriera impedisce qualsiasi scambio tra circolo sanguigno e sistema nervoso. Questo è un male se è necessario introdurre farmaci, come nel caso del parkinsonismo, non è possibile far arrivare noradrenalina alla sostanza nera per reintegrarne le concentrazioni tramite il circolo sanguigno. E' necessario un precursore, l'adesopa, poi convertito in dopamina, per superare la barriera. Gli atrociiti

inoltre controllano la concentrazione ionica dello spazio intercellulare regolandone l'eccitabilità, regolano i nutrienti e partecipano al riciclo dei neurotrasmettitori durante la trasmissione sinaptica.

Fino ad oggi si pensava che le cellule nervose fossero insostituibili. Si è dimostrata però l'esistenza di immagazzinamenti di cell staminali nervose nelle regioni sotto ependimali soprattutto alla base dell'encefalo, all'interno dei ventricoli cerebrali.

Fibre nervose del SNP

Alcune fibre nervose, oltre la protezione mielinica delle cell di Schwann, sono protette lungo l'assone da una lamina connettivale definita endonervio. Le fibre rivestite da endonervio sono raccolte anche da un perinervio, sempre connettivale. Una serie di fibre con perinervio sono raccolte insieme a formare un ulteriore strato detto epinervio, che costituisce il nervo vero e proprio. Queste tre strutture connettivali servono anche ad accompagnare i vasi sanguigni all'interno del nervo che è dunque una struttura vascolarizzata.

Le fibre nervose periferiche, grazie a questi rivestimento sono classificate in fibre MIELINICHE se rivestite da cell di Schwann o fibre AMIELINICHE se la cell di Schwann le avvolge un'unica volta nel loro insieme, similmente a quanto accade nelle cellule del SNC. Le fibre mieliniche consentono una rapidità di conduzione dell'impulso molto maggiore rispetto alle amieliniche, anche se ciò dipende anche dalla dimensione della sezione dell'assone che avvolgono (più è grande più condurranno velocemente rispetto alle amieliniche). → CONDUZIONE DIPENDE ANCHE DAL CALIBRO DEL NERVO.

In base alla velocità di conduzione classifichiamo FIBRE A, B e C. Le C sono le amieliniche, più lente, che trasmettono a 4 m/s. Queste fibre, a seconda del calibro dell'assone e del grado di mielinizzazione sono più o meno veloci (per la presenza dei nodi di Ranvier).

- FIBRE C: fibre amieliniche delle vie postgangliari che arrivano alla muscolatura liscia dei visceri.
- FIBRE B: si trovano nelle vie pregangliari dei visceri, vie autonome. Conduzione medio bassa. Controllano i movimenti viscerali.
- FIBRE A: si trovano nel sistema efferente, parte di destra dell'arco riflesso, dirette sostanzialmente verso i muscoli. Si dividono ancora in:
 - Alfa: fibre nervose che contattano direttamente il muscolo a livello delle sinapsi, sono perciò molto veloci come veloce deve essere la risposta. Si trovano quindi in vie sensitive del sistema afferente.
 - Beta: si trovano in determinate vie efferenti del fusineuromuscolare.
 - Gamma: in fusi neuromuscolari come le Abeta.

Caratteristiche dei RECETTORI (parte sinistra dell'arco riflesso)

I recettori sono strutture di periferia di superficie interna o esterna che recepiscono lo stimolo. Possono essere classificati in base al modo specifico e specializzato di percepire lo stimolo:

- Meccanocettori: reagiscono alla pressione. (BARORECETTORI)
- Chemiocettori:
- Fotocettori: reagiscono agli stimoli visivi. Ad esempio nella retina. (CONI e BASTONCELLI)
- Osmocettori:

Abbiamo anche recettori plurimodali che rispondono a più modalità di stimolo come i recettori termici e dolorifici.

Un'altra classificazione per i recettori è di tipo topografico: ESTEROCETTORI, PROPRIOCETTORI ed INTEROCETTORI (vedi sopra)

* **ESTEROCETTORI** → deputati alla percezione esterna come T°, tatto, pressione, dolore

* **INTEROCETTORI** → morfologicamente simili agli "esterocettori", ma posti in visceri e vari. Determinano la "sensib. viscerale"

* **PROPRIOCETTORI** → rilevano la posizione delle varie parti dell'organismo le altre e la propria posizione nello spazio, controllano "R"

13 aprile 2006

Elementi dell'arco riflesso

• ...Meccanocettori:

- **Cellule di Merkel.** Queste cellule presentano aculei superficiali nella giunzione tra tessuto connettivale del derma e tessuto epiteliale dell'epidermide. La fibra nervosa, accompagnata dalle cellule di Schwann, in questo caso è in contatto diretto con queste cellule. Tipo di recettore ad adattamento lento, cioè consiste di strutture che non si adattano facilmente nel senso che continuano a segnalare lo stimolo pur dopo un po' di tempo che esso è stato applicato. Ci rendono consci continuamente del tatto che subiamo.

LIBERE LUNGO
LUNGO CHE FORMANO
UNO I RECEPTORI
= STIRAMENTO



- **Corpo o struttura di Ruffini.** Si trova nel derma. Consiste in una fibra nervosa che contatta fibre longitudinali connettivali circondate da cellule epiteliali. Tipo di recettore ad adattamento lento. HANNO CAPSULA. ~~PROTEA~~ ~~GLUCOROTELA~~
- **Corpuscolo di Pacini:** struttura molto grande che si trova nell'ipoderma, lo strato più profondo. Consiste di un terminale di fibra nervosa circondata da file concentriche di connettivo e di cellule affusate. Esternamente è rivestito da una spessa capsula connettivale. E' un tipo di recettore ad adattamento rapido nel senso che una volta applicata la pressione si desensibilizza presto.

- **Corpuscoli di Meissner:** situati nel punto di transizione tra derma ed epidermide, tipo di recettore ad adattamento rapido. Sono terminali nervosi rivestiti da capsula connettivale.
- **Terminazioni libere:** parte terminale della fibra nervosa (non è corretto utilizzare il termine "assone" perché, secondo il concetto dell'unidirezionalità della conduzione nervosa, nelle fibre sensitive che raccolgono lo stimolo la parte che contatta il recettore dovrebbe essere il dendrite che poi arriva al corpo e poi all'assone; tuttavia non è facile distinguere le caratteristiche strutturali di dendrite e assone in queste regioni per cui è più corretto parlare di parte terminale della fibra nervosa). In questo caso non prende contatto con fibre collagene o cellule specializzate, è semplicemente circondata dal tessuto in cui si trova. In questo caso si trova nella porzione più distale del derma. Queste fibre si occupano di dolore e temperatura.

Questi recettori si distribuiscono in modo eterogeneo sulle regioni del corpo:

In cute spessa e priva di peli come il palmò della mano o la pianta del piede abbiamo soprattutto corpuscoli di Pacini, Ruffini e terminazioni libere. Si ha concentrazione maggiore di recettori ad adattamento lento, infatti basta pensare a quando abbiamo un oggetto sul palmò della mano, ne abbiamo la percezione continua.

Nella cute più sottile e associati ai peli troviamo: terminazioni libere, corpuscoli di Ruffini e di Meissner. I recettori associati ai peli sono maggiormente ad adattamento rapido, infatti quando ad esempio indossiamo un vestito, ci abituiamo presto ad averlo addosso, ce ne dimentichiamo.

Tutti questi recettori si associano alle fibre muscolari Aalfa. Solo le terminazioni libere in genere si trovano su fibre Delta o fibre C, più lente.

Tutti questi recettori hanno sensibilità ESTEROCETTIVA, che sia essa tattile, termica o dolorifica.

- ### Recettori per la sensibilità PROPRIOCETTIVA (da articolazioni, muscoli e tendini):
- **Organi muscolotendinei di Golgi:** molto simili ai corpuscoli di Meissner. Si trovano nelle giunzioni muscolo-tendinee, riportano lo stato di tensione di un muscolo, cioè quanto esso è contratto e di conseguenza quanta trazione esercita sul tendine. Questi organi permettono insieme ai fusi, la detenzione del muscolo e quindi il movimento "fluidò", non a scatti, del nostro corpo.
 - **Fusi neuromuscolari:** fibre muscolari scheletriche modificate. Contengono elementi contrattili (actina e miosina), sono disposte a bande come le fibre striate del muscolo scheletrico, ma la differenza sta nel fatto che possiedono una regione equatoriale ricca di nuclei e povera di elementi contrattili. Le fibre muscolari scheletriche così come i fusi, sono dei sincizi (=più cellule si fondono

mettendo in comune il citoplasma mentre i nuclei mantengono l'individualità), questo è il concetto base che rende possibile la contrazione simultanea del fascio muscolare scheletrico (nella muscolatura liscia invece, dove ogni fibra è composta da un'unica cellula, è necessario il contatto tra cellule per diffondere lo stimolo alla contrazione). Nei fusi i nuclei si dispongono nella regione equatoriale in cosiddette fibre a sacco, oppure in fibre a catena se i nuclei si dispongono in fila indiana lungo tutto il fuso che risulta perciò più allungato; a salsicciotto. Queste due strutture si possono anche trovare insieme in un fuso neuromuscolare molto grande. Ciascun fuso può essere composto da 6 a 14 fibre e ciascun recettore contiene al suo interno un numero misto variabile delle due tipologie di fibra, a sacco o a catena. Le fibre del fuso sono situate nel muscolo scheletrico, disposte in parallelo alle altre, per cui subiscono le stesse modificazioni del muscolo, recepiscono lo stato di contrazione e lo trasmettono al SNC. Ai fusi giungono due tipi di fibre nervose:

- Motoneurone gamma: (motoneurone=neurone effettore) definito gamma per differenziarlo dai motoneuroni alfa che innervano i muscoli scheletrici e sono più veloci. Termina in corrispondenza dei poli del fuso neuromuscolare, sia che esso sia a catena o a sacco. In questa regione terminano anche motoneuroni Z.
- Spirali: fibre sensitive cosiddette perché girano intorno alla regione equatoriale nel caso della fibra a sacco e più in lunghezza nella fibra a catena. Terminano dunque in regioni centrali del fuso rispetto ai motoneuroni.

Le fibre sensitive spirali sono stimulate quando il fuso nel muscolo subisce modificazioni. Se si ha modificazione eccessiva del muscolo scheletrico, le fibre portano tale informazione al SNC innescando un arco riflesso che induce una risposta inibitoria tramite i motoneuroni alfa diretti ai muscoli corrispondenti per bloccare la contrazione eccessiva. Contemporaneamente per terminare la stimolazione del fuso neuromuscolare sono necessarie le fibre del motoneurone gamma che comandano lo stato di contrazione del fuso.

PLACCA MOTTRICE (vd anche istologia)

Gli effettori sono i muscoli o le ghiandole. Un neurone può rapportarsi ad un effettore (=struttura su cui termina il segnale) tramite una struttura detta placca motrice.

I motoneuroni alfa arrivano con le loro terminazioni (ad un motoneurone possono corrispondere più fibre muscolari per avere contrazione istantanea tra di esse) rivestite cellule di Schwann sulla fibra muscolare, instaurando con essa un rapporto di tipo quasi sinaptico. Infatti vi è un sottile spazio sinaptico della placca motrice in cui viene rilasciato il neurotrasmettitore che è l'acetilcolina per le fibre motrici alfa. L'acetilcolina colpisce il recettore che è un canale per il sodio che si apre, facendo entrare sodio e depolarizzando la cellula a valle. La depolarizzazione della cellula muscolare, cellula eccitabile, corrisponde al cambiamento del suo potenziale che equivale a far aprire i canali del calcio. I canali del calcio, altre proteine di membrana (sia membrana plasmatica che nel RE), fanno entrare il calcio nella cellula dall'esterno oppure viene rilasciato dal RE nel citoplasma. Il calcio nel giro di pochi millisecondi, va ad attivare il sistema actina-miosina che provoca la contrazione muscolare.

Esiste un meccanismo per interrompere questo sistema; sulla membrana muscolare "post-sinaptica" della placca motrice, è presente un enzima, l'acetilcolina esterasi, che degrada l'acetilcolina interrompendo il circuito, altrimenti i nostri muscoli scheletrici sarebbero in contrazione continua.

Contatto del nervo con MUSCOLATURA LISCIA

Priva di placca motrice. L'assone decorre insieme alle fibre andando a contatto con le sue terminazioni con la membrana plasmatica delle fibre in modo diretto, senza stabilire giunzioni neuromuscolari. Lo spazio sinaptico non è caratteristico come nelle scheletriche. La cellula muscolare liscia tiene contatto con le sue simili tramite un comparto di tipo *gap junction* tra le membrane plasmatiche. La velocità di trasmissione dell'impulso tra le fibre muscolari lisce è molto minore rispetto al muscolo scheletrico, che risponde all'unisono e immediatamente allo stimolo. Anche le cellule muscolari cardiache non sono dei sincizi, sono simili alla muscolatura liscia perché possiedono giunzioni gap tra le cellule, ma differiscono da queste per la struttura contrattile molto più sviluppata. L'assone che innerva la muscolatura liscia non è completamente rivestito da cellule di Schwann, più spesso si ha una cellula di rivestimento per più assoni. Le fibre che innervano la muscolatura liscia sono considerate, dunque *fibre amieliniche*. Infatti anche il calibro delle

bre neuronali molto minore rispetto a quello dei motoneuroni alfa fa sì che l'impulso alla contrazione viaggi molto più lentamente nella muscolatura liscia che nella scheletrica.

Contatto del nervo sulle GHIANDOLE (?)

Poniamo come esempio le ghiandole che secernono sudore in caso di paura. La paura è determinata dai neuroni viscerali, ortosimpatici o parasimpatici, che arrivano alle ghiandole provocando la secrezione di un liquido. In un altro esempio, in stati di tensione la secchezza della bocca è provocata dall'adrenalina che impedisce la secrezione di saliva. In questi casi l'effettore è una cellula epiteliale che non è una cellula eccitabile ma che risponde producendo o inibendo la produzione di secreto. I neuroni viscerali controllano il tipo, la quantità ed anche la velocità di secrezione dal momento che controllano la muscolatura liscia delle ghiandole. Quando si ha fame aumenta la secrezione di saliva perché la muscolatura dei condotti salivari è maggiormente stimolata.

Dopo aver visto i vari elementi che intervengono in un arco riflesso consideriamone un esempio:

Riflesso brachiale:

applicando una pressione, ad esempio con un martelletto, sul tendine del bicipite, si stimola il bicipite come se lo si stesse distendendo. Il muscolo riceve la sensazione di essere stirato grazie ai fusi neuromuscolari e agli organi muscolotendinei, poi per riflesso, tende a tornare alla posizione corretta. Tale riflesso di tipo propriocettivo è dunque determinato proprio da questi organi muscolotendinei e dai fusi neuromuscolari.

Lo stimolo parte dai recettori, prende la via del neurone sensitivo alfa che sosta nel corpo del ganglio spinale. Qui la fibra contrae rapporti con cellule del midollo spinale per poi far ripartire la risposta con il motoneurone alfa che si trova in posizione anteriore al midollo, da dove fuoriesce per incontrare il neurone sensitivo e formare con esso il nervo.

Il motoneurone segue il decorso nervoso per arrivare al muscolo e comandargli di contrarsi. Si chiude così l'arco riflesso. Oltre al motoneurone alfa c'è anche il motoneurone gamma che va a riaccomodare il fuso neuromuscolare che era stato stimolato.

DIFFERENZA tra "motoneurone γ " e "motoneurone α ".

* SOLCHI →

* CORDOENCEFALO → TRONCO ENCEFALICO ALL' STATO EMBRIONALE 27 aprile 2006

Descrizione del Sistema Nervoso Centrale

Nell'immagine di una sezione sagittale osserviamo gli elementi del SNC. Il tronco encefalico sale verso l'alto adagiato sul clivo dell'osso occipitale. Dorsalmente al tronco vediamo il cervelletto, superiormente a quest'ultimo e al tronco stesso vediamo gli emisferi cerebrali. Il tronco è una zona di raccordo tra MS e SNC che conserva in parte caratteristiche funzionali e morfologiche del MS. Questa porzione è perciò anche detta cordoencefalo, mantiene una certa segmentarietà ed ha radici di nervi che entrano ed escono come nel MS.

Il SNC è dunque una componente del sistema nervoso organizzata in due lobi detti emisferi cerebrali, in sostanza grigia cioè pirenofori e corpi cellulari, sostanza bianca cioè prolungamenti dei pirenofori con loro rivestimento mielinico, emisferi cerebrali ed emisferi cerebellari con sostanza grigia sempre superficiale (conferendo il caratteristico aspetto grigiastro) e sostanza bianca sempre profonda.

Il contrario avviene in tronco encefalico e MS in cui le componenti grigie sono in profondità e la sostanza bianca la riveste.

L'emisfero cerebrale si può suddividere in lobo frontale, parietale, ancora più indietro l'occipitale più piccolo e al di sotto del parietale il temporale. Esistono anche altre regioni definibili come lobi. I lobi che abbiamo nominato sono attraversati da solchi e giri. I giri sono parte di corteccia cerebrale e cerebellare che ricodonda formando solchi. Questo per consentire l'aumento della superficie cerebrale che accoglie più neuroni in accordo allo sviluppo evolutivo del sistema nervoso umano. Il numero di neuroni è infatti connesso alla varietà di funzioni che il SNC è capace di attuare.

✓ IL SOLCO CENTRALE viaggia sulla parete laterale degli emisferi portandosi anche sulla superficie mediale.

Importanza morfologica: Distingue il lobo frontale dal parietale.

Importanza funzionale: Separa aree con diversa funzione della corteccia cerebrale (che infatti è caratterizzata dalla regionalità funzionale per cui specifiche funzioni sono associate a specifiche localizzazioni, vale a dire che il punto d'arrivo del segnale è fondamentale per la sua corretta interpretazione). Anteriormente al solco centrale arrivano segnali motori, posteriormente segnali sensitivi.

✓ IL SOLCO LATERALE separa il lobo temporale dal lobo frontale e anche dal parietale in alto. E' un solco estremamente profondo, talmente tanto che la parte anteriore del lobo temporale è realmente tagliata dal solco che determina la formazione di questa "gemma" encefalica che si siede nella fossa cranica media.

✓ IL SOLCO OCCIPITO-PARIETALE separa il lobo parietale dall'occipitale e l'occipitale dal temporale anteriormente. E' un solco più piccolo e meno distinto.

✓ Gli altri solchi secondari insieme a questi tre consentono l'identificazione di regioni funzionali dette aree di Broadmann, dal nome dello studioso che nei primi anni del 1900 le tracciò lavorando su gatti, scimmie e trasferendo poi i dati sull'uomo. Ognuna di queste aree ha una funzione prevalente che li è rappresentata.

Esistono solchi anche sul cervelletto: esiste un solco laterale, un solco principale e diversi solchi trasversali.

Il tronco encefalico (TE) è divisibile in un bulbo, un ponte e un mesencefalo. Dorsalmente al tronco, di cui vediamo le superfici mediali in sezione sagittale, vediamo il diencefalo. Il ponte presenta una serie di fasci bianchi che costituiscono i peduncoli cerebellari che fissano il cervelletto al TE. Il cervelletto presenta meno macroscopicamente anche dei prolungamenti con il mesencefalo e con il bulbo, i peduncoli cerebellari inferiori medi e superiori. Prolungamenti connettono anche la corteccia encefalica al TE scendendo giù anche verso il MS, vi sono anche filamenti che salgono. Il cervelletto è alloggiato nella fossa cranica posteriore, l'encefalo nella fossa cranica anteriore e media.

Il diencefalo è un'altra porzione di raccordo ma anche con grossi elementi di attività autonoma, tra TE ed emisferi telencefalici sovrastanti. Il diencefalo deriva da una delle vescicole encefaliche.

Il corpo calloso è una struttura di sostanza bianca costituito dunque da fibre assoniche o dendritiche mielinizzate che collega i due emisferi cerebrali.

Dalla superficie inferiore del TE sono visibili: bulbo, ponte, una piccolissima porzione del mesencefalo da cui dipartono due fasci di sostanza bianca, i peduncoli cerebrali, discendenti, di cui si vede la superficie inferiore. Si vede poi il cervelletto, i lobi temporali in fossa cranica media, due formazioni dette corpi mammillari, il nervo ottico e altre fibre provenienti dal bulbo ottico che si incrociano nel chiasma ottico, il

di collegamento tra ipofisi (adagiata sulla sella turcica) e ipotalamo. Vediamo anche le superfici inferiori dei lobi frontali su cui sono adagiati i due nervi olfattivi che terminano con due espansioni che sono i bulbi olfattivi posti sulla lamina cribrosa dell'etmoide.

I NERVI CRANICI

Sono strutture filamentose di spessore variabile che fuoriescono da vari punti del TE. Sono suddivisi in dodici paia di cui il primo, il nervo olfattivo, ha un comportamento diverso dagli altri nervi sensitivi. Esso infatti non compie tutte le tappe caratteristiche che gli altri nervi cranici compiono, arriva direttamente alla corteccia encefalica nella zona detta rinencefalo. Questo ha un motivo evolutivo interessante. Il rinencefalo ha una serie di funzionalità sviluppatissime legate anche alla memoria. I nervi in uscita sono i motori, in entrata i sensitivi.

I paio OLFATTIVO con comportamento anomalo;

II paio OTTICO nervo sensitivo la cui emergenza si trova in corrispondenza del diencefalo;

III paio OCULOMOTORE controllano i muscoli scheletrici (=volontari) dei bulbi oculari;

IV paio TROCLEARI stimola un altro muscolo del bulbo oculare;

V paio TRIGEMINO prevalente ma non esclusivamente sensitivo per la faccia, la fronte e la mascella;

VI paio ABDUCENTE controlla il movimento degli occhi verso l'esterno;

VII paio FACIALE nervo prevalentemente motore della muscolatura mimica;

VIII paio STATOACUSTICO nervo sensitivo che riceve i segnali dalla chiocciola dell'orecchio e dai canali semicircolari dell'equilibrio;

IX paio GLOSSOFARINGEO nervo sensitivo dell'area della bocca e della faringe;

X paio VAGO nervo viscerale, parasimpatico;

XI paio ACCESSORIO innerva muscoli scheletrici di collo;

XII paio IPOGLOSSO innerva muscoli scheletrici della lingua, importante per masticazione, deglutizione e fonazione.

Ventricoli cerebrali

Esistono superfici profonde che determinano cavità all'interno del sistema nervoso e che sono in parte visibili in sezione. Queste cavità sono comunicanti e al loro interno si produce il liquido cefalo-rachidiano che le riempie e le percorre per sfociare poi all'esterno di esse. Una di queste superfici è il setto pellucido, lamella bianca; separa le cavità laterali, chiamate ventricoli laterali, presenti sotto il corpo calloso. Un foro profondo detto foro interventricolare connette i due ventricoli laterali al ventricolo mediano. Il ventricolo mediale ha una parete superiore, anteriore, inferiore, posteriore ed è attraversato da sopra a sotto da una lamella di tessuto che forma al suo interno centralmente un "isolotto" detto connessura intertalamica (il talamo è una porzione del diencefalo). Questo terzo ventricolo si continua con un piccolo canale detto acquedotto di Silvio (detto acquedotto perché lo scorre liquido formato a monte) nel quarto ventricolo che presenta dei fori che mettono in comunicazione le sue cavità con gli spazi che stanno tra encefalo e volta cranica.

↳ FORO DI LUSKAS
FORO DI MAGENDIE

FORO
DEL
MONRO

II MIDOLLO SPINALE

Osserviamo la superficie anteriore o ventrale che guarda verso i corpi vertebrali e verso il clivo dell'occipitale, e la superficie dorsale. Presenta delle zone dilatate: una espansione cervicale e una sacrale. Come già detto l'estremità del MS si ferma tra prima e seconda vertebra lombare giacchè i corpi vertebrali si accrescono molto più in altezza di quanto non si accresca il MS in lunghezza durante la crescita; nel neonato il MS arriva ai livelli sacrali, poi la colonna si accresce, per cui la porzione di midollo anchè se viene comunque detta sacrale in realtà nell'adulto si arresta a livello lombare. Dal midollo sacrale i nervi che fuoriescono continuano a scendere lungo le vertebre per cui i rapporti si mantengono. Le radici dei nervi hanno dunque un andamento dapprima orizzontale per raggiungere il canale intervertebrale e via via sempre più obliquo sino a raggiungere la conformazione di cauda equina per gli ultimi segmenti sacrococcigei. Nel complesso il MS ha conformazione cilindrica e termina in modo filiforme con il filum terminale.

Il MS ha dei caratteristici solchi o fessure di superficie.

Anteriormente ha una fessura che è un approfondimento della superficie, posteriormente ha un sottile solco con un semplice setto di connettivo che separa il midollo.

Presenta poi solchi laterali anteriori (destro e sinistro) e laterali posteriori (destro e sinistro) dai cui emergono le radici nervose. Dai solchi laterali anteriori emergono radici motorie dirette alla periferia, dai laterali posteriori le radici sensitive che arrivano con i segnali.

Abbiamo otto origini nervose a livello cervicale, una in più rispetto alle vertebre perché il primo origina tra l'occipitale e la C1. Ne abbiamo poi 12 toraciche, 5 lombari, 5 sacrali e infine un paio coccigee. Ciascuna di queste coppie di radici di nervi spinali corrisponde ad un segmento di MS, il neuromero.

MENINGI

Il MS è circondato da una serie di lamine che nel loro insieme son dette meningi. Le meningi sono foglietti connettivali e cellulari alti che rivestono il MS e anche le strutture nervose encefaliche dell'endocranio.

- ✓ Dura madre / Il foglietto più esterno a contatto con le pareti interne del canale vertebrale. Costituito di connettivo fibroso molto resistente. Accompagna per un lungo tratto le emergenze nervose dal MS o al MS fino al distretto dove le fibre si uniscono e formano il nervo, prossimalmente a livello del canale intervertebrale. Non aderisce strettamente alla parete ossea del canale vertebrale, sono interposti una serie di legamenti e uno strato di tessuto adiposo molto vascolarizzato. Questa separazione è molto importante per ammortizzare gli innumerevoli movimenti della colonna. Invece nell'endocranio il perostio aderisce strettamente alla dura madre, la struttura è quindi rigida.
- ✓ Aracnoide / Al di sotto della dura madre, addossato ad essa. Costituito da una struttura reticolo epiteliale con matrice extracellulare piuttosto lassa e da cellule che costituiscono un foglietto a contatto con la dura madre e tutta una trabecolatura di epitelio che si spinge verso una superficie andando a costituire uno spazio SUBaracnoideo rivestito da pia madre.
- ✓ Pia madre / foglietto di cellule monostratificate che circonda direttamente il MS e le strutture nervose endocraniche accompagnando le pareti interne di tutte le fessure. Riveste anche le emergenze nervose dal MS.

LEGAMENTI
DENDROCOLATI

Struttura interna del MS

Si definisce neuromero il tratto di MS il tratto dove terminano i prolungamenti di una radice posteriore e della corrispondente radice anteriore. Le radici, dopo un breve percorso, si riuniscono in una zona prossimale al canale intervertebrale per costituire il vero e proprio nervo spinale. Le radici nel canale vertebrale dunque sono nettamente distinte tra loro prima di fondersi nel nervo. La radice posteriore è rappresentata da tutti i prolungamenti cellulari delle cellule che portano i segnali da recettori periferici a midollo, cioè i segnali

sensitivi. La radice anteriore invece contiene i prolungamenti dei motoneuroni che dal MS porta il segnale ai muscoli scheletrici.

In una sezione a fresco non colorata del MS, ci appare una zona grigia centrale a forma di farfalla o di H e una zona bianca che la circonda completamente. Distinguiamo dunque la sostanza grigia centrale, che ci appare così per la presenza di nuclei, cromatina, mitocondri, citocromi contenenti ferro, tutto a livello dei pirenofori delle cellule nervose, e la sostanza bianca che così ci appare per la grande abbondanza di componente fosfolipidica e steroidea nelle membrane plasmatiche delle cellule delle guaine mieliniche dei prolungamenti nervosi che la compongono. Al centro della sostanza grigia c'è un forellino, il canale centrale, continuo con il liquido cefalorachidiano che scorre sin qui dopo essersi formato nelle cavità ventricolari (in gran parte invece si distribuisce negli spazi subaracnoidei mediante aperture). Le varie parti prendono dunque il nome di corna grigie posteriori, corna grigie anteriori, commisura grigia attorno al canale centrale e, in alcuni distretti del MS compare anche un ammasso grigio laterale tra le basi delle corna anteriori e posteriori detto cono grigio laterale. La radice anteriore è prossima alle corna grigie anteriori e difatti i pirenofori che stanno qui mandano i loro prolungamenti all'interno di questa radice, e lo stesso vale per la radice posteriore nei confronti delle corna grigie posteriori.

Osserviamo ora sezioni di MS fatte a diversi livelli, colorate con acido osmico che rende nera la sostanza bianca e chiara la componente grigia. Vediamo come i rapporti tra sostanza bianca e sostanza grigia cambiano notevolmente.

A livello alto cervicale, C1, C2 e C3 è abbondante la componente bianca che distinguiamo a livello in colonne posteriori, laterali e anteriori delimitate dalle corna posteriori, laterali e anteriori. A livello delle cervicali inferiori da C4 a C8 vediamo come la sostanza grigia sia notevolmente aumentata mentre la sostanza bianca rimane abbondante e invariata.

A livello toracico la sostanza bianca abbonda mentre la sostanza grigia si riduce moltissimo. A livello lombare e sacrale la sostanza grigia è abundantissima ed è ridottissima la componente bianca.

La variazione di abbondanza di sostanza grigia è ciò che giustifica la presenza dei rigonfiamenti cervicali e lombosacrali del MS. Mentre la sostanza bianca va gradualmente aumentando dalle estremità sacrali alle cervicali. La sostanza grigia, essendo costituita da coppie di cellule motrici che mandano i segnali verso l'esterno e da coppie di cellule motrici che li ricevono dall'esterno. Le zone in cui c'è abbondante sostanza grigia innervano gli arti superiori e inferiori, che corrispondono ad una massa enorme di tessuti provvisti di recettori sensitivi. A livello toracico invece la sostanza grigia si prende cura soltanto delle arcate costali, dei muscoli intercostali e di pochi muscoli ausiliari della respirazione.

Nella sostanza bianca invece viaggiano tutti i fasci di segnali sensitivi ascendenti dal midollo verso i centri superiori, perciò a mano a mano che noi saliamo lungo i neuromeri si aggiungono, assommandosi, fasci che trasportano i segnali che provengono dalle varie parti del corpo dal basso verso l'alto e lo stesso vale per le vie discendenti da encefalo a periferia. Perciò la zona più abbondante si trova a livello cervicale dove si sommano i fasci sensitivi e motori diretti a sacro, torace ecc. mentre a livello lombosacrale si hanno solo i fasci diretti agli arti inferiori. Quindi i fasci sensitivi si arricchiscono da sacro a encefalo, i fasci motori, andando dai livelli cervicali ai sacrali, si sono impoveriti.

Gli arti superiori, anche se di dimensioni inferiori a quelle degli arti inferiori, sono costituiti da una massa notevolissima di cellule, basti pensare che quella zona di midollo si prende carico dell'innervazione delle dita della mano. Ciò implica un dettaglio d'innervazione enorme e l'impegno di un numero elevatissimo di neuroni. Quando abbiamo visto la placca motrice abbiamo considerato come il motoneurone che termina direttamente sulla muscolatura scheletrica, a seconda della finezza con cui deve essere controllata la forza di contrazione e il dettaglio di movimento di una certa area corporea, succede che sono più piccole le fibre muscolari scheletriche e aumenta il numero di placche motrici, cioè di unità cellulari motorie coinvolte. Questo perché per ottenere un movimento estremamente delicato e mirato, devo impegnare i muscoli flessori, estensori o altri in modo molto graduato e dettagliato. Per fare questo c'è bisogno di un controllo tale da poter agire da 10 unità che si contraggono fino a 1000, secondo un gradiente. In un muscolo gluteo, come il quadricipite, lì le unità motorie, che sono quante fibrocellule vengono innervate da un singolo neurone, il quale ha l'assone che sfiora terminando sulle cellule contrattili. Questi grossi muscoli che hanno un controllo molto più grossolano, sono controllate da un minor numero di cellule nervose che terminano su

una unità motoria molto più estesa. Quindi tanto più fine è il controllo di una regione corporea, tanto più piccola è l'unità motoria che viene utilizzata, che corrisponde al numero di fibroculture controllate da un singolo motoneurone. Essendo l'arto superiore coinvolto in molti movimenti fini, sono aumentatissime le unità cellulari nervose coinvolte nel controllo di unità motrici molto piccole. Lo stesso vale per la sfera sensitiva: tanto più fitti sono i recettori periferici, tanto è più alta è la capacità risolutiva del segnale in quel distretto. Per risoluzione si intende la distanza minima per percepire due punti come distinti e separati. Mettendo due punte di matita su una natica, si sente un solo segnale anche se le punte stanno ad un centimetro di distanza, perché i recettori sono molto scarsi, ma due punte di matita su un polpastrello, già alcuni millimetri prima di poggiare le punte sulla pelle, si percepiscono due segnali distinti, perché i recettori sono distribuiti in modo molto più denso. Questo è il potere anatomico di risoluzione del segnale. Quindi anche le cellule in arrivo dagli arti superiori sono moltissime perché il potere di risoluzione dei segnali nelle mani sono molto maggiori che in tutti gli altri distretti corporei, quindi un sacco di cellule sono coinvolte.

SOSTANZA GRIGIA del MS

VEDI NEGLIO SU APPUNTI
 • GOLGI I° TIPO CELL. FUNIC.
 • GOLGI II° TIPO CELL. RADIC.

Dappertutto abbiamo pirenofori e prolungamenti. Alle corna grigie posteriori arrivano essenzialmente le afferenze, cioè i segnali sensitivi. Questi neuroni sono del tipo pseudounipolare che è il tipo di neurone con un lungo prolungamento che sfocchia in due, uno va alla periferia a collegarsi col recettore, l'altro al centro nel MS, a livello delle corna grigie posteriori. Qui il neurone pseudounipolare che porta il segnale sensitivo, ha il corpo al di fuori del MS, lungo la radice posteriore, in un punto ingrossato che è detto ganglio spinale. Questo prolungamento entra nel MS, arriva alle corna grigie posteriori e qui va a fare sinapsi con vari tipi cellulari. Può anche continuare il suo percorso senza prendere rapporti con la sostanza grigia e direttamente salirsene verso i centri superiori dell'encefalo, ma è una situazione peculiare che considereremo poi, di norma termina nelle corna grigie posteriori. Qui ha due alternative. In base alla classificazione di Golgi, abbiamo cellule del Golgi del primo tipo e del secondo tipo. Le Golgi del primo tipo sono cellule che hanno il pirenoforo nella sostanza grigia e il prolungamento che esce per attraversare la sostanza bianca intorno oppure che se ne va del tutto dal MS per rientrare dalle radici anteriori. Abbiamo le Golgi funicolari e le Golgi radicolari. Le Golgi funicolari sono cellule che ricevono il segnale sensitivo dal neurone pseudounipolare, il prolungamento esce dalla sostanza grigia e sale verso il MS formando un fascio di sostanza bianca. L'altro tipo di Golgi radicolare, motoneurone che ha il prolungamento che viene spedito verso la radice anteriore e che si rifonderà sui muscoli alla periferia. Quando entra quindi un segnale sensitivo, una possibilità è quella di stimolare una cellula del Golgi di primo tipo funicolare in modo che il segnale arrivi ai centri superiori, ma un altro modo è quello di stimolare delle Golgi del secondo tipo, cellule che prendono il nome di neuroni internucleari e collegano, anche se questo non è un requisito essenziale, un segnale sensitivo di ingresso con il motoneurone che sta davanti per dare il segnale di risposta. Quindi per il segnale sensitivo arrivato sul corno grigio posteriore le possibilità sono due: stimolare una cellula del Golgi funicolare oppure stimolare una Golgi del secondo tipo che va a stimolare il motoneurone e in questo modo abbiamo il semplice riflesso spinale.

Questi elementi cellulari che stanno nella sostanza grigia, elementi deputati a costituire i fasci, quindi Golgi funicolari, elementi deputati a costituire le vie efferenti, quindi Golgi radicolari, elementi internucleari che stanno lì invece per collegare il corno grigio posteriore con l'anteriore, sono ammassati in formazioni più o meno allungate lungo il MS che chiamiamo nuclei. Nella terminologia anatomica classica il nucleo corrisponde all'addensamento di più pirenofori. Quando parliamo di un nucleo del MS, intendiamo indicare un addensarsi in un distretto di dimensioni variabili, di cellule che svolgono la stessa funzione in generale in vari punti (prendendo in considerazione una sezione trasversale di midollo), in varie zone della sostanza grigia, andando dall'estremità del corno posteriore all'estremità del corno anteriore. E' importante definire che le cellule di un nucleo hanno la stessa funzione per cui ad esempio se abbiamo un nucleo di cellule funicolari del primo tipo, quel nucleo è tutto costituito da Golgi del primo tipo che formano uno specifico fascio. Oppure vi sono nuclei di motoneurone radicolari coinvolti nel controllo dei muscoli flessori del braccio, un altro nucleo per i muscoli estensori del braccio, un altro per i muscoli flessori della mano. Troveremo formazioni nucleari che rappresentano una funzione uniforme non semplicemente sensitiva e motoria genericamente, ma per tipo di funzione motoria e per tipo di funzione sensitiva. Avremo nuclei in cui transitano essenzialmente i segnali propriocettivi per la percezione della posizione, oppure ci sono nuclei per la esterocezione cioè dolore, temperatura, pressione, tatto ecc separati gli uni dagli altri.

La formazione nucleare nell'ambito del midollo è più o meno estesa. Ad esempio alcune sono solo cervicali o solo sacrolombari. Vediamo qui nuclei molto allungati presenti lungo tutto l'asse del MS. In particolare uno di questi nuclei sull'estremità posteriore del corno grigio che si chiama sostanza gelatinosa di Rolando che è un punto di trasmissione di segnali sensitivi esterocettivi presenti dappertutto, un altro nucleo presente dappertutto è il nucleo di Clark, adibito alla trasmissione della proprioccezione. Quindi la sostanza grigia vede concentrate sul corno grigio posteriore le cellule che servono per la trasmissione dei segnali sensitivi o verso i centri superiori, o verso il motoneurone che sta lì davanti, mentre nelle corna grigia anteriori son presenti i motoneuroni deputati al trasporto verso l'esterno dei segnali motori agli organi effettori. E le cellule grigie di queste colonne sono raggruppate in nuclei di estensione variabile a seconda della funzione che svolgono.

2 maggio 2006

...CARATTERISTICHE GENERALI DELLA SOSTANZA GRIGIA del MS

Ricordiamo le variazioni quantitative della sostanza grigia nei vari distretti del midollo. Abbondantissima a livello cervicale e lombosacrale per il collegamento con gli arti. Ricordiamo inoltre come a livello delle corna grigie posteriori siano localizzati corpi cellulari di cellule coinvolte nelle vie afferenti sensitive, corpi cellulari di neuroni che collegano le corna grigie posteriori ed anteriori chiudere degli archi riflessi o comunque delle comunicazioni tra vie afferenti e vie motorie efferenti. Nelle corna grigie anteriori abbiamo i corpi cellulari dei motoneuroni, le cellule che mandano segnali efferenti alla periferia. A livello toracico: abbiamo delle sporgenze a livello delle basi, tra la base delle corna posteriori ed anteriori, queste sporgenze sono dette corna grigie laterali che contengono neuroni coinvolti nelle vie efferenti, in uscita del sistema nervoso vegetativo e per la precisione a questo livello si tratta di SNV ortosimpatico. In questa sezione longitudinale del MS vediamo la fessura anteriore del MS, in nero abbiamo la sostanza bianca (colorazione per i lipidi), e questa rosata con la punteggiatura centrale è sostanza grigia in cui abbondano i corpi cellulari dei neuroni.

CLASSIFICAZIONE DI GOLGI I neuroni del Golgi del primo tipo hanno il prolungamento uscente dalla sostanza grigia. I vari tipi di cellule del primo tipo sono le funicolari che danno origine ai fasci ascendenti del midollo, abbiamo quelle di associazione, che collegano i diversi livelli del midollo, mandano prolungamenti che dal neuromero toracico T6 salgono fino al T4 o scendono fino al T9, di proiezione, che proiettano i loro prolungamenti verso i distretti sovraspinali. Abbiamo le radicolari, cioè le cellule che formano le radici anteriori del MS, sia a livello delle corna grigie laterali che sono i neuroni visceroeffettori diretti alla muscolatura liscia e alle ghiandole, sia a livello delle corna anteriori: i somatoeffettori diretti ai muscoli scheletrici. Abbiamo poi le Golgi del secondo tipo. I loro prolungamenti non abbandonano la sostanza grigia e formano in buona parte la sostanza gelatinosa di Rolando, da cui partono prolungamenti che, viaggiando all'interno della sostanza grigia, arrivano alle corna grigie anteriori. Questi neuroni del primo e del secondo tipo li troveremo anche nei distretti superiori anche se abbiamo qui considerato solo le situazioni midollari.

Vediamo la radice posteriore, nel cui percorso abbiamo il ganglio spinale in cui sono organizzati i corpi cellulari delle cellule sensitive che sono i neuroni pseudounipolare con un prolungamento diretto alla periferia e l'altro al midollo. Questi neuroni possono collegarsi a livello di sostanza gelatinosa con i neuroni internucleari che si collegano alle corna grigie anteriori, altra opzione è quella di collegarsi verso la base delle corna grigie posteriori con neuroni funicolari che vanno a formare le vie ascendenti verso i centri superiori, e ancora andarsi a collegare con neuroni associativi sempre nella sostanza grigia che danno origine a prolungamenti ascendenti verso neuromeri superiori o discendenti verso neuromeri inferiori. Queste sono le varie opzioni di trasmissione del segnale sensitivo. A livello delle corna grigie anteriori vediamo i motoneuroni radicolari somatoeffettori che mandano prolungamenti verso la periferia attraverso le radici anteriori. Abbiamo infine i visceroeffettori localizzati nelle corna grigie laterali ma che seguono lo stesso percorso dei somatoeffettori.

Nella sostanza grigia è dunque raggruppabile in nuclei di diversa estensione nel senso della lunghezza del MS. Alcune formazioni nucleari delle corna grigie posteriori si estendono per tutta la lunghezza del midollo, altre sono concentrate nel tratto toracico, si ritorna a nuclei di estensione complessiva lungo tutto l'asse nelle corna grigie anteriori e formazioni che sono più abbondanti a livello cervicale o sacrale. Ciascun nucleo è rappresentato da neuroni che svolgono funzioni coerenti sia in senso di distretto muscolare innervato che in senso di funzione attuata. Troveremo che un certo nucleo ad un certo livello è coinvolto nella contrazione del quadricipite della coscia ad esempio e quindi nella flessione della coscia sul bacino; e vicino a questo nucleo troveremo altre formazioni coinvolte nella stessa funzione di flessione della coscia; i nuclei degli adduttori ad esempio, dell'ileopsoas. Andando dalla 1L alla 3S ad esempio abbiamo i nuclei dei peronieri, del semitendinoso, semimembranoso ecc. Sono rappresentati gradualmente tutti i muscoli che vanno dalle estremità più prossimali al bacino fino ai muscoli rappresentati nelle estremità distali del piede. C'è un ordine somatotopico nell'ambito del MS, un ordine di distribuzione dei neuroni in riferimento al distretto che innervano. e Alla funzione che svolgono

Un altro modo di descrivere il MS che presentiamo solo come concetto e non come analisi, è quello di vedere i nuclei come lamine. E' un approccio questo di tipo morfologico, di caratteristiche di tipi cellulari rappresentati nelle varie regioni del MS. Il precedente era più morfofunzionale perché teneva presente sia della localizzazione di questi nuclei sia del distretto innervato. Questa descrizione non riguarda i distretti, distingue solo aree del midollo in cui sono rappresentate determinate tipologie cellulari, forma e dimensione. Ad esempio a livello della sostanza gelatinosa di Rolando troviamo piccole cellule perché la dimensione del pirenoforo nei neuroni è proporzionale all'estensione dei prolungamenti. Tanto più brevi sono i prolungamenti tanto più piccolo è il corpo cellulare, in rapporto al supporto funzionale del corpo ai prolungamenti. Quindi abbiamo piccoli elementi cellulari che si vanno ingrandendo andando verso la base delle corna grigie posteriori dove troviamo i neuroni punto di partenza dei prolungamenti funicolari ascendenti verso i centri superiori quindi grossi elementi cellulari. E ancora di maggiori dimensioni li troviamo nelle corna grigie anteriori dove sono presenti i motoneuroni della periferia.

Si chiamano lamine nonostante l'esame istologico da cui parte questa classificazione. Il MS colorato al microscopio ci consente di identificare dieci diverse aree con tipologia cellulare tipica di ciascuna area. Questa è l'analisi bidimensionale al microscopio, immaginando l'estensione tridimensionale delle aree. Ad esempio nello strato dove sono presenti i piccoli neuroni nella sostanza gelatinosa del Rolando, devo immaginare che si estendano su tutto il midollo come una lamina di cellule di un certo spessore omogenee tra loro. Si tiene quindi conto delle caratteristiche dimensionali delle lamina e che consente di identificare dove siano più abbondanti le cellule del Golgi del primo tipo, del secondo tipo e così via.

SOSTANZA BIANCA

Si devono descrivere le vie ascendenti e discendenti dai distretti endocranici quindi dal telencefalo e dal cervelletto e viceversa. Nell'immagine di destra sono messi in evidenza i fasci ascendenti, gli spazi lasciati vuoti in questa zona li troviamo riempiti a sinistra in cui sono rappresentati i fasci discendenti del MS. Fasci ascendenti e discendenti sono sia nella metà destra che sinistra del MS, ma per motivi didattici e schematici vengono separati. La sostanza bianca che circonda la sostanza grigia è rappresentata dai collegamenti intersegmentari che collegano i diversi neuomeri tra loro senza ascendere o discendere lungo tutto il MS. Distinguiamo la sostanza bianca in colonna bianca posteriore tra corna grigie posteriori e fasci di ingresso delle vie sensitive. La colonna bianca posteriore è divisa in due, destra e sinistra, dal solco mediano posteriore. Poi abbiamo le colonne bianche laterali che sono le laterali a entrambe le corna grigie laterali, sia ai fasci postero-laterali di ingresso, fasci antero-laterali delle vie efferenti. E poi abbiamo le colonne bianche anteriori, interposte tra le corna grigie anteriori e questi stessi fasci, separate queste colonne bianche anteriori dalla fessura anteriormente. Questa è la divisione generale.

^{L7} ^{solco} ^{posteriore} MEDIANA ANTERIORE

A destra e a sinistra viaggiano segnali che possono essere omolaterali, cioè fasci di segnali sensitivi originati dalla metà destra del corpo e diretti alla metà destra di struttura del SNC. Oppure possono essere decussati, cioè nella metà destra del midollo viaggiano segnali derivanti dalla metà sinistra del corpo e diretti alla metà destra delle strutture encefaliche. Andiamo a chiarire meglio questo concetto perché c'è l'alternativa che possano essere omolaterali o controlaterali. Vediamo come è organizzata una via di segnale sensitiva e una

via di segnale motoria. Sappiamo che di vie sensitive abbiamo le coscienti dirette al telencefalo e quelle non coscienti dirette al cervelletto. Parliamo di una via di senso cosciente che arriva al telencefalo. Abbiamo una immagine schematica che rappresenta una sezione frontale che coinvolge i due emisferi cerebrali, il diencefalo centrale separato dai ventricoli encefalici, il TE, mesencefalo, ponte, bulbo e cervelletto appoggiato dorsalmente al TE. Ricordiamo inoltre che nella corteccia abbiamo la sostanza grigia mentre nel midollo è centrale. Tutti i segnali somatici nella metà destra del corpo si portano nella metà sinistra dell'encefalo nella quasi totalità dei casi, esistono delle eccezioni ma si può darla come regola generale. Si parla di decussazione dunque quando le fibre provenienti da una metà si portano all'altra metà. Può avvenire in un paio di livelli. Il più comune è questo: una volta che la fibra sensitiva attraverso la radice posteriore entra nel MS e raggiunge il corno grigio posteriore, qui alla sua base fa sinapsi con il secondo neurone di una via sensitiva, il quale manda il suo prolungamento all'altra metà del midollo. Il prolungamento di questo secondo neurone originato alla base delle corna grigie posteriori, si porta all'altra metà del midollo per risalire verso l'alto. Risale facendo un percorso che vedremo; fino a far tappa in un distretto che è la tappa intermedia di tutti i segnali sensitivi diretti alla corteccia telencefalica. E' una tappa intermedia che tutti i segnali sensitivi fanno con una sola esclusione che è quella delle fibre olfattive. Le fibre olfattive sono segnali sensitivi che arrivano direttamente alla corteccia telencefalica senza far tappa al talamo. Questa tappa è appunto relativa al talamo, da cui parte un terzo neurone che si dirige alla corteccia. Quindi una via sensitiva cosciente è una via decussata e abbiamo definito una via sensitiva cosciente come trineuronica. E' infatti composta da tre neuroni: il protoneurone periferico che collega il recettore periferico al MS il cui corpo cellulare sta nel ganglio spinale ed è un neurone pseudounipolare, un secondo neurone che in questo caso sta nelle corna grigie posteriori alla base e risale decussato fino al talamo e il terzo neurone talamico che manda segnale alla corteccia telencefalica. Quindi una via ascendente è nella generalità dei casi una via decussata e il neurone decussato è il secondo. C'è una peculiarità che riguarda una via che trasporta i segnali propriocettivi coscienti: La propriocezione è quella della posizione e dei rapporti del corpo con l'ambiente esterno e legata ai recettori presenti in muscoli, tendini e così via. Buona parte di questi segnali in realtà non sono coscienti, servono per la postura ed è un meccanismo automatizzato che non richiede interventi volontari, e serve per la cosiddetta modulazione dell'attività volontaria. L'attività volontaria nasce come atto cosciente, si comanda ad esempio la flessione di un arto attraverso un segnale che parte in modo del tutto cosciente dalla corteccia telencefalica. Ma questo comando, se non interviene un controllo per modularne l'attuazione è un comando che svolgiamo in modo pessimo. Nel senso che quando comandiamo la flessione non si tiene conto dei pesi, se il braccio è vuoto, se ha un carico, della posizione originaria del braccio, quanta strada deve fare per arrivare a destinazione. E' un segnale grossolano che porta lo stimolo della flessione ai muscoli flessori senza neppure tener conto se i muscoli estensori siano rilasciati o contratti. Tutte queste informazioni arrivano dai propriocettori che dicono al SNC la posizione di partenza, che tipo di difficoltà si possono incontrare all'inizio del movimento, ad esempio se si ha un carico è necessario aumentare i motoneuroni coinvolti nel segnale motorio, oppure ridurli. Un fenomeno banalissimo è ad esempio quello di vedere un oggetto che dall'aspetto sembra pesante invece si rivela leggerissimo, quest'oggetto vola per aria perché non c'è tempo di controllare il peso, c'è un'azione volontaria rapidissima per cui il sistema di propriocezione non cosciente non fa in tempo a correggere l'errore. Quindi abbiamo una propriocezione non cosciente che interviene nel monitoraggio quotidiano e continuo della posizione e dei rapporti con lo spazio per intervenire nel mantenimento della postura e per intervenire nella modulazione delle attività volontarie: modulazione della forza di contrazione, regolazione della contrazione dei muscoli antagonisti come rilasciare la muscolatura estensoria se è a quella flessoria che si sta comandando e così via. Abbiamo anche una parte cosciente: so benissimo che sto in piedi, sento il carico dove grava ecc. Questa propriocezione cosciente viaggia lungo le colonne bianche posteriori e i punti li vedremo tra poco, attraverso i fascicoli gracile e cuneato, due grossi fasci bianche che trasportano tutti i segnali propriocettivi coscienti e anche un altro tipo di segnale che è il tatto discriminativo anche detto sensibilità epicritica cioè di grande dettaglio e analisi da parte del SNC. A differenza del precedente, il neurone sensitivo della propriocezione cosciente del tatto discriminativo entra sempre nelle corna grigie posteriori ma non fa qui sinapsi nel livello in cui entra. Risale su non decussato come fa il secondo neurone delle altre vie, ma omolateralmente, sulla stessa metà del midollo. Risale fino al bulbo. Quindi è una via, la propriocezione cosciente, che troviamo a tutti i livelli del midollo. Nel bulbo trova ammassate tutte in uno stesso punto le cellule che svolgono il mestiere di secondo neurone di questa via le quali, invece di rimanere alloggiata a tutti i livelli del MS, per un qualche motivo sconosciuto si concentrano tutte a livello del bulbo: si formano due nuclei: il nucleo gracile e il nucleo cuneato. Da qui partono i secondi neuroni. Il secondo

FASCICOLI SPINALI e CUNEATI

colonna portante

→ SENSIB. TATTILI e TATTILI (DISCRIMINATIVI)
→ (piccola parte) propriocezz. non cosciente

neurone si decussa come gli altri facevano nel midollo, e raggiunge il talamo come le altre vie per incontrare il terzo neurone che raggiunge la corteccia telencefalica.

Quindi le vie ascendenti sensitive coscienti sono vie decussate, trineuroniche, il secondo neurone nella grande maggioranza dei casi si trova nel corno grigio posteriore, nel caso della via propriocettiva cosciente tattile discriminativi si trova invece nel bulbo.

Anticipiamo ora come si organizza una via propriocettiva non cosciente diretta al cervelletto. La si può anticipare grazie al fatto che questo sistema di propriocezione cosciente trasporta con sé anche una quota di segnali non coscienti, diretti al cervelletto: (FA PARTE DEL "FASCICULO GRACILE e CUNEATO"). Questa via viaggia nell'ambito del fascicolo cuneato. Arrivata nel bulbo, a livello del nucleo cuneato, fa sinapsi invece che con il secondo neurone della via cosciente, fa sinapsi con il secondo neurone della via non cosciente diretta al cervelletto. Quindi la via sensitiva propriocettiva non cosciente è una via bineuronica ma non solo: è anche una via omolaterale, non si decussa.

In realtà ci sono anche altre situazioni per quanto riguarda la propriocezione non cosciente: Ci sono delle vie specializzate al trasporto di questi segnali non coscienti in cui il secondo neurone non sta nel bulbo ma sta lungo il MS, nei punti di ingresso delle vie sensitive e comunque sono delle vie che vedremo essere bineuroniche e non decussate. (SPINOCEREBELLARI)

Vediamo il comportamento delle vie motrici discendenti. Questa è la via dei segnali motori coscienti volontari: sono vie che originano dalla corteccia telencefalica, da una regione specifica che è l'area motoria della corteccia telencefalica. Vedremo le aree motorie della corteccia telencefalica a livello del lobo frontale degli emisferi cerebrali. Vediamo la via cortico-spinale che scende cioè verso il midollo. Questa via ha delle componenti che si mantengono omolaterali fino a che non arrivano nel neuromero che è interessato e prendono il nome di vie cortico-spinali dirette. Alcune invece arrivate a livello del bulbo qui si decussano. Anatomicamente si parla di decussazione delle piramidi. Piramidi perché grossi fasci bianchi in discesa sporgono sulla superficie del TE dando origine a delle strutture che somigliano a piramidi che si incrociano a questo livello. L'80% circa delle fibre discendenti si decussano in questo modo. Questa è una via motrice volontaria il cui neurone trova un secondo neurone che è il motoneurone delle corna grigie anteriori. Quindi la via motrice volontaria è monosinaptica o bineuronica e decussata perché anche questa via diretta arrivata al suo livello non fa sinapsi con il motoneurone dello stesso lato. Si incrocia per contattare un motoneurone del lato opposto. In questo caso ci possono essere delle eccezioni: può farlo sia terminando direttamente sui motoneuroni o andando a coinvolgere i neuroni internucleari, in questo caso la via sarebbe trineuronica ma succede in situazioni particolari che non consideriamo.

Vediamo sezioni a vari livelli del TE e le relative posizioni che prendono queste vie che vedremo in seguito in maggior dettaglio. A livello del bulbo sono ammassati questi fasci sulla superficie, le fibre a questo livello si incrociano e si portano lateralmente.

Infine vediamo un sistema motorio non volontario. È un plesso di sistemi che viene utilizzato per il controllo della postura, è la parte motoria della propriocezione non cosciente, è il sistema motorio per attuare tutte le modificazioni che la propriocezione suggerisce ed è la parte motoria per la modulazione dell'attività volontaria, cioè il sistema di segnali necessari per compensare e modulare l'attività volontaria. È il sistema sotto il controllo di una complessa serie di componenti: sotto il controllo del telencefalo, soprattutto sotto il controllo del cervelletto che è la centralina del controllo non volontario del movimento volontario e posturale. Il cervelletto è la parte del SNC che è più si è evoluta in conseguenza dell'acquisizione della postura eretta che ovviamente richiede uno sforzo muscolare infinitamente superiore della posizione a quattro appoggi. Quindi serve un fine intervento posturale per mantenerla e il cervelletto si è sviluppato enormemente rispetto agli altri primati. Intervengono delle formazioni del TE che si chiamano nuclei propri del tronco encefalico che svolgono funzioni di raccordo tra segnali che arrivano dalla periferia, dal cervelletto e dal TE. Queste sono le vie extrapiramidali mentre le precedenti volontarie, decussate e non decussate storicamente per la loro struttura vengono chiamate vie piramidali. In realtà oggi si preferisce il termine di cortico-spinale. Le vie extrapiramidali non si possono più definire monosinaptiche o bineuroniche. Sono le vie: olivo-spinali, reticolo-spinali, rubro-spinali, tetto-spinali. Monosinaptico è il tratto terminale, cioè il punto di partenza. A monte di questo, non c'è la corteccia telencefalica come abbiamo visto prima ma c'è la raccolta di un elevato numero di segnali e una serie di circuiti multineuroniche coinvolgono corteccia, telencefalo e altri nuclei, per cui sono in realtà vie multisinaptiche che terminano su un distretto specifico da cui parte finalmente la via monosinaptica che fa da effettore finale.

(BINEURONICA)

Abbiamo citato la somatotopia, cioè la corrispondenza tra parti del corpo e posizione nell'ambito della sostanza grigia del MS e qui la troviamo nell'ambito della sostanza bianca del MS. Tenendo presente che una certa via, come ad esempio la via che si forma nella colonna bianca posteriore, i cosiddetti fascicoli gracile e cuneato, questo fascio bianco riceve le sue componenti a partire dalle estremità sacrali dove gli arrivano afferenze dagli arti inferiori, toracici, cervicali e quindi da distretti corporei prossimi e distali. Quello che succede è che queste nuove fibre in arrivo si vanno ad apporre ordinatamente sulle precedenti già esistenti. Sui distretti più mediali, lì dove c'è il solco posteriore del MS, troviamo le estremità sacrali che formano queste lamelle bianche. Poi si aggiungono le lombari, poi le toraciche, poi le cervicali. Si può disegnare, a questo livello, il cosiddetto "homunculus" che è in neurologia e in neurofisiologia il termine storico che si usa per definire quella che è la somatotopia. Andando a disegnare, a livello sacrale e lombare avremmo arti inferiori e bacino, in corrispondenza dei toracici il torace, cervicali gli arti superiori, nel complesso avremo disegnato un omينو. Manca il cranio, perché la percezione propriocettiva del cranio viaggerà in un fascio finendo direttamente nel TE attraverso i nervi cranici. Sono i nervi cranici con la loro componente sensitiva che portano le informazioni propriocettive coscienti al SNC direttamente nel bulbo. Quindi noi nel MS troveremo rappresentati sia per i fasci sensitivi ascendenti che per i fasci motori discendenti tutto tranne il cranio e la faccia.

Vediamo altre somatotopie. Questi sono i segnali sensitivi coscienti in cui in questo caso le porzioni sacrali sono le più periferiche, quelle che guardano la superficie esterna del MS e vi si stratificano al suo interno le afferenze toraciche, cervicali e così via. E' possibile disegnare una serie di omuncoli per funzione trasportata perché la funzione della pressione la trasporta nella zona del tatto non discriminativo, quello che si chiama protopatico. Il dolore in un'altra porzione, la temperatura in un'altra ancora. Tutte le funzioni sono disposte somatotopicamente.

FASCI ASCENDENTI

Il fascicolo gracile e cuneato sono rappresentati in una metà che nell'immagine è la metà destra, (nella colonna bianca posteriore). Trasportano la propriocezione cosciente, le sensibilità della vibrazione (che coinvolge vari tipi di recettori), il tatto discriminativo. E poi ha una parte, ad una quota, di propriocezione non cosciente. Il primo neurone che entra dalla radice posteriore senza decussarsi va direttamente a formare il fascicolo gracile cuneato e abbiamo visto che i primi contingenti sacrali si mettono vicino al solco posteriore e a mano a mano che si aggiungono i contingenti lombari, toracici e cervicali si vanno a sommare a questi. Il primo neurone termina nel nucleo gracile e cuneato del bulbo. A quel livello trova il secondo neurone. Questo secondo neurone forma un fascio che viene chiamato lemnisco (dal greco, "nastri, fettucce") perché costituisce insieme di fasci bianchi appiattiti che viaggiano lungo il TE per raggiungere il talamo, la tappa del secondo neurone. In questo caso questo neurone forma il lemnisco mediale e risale sue fibre si sono decussate. Il secondo neurone infatti si decussa nel bulbo, forma il lemnisco mediale e risale fino al talamo da cui partirà la via che porta alla corteccia telencefalica. La quota non cosciente di questa via, arrivata al nucleo cuneato, incontra il suo secondo neurone cuneato cerebellare che va alla metà cerebellare dello stesso lato. Questa è dunque la via propriocettiva non cosciente, tattile discriminativo e abbiamo visto anche vibratorile che viaggia nella colonna bianca posteriore ed ha il secondo neurone nel bulbo. Questa via è anche chiamata via bulbo-talamo corticale, perché la terminologia ha cercato di seguirne il percorso.

Sempre tra le vie ascendenti abbiamo poi le spino-cerebellari. Cominciamo dalle vie localizzate nella colonna bianca laterale addossate alla superficie esterna. Questi sono i tratti o vie spino-cerebellari che trasportano segnali propriocettivi non coscienti diretti al cervelletto. Il posteriore origina dalle corna grigie posteriori (il primo neurone ha fatto ovviamente lo stesso percorso del precedente, il protoneurone sta sempre nel ganglio spinale) fa sinapsi col secondo neurone nelle corna grigie posteriori le quali si spostano omolateralmente a formare questo spinocerebellare posteriore che sale fino al cervelletto. E' quindi una via semplice da descrivere, omolaterale. L'altro spinocerebellare anteriore che sta subito davanti alle stesse condizioni del precedente, trasporta sempre propriocezione e un po' di tatto e pressione non cosciente, però il secondo neurone che sta sempre nel nucleo proprio nelle corna grigie posteriori questa volta si decussa. Abbiamo detto prima che le vie non coscienti non sono decussate, alla fine però questa via otterrà lo stesso risultato. Questa via dunque per qualche motivo si decussa e questo fascio spinocerebellare anteriore proveniente dai neuroni delle corna grigie anteriori, arrivato a livello del bulbo, lì dove deve entrare ne

superiore

cervelletto, entra dai peduncoli cerebellari nel cervelletto e all'interno del cervelletto stesso si ridecussa nuovamente per raggiungere la metà omolaterale del cervelletto da cui il segnale sensitivo è partito.

Quindi anche se a livello midollare il fascio risulta decussato a livello poi centrale non lo è più. Questi sono in alcuni casi dei dettagli ma in realtà vedremo in neurologia come tutta una serie di sintomatologie di fenomeni complessivi lesivi, traumatici del MS, si può risalire alla posizione del danno con grande esattezza andando a mettere in rapporto i sintomi periferici con quelli attesi per un certo tipo di danno. Per esempio certe categorie di segnali sensitivi in una lesione midollare vengono percepiti dallo stesso lato del danno subito, altre dalla metà corporea controlaterale del danno. E anche il livello da cui inizia l'anestesia o la paralisi ci dice a quale livello è avvenuto il danno e quali componenti sono lese. Le vie nervose con le loro decussazioni e la loro localizzazione sono importantissime informazioni per la diagnosi.

Dunque la spinocerebellare anteriore è un fascio che nel MS risulta decussato ma che si decussa di nuovo nel cervelletto in modo da riacquistare il decorso omolaterale complessivo che ci aspettiamo da una via propriocettiva non cosciente.

Fasci spinotalamici. I fasci spinotalamici non si fermano al talamo ma sono spino-talamo-corticali. Sono i fasci sensitivi coscienti. Questi fasci spinotalamici sono: uno nella colonna bianca laterale e uno nella colonna bianca anteriore. Lo spinotalamico laterale si trova medialmente allo spinocerebellare che abbiamo appena descritto e trasporta le due sensibilità coscienti che sono la termica e la dolorifica; Mentre la pressoria e la tattile non discriminativi è trasportata dallo spinotalamico anteriore. Quindi le sensibilità sono trasportate in distretti diversi della sostanza bianca. Il primo neurone ha come al solito il corpo nel ganglio spinale, il secondo neurone sta alla base della sostanza grigia e si decussa davanti, nell'ambito della commissura. Davanti alla commissura grigia c'è infatti una zona bianca che è la zona delle decussazioni dei fasci che vanno alla base di un corno grigio all'altro. Infatti vi è una patologia che è la "siringomielia" che è una erosione degenerativa della parte centrale del MS che porta ad una interruzione dei fasci di fibre che si decussano a questo livello, con anestesia di tutta la zona periferica che corrisponde a quel distretto del MS. Se la siringomielia cioè il danno è localizzato alle ultime cervicali che riguardano l'arto superiore, vi è una erosione di questi fasci bianchi che attraversano a questo livello quindi i segnali sensitivi tattili, termici, dolorifici ecc vengono interrotti e le braccia sono insensibili a questi segnali mentre gli altri distretti corporei saranno normali perché i fasci ascendenti derivanti dai distretti inferiori non sono lesi dal fenomeno erosivo della commissura che riguarda una sola area lì dove avviene l'incrocio. Quindi via decussata, termica e dolorifica; e questo secondo neurone termina nel talamo. Incontreremo questa via a livello di bulbo, ponte e mesencefalo perché li attraversa prima di arrivare al talamo che è una parte del diencefalo, forma anche questa un lemnisco in questo caso detto lemnisco spinale (prima abbiamo visto il lemnisco mediale della via bulbotalamica della propriocezione cosciente). La via ascendente anteriore ha lo stesso comportamento della precedente, la differenza è nei segnali sensitivi trasportati: del tatto non discriminativo e della pressione.

Poi abbiamo delle piccole vie ascendenti: la spino-olivare e la spino-tettale. Sono vie che non hanno una estensione globale ma che possono rimanere concentrate in alcuni distretti. In questo caso abbiamo la spinotettale in una piccola regione tra i due spinotalamici.

Questa spinotettale la troviamo soltanto a livello del midollo cervicale. Ha una piccola parte di componenti dirette al telencefalo ma è una particolare via riflessa. Abbiamo visto che il riflesso spinale è quello del rapporto diretto tra segnale sensitivo e segnale motorio, ma ci sono anche delle vie riflesse centrali come questa, più complesse anche se automatizzate. Qui arrivano le percezioni propriocettive del collo come la lettura di entità di torsione, flessione estensione del collo che sono segnali propriocettivi. Inoltre ha delle componenti che vanno al cervelletto, ma in buona parte se ne vanno al mesencefalo. Quando si parla di tetto è il tetto del mesencefalo, dove si instaura un rapporto con i nuclei oculomotori, il terzo, il quarto e il sesto che servono per il controllo dei muscoli estrinseci dell'occhio. Questi segnali sensitivi hanno lo scopo di guidare gli occhi contemporaneamente al movimento che sta facendo il collo, sono i cosiddetti movimenti cefalo-oculo-giri, importanti per mantenere fissa un'immagine mentre si è in movimento, seguire in modo continuo un oggetto e leggere, coordinare quindi la velocità di rotazione del collo con la velocità di spostamento degli occhi. Il "nistalmo" è l'incapacità a seguire questo movimento, è il movimento a scatti dell'occhio per l'alterazione di questo riflesso cefalo-oculo-giro, si perde la continuità nel movimento. Quindi questa è la spinotettale che fa parte del sistema riflesso che è il movimento cefalo-oculo-giro e che a partire dalla base delle corna grigie col suo secondo neurone arriva a un distretto particolare del tetto del mesencefalo: ai corpi quadrigemelli superiori.

tubercoli

ENTR
SUR
210K
Altro piccolo fascio che troviamo associato alle spinocerebellari, ma non diretto immediatamente al cervelletto è lo spino-olivare. Le "olive" sono due strutture che prendono questo nome dalla forma e che si trovano nel bulbo. Dalle olive bulbari partono poi dei fasci diretti al cervelletto. Questo per esempio è quindi un sistema che fa eccezione alla norma del segnale non cosciente bineuronico. Questo è un segnale non cosciente trineuronico perché il primo neurone arriva alle corna grigie posteriori, il secondo va alle olive bulbari; il terzo dalle olive bulbari va al cervelletto. Le olive bulbari sono un centro molto particolare perché sono il punto di partenza di una via extrapiramidale, una via cioè che manderà segnali discendenti olivospinali. Ed è di per sé l'oliva bulbare un centro di raccolta di segnali provenienti dalla periferia che sono questi, ma anche di segnali provenienti dal cervelletto e da altri distretti. Quindi spino-olivare che si trova davanti agli spinocerebellari e in realtà questo fascio è più o meno rappresentato in tutti i livelli del MS.

Vorrei precisare che molte di queste informazioni sono delle traslazioni dalla neurofisiologia del gatto e dei primati all'uomo. Sull'uomo si sta ancora lavorando per l'identificazione di tutti questi distretti. Sede di fasci ascendenti, questo fascio postero-laterale che in realtà corrisponde soprattutto a fasci intersegmentari frammistici a sostanza gelatinosa di Rolando che si trova dietro e che creano collegamenti sia verso i distretti superiori sia verso i distretti inferiori. Questi fasci ascendenti sono fasci che hanno il punto di partenza alla base delle corna grigie posteriori e che sono andate a dislocarsi in qualche distretto.

ONE
SPINOCER
In questo disegno è rappresentato il fascio spinocerebellare posteriore che è omolaterale, poi lo spinocerebellare anteriore controlocalizzato, e sappiamo che poi si ricontrolocalizza nel cervelletto, vediamo poi gli spino talamici laterale e anteriore, anche questi originati alla base delle corna grigie posteriori. Questo è il gracilecuneato che va senza far sinapsi nelle corna grigie posteriori va a formare il fascio direttamente.

SI DECUSSERA' A LIVELLO DEI NUCLEI GRACILE E CUNEATO (BULBO) FORMANDO IL "LEMNISCO MEDIALE"

FASCI DISCENDENTI

Osserviamo le colonne bianche del MS.

Il cortico-spinale laterale è la via extrapiramidale decussata. Cioè quella che, partita dal telencefalo scende e si decussa nel bulbo. Decussandosi si porta nelle colonne bianche laterali del MS. Porta i segnali sensitivi e motori a una categoria di motoneuroni detta "alfa". Questa classificazione dei neuroni sarà ripresa in fisiologia ed è fondata sul diametro del neurone e sulla sua velocità di trasporto del segnale, dipendente dalla distanza tra i nodi di Ranvier. Gli alfa sono i motoneuroni a trasporto più veloce, che terminano sulle fibre muscolari scheletriche. I gamma sono a trasporto più lento e la maggior parte di questi non terminano sulle fibre scheletriche "da lavoro" ma sui fusi neuromuscolari ed eventualmente sulla muscolatura di tipo bianco, quella con contrazione tonica. Termina comunque sul motoneurone situato nelle colonne bianche laterali che da qui se ne esce dalla radice anteriore del MS verso la periferia.

Vediamo l'altro tratto cortico-spinale, quindi comandi volontari, anteriore. Il tratto cortico-spinale anteriore non si decussa. Arrivate nel neuromerò in cui debbono prender contatto col neurone motore, si decussano a questo livello:

Vediamo le discendenti extrapiramidali. Hanno varie individualità.

NON
TER
Parliamo nella rubro-spinale, perché c'è un nucleo rosso nel TE, per la precisione nel mesencefalo del TE. Questa parte è inizialmente un sistema multisinaptico dove terminano informazioni derivanti dalla sfera sensitiva, cerebellare, telencefalica e anche dal diencefalo. Il rubrospinale viaggia vicino al corticospinale laterale, arriva a tutti i livelli del MS e può essere o no decussato.

NON
ATER
Il successivo è l'olivospinale che troviamo sulla colonna bianca anteriore; il primo lateralmente, in corrispondenza delle radici anteriori. Questo fascio ha similarità di funzione con il vestibolospinale quindi interviene nel controllo dello stato tonico della muscolatura. Non lavora solo a livello di collo ma anche ad altri distretti. Le olive raccolgono sia i segnali sensitivi dalla periferia con le vie spino-olivari, sia segnali che provengono dal cervelletto e da altri distretti. (PARTE PARI CELLULARE N. ROSSO, CERV. POST., CORT. TEL. DICEFALICA).

NON
ATER
Poi abbiamo il vestibolospinale, piuttosto estesa anche questa, grossomodo presente a tutti i livelli del MS ed è di estrema importanza per il controllo del tono muscolare. Quando si parla di sistema vestibolare si entra nella sfera della statocinesi, cioè della percezione e del controllo del movimento e dello stato di mobilità. La

statocinesi è in parte controllata dalla propriocezione periferica, in prevalente parte è controllata dal sistema vestibolare. La nausea conseguente a rotazione rapida ad esempio è una delle stimolazioni anomale del sistema di percezione statocinetico basato sulla presenza dei canali semicircolari nella regione dell'orecchio interno, canali disposti sui tre piani orizzontale, sagittale e frontale, capaci di percepire grazie al movimento del liquido presente all'interno di questi canali, movimenti di rotazione, di flesso-estensione e piegamento laterale. Quando sommiamo rapidamente questi vari eventi, si hanno violenti segnali che partono da questi recettori che danno un senso di nausea. Questo sistema è un sistema sensitivo collegato a dei nuclei sensitivi del TE che si chiamano nuclei vestibolari. Questi nuclei sono la centrale più complessa, non fanno semplicemente parte di una via sensitiva come se fossero un corno grigio posteriore, fanno anche da punto di partenza di una via extrapiramidale. Hanno la componente vestibolospinale che controlla il tono muscolare necessario per controbilanciare i segnali che provengono dal sistema vestibolare. Inoltre sono un punto di collegamento importante col cervelletto. Questa via vestibolospinale quindi parte dai nuclei vestibolari presenti tra bulbo e ponte del TE, diretti alla periferia per controllare il tono muscolare. E sono contemporaneamente bersagliati dai segnali provenienti dai canali semicircolari del vestibolo e da segnali provenienti dal cervelletto e da altri distretti.

(CERVELLETTO: a) FASTIDIO VESTIBOLARE
b) CERVELLELLA VESTIBOLARE

CORDONE INTER-LATERALE Il tectospinale: Sono ancora derivati dai tubercoli quadrigemelli superiori del tetto. Interviene nei riflessi dei movimenti coordinati da occhi e collo, è l'alternativa motoria della via spinotettale. Questa trasferiva ai tubercoli quadrigemini i segnali propriocettivi di movimento del collo regolando il sistema cefalo-oculo-giro; la tetto spinale garantisce invece il sistema oculo-cefalo-giro, cioè controlla il movimento del collo mentre gli occhi si muovono. Quindi è lo stesso sistema riflesso ma a partenza visiva anziché muscolare. Il tratto tectospinale si trova medialmente al vestibolospinale.

Il reticolospinale è l'ultimo tratto tra gli extrapiramidali. Ha un'identità anatomica mal definita. Non è cioè riconoscibile con un singolo fascio in tutti i tratti del MS. Origina dalla cosiddetta formazione reticolare. Non è un piccolo nucleo ammassato facilmente riconoscibile, si chiama reticolare proprio perché è un frammento di sostanza bianca e di sostanza grigia che troviamo lungo tutto il tronco encefalico e che fa partire vie reticolospinali sia a livello del mesencefalo dove è presente e dove manda componenti discendenti, sia a livello del ponte dove è presente e a cui manda via discendenti, sia a livello del bulbo. Quindi troviamo vie reticolospinali mesencefaliche, di origine pontina e bulbari. Possono terminare oltre che sul sistema muscolo scheletrico, anche sul sistema nervoso vegetativo. Quindi è rapportato anche con i sistemi di controllo del SNV. Questa formazione reticolare fu identificata da un fisiologo italiano pisano negli anni '60 ed è un centro estremamente importante per il controllo complessivo delle funzioni del SNC. Ad esempio è un centro di controllo dello stato di veglia e di sonno. La formazione reticolare è in grado, sulla base della raccolta di percezioni periferiche, di trasmettere alla corteccia encefalica segnali che la attivano e quindi stato di veglia, oppure che la attenuano nella sua funzione e quindi stato di sonno. Durante veglia e sonno molti parametri funzionali cambiano, durante il sonno la frequenza cardiaca si riduce, la pressione cardiocircolatoria e la respirazione si riducono. Queste funzioni sono controllate dalla formazione reticolare grazie ai suoi rapporti con il SNV. Anche il metabolismo viene modulato e così le secrezioni ormonali. La formazione è quindi interposta tra numerose vie.

Le vie discendenti quindi si comportano come le precedenti. La terminazione delle vie discendenti entra nel MS, entra in rapporto con i motoneuroni. Prendiamo qui in considerazione i motoneuroni delle corna grigie anteriori che mandano il segnale verso la periferia ad un muscolo, una serie di vie discendenti alcune volontarie come la corticospinale, la maggior parte non volontarie, le extrapiramidali, che tramite cellule internucleari raggiungono ugualmente il motoneurone. Quindi quel motoneurone di quel neuromero è soggetto a segnali provenienti dalla sfera volontaria e a segnali provenienti dalla sfera extrapiramidale che è non volontaria, derivante dal lavoro di una serie di circuiti centrali i cui punti di partenza abbiamo visto prima. Questo motoneurone prende inoltre segnali provenienti direttamente dalle vie sensitive, in questo caso un segnale propriocettivo da un recettore di un fuso neuromuscolare e quest'ultimo corrisponde anche al segnale che sta alla base del riflesso semplice. Lo stesso motoneurone può far infatti parte di un riflesso monosinaptico. Il segnale sensitivo termina su di lui e manda una risposta. Il segnale sensitivo ha però modo di mandar segnale anche ai centri superiori e a ciò segue un'analisi del tipo di segnale e la decisione di una risposta che può scendere in modo involontario con un proriparsi del riflesso automatico più modulato, oppure una risposta di tipo volontario. Le risposte essenziali sono attacco o fuga cioè paura o aggressività.

A livello di neuromero abbiamo quindi funzioni che possono essere mantenute al di là dei suoi raccordi col SNC e sono riflessi automatici, ma queste azioni sono mantenute in modo alterato, perché comunque sia, i motoneuroni che sono alla base di queste risposte automatiche normalmente sono controllati da vie discendenti provenienti dal SNC e sono controllate in modo inibitorio. Perciò tutte le risposte automatiche a livello

DA "VIE EXTRAPIRAMIDALI"

3 maggio 2006

Riprendiamo la situazione di controllo dei motoneuroni delle corna grigie anteriori del MS a livello di un dato neuromero. Controllo che è molteplice. Riceve segnali direttamente dalla periferia e in questo modo completa un arco riflesso; riceve segnali volontari dalle vie piramidali, cortico-spinale crociato diretto, riceve segnali dalle vie extrapiramidali e quindi dai meccanismi automatici controllati dal cervelletto per la postura e per la modulazione. Il motoneurone ha dunque una sua autonomia locale e il neuromero può funzionare localmente in modo riflesso ed abbiamo anche detto che questo funzionamento riflesso è sotto il costante controllo inibitorio da parte delle vie discendenti extrapiramidali. Se viene a mancare questo tipo di controllo abbiamo una accentuata attività riflessa, una iperreflessia.

Qui indichiamo anche la cosiddetta cellula di Renshaw. Sono elementi cellulari che hanno il compito di determinare una inibizione retrograda. Parlando delle sinapsi abbiamo parlato di sinapsi di tipo inibitorio e attivatorio. Queste cellule, stimolate da una collaterale dell'assone motorio a livello di questa sinapsi, portano il proprio segnale di natura inibitoria sul motoneurone da cui originariamente derivava l'attività. In questo modo questa cellula funziona da limitatore di segnali. Determina cioè un blocco della nuova partenza di segnali da parte di quel motoneurone, quindi un ulteriore sistema di controllo.

La cellula sensitiva arriva al motoneurone che viaggia nelle radici posteriori del MS, su cui abbiamo l'ingrossamento del ganglio spinale che contiene i neuroni attivi. Nella radice anteriore viaggiano i prolungamenti delle fibre efferenti.

Aggiungiamo qualche altra considerazione sulle conseguenze patologiche dei danni.

Se si ha una ^{POSTERIORE} recisione della radice efferente avremo dei danni funzionali nelle risposte. Gli archi riflessi si interrompono a causa del taglio nella radice posteriore, perdiamo cioè l'attività riflessa locale del neuromero. Non perdiamo però l'attività volontaria, non abbiamo paralisi perché possiamo continuare a mandare i segnali volontari dall'alto che possono continuare a stimolare il motoneurone nella sua attività volontaria. Tuttavia il fatto di non avere una attività sensoriale d'ingresso e quindi neanche un'attività propriocettiva d'ingresso comporterà il malfunzionamento del compartimento extrapiramidale perché non entrano i segnali propriocettivi della regione interessata. Quindi non solo perdita di sensibilità esterocettiva ma anche perdita di sensibilità propriocettiva che abbiamo visto essere una componente importantissima sia per la postura che per la modulazione dell'attività volontaria. Quindi sicuramente problemi posturali e attività volontaria priva dell'ausilio della extrapiramidale, quindi movimenti a scatti, non modulati.

La recisione di una radice anteriore del MS invece comporta la perdita dell'attività riflessa e volontaria. Abbiamo uno stato di paralisi classica.

Un danno che colpisce il motoneurone è la situazione di una patologia che ha seminato molte vittime nel recente passato che è la poliomielite, malattia degenerativa dei motoneuroni.

Ricordiamo banalmente lo schema dell'arco riflesso ricordando che può entrare in gioco anche un neurone internuciare. Abbiamo un segnale propriocettivo come quello dello stiramento dei tendine del bicipite del braccio: Il segnale sensitivo viaggia dapprima nel nervo che ha in comune sia i prolungamenti afferenti che efferenti che poi si separano nella radice posteriore dove viaggia la cellula sensitiva. Questa fa sinapsi nel neuromero corrispondente con il motoneurone che torna indietro riportando verso l'esterno il segnale viaggiando nella radice anteriore. Molti riflessi sono sfruttati dal medico per studiare l'integrità dei vari distretti del MS. Ai riflessi corrispondono gli specifici neuomeri che si vanno ad utilizzare eccitando un particolare riflesso.

Quindi ad esempio se vado a sollecitare il tendine del bicipite brachiale con un colpo del martello della mano, la cui risposta è la flessione dell'avambraccio, sto esaminando la funzionalità

neuromeri C5 e C6 del MS che potrebbero essere alterati in caso di artrosi cervicale perché potrebbe esserci compressione delle radici e quindi il segnale sensitivo può viaggiare in modo alterato.

- Per il tricipite brachiale si scende per esaminare i neuromeri C6, C7 e C8.
- Per il brachioradiale che si colpisce più medialmente per ottenere supinazione, stiamo ancora indagando i neuromeri C5, C6 e C7.
- Per l'addominale superficiale, che si fa sfiorando in vari punti la superficie dell'addome a cui risponde una tensione muscolare, ci spostiamo verso il basso per studiare i neuromeri dal T6 al T12.
- Con il riflesso patellare della gamba che si ha dando un colpo sul tendine rotuleo per avere estensione della gamba, si studiano le regioni dei neuromeri lombari L2, L3 e L4.
- Infine il riflesso del tendine di Achille la cui risposta è l'estensione del piede e con cui si vanno ad indagare i neuromeri sacrali S1 e S2.

Questi ed altri sono esami utilizzati dal neurologo, sono i riflessi locali semplici mono o bisinaptici al massimo nel caso sia presente un neurone internucleare, che consentono lo studio dell'integrità del MS ai vari livelli.

QUANDO È UN INTERNUCLEARE

Vediamo degli esempi di patologie che possono colpire il MS.

Nel caso di una resezione completa del midollo, sono questi eventi traumatici. Per spostamento brusco di corpi vertebrali sovrapposti si può avere compressione estrema del MS con necrosi del tessuto compresso, cui segue un danno per separazione completa di tutte le strutture a valle della compressione. A valle della compressione si perdono i rapporti infatti con i nervi endocranici.

Vi sono poi lesioni che riguardano solo delle parti.

Nella sindrome descritta da Brown-Sequard abbiamo una emisezione del MS legata essenzialmente a cause traumatiche.

Nella siringomielia a causa della erosione del canale centrale si ha una degenerazione e compressione graduale delle strutture circostanti e può riguardare segmenti particolari del MS.

Nella poliomielite si ha lesione delle corna grigie anteriori, quindi danno diretto dei motoneuroni.

Abbiamo poi una sindrome genetica che è la sindrome laterale miotrofica in cui c'è sia perdita sia dei fasci corticospinali crociati che delle corna grigie anteriori.

Vediamo il danno ai vari livelli. Ad esempio nella sindrome di Brown-Sequard come si fa a stabilire anche con un esame di superficie o di sintomi, che si tratta di una emisezione del MS?

Nella precisa zona dove è avvenuta la compressione e il danno si ha una completa perdita di funzione midollare e quindi una perdita completa di sensibilità, di riflessi e c'è una paresi di tipo classico ipotonico. Nella zona colpita c'è proprio l'ingresso delle vie sensitive e delle uscite motorie per cui si interrompe il riflesso. Inoltre al di sotto della zona di compressione ci saranno sintomi diversi sulle due metà del corpo. Per quanto riguarda la parte sensitiva dallo stesso lato del corpo si perde la sensibilità propriocettiva cosciente e tattile discriminativi. Questo perché i fasci gracile e cuneato che non sono decussati nel MS ma solo nel bulbo dopo aver fatto sinapsi al livello dei nuclei gracile e cuneato, vengono interrotti. Perciò dallo stesso lato della lesione ho perdita della sensibilità propriocettiva. Mentre nel lato opposto sono mantenute le sensibilità dolorifiche e termiche che sono decussate e viaggiano nella parte sana. La zona che è stata compressa ha determinato perdita di dolore, temperatura, di tatto e pressione, tutte vie che si decussano nella sede di ingresso del MS perciò una lesione di destra causa la perdita delle sensibilità provenienti da sinistra. Se ho la perdita di propriocezione e di sensibilità tattile a destra e perdita delle altre sensibilità coscienti a sinistra dirò che il danno è a destra nel MS.

Vi sono poi perdite di attività motoria. La maggior parte dei segnali motori sono già decussati a livello del bulbo, perciò la perdita dell'attività motoria la troverò dallo stesso lato della lesione. E quindi troverò paresi dell'attività volontaria dallo stesso lato della lesione e trovo anche al di sotto della lesione, un'attività iperreflessa e quindi una cosiddetta paralisi spastica a causa della perdita di rapporto con le extrapiramidali e quindi non c'è inibizione sui motoneuroni che hanno questo stato di iperreflessia.

PLANNE
CORTEO
SPINALI
ANKEE

Perciò conoscendo la localizzazione dei fasci dai segni presenti in una determinata patologia si può individuare la sede esatta e il tipo di lesione.

Quando c'è un danno a livello centrale del MS, come nel caso della siringomielia, si ha la perdita "a fascia". E' interessata la zona toracica alta e le braccia in un fenomeno siringomielico che riguarda i neuromeri cervicali. In questa fascia vediamo soprattutto la perdita della sensibilità dolorifica. Perché proprio davanti alla commissura grigia centrale infatti si decussano i secondi neuroni della via sensitiva spinotalamica che trasporta la sensibilità termica e dolorifica. Questa è la via più colpita ma sono colpite in parte anche le altre.

TRONCO ENCEFALICO

Il TE è l'immediata prosecuzione del MS e parliamo sempre in termini organizzativi di cordoncino perché ha ancora una spiccata organizzazione segmentaria. Abbiamo già accennato ai 12 nervi cranici sensitivi, motori e anche neurovegetativi riconoscibili a livello di TE. I 12 vanno dalle estremità più cefalica per dirigersi caudalmente.

La prosecuzione immediata del MS sul bulbo che è il primo segmento in cui si continua la fessura midollare anteriore che diventa bulbare. Abbiamo due formazioni dette *piramidi bulbari* da cui prende nome il sistema piramidale. Le piramidi sono strutture affusolate che si restringono dall'estremità più rostrale verso la più caudale. Più cranialmente e rostralmente rispetto al bulbo abbiamo il ponte la cui superficie anteriore guarda al clivo dell'occipitale. Il ponte presenta una notevole espansione ventrale rappresentata da fasci di tessuto bianco intercalato tra piccoli nuclei continui che vedremo tra breve. Lateralmente la superficie del bulbo si continua aprendosi verso il cervelletto. Cioè i fasci trasversali del ponte che caratterizzano la sua superficie anteriore sono continui con il cervelletto latero-posteriormente e rappresentano i *peduncoli cerebellari medi*. Il terzo elemento costitutivo del TE è il mesencefalo che in vista anteriore è nascosto dal ponte. Le strutture sovrastanti al mesencefalo sono dieiccefaliche e le vedremo successivamente in dettaglio.

Un solco cosiddetto basilare che separa la superficie ventrale del ponte e questo solco è legato alla presenza dell'arteria basilare.

Guardando in vista posteriore il ponte vediamo delle strutture laterali che sono in buona parte i peduncoli cerebellari medi. Più cefalicamente abbiamo la superficie posteriore del mesencefalo di cui ancora non è visibile la superficie anteriore. In una zona della superficie posteriore del TE si delinea la superficie abbastanza appiattita delimitata lateralmente da strutture appartenenti ai peduncoli cerebellari, si parla di fossa romboidale, ed è la superficie basale, ventrale del quarto ventricolo encefalico. Ricordiamo che abbiamo già intravisto il terzo ventricolo rostralmente nel diencefalo, l'acquedotto di Silvio e il quarto tra TE e cervelletto. Le superfici laterali del quarto ventricolo sono rappresentate dai peduncoli cerebellari, le superfici posteriori rappresentate dai "veli" midollari superiore e inferiore. Lateralmente sono visibili degli ingrossamenti a livello del bulbo che sono i tubercoli gracile e cuneato punto di arrivo dei fascicoli gracile e cuneato. Questi tubercoli mediali e laterali sono la espansione dei fascicoli gracile e cuneato nel punto in cui arrivano al loro secondo neurone, quindi ai fasci in arrivo dai livelli inferiori si aggiungono i corpi cellulari del secondo neuroni di questa via sensitiva formando l'espansione. Sono il *tubercolo gracile* e il *tubercolo cuneato*.

In vista laterale troveremo sporgere un'altra formazione detta *oliva bulbare* che abbiamo già nominato come punto di partenza di uno dei sistemi extrapiramidali, la via olivo-spinale. Una piccola parte di bulbo è interessata nella formazione della superficie della base del quarto ventricolo. Una porzione della fossa romboidea è quindi parte del bulbo mentre la porzione sovrastante appartiene al ponte. Quindi la fossa romboidea, il quarto ventricolo è costruito da due regioni del TE: sia dal bulbo che dal ponte. Il velo midollare posteriore dal suo punto di origine sale verso l'alto a costituire parte del tetto del quarto ventricolo. Lateralmente vediamo i peduncoli cerebellari inferiori che penetrano nel cervelletto, i peduncoli cerebellari medi che si continuano con i fasci anteriori del ponte e i peduncoli cerebellari superiori, più vicini, che si dirigono verso il mesencefalo che è la struttura sovrastante.

Sulla base del quarto ventricolo sono riconoscibili dei solchi e dei rigonfiamenti. Il solco longitudinale mediano è la prosecuzione del solco posteriore del MS, quindi come davanti avevamo ancora presente la fessura midollare a livello di bulbo, così qui a livello di bulbo e di ponte posteriormente abbiamo il proseguire di questo solco midollare posteriore.

Vi sono dei rigonfiamenti legati a degli ammassi cellulari che corrispondono ai nuclei immediatamente sottostanti. Ad esempio i più evidenti sono i due collicoli del nervo faciale in cui abbiamo il nucleo del nervo faciale, i suoi prolungamenti che vedremo passano tutto intorno al nucleo dell'abducente che è uno dei nervi oculomotori, quindi si crea un rigonfiamento sporgente ben riconoscibile. Vi sono poi altre formazioni che per il momento non consideriamo. Tutte le emergenze dei nervi cranici sono o sulle pareti laterali o sulle superfici ventrali del tronco, tranne l'emergenza del trocleare, il 4 nervo cranico, che emerge dalla superficie posteriore del bulbo a confine tra ponte e mesencefalo e si porterà in avanti per raggiungere i bulbi oculari.

A livello della superficie posteriore del mesencefalo si ha la caratteristica presenza di 4 tubercoli quadrigemini, due al di sotto sono inseriti nella via acustica sede di riflessi acustici, mentre gli altri due superiori sono inseriti nella via ottica ed hanno a che vedere con i riflessi visivi. Questi tubercoli

MA SPINOTETALE

quadrigemini superiori ad esempio sono inseriti nel sistema cefalo-oculo-giro precedentemente accennato, in cui sono collegati i sistemi sensoriali e motori di collo ed occhi per coordinare il movimento. Quindi il TE formato dalle tre porzioni: bulbo, ponte e mesencefalo; posteriormente ha confini mal definiti tra bulbo e ponte, ben definiti tra ponte e mesencefalo e gli elementi caratteristici più riconoscibili sono i tubercoli gracile e cuneato, a livello bulbare si intravedono le olive lateralmente, la fossa romboidea con i peduncoli ed i tubercoli quadrigemelli.

In questa immagine vediamo come i tubercoli quadrigemelli del mesencefalo presentano dei prolungamenti che si spingono lateralmente e vedremo che questi prolungamenti connettono i tubercoli quadrigemelli a delle porzioni sovrastanti che sono nient'altro che il diencefalo, quindi la parte profonda del cervelletto. Rivediamo la superficie ventrale più schematicamente, il confine tra bulbo e ponte è nettissimo, c'è il solco bulbo-pontino, attraverso cui inoltre sbucano fuori molte emergenze di nervi cranici. A livello dei fasci trasversali del ponte sulle superfici laterali emerge il nervo trigemino, il 5 paio dei nervi cranici. Dal solco emergono i nervi: 6 ^{6. DUE PARTE} ~~oculomotorio~~ 7 faciale, 8 ~~vestibolo-nocleare~~ e parte del 9 che è il glossofaringeo. Il 10 vago, 11 l'accessorio e 12 l'ipoglosso fuoriescono dalle superfici laterali del bulbo. Vediamo ancora le piramidi, zona di decussazione delle vie cortico-spinali discendenti, e vediamo sempre il rigonfiamento laterale delle olive lateralmente.

↳ LATERALI

Ricordiamo come la posizione di bulbo e ponte è quella dove è situato il quarto ventricolo e queste superfici a vela superiormente sono costituite da foglietti detti veli midollari superiore ed inferiore che chiudono dorsalmente il ventricolo. Ripetiamo anche come la base del quarto ventricolo corrisponde alla fossa romboidea del bulbo e del ponte.

A livello del TE, nel bulbo, avviene un fenomeno di migrazione delle componenti prevalentemente sensitive e motorie della sostanza grigia.

Partiamo dal tubo neurale embrionale. Abbiamo le cellule che daranno origine alle vie efferenti motorie, e infatti abbiamo visto che le corna grigie anteriori che ospitano i motoneuroni sono posteriori, dorsali.

CCCEZIONE
SONO
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Vediamo anche le cellule che si intercaleranno nelle vie sensitive. Infatti abbiamo visto che abbiamo un protoneurone che è all'esterno del midollo col suo nucleo che sta nel ganglio spinale, e fa sinapsi, con l'eccezione di un caso, con un secondo neurone che sta nelle corna grigie posteriori dorsali. In mezzo abbiamo le sedi dei sistemi vegetativi che sono localizzati in tutti i distretti del MS, non dappertutto però. Li abbiamo nel toracico per l'ortosimpatico e li abbiamo anche a livello sacrale per quanto riguarda una parte del parasimpatico. A livello del bulbo, del ponte e del mesencefalo vediamo che il canale (che è già presente e che nell'adulto regredirà a sottile canale) si dilata enormemente, la massa di tessuto nervoso si va a localizzare più centralmente, e dorsalmente si costituisce la cavità ventricolare, è il quarto ventricolo. Il tessuto nervoso nel MS è localizzato in senso dorso-ventrale mentre nel bulbo e nel ponte si apre, esponendo le parti dorsali più lateralmente e le ventrali più medialmente. Quindi questa struttura cilindrica tende ad aprirsi e le porzioni dorsali vanno lateralmente e le porzioni ventrali restano mediali, ma tutto si fa ventrale. La struttura si fa ventrale, con le strutture prima dorsali ora laterali mentre le strutture prima ventrali ora sono mediali e si costituisce un tetto.

Tutto ciò per dire che nel TE troveremo le componenti sensoriali, le componenti motorie e le componenti neurovegetative rilocalizzate; in senso medio-laterale avremo prima le componenti motorie che sono le più mediali e ventrali; le componenti viscerali, nel TE troveremo il parasimpatico rappresentato dal nervo vago (X) che va ad innervare tutti i visceri toraco-addominali, le troveremo un po' più lateralizzate; ancora lateralmente seguono le componenti sensitive.

E' questa una schematizzazione generale; non sempre infatti è così ma questo è il disegno generale da memorizzare che riassume in modo valido l'architettura del tessuto nel TE. Quindi la struttura a farfalla che avevamo nel MS si è completamente aperta, ciò che era anteriore è mediale, ciò che stava alla base delle corna posteriori si sposta un po' più laterale e ciò che era dorsale va ancora più laterale. Vediamo così ad esempio che il nucleo trocleare (IV), nervo strettamente sensitivo intercalato nella via acustica, è posto molto più lateralmente.

BULBO

Corrisponde al primo tratto del TE collegato direttamente al MS. Abbiamo visto che già a livello del bulbo c'è una ridistribuzione dell'intera sostanza grigia. La sostanza grigia nel MS dorsalmente è intercalata nelle vie sensitive, ventralmente quella di partenza delle vie motrici, intermedia quella intercalata nelle vie del sistema nervoso vegetativo sia sensitivo che motorio. Si assiste ad un riposizionamento che vedrà disporsi medialmente le componenti motorie, intermedie da un lato e dall'altro le componenti neurovegetative, laterali le componenti sensitive. Il tutto su un piano al di sopra del quale abbiamo, a livello sia del bulbo che del ponte, il pavimento del quarto ventricolo, il cui tetto è rappresentato dal velo midollare.

Vediamo le strutture che incontriamo nelle diverse sezioni che si possono fare del TE. Nel TE sono presenti strutture in tutto e per tutto analoghe a quelle viste nel MS che non hanno particolari specificità. E quindi i nuclei dei nervi cranici che sono gli analoghi della sostanza grigia del MS, la sostanza bianca sono i fasci che percorrono i tragitti dal MS verso i centri superiori e viceversa, e poi abbiamo le componenti proprie del bulbo cioè i nuclei che non hanno analogie con le strutture del MS e che svolgono specifiche funzioni. In buona parte intervengono nella formazione del sistema extrapiramidale, hanno quindi un ruolo particolare ed hanno diversi collegamenti.

Vediamo le sezioni: Una al confine col MS (A) e verso il ponte più craniale (B).

Nella (A) non si identifica più un'H dritta, c'è una zona grigia centrale, si hanno striature incrociate che corrispondono alla decussazione delle piramidi. Sono i fasci motori discendenti dall'encefalo che in una sezione immediatamente sovrastante vediamo tutti compattamente localizzati sulla superficie ventrale del bulbo a costituire le due piramidi, andando in prossimità al MS le fibre che sono qui ventrali si portano dorsalmente e lateralmente per raggiungere la posizione, della colonna laterale bianca in cui abbiamo visto già viaggiare le cortico-spinali crociate.

Una parte delle fibre che hanno viaggiato a livello delle piramidi non si decussa, rimane in questa posizione e saranno i fasci cortico-spinali diretti che abbiamo visto nelle colonne bianche anteriori del MS. Queste viaggiano dirette fino al neuromero interessato ed è lì che si decussano per raggiungere il motoneurone.

Sempre nella sezione (A) vediamo una formazione simile ad un giglio che rappresenta la comparsa di sostanza grigia e cioè neuroni sensitivi che sono la premessa dei nuclei gracile e cuneato. Sono il punto di sinapsi del fascicolo gracile e cuneato che arriva dal MS ed è dorsale, con cellule che mandano i loro prolungamenti cefalicamente. Siamo arrivati quindi al punto di sinapsi tra protoneurone sensitivo e secondo neurone di questa via sensitiva propriocettiva, cosciente e tattile discriminativi. E di fatti se andiamo ad una sezione proprio a livello dei tubercoli o nuclei gracile e cuneato, vediamo la sinapsi tra queste due cellule. Quindi la peculiarità della via propriocettiva e tattile discriminativi è quella di non sfruttare le corna grigie posteriori del MS lì dove entrano i protoneuroni ma si andarsì tutti a sinapsare col secondo neurone più su a livello del bulbo.

1 NI
SI
OST
NEL
CUI

I fasci laterali e anteriori, gli spino-cerebellari e gli spino-talamici, quindi della sensibilità esterocettiva, vengono spinti lateralmente. Parte delle corna grigie posteriori è persistente e si comincia a specializzare per svolgere la funzione propria del nucleotrigemino. Il nervo trigemino (V) è il nervo sensitivo di tutto lo splanocranio, si chiama trigemino perché ha tre branche, la oftalmica, mascellare e mandibolare che occupano tutto lo splanocranio per poi radunarsi in fasci di fibre sensitive deputati alla raccolta di segnali sensitivi sia esterocettiva che propriocettivi dello splanocranio. Dopo essersi raccolte entrano nel TE e vanno a fare sinapsi. Il primo neurone che ha il corpo cellulare in un ganglio, il ganglio petroso che si trova al di fuori del TE. Fasci afferenti entrano nel midollo e trovano questo analogo delle corna grigie posteriori che è un nucleo, qui chiamato nucleo spinale perché siamo ancora verso il midollo ma che è il nucleo del trigemino, una formazione molto allungata che ritroveremo sia nel bulbo che nel ponte che nel mesencefalo.

Qui terminano tutti i primi neuroni di questo nervo che troveranno qui il secondo neurone che forma un fascio ascendente che forma una calotta in vicinanza del nucleo del trigemino e risale come "lemnisco trigeminale" fino al talamo che è la sede del secondo neurone. Quindi compare già nella prima sezione questa evoluzione del corno grigio posteriore che è un nucleo sensitivo del trigemino, poi ancora compare una formazione nucleare specifica di un nervo motore. E' il nervo cranico motore accessorio, XI paio di nervi cranici. E' un nucleo motore, mediale rispetto al sensitivo che è laterale anche se l'apertura a questo livello non è avvenuta ancora completamente.

Al centro è sempre presente il canale centrale.

Torniamo alla sezione precedente, abbiamo già detto che qui sono evidenti le piramidi che si decussero solo ai livelli inferiori, vediamo come ancora i fasci spino-cerebellari e spino-talamic sono raccolti seppur lateralmente contigui l'uno all'altro, vediamo come si origina il secondo neurone della via propriocettiva cosciente e vediamo che si costituisce una struttura particolare con i fasci derivati dai nuclei gracile e cuneato, formando una via ascendente, si portano ventralmente e si decussano a questo livello. Questa via che ha viaggiato diretta nel midollo si decussa a livello del bulbo. Si decussa e formerà quelli che si chiamano i lemnischi mediali che vedremo nelle sezioni successive. Vediamo ancora che a questo livello è ancora presente il nucleo dell'accessorio che è una formazione allungata e compare nel frattempo un'altra formazione nucleare motoria che è l'ipoglosso che è mediale, compreso tra i "fasci crociati" che originano dal gracile e dal cuneato e che vanno a formare questa decussazione. Continua ad essere presente il nucleo spinale del nervo trigemino con il lemnisco o tratto spinale del nervo trigeminale intorno, la parte centrale del bulbo conterrà della sostanza grigia che vedremo in altre immagini. Finora sono tutte strutture in analogia con quelle del midollo. Compare anche la formazione grigia dei nuclei olivari bulbari, le olive bulbari che abbiamo già incontrato come punto di partenza di una delle vie extrapiramidali, le olivo-spinali, ma anche punto di arrivo di segnali sensitivi mediante una via spino-bulbare. Abbiamo anche descritto come a livello del bulbo ci sia un arrivo e una partenza di segnali diretti al cervelletto, alla formazione reticolare che sta nel bulbo e ad altri distretti ancora.

Vediamo una sezione trasversale con una formazione particolare, è una grossa lamina di sostanza grigia che presenta anche delle porzioni staccate, dei sottocubi che sono dei nuclei olivari mediali o accessori olivari che accompagnano questo nucleo. Le sezioni possono essere colorate con acido osmico che rende nera la sostanza bianca e chiara la sostanza grigia che non assorbe il colorante.

La formazione reticolare del TE è un complesso di cellule e brevi prolungamenti che collegano queste cellule:

Andiamo a livelli superiori, a livello dei peduncoli cerebellari inferiori dove vediamo il pavimento del quarto ventricolo. La sezione trasversale a livello delle olive bulbari, a livello delle piramidi, vicino al ponte. Qui parte della sostanza bianca si concentra in una spessa lamina mediana sagittale, in direzione dorso ventrale in cui si concentrano alcuni dei fasci che ascendono dai livelli inferiori verso l'encefalo. Precisamente abbiamo il lemnisco mediale che si è portato medialmente in prossimità alle piramidi (il lemnisco mediale arriva dalle fibre crociate del nucleo gracile e cuneato e porta quindi la sensibilità propriocettiva cosciente e tattile discriminativa). Dorsalmente a questo fascio è andato a localizzarsi un tratto discendente che il tetto-spinale, una delle formazioni extrapiramidali che originano dal tetto del mesencefalo per scendere verso la regione del collo, (tratti coinvolti nel sistema oculo-cefalo-giro (controlla il movimento del collo in contemporanea al controllo del movimento degli occhi). Sopra c'è ancora un fascicolo "longitudinale mediale" di collegamento che va dalla regione cervicale del MS fino al diencefalo per connettere i nuclei spessi polari, connettendo i nuclei oculomotori. Anche questo tratto è quindi coinvolto nei movimenti degli occhi e della testa. In questa sezione abbiamo una novità: il localizzarsi medialmente di parte delle vie sensitive ascendenti e di parte delle vie extrapiramidali. Si vede ancora la formazione reticolare che dal bulbo va al mesencefalo.

La lamella che vedevamo prima si è ristretta notevolmente e si è ripiegata determinando una concavità mediale. Forma una sorta di conchiglia concava medialmente e chiusa convessa lateralmente. Quello che vedevamo a livello di superficie esterna del bulbo è questa formazione. Vediamo le piramidi anteriormente, lateralmente le olive, dovute proprio alla formazione di questa struttura a conchiglia con uno spazio bianco mediale e una superficie convessa laterale. Le olive bulbari hanno delle formazioni accessorie mediali e dorsali di accompagnamento. E questi sono quindi i nuclei propriocettivi. Comparono i peduncoli cerebellari inferiori che raccolgono, per quanto riguarda le vie ascendenti, la via spino-cerebellare posteriore, mentre l'anteriore la continueremo a trovare nel bulbo fuori dai peduncoli. La spino-cerebellare posteriore è la via del fascio diretto che entra nei peduncoli cerebellari posteriori e raggiunge la corteccia cerebellare. L'anteriore, che è quella che si è incrociata nel midollo, risale, attraverso il ponte per raggiungere i peduncoli cerebellari superiori, e da quelli entra nel cervelletto e prima di raggiungere la corteccia cerebellare si decussa nuovamente nel cervelletto. Quindi è salvaguardata questa sorta di regola biologica che fa sì che i segnali propriocettivi non coscienti siano omolaterali, che arrivino cioè alla stessa metà del cervelletto dalla metà corporea da cui sono partiti. Comparono ancora altre formazioni nucleari. C'è una formazione parasimpatica che è il nucleo ambiguo sede delle componenti motrici del vago e del glossofaringeo coinvolti nella fonazione e nella deglutizione componenti motrici di questi nervi.

Poi abbiamo ancora la componente dorsale del vago che è qui mediale e che è anche questa parasimpatica. Continua ad essere presente il nucleo dell'ipoglosso (XII).

Compaiono componenti del nucleo statoacustico. Le componenti al di sopra e al di sotto dei peduncoli cerebellari sono quelle che appartengono alla componente acustica e quindi cocleare dorsale e cocleare ventrale e sono quindi nuclei prettamente sensitivi deputati al trasporto dei segnali acustici.

Vediamo comparire anche i nuclei che appartengono alla componente vestibolare del nucleo statoacustico. Il nucleo vestibolare è piuttosto complicato perché ha una componente che possiamo ritenere analoga a formazioni midollari ed una componente, ad esempio questo nucleo vestibolare laterale, che funziona da sistema extrapiramidale, e quindi possiamo definirlo un nucleo proprio del TE. Questa formazione infatti invia segnali non coscienti mediante i peduncoli al cervelletto in una regione specifica che vedremo, il cervelletto manda indietro dei segnali di risposta, vengono integrati in questa struttura anche segnali provenienti dalla corteccia telencefalica, per far finalmente partire la via vestibolo-spinale. Questa via è quindi una extrapiramidale con una sua dignità anatomo-funzionale anche nel MS. I nuclei vestibolari sono quindi una struttura in parte analoga alle strutture grigie sensitive del MS e in parte extrapiramidale.

Da questi peduncoli cerebellari che quindi collegano bulbo e cervelletto, passano sia fasci ascendenti verso il cervelletto che discendenti dal cervelletto, passano lo spino-cerebellare posteriore diretto, passano anche le fibre olivo-cerebellari (c'è un collegamento delle olive al cervelletto), passano le fibre vestibolo-cerebellari, passano ancora le fibre cuneato-cerebellari. Il fascicolo gracile e cuneato infatti aveva una componente non cosciente. Questa componente non cosciente termina nel nucleo cuneato nel bulbo e da lì partono fibre cuneato-cerebellari che attraversano questi peduncoli cerebellari. Quindi in discesa, al vestibolo, al bulbo, alla formazione reticolare scendono fibre. In realtà anche a delle componenti motorie dei nervi cranici ma queste appena dette sono le componenti essenziali.

* PRESENZA
CUIE

ASCEN
SIND

OLIVARE

NON-
COSCIENTE

TRINEURON

ECCEZIONE)

PONTE

La regione del ponte confina con la sua superficie ventrale molto bene con il bulbo e infatti si parla di solco bulbo-pontino. Cranialmente confina con il mesencefalo di cui intravediamo le porzioni ventrali che sono in realtà rappresentate da poche strutture, essenzialmente da due grossi fasci che sono i peduncoli cerebrali che vedremo tra breve.

Visto lateralmente il ponte presenta i grossi peduncoli cerebellari nell'immagine sezionati, e l'emergenza del nucleo del nervo trigemino.

Dorsalmente il ponte delimita la maggior parte della fossa romboidea, presenta al punto di partenza dei peduncoli cerebellari superiori che entreranno attraverso il mesencefalo; notiamo come sia mal definito il confine con il mesencefalo organizzato a questo livello. Vediamo poi i tubercoli quadrigemini inferiori e superiori che caratterizzano il tetto del mesencefalo.

Sulla superficie posteriore del ponte, lì dove è presente la fossa romboidea, si vedono anche dei fasci di fibre che originano dal solco mediano e che si portano lateralmente verso i peduncoli, sono strie dorsali che appartengono alle vie acustiche. Partono dai nuclei cocleari, si portano in stretto contatto con la superficie medialmente per terminare poi a livello del bulbo.

A livello di ponte c'è dunque l'ancoraggio principale con il cervelletto che sta dorsalmente. Il cervelletto dorsale al ponte incedente che delimita il quarto ventricolo.

Vediamo una sezione del ponte in prossimità del confine con il bulbo. Sono messe in evidenza le fibre traverse ventrali che caratterizzano morfologicamente il ponte. Non sono più visibili le piramidi che erano presenti a livello delle sezioni bulbari. I fasci cortico-spinali che già vedevamo come piramidi ora infatti viaggiano ortogonalmente ai fasci trasversali di fibre pontine. Sono visibili le frammentazione in fascicoli dei fasci cortico-spinali discendenti che arrivano dalla corteccia e che, appena superato il ponte, si compattano a formare le piramidi. Il passaggio è complicato dalla presenza di elementi del fascio cortico-spinale che terminano qui, a livello pontino. Rinominiamo quindi la componente di fasci discendenti dalla corteccia che si chiamano fasci cortico-pontini. Sono fasci che si accompagnano fino a questo livello con i cortico-spinali che invece continuano il loro percorso nel MS. I cortico-pontini si fermano per andare a far sinapsi con piccole formazioni nucleari dette nuclei pontini, passerelle di pirenoforo da cui originano prolungamenti diretti verso il cervelletto e costituendo parte delle fibre traverse pontine. Abbiamo quindi identificato la via cortico-ponto-ponto-cerebello. È una via importantissima che consente il passaggio di informazioni su quello che la corteccia telencefalica ha iniziato a fare in termini volontari, ne dà informazioni al cervelletto con questa via, il quale parte con la sua attività non cosciente modulatoria delle attività volontarie che ha fatto partire la corteccia. Quindi questa componente cortico-ponto che qui fa sinapsi con le cellule ponto-cerebellari, è importantissima per far partire l'attività modulatoria dei movimenti volontari.

In realtà a questo livello esistono anche fasci che attraversano da un emisfero cerebellare il ponte per portarsi all'altro emisfero cerebellare e quindi formare i due emisferi dell'attività che vi si svolge.

Dorsalmente al ponte non abbiamo più la lamina di tessuto bianco rappresentata dal lemisco mediale, dai tetto-spinali, dal fascicolo longitudinale mediale. Quindi il lemisco mediale si sposta in modo trasversale. Dobbiamo immaginare la modificazione morfologica. I fasci scendono, sono compattati, appena arrivano verso il ponte questi fasci di fibre che hanno sempre una morfologia appiattita ruotano si avvicinano. Subiscono questi movimenti in relazione alla morfologia del contorno, prendono cioè queste forme perché trovano uno spazio tra le altre fibre che le circondano.

Queste fibre crociate che vediamo in mezzo, sono fibre che fanno parte della via acustica, sono arrivate dai nuclei cocleari che stanno ai lati del bulbo e dorsalmente e ventralmente ai peduncoli cerebellari posteriori. Si sono portate queste fibre medialmente in parte sulla superficie del bulbo, si portano in profondità e qui si incrociano. Poi usciranno dal lemisco mediale per formare il lemisco laterale che vedremo più avanti e che è la via acustica. Qui è presente una formazione nucleare: il nucleo del corpo trapezoidale che non consideriamo.

Formazione grigia reticolare sempre presente. (x11)

Vediamo che nuclei compaiono. L'ipoglosso non c'è più, nemmeno l'accessorio. Continua il trigemino, compaiono il faciale (VII) e l'abducente (VI). Sono due nuclei motori. Il facile per i muscoli mimici e per parte dei masticatori, l'abducente per il retto esterno dell'occhio, uno dei muscoli estrinseci dell'occhio. (x1)

Per quanto riguarda i nuclei sensitivi continuano ad essere presenti i vestibolari che si spingono in avanti. Compaiono anche i peduncoli cerebellari superiori che ci portano dal cervelletto verso l'encefalo che sta superiormente.

Vediamo ancora la doccia basilare che appoggia sull'arteria basilare sul clivo dell'encefalo.

9 maggio 2006

Abbiamo visto il ponte con il caratteristico posizionamento delle fibre cortico-spinali che viaggiano ortogonalmente e frammiste alle fibre trasverse del ponte. Abbiamo i peduncoli medi, vediamo anche gruppi di piccoli elementi dorsalmente al solco basilare che corrispondono ai nuclei pontini. Con questi vanno a terminare parti delle fibre che viaggiano insieme alle cortico-spinali, e sono le fibre cortico-pontine. Queste fibre viaggiano poi verso il cervelletto come via ponto-cerebellare.

In realtà parte di queste fibre che viaggiano insieme alle cortico-spinali, oltre a fermarsi a livello dei nuclei pontini, si portano dorsalmente per raggiungere i nuclei motori dei nervi cranici. Sono l'analogo della via cortico-spinale delle regioni del midollo, analogo nel senso che vanno a far sinapsi con dei motoneuroni dei nuclei dei nervi cranici lungo il TE, sono le cosiddette vie cortico-nucleari. Queste risalgono sia a livello del mesencefalo, dove abbiamo dei nuclei motori che sono l'oculomotore e il cocleare, scendendo anche attraverso il ponte vi sono dei nuclei cranici motori, vediamo il faciale, l'abducente, e scendendo poi nel bulbo ci sono nuclei motori. Le vie cortico-nucleari sono quindi l'analogo funzionale delle vie cortico-spinali che continuano nel midollo.

Avevamo già visto la distribuzione delle altre componenti dorsalmente alle fibre trasversali. Questo è il lemnisco mediale che si è disposto orizzontalmente, si vedono poi le fibre del corpo trapezoide che provengono dai nuclei cocleari sensitivi e risalgono verso l'alto.

Abbiamo elementi dei nuclei vestibolari che sono quattro: anteriore, superiore, inferiore, laterale e mediale.

Poi i nuclei motori: il nucleo del faciale e il nucleo dell'abducente. La radice che origina dal nucleo del faciale fa un peculiare arco intorno al nucleo dell'abducente ed è questo passaggio di fibre attorno all'abducente che determina un collicolo, il cosiddetto collicolo del faciale, sul pavimento del quarto ventricolo.

Ancora in questa sede vediamo il fascicolo longitudinale mediale che a livelli bulbari (più in basso) si trovava dorsalmente e medialmente ad altri fasci ascendenti mediali nel bulbo, qui si sono separati, disposti sul pavimento del quarto ventricolo.

Ancora è presente il trigemino che arriva al mesencefalo.

Vediamo il quarto ventricolo con i peduncoli cerebellari superiori che gli fanno da parete laterale.

Vediamo sempre il ponte ma ad un livello di sezione prossimo al mesencefalo. Vediamo ancora fibre trasversali, ancora cortico-spinali e cortico-nucleari che viaggiano insieme, nuclei pontini, ancora il lemnisco mediale (lo spinale si trova spostato lateralmente), le fibre del corpo trapezoide, il fascicolo longitudinale mediale, la formazione reticolare che dai livelli bulbari è sempre presente. Ancora la presenza del nervo trigemino con la componente sensitiva più laterale ed una sola componente motoria. Il trigemino infatti ha prevalentemente una componente sensitiva, ma presenta anche una componente motoria per i muscoli masticatori.

Vediamo ancora il lemnisco spinale spostato lateralmente rispetto al lemnisco mediale.

In alto sono visibili i peduncoli cerebellari superiori tenuti insieme dorsalmente dal velo midollare che chiude il quarto ventricolo in basso.

Nelle immagini di sezioni a questo livello di ponte colorate con osmio, vediamo più scure le fibre cortico-spinali e cortico-nucleari sezionate trasversalmente, il resto sono fasci trasversali della base del ponte, si vede il lemnisco mediale disposto orizzontalmente, fascicolo più su e altri nuclei più dorsalmente. Ai due lati abbiamo i peduncoli cerebellari mediali.

MESENCEFALO

Osserviamo l'immagine della superficie ventrale del mesencefalo. Domina nella superficie ventrale la presenza di questi due peduncoli che sono i peduncoli cerebrali. Questi sono i fasci di fibre discendenti dalla corteccia telencefalica ai livelli inferiori. Quindi contengono sia i fasci cortico-nucleari diretti ai nuclei motori dei nervi cranici, sia le cortico-spinali dirette al midollo, sia le cortico-pontine, dirette al ponte per costruire la via cortico-ponto-ponto-cerebello. Questi fasci di fibre sporgono costituendo i cosiddetti piedi del mesencefalo, come meglio vedremo nelle sezioni trasversali.

A separare i due peduncoli cerebrali c'è una superficie piatta perforata e si parla di sostanza perforata posteriore e ce ne è una anche anteriore. Le perforazioni di questa superficie piana sono dovute all'ingresso e di uscita del sistema d'irrorazione di questa regione del tessuto nervoso. Sono quindi il sistema di entrata

Dalla superficie ventrale del mesencefalo tra i due peduncoli cerebrali vediamo uscire il nervo oculomotore comune (III), mentre vediamo provenire dalla superficie laterale per portarsi dorsalmente, il nervo trocleare (IV) che è anche questo un nervo del gruppo degli oculomotori.

Superficie laterale del mesencefalo. Questo è il ponte, vediamo le fibre traverse del ponte e l'eminenza del trigemino. Vediamo poi che anche qui domina la presenza dei peduncoli cerebrali. Si vedono le pareti laterali dei peduncoli cerebrali che si portano in basso, vanno ad attraversare le fibre traverse del ponte per costituire la via che abbiamo già conosciuto. Vediamo sempre passare il nervo trocleare che proviene in realtà dalla superficie posteriore. Posteriormente sempre in vista laterale vediamo gli elementi costitutivi della superficie dorsale del mesencefalo.

La superficie dorsale del mesencefalo è rappresentata da questi quattro collicoli che sono i tubercoli quadrigemini. Questi si distinguono in una coppia di inferiori e una coppia di superiori. Sono delle strutture frammiste di sostanza bianca e di sostanza grigia, punto intercalate nelle vie riflesse che riguardano: per i due collicoli inferiori le vie acustiche, per i due collicoli quadrigemini superiori le vie ottiche. Quindi sono intercalati in sistemi riflessi che riguardano le vie acustiche gli inferiori e le vie ottiche i superiori.

Quindi tornando alla vista laterale vediamo il collicolo superiore destro e inferiore dello stesso lato. Questi collicoli presentano dei cosiddetti "bracci" cioè un grosso fascio di prolungamenti di cellule nervose, diretti a strutture che fanno parte del diencefalo. Andando a studiare al diencefalo chiariremo meglio questo collegamento. Questa struttura che abbiamo superiormente al mesencefalo è il diencefalo, in questa immagine è stato eliminato il tessuto circostante che corrisponde agli emisferi cerebrali. Abbiamo quindi estratto il diencefalo e che si chiama talamo. Posteriormente al talamo abbiamo due formazioni. Una è il corpo genicolato laterale, l'altra è il corpo genicolato mediale. Il corpo genicolato laterale è collegato con un braccio simile al quadrigemino superiore, mentre il corpo genicolato mediale è collegato con un braccio simile al tubercolo quadrigemino inferiore. Si crea un collegamento cioè tra queste stazioni di sinapsi per costituzione di riflessi che sono i due collicoli, e i corpo genicolati, componenti del diencefalo. Queste componenti del diencefalo vanno sotto il nome di metatalamo. Queste strutture metatalamiche sono regioni in cui si hanno ulteriori sinapsi per le vie ottiche, per quanto riguarda il corpo genicolato ^{mediale} ~~laterale~~, e per le vie acustiche per quanto riguarda il corpo genicolato ^{laterale} ~~mediale~~. CEREBRALI

Ricapitolando, nella superficie ventrale del mesencefalo: peduncoli, spazio interpeduncolare e sostanza perforata posteriore. Queste strutture che vediamo più rostrali, anteriori rispetto alla sostanza perforata e mediali rispetto ai peduncoli sono strutture del diencefalo appoggiate sul mesencefalo. Per esempio vediamo il tuber cinereo, punto di aggancio dell'ipofisi, al diencefalo sottostante. E vediamo anche i corpi mammillari, intercalati in vie che collegano porzioni divers

tegmento del mesencefalo

degli emisferi cerebrali. Quindi ventralmente i peduncoli, la sostanza perforata, l'emergenza dell'oculomotore e l'arrivo dalla superficie ventrale dell'abducente. I peduncoli costituiti dalle vie discendenti cortico-livelli inferiori. Dorsalmente caratterizzati dalla presenza dei tubercoli quadrigemini inferiori e superiori, con l'emergenza dalla superficie posteriore del nervo abducente. Lateralmente le superfici laterali dei tubercoli quadrigemini e vediamo sporgere i collicoli superiori e inferiori e, anche se fanno parte del diencefalo, citiamo, in quanto strettamente collegati al mesencefalo, i corpi genicolati laterali e i genicolati mediali. I laterali collegati con un braccio di fibre di sostanza bianca con i collicoli superiori, mentre il genicolato mediale collegato con un braccio con i collicoli inferiori. Quindi quadrigemini superiori e corpi genicolati mediali per le vie ottiche mentre quadrigemini inferiori e genicolato mediale per le vie acustiche. TROCC
(1)

Osserviamo in sezione il mesencefalo.

Vediamo una sezione trasversale a livello dei collicoli inferiori. Vediamo i due corpi quadrigemini inferiori. In questa zona abbiamo l'acquedotto di Silvio che collega terzo e quarto ventricolo. Superiormente abbiamo una parte contenente i due corpi quadrigemini, il tetto del mesencefalo, da cui le vie tetto-spinali. La parte profonda, è il tegmento. E poi vediamo una porzione bianca che è la parte più ventrale del mesencefalo che è il piede. Abbiamo i cosiddetti piedi del mesencefalo. Piede è il termine usato per descrivere questa zona in sezione trasversale, quando guardiamo la superficie ventrale nella sua interezza vediamo i peduncoli cerebrali. I piedi del mesencefalo sono separati dal tegmento da una banda di tessuto grigio altamente pigmentato di scuro, tanto da essere chiamato sostanza nera o substantia nigra del mesencefalo. Questa sostanza nera separa i piedi, (fasci discendenti dalla corteccia telencefalica) dal tegmento. Nel tegmento a questo livello (siamo a livello dei quadrigemini inferiori), troviamo le vie cerebello-talamiche (che provengono dal cervelletto e che sono dirette al talamo) che si incrociano, troviamo sempre la sostanza grigia, e troviamo come i fasci sensitivi ascendenti e quindi i lemnischi spinale, mediale, trigeminale e laterale (qui abbiamo ancora per un po' il laterale che è il fascio derivante dalle vie acustiche, è rappresentato dalle vie acustiche) che sono concentrati lateralmente a formare un grosso lemnisco comune con distribuzione dorso-ventrale. Prima avevamo ancora i mediali disposti orizzontalmente in basso, lo spinale era laterale, qui sono tutti accorpati in questa grossa banda di tessuto. Qui abbiamo ad esempio il laterale, che è l'acustico, che, guardato in una sezione più rostrale cioè a livello dei tubercoli quadrigemini superiori, non lo troviamo più. Non c'è più il lemnisco laterale perché si è spinto verso l'alto per raggiungere i tubercoli quadrigemini inferiori; quindi nel transitare a questo livello per raggiungere queste strutture.

Intorno all'acquedotto di Silvio c'è sostanza grigia centrale, parte del nucleo del trigemino e il nucleo del nervo trocleare (IV). Scendendo in posizione profonda vediamo il fascicolo longitudinale mediale che poi vedremo localizzato sul pavimento del quarto ventricolo.

Vediamo la sezione più rostrale, il grosso cambiamento a cui si assiste è la comparsa di due grossi nuclei, i nuclei rossi. Effettivamente sono nuclei provvisti di una propria pigmentazione rossa. Sono localizzati quindi in posizione rostrale nel mesencefalo fino a raggiungere il diencefalo verso l'alto. Questi nuclei rossi li abbiamo già incontrati come punto di partenza di una delle vie extrapiramidali: le vie rubro-spinali. Sono punto di arrivo di afferenze sia sensitive che dal cervelletto, che dalla corteccia, che in parte vedremo. Quindi la comparsa dei nuclei rossi in profondità, subito al di sopra della sostanza nera che continua ad essere presente.

Questa sostanza nera è un' formazione molto particolare che ha un ruolo di controllo delle attività motorie. E' la sede di neuroni che secernono un particolare mediatore chimico che è la dopamina. La dopamina viene secreta in distretti profondi degli emisferi cerebrali, termina su sinapsi inibitorie. Ha infatti azioni inibitorie sulle funzioni motorie. Una delle cause principali del morbo di Parkinson, caratterizzato da un mancato controllo inibitorio dell'attività motoria, è proprio l'incapacità di secernere dopamina da parte della sostanza nera su questi distretti a monte che poi incontreremo. Il nucleo rosso è invece il punto di partenza di una via extrapiramidale e raccoglie al

suo interno le informazioni prima di far partire i segnali rubro-spinali. Per quanto riguarda gli altri elementi caratteristici abbiamo il nucleo motorio del III nervo cranico con la fuoriuscita dei nervi dalla superficie ventrale del mesencefalo. Il trocleare manda le sue emergenze dorsalmente ma poi si portano ventrali. Sempre presente il nucleo del trigemino. E ancora i tubercoli quadrigemini superiori intercalati nelle vie ^{CITICHE} acustiche. La ^{FORMAZIONE} sostanza reticolare si è distribuita intorno ai nuclei rossi. Tra i fasci ascendenti non è più identificabile il lemnisco laterale che è andato a terminare ~~nei~~ ^{nei} tubercoli quadrigemini superiori. **INFERIORI**

A livello dei piedi le fibre discendenti non sono disposte in modo disordinato ma, a seconda di provenienza e destinazione, le troviamo alloggiare in distretti diversi, sia nel peduncolo di destra che di sinistra. Ad esempio lateralmente abbiamo fibre provenienti dalle regioni temporali degli emisferi cerebrali dirette al ponte, quindi sono vie cortico-pontine essenzialmente quelle che derivano dalla regione temporale. Andando all'estremo opposto, all'estremità mediale del piede, abbiamo sempre vie cortico-pontine, ma quelle provenienti dalle regioni frontali. C'è quindi una topografia rispettata. Nei quattro quinti grossomodo mediali, abbiamo le vie cortico-spinali, prima di queste, più laterali, ci sono le vie cortico-nucleari, quelle che via via si fermano sui nuclei motori dei nervi cranici, e più medialmente le cortico-spinali che discendono a formare il sistema piramidale. C'è quindi una distribuzione ordinata a seconda di destino e provenienza delle fibre.

NUCLEI DEI NERVI CRANICI *tav 110*

Vediamo la distribuzione generale dei nuclei dei nervi cranici. Sono rappresentati a sinistra i nuclei sensitivi, l'equivalente delle corna grigie posteriori del MS. Questi nuclei sensitivi infatti ricevono una radice che proviene da un ganglio esterno. Questa è una formazione gangliare con un neurone pseudounipolare che rappresenta l'equivalente dei gangli spinali del MS.

Notiamo come il nucleo sensitivo del trigemino si estende dalle regioni bulbari verso sopra sino al mesencefalo, riceve la prevalenza delle afferenze dal ganglio semilunare che è appoggiato alla piramide del temporale. Il ganglio semilunare è raggiunto dalle tre branche del nervo trigemino, l'oftalmica, la mandibolare e la mascellare. Il trigemino raccoglie tutte le sensibilità possibili (esterocettiva (dolorifica, termica, tattile non discriminativa, pressoria) e propriocettive (tattile discriminativa)), trasporta sia l'equivalente dei fascicoli gracile e cuneato del midollo, sia l'equivalente dei fasci spino-talamici. Queste diverse sensibilità si distribuiscono in modo specifico lungo tutta la lunghezza del nucleo del trigemino. Ad esempio a livello mesencefalico abbiamo in prevalenza l'arrivo della sensibilità propriocettiva trasportata dal nervo trigemino mentre in altri distretti abbiamo altre sensibilità. Il fascicolo trigeminale porterà verso il talamo le informazioni sensitive coscienti, mentre abbiamo delle piccole vie di sistemi di fasci di fibre che dal trigemino andranno verso il cervelletto per quanto riguarda la propriocezione non cosciente da lui trasferita.

Scendendo abbiamo il complesso triangolare, con maggior base mediale e l'apice che è una specie di angolo retto che si porta lateralmente. Questo è il ^{VESTIBOLARE DI SCARPA} nucleo vestibolare, un nucleo sensitivo che riceve afferenze da un ganglio che sta in stretta associazione con il recettore di questa via. Recettore che sono i canali semicircolari, quindi la sensibilità di movimento trasportata da questo fascio. Abbiamo anche detto come questi nuclei vestibolari non sono solo sede di arrivo di segnali sensitivi ma sono anche punto d'incontro di segnali provenienti dal cervelletto e da altri distretti tant'è che alla fine da questi nuclei vestibolari parte una delle vie extrapiramidali, la vestibolo-spinale. Questa formazione complessa dunque ha nel suo ambito sia il ruolo di nucleo di nervo cranico sensitivo, ma anche di nucleo proprio del TE con funzione specifica di partenza della via extrapiramidale.

Lateralmente al sistema vestibolare abbiamo i nuclei cocleari dorsali e ventrali. Dorsali e ventrali rispetto al peduncolo cerebellare inferiore. E' sempre il corrispettivo di corno grigio posteriore per una radice che ha il suo ganglio a livello del recettore periferico, che questa volta è la chiocciola. La chiocciola è l'organo dell'orecchio interno, il sistema recettoriale e di raccordo dell'energia meccanica che è l'udito, ed è il trasduttore dei suoni in segnali elettrici a livello del sistema nervoso qui, nel nucleo spirale del Corti che è il ganglio sensitivo di questa via.

Sempre in tema di nuclei sensitivi abbiamo il **nucleo del tratto solitario**. Il nucleo del tratto solitario è una componente sensitiva di natura sia cosciente che non che riguarda essenzialmente il gusto. E' quindi uno degli organi di senso. Questo nucleo ha la caratteristica di riunire insieme le afferenze gustative del nervo vago, del glossofaringeo e del faciale. Il faciale è collegato con i recettori gustativi dei due terzi anteriori della lingua, il glossofaringeo collegato con i recettori gustativi del terzo posteriore della lingua, il vago è collegato con i recettori gustativi della regione faringea dell'istmo delle fauci. Quindi le afferenze gustative si separano dalle altre sensibilità portate da questi tre nervi cranici, per riunirsi nella particolare formazione del nucleo del tratto solitario.

In alto è anche riportato il collegamento che c'è tra tubercoli quadrigemini superiori, **via ottica**, è la componente sensitiva del primo nervo cranico di cui stiamo parlando, con il suo collegamento mediante il braccio superiore con il corpo genicolato laterale. La via ottica arriva al corpo genicolato laterale e qui la maggior parte delle fibre se ne va direttamente alla corteccia

telencefalica. Quel corpo genicolato laterale è l'analogo del talamo di tutte le vie sensitive coscienti (che fanno tappa col secondo neurone sul talamo per trovare il terzo neurone che va alla corteccia). Per quanto riguarda la via ottica, questa particolare regione talamica è il "metatalamo" ed è il corpo genicolato laterale. Da qui il terzo neurone manda il segnale sulla corteccia telencefalica. Parte dei segnali viaggiano inoltre sul braccio di collegamento con il tubercolo quadrigemino superiore dove si hanno i riflessi che incontreremo. Ad esempio uno dei sistemi riflessi possibili è quello della luce: un flash di luce negli occhi determina contrazione dell'iride su entrambe gli occhi e chiusura delle palpebre. Sono fenomeni riflessi dovuti ad un violento stimolo luminoso sufficiente anche su un solo occhio. Altro meccanismo riflesso più complicato perché richiede l'intervento della corteccia, è quello dell'accomodazione, cioè la messa a fuoco di un'immagine. Il riflesso dell'accomodazione è un processo del tutto automatico, non interveniamo volontariamente, ma implica l'analisi dell'immagine cioè il rendersi conto che ciò che stiamo osservando è sfocato. Implica il cercare il fuoco perfetto abducendo gli occhi cioè concentrandoli sullo stesso oggetto, e lo si fa modificando la biconvessità della lente dell'occhio in modo da mettere a fuoco l'immagine sulla retina. Questo complesso meccanismo implica attività di nervi oculomotori per abduzione/adduzione degli occhi, e implica anche un controllo della muscolatura intrinseca involontaria dell'occhio che passa attraverso i sistemi riflessi che a loro volta necessitano anche di informazioni provenienti dalla corteccia.

A destra sono indicate le componenti motorie dei nuclei dei nervi cranici e sono indicate sia le componenti motorie volontarie che le involontarie. Parte dei nervi cranici come abbiamo detto, è sede di componenti vegetative parasimpatiche. L'ortosimpatico lo abbiamo già localizzato nel MS a livello delle corna grigie laterali da C8 a L1. Il parasimpatico lo localizziamo invece nel TE a livello del bulbo, e a livello sacrale nel MS.

Andando dall'alto verso il basso vediamo il nucleo dell'oculomotore, con l'emergenza che va verso il basso. Il nucleo dell'oculomotore ha una componente parasimpatica che prende il nome di nucleo accessorio di Westphal e Edinger. Componente parasimpatica che interviene sul controllo della contrazione dell'iride. (FIBRE PUPILLARE E M. CILIARE)

Un'altra componente motoria è il trocleare che fuoriesce ventralmente e si porta dorsalmente viaggiando ai lati del mesencefalo. (M. OBLIQUO SUPERIORE)

Andando a livello di ponte troviamo la componente motoria del nucleo trigemino e vedremo la sua destinazione ai muscoli masticatori. (NERVO MANDIBOLARE)

Scendendo ancora abbiamo l'abducente e il faciale che con le sue fibre fa l'arco intorno al quarto oculomotore per controllare i muscoli estrinseci dell'occhio. (RETTO LATERALE)

Scendendo ancora abbiamo il nucleo salivatorio superiore ed inferiore. Il superiore corrisponde alla componente parasimpatica del nervo faciale. L'inferiore è la componente parasimpatica del nervo glossofaringeo. Queste due componenti parasimpatiche si uniscono nel loro viaggio ai nervi somatici faciale e glossofaringeo per raggiungere le ghiandole salivari e le ghiandole lacrimali di cui controllano le secrezioni. e le ghiand. PAROTIDE (quelle inferiori)

Scendendo ancora vediamo il nucleo parasimpatico del vago. NUCLEO DORSALE DEL VAGO

Abbiamo l'ipoglosso (XII) e l'accessorio.

Vediamo anche il nucleo ambiguo che è un nucleo motore che unisce componenti motorie volontarie del vago e componenti motorie volontarie del glossofaringeo. La sua emergenza è diretta al controllo dei muscoli della laringe e di parte dei muscoli della faringe coinvolti in fonazione e deglutizione.

Questo è lo schema di come abbiamo incontrato i nuclei dei nervi cranici dal livello bulbare al mesencefalico.

Vediamo le funzioni generali dei nervi: (Netter, tav 112 ss)

L'olfattivo (I) è peculiare perché non fa tappa sul talamo, raggiunge direttamente la corteccia telencefalica nella regione olfattiva detta anche entorinale.

L'ottico (II) è un nervo sensitivo. Abbiamo incontrato il chiasma ottico. Raggiunge i corpi genicolati laterali. I neuroni che originano da qui in buona parte vanno alla corteccia visiva che vedremo essere a livello occipitale, ma in parte vanno anche ai tubercoli quadrigemini superiori come sede di riflessi delle vie ottiche. Nel caso del nervo ottico in realtà non si trova un vero ganglio spinale. E non si trova perché è all'interno del bulbo oculare. La retina, apparato sensoriale dell'occhio, è una trasformazione periferica di cellule nervose. I coni e i bastoncelli sono cellule nervose modificate che all'interno della retina sono connesse a neuroni bipolari gangliari che li collegano alle cellule del nervo ottico, con le quali raggiungono il corpo genicolato laterale.

RETINA = GANGLIO SPINALE del NERVO OTTICO (HA DENTRO 3 NEURONI)

Il (III) e (IV) a livello mesencefalico, il (VI) a livello pontino, sono riuniti insieme. Il (VI), abducente, innerva il muscolo retto ^{LATERALE} esterno, cioè consente l'abduzione, allontanamento dei bulbi oculari da un asse mediano. Il (IV), trocleare, innerva il muscolo obliquo superiore, muscolo che determina la rotazione verso l'alto e verso l'esterno dell'occhio, tant'è che viene chiamato nervo patetico perché consente questo sguardo di sottomissione. Il (III), oculomotore, innerva tutto il resto: il retto superiore, inferiore e mediale, l'obliquo inferiore e l'elevatore delle palpebre. Insieme a questi nervi viaggia anche la componente parasimpatica del nucleo di Westphal e Edinger che raggiunge l'interno del bulbo oculare per controllare i muscoli ciliari. e lo SPINTELE NELLA PUPILLA

Il trigemino (V) con la componente sensitiva innerva tutto lo splancnocranio. Con la branca oftalmica che arriva alla fronte, la mascellare e la mandibolare. La componente motoria innerva i muscoli masticatori: il temporale, gli pterigoidei, il massetere e il miojoido che è alla base del cavo orale.

Il (VII), faciale, con la componente motoria controlla tutta la muscolatura mimica fino al platysma sulla superficie del collo. Mentre l'intermedio del faciale, che è un segmento separato del nervo faciale controlla sia componenti sensitive della sensibilità speciale del gusto, i due terzi anteriori della lingua, sia componenti salivatoria, parasimpatico, dirette alla ghiandole sottomandibolari, sottolinguali e lacrimali. (NUCLEO SALIVAT. SUPERIORE NUCLEO LACRIMATORIO)

L'(VIII) è strettamente sensitivo. Porta sia i nuclei vestibolari che cocleari e che ha il proprio recettore complessivamente nell'orecchio interno. Ha la componente vestibolare nei canali semicircolari e la componente acustica-cocleare nella chiocciola. Vediamo l'organo dell'orecchio interno: la chiocciola con l'organo del Corti e l'apparato vestibolare con i canali semicircolari. (GANGLIO VESTIB. DI SERRA)

(GANGLIO SALIVAT. INFERIORE)

Il (IX), glossofaringeo, ha la componente sensitiva gustativa per il terzo posteriore della lingua e motoria per quanto riguarda alcuni muscoli costrittori della faringe e ^{INOLTRE HA COMPONENTE PARASIMPATICA} (NUCLEO SALIVAT. INFERIORE) X. INNERVAZIONE DI CERTE GHIANDOLE (PAROTIDE)

Il vago (X) per quanto riguarda la componente sensitiva e motoria parasimpatica, sua funzione principale, innerva quasi tutti i muscoli splancnici e quindi dalla laringe l'apparato respiratorio, il cardiocircolatorio, l'apparato digerente fino a quasi tutto l'intestino crasso, ultimo tratto dell'apparato digerente innervato dal vago fino a circa metà della sua estensione. L'altra metà fino al canale anale e l'apparato urogenitale sono innervati dal parasimpatico che origina dalla regione sacrale del MS. Questa è quindi la componente sensitivo-motoria parasimpatica del vago. C'è una componente motoria volontaria del vago diretta ai muscoli della laringe e che interviene nella fonazione. C'è una specifica componente del vago che si chiama nervo ricorrente del vago, che scende sulla gabbia toracica, risale intorno ai grandi vasi per raggiungere la laringe e controllarne i muscoli per la fonazione.

NUCLEO
ANSIATO

L'(XI), l'accessorio, controlla i muscoli del collo e soprattutto lo sterno-cleido-mastoideo e il trapezio.

Il (XII), l'ipoglosso, controlla i muscoli della lingua.

CERVELLETTO

E' la regione endocranica fissata al TE mediante i peduncoli cerebellari inferiori, medi e superiori. In quest'immagine (tav. 107) vediamo il cervelletto staccato dal TE dalla sua superficie superiore, anteriore e inferiore.

La superficie superiore è quella che guarda verso l'alto, verso gli emisferi cerebrali che stanno sopra. Vedremo che è separata dagli emisferi cerebrali da una grossa lamina di dura madre. Si formano nell'endocranio dei setti di dura madre che si spingono nell'endocranio in profondità per separare le diverse strutture. Queste grosse lamine sono due che si incrociano tra loro. Una lamina è il tettorio del cervelletto. Questo è appoggiato sulla superficie superiore del cervelletto. Sopra questo tettorio graverà l'estremità occipitale degli emisferi cerebrali. L'altra lamina è la falce dell'encefalo che viaggia sagittalmente, mediana.

Si identificano due lobi; destro e sinistro, separati medialmente da un solco che va sotto il nome di *verme* perché mantiene anche in questa posizione una striatura trasversale, i giri e i solchi già citati per emisferi e cervelletto, e mantiene questa segmentarietà come per gli anelli di un lombrico. Il verme ha la morfologia più da "verme" nella superficie inferiore e anteriore del cervelletto. Nella superficie anteriore il solco è più profondo e il verme stesso ha una sua convessità superiore più accentuata che gli dà questa caratteristica.

Vediamo la superficie anteriore che guarda verso il TE che gli sta davanti, tant'è che a questo livello vediamo recisi i peduncoli cerebellari. Dobbiamo immaginare davanti il TE, il bulbo sotto, il ponte in mezzo e il mesencefalo subito sopra. Vediamo quindi il tetto del quarto ventricolo con il velo midollare superiore che fa da tetto.

Abbiamo dei solchi principali. Il *solco orizzontale* viaggia lungo il margine esterno del cervelletto, è un solco primario che separa due regioni diverse del cervelletto. Poi abbiamo, sulla superficie antero-inferiore del cervelletto, due lobature laterali che si separano quasi dal contesto, dette *tonsille cerebellari*. Poi abbiamo altre due estroflessioni di corteccia cerebellare che si spingono lateralmente e che sono collegate al verme medialmente: i *floccoli* del cervelletto.

Quindi verme, superficie superiore e inferiore, lobi visti superiormente, inferiormente e anteriormente, tonsille della superficie inferiore e floccoli che si spingono lateralmente a partire dal verme.

Le diverse colorazioni stanno ad indicare le diverse regioni.

Vediamo il lobulo flocculo-nodulare che identifica un'area che comprende i due floccoli e l'estremità infero-anteriore del verme che va sotto il nome di nodulo. Il lobulo flocculo-nodulare va anche sotto il nome di archicerebello. Questa regione si ritrova anche nel cervelletto di animali evolutivamente molto lontani da noi. E' sede di prevalenti rapporti con il sistema vestibolare e quindi con i canali semicircolari. Vien detto perciò archicerebello per ricordare la sua priorità evolutiva rispetto alle altre porzioni del cervelletto.

La superficie superiore, fino al solco primario del cervelletto, inclusiva della corteccia dei due emisferi e verme mediale corrisponde al paleocerebello. Questa è una regione cerebellare che riceve segnali essenzialmente dai propriocettori non coscienti dalla periferia. E' quindi il punto di arrivo di tutta la propriocezione non cosciente ed è la regione più coinvolta nel controllo della posizione, della postura. Mettendo insieme i dati vestibolari elaborati dal lobo flocculo-nodulare e i dati sensoriali non coscienti arrivati dalla periferia, è in grado di controllare l'attività dell'extrapiramidale nel mantenimento della postura.

La parte più estesa di cervelletto che comprende la superficie superiore, tutta la parte inferiore fino alle tonsille e il verme inferiormente, è il neocerebello. Questa è la parte che riceve sia segnali sensitivi non coscienti naturalmente, sia i segnali cortico-cerebellari. Quindi tutti i segnali che collegano la corteccia telencefalica con il cervelletto si integrano con i segnali sensitivi della periferia in tutto il resto della corteccia cerebellare. E' la regione più estesa ed è la regione deputata alla modulazione dell'attività volontaria del SNC.

Osserviamo l'aspetto di una sezione sagittale del cervelletto. Vediamo la regione del verme che è stato sezionata, si vede il lobo destro integro, le tonsille, la superficie del lobo destro con i solchi e i giri. Qui vediamo il cosiddetto *arbor vitae*, ha l'aspetto di un albero o di una foglia, in quanto la

622

sostanza bianca in profondità disegna lo scheletro della foglia mentre il grigio della corteccia intorno ripiegata in solchi e giri rappresenta il margine esterno della foglia. Quindi sostanza bianca in profondità e sostanza grigia in superficie. (COME NEGLI EMISFERI CEREBRALI)

In un'altra immagine la maggior parte del cervelletto è stata asportata ed è stata lasciata in sede solo la parte profonda, quella che poi si continuerà nei peduncoli cerebellari. Vediamo il nodulo del cervelletto e il velo midollare inferiore teso tra i peduncoli cerebellari inferiori per fare da tetto al quarto ventricolo. In questa immagine si vede come l'estremità più caudale di questo velo lasci costituire un'apertura che è il canale di Magendi attraverso cui il liquido cefalo-rachidiano che si trova in profondità nei ventricoli, può uscire nello spazio subaracnoideo. Vediamo i peduncoli cerebellari superiori. In particolare qui vediamo come la sostanza grigia sia in profondità alla sostanza bianca degli emisferi cerebellari. Abbiamo dei nuclei profondi cerebellari. Questa formazione grigia ricorda un po' l'organizzazione delle olive bulbari nel senso che è una lamina grigia ripiegata su se stessa a formare uno spazio nella cavità, dalla cui cavità partono delle vie efferenti in uscita dalla formazione grigia. Invece dalle superfici esterne arrivano le afferenze su questa formazione grigia. Nella prossima immagine vedremo i nuclei della base che sono identificati in quattro gruppi. Sono stazioni delle vie di uscita del cervelletto. I segnali in arrivo infatti non fanno tappa su questi nuclei, arrivano direttamente alla corteccia cerebellare. Sono i segnali in uscita che partono dalla corteccia e che sono diretti all'esterno per controllare il sistema extrapiramidale, che fanno tappa su questi nuclei profondi. La quasi totalità delle vie efferenti del cervelletto fa stazione sui nuclei profondi del cervelletto stesso ed è da qui poi che partono le vie dirette alle varie formazioni del TE e della corteccia telencefalica interessate.

Vediamo una sezione orizzontale (tav. 107 in basso) vediamo i nuclei profondi. Il più sviluppato è il nucleo dentato che ha questa morfologia con questa superficie concava da cui partono le efferenze verso l'esterno. Abbiamo poi i nuclei fastigi dorsali, i nuclei globosi che sono due + due (sono sempre formazioni pari) e il nucleo emboliforme più dorsale e laterale. Il fastigio viene anche detto nucleo del tetto, in quanto presente sul tetto del quarto ventricolo. Sono formazioni importanti.

In questa immagine vediamo un sistema di "mappatura" del cervelletto. Viene distesa la superficie cerebellare e resa bidimensionale per vedere come sono distribuiti l'archicerebello, la (porzione infero-anteriore del cervelletto) il paleocerebello, la (porzione immediatamente sovrastante) e infine l'estesissima superficie neocerebellare.

La corteccia cerebellare è caratterizzata da una organizzazione cito-architettonica molto ripetitiva, e sono distinguibili tre strati nella corteccia cerebellare. Lo strato più superficiale è uno strato molecolare, più esterno, vi è uno strato intermedio molto sottile che è lo strato delle cellule del Purkinje e uno strato più profondo detto strato dei granuli.

Questi nomi si riferiscono al fatto che sullo strato più esterno sono presenti piccoli elementi cellulari di cui vediamo rappresentati: cellula stellata e cellula dei canestri che appaiono punteggiare uno strato di tessuto in cui abbonda enormemente la componente bianca. Questo strato più esterno presenta le arborescenze, cioè i prolungamenti di questo elemento cellulare che si trova nello strato medio, la cellula del Purkinje. La cellula del Purkinje è la cellula caratteristica del cervelletto, caratterizzata da un corpo che sta nello strato delle cellule del Purkinje, da un albero dendritico sviluppatissimo che si trova nello strato molecolare e da un prolungamento assonico che si dirige ai nuclei della base del cervelletto. E' dunque la cellula che manda i segnali efferenti da centro a periferia. La cosiddetta cellula corticifuga. Gli elementi corticifughi sono quelli che hanno il prolungamento che si allontana dalla corteccia sia cerebellare che poi, vedremo, telencefalica. Inoltre a questa arborescenza centrifuga della cellula del Purkinje si uniscono nello strato molecolare, gli abbondantissimi prolungamenti cellulari delle cellule stellate e delle cellule dei canestri che collegano fra loro le cellule del Purkinje stesse e anche i prolungamenti massonici delle

cellule che si trovano in tutt'altro strato della corteccia cerebellare, cioè che si trovano nello strato dei granuli. Le cellule di questo strato, dette appunto cellule dei granuli, sono cellule con un proprio assone che va verso la superficie esterna del cervelletto, sfiocca in più direzioni per invadere lo strato molecolare del cervelletto. Quindi lo strato molecolare del cervelletto contiene i prolungamenti massonici delle cellule dei granuli presenti negli strati sottostanti, prolungamenti assonici e dendritici delle cellule stellate e dei canestri che si trovano col loro corpo in questo strato e le arborescenze dell'albero dendritico delle cellule del Purkinje. Questa è una zona quindi di interazione enorme tra vari elementi cellulari che compongono la corteccia cerebellare. In pratica è una zona in cui una serie di segnali arriveranno come target finale alle cellule del Purkinje che mandano poi il segnale alla periferia. AI NUCLEI DELLA BASE DEL CERVELLETTO
Lo strato delle cellule del Purkinje è quindi molto semplice: contiene i corpi di queste cellule ed è attraversato da prolungamenti di altri elementi che collegano gli strati sopra e sottostanti. Lo strato dei granuli ha come componente più numerosa questa cellula che somiglia ad una specie di ragnetto, ha dei prolungamenti dendritici che sfioccano alle estremità per prendere contatto con le strutture circostanti ed ha il prolungamento assonico che va verso l'esterno come abbiamo visto. Le cellule del Golgi sono analoghe funzionalmente alle cellule dei granuli anche se hanno una estensione molto maggiore.

Questo per quanto riguarda le strutture intrinseche alla sostanza grigia. Vediamo ora cosa arriva alla sostanza grigia. Le afferenze raggiungono la corteccia cerebellare in due possibili modi diversi. Uno è raggiungere direttamente la cellula del Purkinje, sono le cosiddette fibre rampicanti, prolungamenti di cellule di qualche via sensitiva che hanno una qualche origine sul TE o in altri distretti. Le fibre rampicanti hanno una origine molto particolare nelle olive bulbari. I segnali propriocettivi non coscienti che hanno viaggiato attraverso i fascicoli gracile e cuneato ma anche attraverso i fasci propriocettivi non coscienti del nucleo trigeminale, raggiungono le olive bulbari. Da qui la via olivo-cerebellare termina con fibre rampicanti su specifiche cellule del Purkinje. Quindi è solo poche cellule del Purkinje ad essere interessate nell'arrivo di questo segnale. La grande massa invece di segnali sensitivi arriva con delle altre afferenze arriva invece attraverso le fibre muscoidi. Queste fibre muscoidi non terminano sulle cellule del Purkinje ma terminano o sulle cellule del Golgi o sulle cellule dei granuli. Perciò il loro segnale va incontro ad una enorme diffusione sulla corteccia cerebellare, grazie al fatto che utilizza questi elementi che lo portano sullo strato molecolare diffondendolo per millimetri tangenzialmente alla superficie esterna del cervelletto, incontrando lungo il loro percorso tante cellule del Purkinje con cui hanno sinapsi, incontrando lungo il loro percorso anche arborizzazioni dendritiche delle cellule del Golgi che a loro volta distribuiscono il segnale.

Insomma il segnale portato dalla cellula muscoide ha un effetto di allarme generale sul cervelletto che attiva in qualche modo i potenziali di azione di un'ampia rete cellulare mentre la rampicante probabilmente dà il comando di azione di specifici interventi cerebellari su una qualche funzione. L'attività delle cellule muscoidi prepara il cervelletto ad un'azione presumibilmente decisa in modo finale dall'arrivo di un segnale di cellula rampicante.

Questo ha tutto un suo disegno, i prolungamenti hanno infatti uno specifico andamento. Lo sfiocciamento dell'assone dei granuli segue nel senso della lunghezza il giro cerebellare estendendosi nella sua direzione mentre la cellula del Purkinje forma un albero dendritico che non ha una distribuzione circonferenziale ma planare. Infatti nella sezione vediamo la direzione dell'albero ma in una sezione ortogonale a questa, vedremmo l'albero dendritico come un cipresso perché è piatto. La distribuzione è quindi ortogonale rispetto all'asse longitudinale dei giri. La citoarchitettura favorisce determinati tipi di interazione.

I granuli hanno prolungamenti coassiali con l'asse maggiore dei giri; le cellule stellate e dei canestri hanno l'asse principale di coinvolgimento ortogonale rispetto all'asse maggiore; cellule del Purkinje pure hanno il piano maggiore che occupano ortogonale rispetto all'asse longitudinale; cellule del Golgi, delle sfere di influenza all'interno del cervelletto. Quando una fibra muscoide raggiunge un granulo, il granulo manda il suo prolungamento verso lo strato molecolare, lo distribuisce lungo

STICCAMENTO DELL'ASSONE DEL "GRANULO"

L'asse maggiore. Lungo quest'asse maggiore incontrerà ad esempio una cellula stellata che porta a trasversale il segnale longitudinale sulla corteccia, quindi permette la diffusione dello stesso ad ampi distretti. Le cellule stellate terminano sui dendriti delle cellule del Purkinje mentre le cellule dei canestri hanno l'assone che termina quasi sempre intorno alla cellula del Purkinje, sul suo corpo cellulare, formando una sorta di canestro intorno ad essa. } inlc

Questi elementi cellulari hanno delle caratteristiche dendritiche varie. Alcune sono eccitatorie altre inibitorie. Le cellule rampicanti e muscolari di ingresso sono entrambe di tipo eccitatorio mentre le cellule dei granuli, stellate, dei canestri ecc. sono alcune inibitorie ed altre eccitatorie. Quindi la distribuzione del segnale comporterà in alcuni casi eccitazione in altri inibizione.

In ultimo diciamo che la cellula del Purkinje è una cellula efferente ma in realtà non è eccitatoria. Porta dei segnali di tipo inibitorio sui nuclei della base del cervelletto. Questo significa che i nuclei della base del cervelletto, per loro natura, sono sempre in stato eccitato e se non c'è un effetto inibitorio proveniente dalla corteccia bombardano di segnali tutte le loro efferenze sia a livello del TE che del cervelletto. E' l'attività inibitoria delle cellule del Purkinje che creerà limiti al lavoro di questi nuclei della base. Solo i settori non inibiti mandano segnali che servono per la postura e per la modulazione. Il cervelletto è dunque un organo che lavora con influenza inibitoria, i segnali sono sempre presenti, il vero lavoro è modularli.

Sistemi afferenti ed efferenti al e dal cervelletto

Abbiamo le afferenze dal sistema vestibolare e dalla periferia e quindi propriocezione non cosciente.

La via spino-cerebellare anteriore/ quella crociata, sale fino ai peduncoli cerebellari superiori e solo qui entra nel cervelletto dai peduncoli superiori. La maggior parte di queste fibre, una volta entrate nel cervelletto si porta alla metà opposta per raggiungere la corteccia omolaterale al punto d'ingresso del segnale sensitivo.

La via spino-cerebellare posteriore/ quella omolaterale, che utilizza i peduncoli cerebellari inferiori e raggiunge la corteccia omolaterale.

Queste due vie raggiungeranno il paleocerebello (servono alla postura) e il neocerebello (servono per vedere come si sta svolgendo l'attività volontaria).

La via olivo-cerebellare/ è stata veicolata fin qui dal fascicolo cuneato che è prevalentemente la via propriocettiva cosciente e tattile discriminativa, con la sua componente che termina al nucleo cuneato. Da qui il segnale si mantiene omolaterale, va per i peduncoli inferiori alla corteccia cerebellare. Anche questa è una via che arriverà sia al paleo che al neocerebello. La via ascendente che va dalle olive bulbari al cervelletto è il punto di partenza dei rampicanti. Viaggia sempre attraverso i peduncoli inferiori. } DIRETT. A CELL. PURKIN

Questa è la via vestibolare/ dai canali semicircolari ai nuclei vestibolari e, omolateralmente, mediante sempre i peduncoli inferiori, si porta nel cervelletto. (NEL ARCHAICEREBELLO → PARTE FLOCCULO-NOD.)

Vediamo anche il possibile arrivo a dei nuclei della base del cervelletto di afferenze periferiche. E' qui rappresentato il caso di alcune componenti cuneato-cerebellari che fanno tappa su questi nuclei, ma sono casi particolari che non consideriamo.

Abbiamo visto le afferenze dalla periferia sensitive.

Vediamo ora le afferenze dalla corteccia telencefalica che hanno varie possibilità.

Abbiamo la via cortico-ponto/ che arriva ai nuclei pontini. Si porta al cervelletto controlaterale. Tutti i segnali motori come quelli sensitivi coscienti controllano la metà controlaterale del corpo, quindi se occorre l'intervento del cervelletto che controlla la parte omolaterale del corpo (il cervelletto sia in termini sensitivi che motori controlla in modo involontario la parte omolaterale), anche i segnali che arrivano dalla corteccia al cervelletto dovranno controlateralizzarsi. Questa è un'informazione di ciò che la corteccia vuol fare alla periferia e io ne mando un segnale d'informazione al cervelletto. Siccome il cervelletto interviene per controllare la sua parte omolaterale, è ovvio che il segnale cortico-cerebellari deve essere già

controlateralizzato. Poi tutto ciò che riparte dal cervelletto verso la periferia mantiene quella posizione andando a controllare la stessa parte di corpo su cui è arrivato il segnale volontario. Il peduncolo seguito per questi segnali cerebellari è il medio. ^{VIA CORTICO-PONTO-CEREBELLO}

Poi abbiamo la via cortico-reticolare che termina sulla formazione reticolare che si estende da mesencefalo a bulbo, ma una parte di segnali reticolari invece di andarsene giù nel MS, entra nel cervelletto attraverso i peduncoli medi. Da qui tornerà indietro elaborata verso la formazione reticolare stessa. Quindi questa è una via che dalla corteccia va alla formazione reticolare, poi attraverso i peduncoli medi ed anche inferiori entra nel cervelletto, Il segnale tornerà alla stessa componente reticolare per scendere nel MS attraverso una via reticolo-spinale.

Infine la cortico-olivare. Questa è un punto di ritrasmissione dalla corteccia alle olive bulbari e da qui ai peduncoli inferiori entra nel cervelletto. ^{CORTICO - OLIVARE - OLIVO - CEREBELLARE}

attnar. fibre rampicanti (dirette alle cell. del Purkinji)

10 maggio 2006

...vie afferenti ed efferenti del cervelletto

Stiamo dunque considerando i percorsi e i peduncoli attraversati da queste vie che è come dire da quali fasci sono composti i peduncoli cerebellari.

Riassumiamo brevemente le vie afferenti dal MS e quindi le vie propriocettive non coscienti dal MS e le vie afferenti dal sistema statocinetico che sono i canalicoli semicircolari.

Abbiamo visto come il fascicolo spino-cerebellare anteriore, che si decussa all'interno del MS, attraversi tutto il bulbo per arrivare al confine tra ^{Bulbo} e mesencefalo e qui entrare, attraverso i peduncoli superiori, nel cervelletto. All'interno del cervelletto la maggior parte delle fibre costituenti questo fascio si ridecussano per raggiungere la regione omolaterale alla fonte del segnale.

Abbiamo visto il fascicolo spino-cerebellare posteriore che ha delle componenti che possono risalire, ma che per la maggior parte raggiunge il cervelletto attraverso i peduncoli cerebellari inferiori.

La via propriocettiva non cosciente che viaggia attraverso il fascicolo gracile e cuneato, che raggiunto il nucleo cuneato manda la componente non cosciente al cervelletto mediante sempre i peduncoli inferiori. Ricordiamo che questa è una via diretta. La componente cosciente forma le fibre arcuate del lemnisco mediale e quindi di decussano dopo la sinapsi a livello di fascicolo gracile e cuneato, la componente non cosciente va direttamente dallo stesso lato del cervelletto.

Qui è rappresentata anche la componente sensitiva statocinetica, (VIII) paio nervi cranici, la ^{ANALI E MICROPOLARI} componente vestibolare che raggiunge i nuclei vestibolari a livello di bulbo e ponte. Da qui il secondo neurone entra, sempre per i peduncoli inferiori, nel cervelletto omolaterale. ^{PROPRIO NON COSCIENTE VIA VESTIBOLO CEREB}

Dunque una serie di segnali viaggiano lungo i peduncoli inferiori che, anatomicamente, è comprensibile. Vi è solo una componente, la spino-cerebellare anteriore, che entra dai peduncoli superiori.

Qui è rappresentata anche una comunicazione intracerebellare che dai nuclei basali di una metà del cervelletto porta segnali all'altra metà del cervelletto, questo però attraverso i peduncoli medi.

Vediamo le afferenze corticali come arrivano al cervelletto. Al cervelletto quindi arrivano informazioni sensoriali periferiche non coscienti ma anche una serie di segnali corticali che sono l'informazione sull'atto volontario che sta per compiere la corteccia e di cui il cervelletto viene informato in modo che possa intervenire nella modulazione dei movimenti.

Consideriamo tre possibilità.

Le cortico-ponto ponto-cerebello le abbiamo già incontrate. Viaggia insieme alle cortico-spinali le quali continuano caudalmente, si fermano a far sinapsi con i nuclei pontini e da qui nasce la via ponto-cerebellare. Questa raggiunge l'emicervelletto controlaterale rispetto alla fonte del segnale corticale.

... e peduncoli cerebellari medi

Il cervelletto può essere raggiunto in altri due modi. Tramite la formazione reticolare che abbiamo visto presente lungo tutto il bulbo. C'è una via cortico-reticolare che svolge una funzione a livello di formazione reticolare che deve essere informata sullo stato funzionale della corteccia telencefalica, non per intervenire sui movimenti ma proprio sullo stato di attività della corteccia. La formazione reticolare è sede importantissima per stabilire lo stato di sonno e di veglia. È continuamente informata se c'è attività elettrica a livello corticale, di che tipo in modo da poter eventualmente intervenire per modificarla. Quindi c'è una relazione di questo tipo cortico-reticolo reticolo-cortico ma anche cortico-reticolo reticolo-cerebellare. Essendo la formazione reticolare estesa fino dal bulbo al mesencefalo potremmo avere vari percorsi che seguono le fibre reticolo-cerebellari, a seconda che provengano dalla regione mesencefalica, dalla pontina o dalla bulbare. Dalla regione pontina e dalla bulbare ad esempio i fasci percorrono il peduncolo medio i primi e il peduncolo inferiori i secondi.

Il terzo sistema di raccordo cortico-cerebellare è attraverso le olive bulbari. Le olive bulbari sono il punto d'arrivo di vie spino-olivari e punto importante di interazione tra segnali corticali e cervelletto. La via cortico-olivare può essere omolaterale o controlaterale ed anche i fasci che poi partono dalle olive possono avere comportamenti variabili. Diciamo quindi che il segnale di origine corticale di un lato può raggiungere la corteccia cerebellare mediante le olive di entrambe i lati. Ricordiamo che questi fasci anatomico-microscopicamente sono riconoscibili come le fibre rampicanti, quelle che arrivano direttamente alle cellule del Purkinje, mentre tutte le altre afferenze alla corteccia cerebellare sono del tipo muscoide che agisce sulle cellule dei granuli, stellate ecc. per avere un segnale più diffuso.

Vediamo le vie efferenti dal cervelletto.

Vediamo anche i ruoli dei nuclei della base del cervelletto nella ritrasmissione dei segnali dal cervelletto agli altri organi. I nuclei della base del cervelletto non trasmettono a qualsiasi target del cervelletto ma hanno delle specializzazioni specifiche.

Nell'immagine vediamo indicata la via cerebello-corticale chiamata anche dentato-talamica talamo-corticale. Dentata perché il nucleo dentato è il punto elettivo di partenza per questi segnali diretti alla corteccia. Questo vuol dire che possiamo associare il nucleo dentato al NEOcerebello (coinvolto nella modulazione dei movimenti stabiliti volontariamente dalla corteccia telencefalica) ed anche al paleocerebello. Quindi i rapporti afferenti dalla corteccia al cervelletto, sono diretti al neocerebello ed anche i segnali in senso opposto, che controllano le attività corticali, sono una componente del neocervelletto. Questo percorso prevede una stazione a livello talamico. Il talamo in questo caso (l'abbiamo sempre citato in relazione ad una stazione delle vie sensitive) è una stazione delle vie cerebello-corticali. E questo attraverso i peduncoli superiori. Questi fasci sono inoltre decussati. Nelle sezioni trasversali del mesencefalo tra le varie componenti al di sopra della sostanza nigra, abbiamo intravisto le fibre crociate dei peduncoli cerebellari superiori e sono proprio queste le fibre che si decussano, le dentato-talamo-corticali.

Un'altra via è la cerebello-rubra diretta al nucleo rosso mesencefalico, già punto di partenza delle vie extrapiramidali rubro-spinale. Fascio che si decussa. Viene anche alternativamente chiamato via globoso-emboliforme-rubra. Questo significa che il nucleo globoso e il nucleo emboliforme sono coinvolti nel rapporto con il nucleo rosso. Il nucleo rosso non è l'unico ma è estremamente importante per il controllo della postura. Quindi possiamo associare i nuclei globoso ed emboliforme al PALEOcerebello. Dal nucleo rosso, che non riceve solo questi segnali, ma anche altri da corteccia, diencefalo ecc., manderà i suoi segnali rubro-spinali verso le corna grigie anteriori del MS ai vari livelli.

Torniamo ad avere come abbiamo visto prima delle vie di collegamento tra i due emisferi cerebrali che partono da uno qualsiasi dei due nuclei della base.

Infine partono dal nucleo del fastigio, l'ultimo che ci rimane, vie dirette ai nuclei vestibolari, quindi **fastigio-vestibolari** e vie dirette ai vari livelli della formazione reticolare che sono sempre **cerebello-reticolari**. Queste vie dirette al nucleo vestibolare ed alla formazione reticolare, fanno capo sia al PALEOcerebello che all'ARCHIcerebello. Dall'ARCHIcerebello un collegamento caratteristico è quello diretto, che bypassa completamente i nuclei della base, tra corteccia e nuclei vestibolari. Via cerebello-vestibolare che non fa sinapsi nei nuclei della base e quindi c'è un'attività diretta, sempre di tipo inibitorio perché sono prolungamenti delle cellule del Purkinje, sui nuclei vestibolari. Ripetiamo che i nuclei vestibolari sono in parte nucleo di nervo cranico sensitivo, in parte nucleo proprio del TE e punto di partenza di una via extrapiramidale, la vestibolo-spinale.

Abbiamo detto che le vie dirette a corteccia e nucleo rosso attraversano i peduncoli cerebellari superiori, quelle dirette ai nuclei vestibolari ed alla formazione reticolare gli inferiori (ma la formazione reticolare è in realtà raggiunta anche tramite altri percorsi). Mentre dai peduncoli medi ricordiamo che la grande massa delle fibre è rappresentata dalle vie ponto-cerebellari e in minor misura dalle vie reticolo-cerebellari. → C. TELENCEF → F. RETIC. → CERVELLETT → F. RETIC. → M.S

FUNZIONE DEL CERVELLETT

La funzione essenziale del cervelletto è quella di tenere sempre monitorato lo stato di rilassamento o contrazione o pressione, perché la propriocezione è anche lettura dello stato di carico sullo scheletro. Quindi un monitoraggio continuo.

Il cervelletto è un feed-back. I segnali propriocettivi arrivano al cervelletto che risponde. Il tutto avviene tramite un sistema extrapiramidale che riporta la condizione della muscolatura periferica o dello stato di carico, alla condizione iniziale.

Viene anche costantemente informato dell'attività che avviene a livello corticale. Per cui ogni attività che parte dalla corteccia telencefalica diretta alla periferia, l'atto volontario, viene fatto conoscere al cervelletto che, da parte sua, conosce perfettamente lo stato della periferia, quindi lo stato muscolare. Quindi se l'azione non si sta svolgendo secondo le intenzioni dell'individuo, il cervelletto è in grado di intervenire sull'attività corticale per modificare l'attività motoria. E' in grado di intervenire sia agendo direttamente sulla corteccia mediante le vie cerebello-corticali e cerebello-talamo talamo-corticali (con un intervento automatico sulla corteccia che funziona in modo volontario), oppure tramite le vie extrapiramidali. AGENZIA SULLA PERIFERIA.

Quindi è una centralina che compara costantemente lo stato dell'organismo con le azioni che si intendono compiere: controlla che l'esecuzione delle azioni sia ottimale.

Quando parte il comando di flessione di un muscolo, il cervelletto legge se sta avvenendo regolarmente la funzione, fa rilasciare ad esempio i muscoli estensori che si oppongono al movimento, potenzia l'attività della corteccia in senso flessorio se, nonostante il rilasciamento degli estensori la flessione non avviene. Questo è un caso che si verifica ad esempio se è applicato un carico all'arto che si vuole flettere. C'è dunque una costante misurazione di quanto la flessione sta avendo successo e si mandano via via più segnali dalla corteccia per riuscire a compierla. E questa è la modulazione.

(PALEOCEREBELLO)

La postura coinvolge essenzialmente questa porzione periferica sebbene possa anche impegnare i livelli superiori.

Abbiamo visto i collegamenti tra neocerebello e corteccia telencefalica. Tra paleocerebello e nucleo rosso. Tra archicerebello e sistema vestibolare. Quindi a seconda se si tratta di intervenire nella modulazione o nella postura diverse aree del cervelletto sono impegnate e diversi distretti motori sono impegnati.

- * ARCHICEREBELLO → collegato alle vie vestibolari (via CEREBELLO-VESTIBOLARE)
- * PALEOCEREBELLO → controlla la postura. (via NUCLEO-CEREBELLO)



DIENCEFALO

Il diencefalo si trova al di sopra del TE. Qui del TE vediamo il bulbo, il ponte, non vediamo il mesencefalo che dovrebbe stare intorno all'acquedotto di Silvio. Al di sopra del mesencefalo si costruisce la struttura del diencefalo. In questa immagine vediamo la cavità centrale attorno cui si costruisce. Questo è per fare la topografia di queste strutture in profondità del livello cerebrale.

Vediamo i ventricoli laterali di destra e sinistra. Formano un ampio arco, un corno detto temporale in basso, un corno occipitale che si spinge indietro, un corno centrale che occupa tutta la porzione parietale degli emisferi cerebrali, il corno frontale più anteriore. Vediamo il collegamento tra i ventricoli laterali e il terzo ventricolo che è la cavità diencefalica. Queste cavità ventricolari laterali danno il senso dell'ingombro all'interno del diencefalo, perché non fanno altro che avvolgerlo.

Embriologicamente deriva da una specifica vescicola di encefalica durante lo sviluppo del sistema nervoso.

Vediamo una sezione frontale degli emisferi cerebrali che passa attraverso il ponte. Si vede ponte, peduncoli cerebellari che vengono coinvolti, e al di sopra vediamo il diencefalo con la sua cavità centrale che è il terzo ventricolo e che ha ventricoli laterali che lo avvolgono. I ventricoli laterali appaiono piuttosto appiattiti, localizzati al di sopra del diencefalo.

Il diencefalo è una struttura complessa, prevalentemente costituita da tessuto grigio e quindi cellulare. Le componenti bianche sono minime e solo sulla superficie esterna del diencefalo. Sono i fasci in uscita o in ingresso al talamo o sono semplicemente fasci che passano affianco. E' il caso dei fasci di fibre che vanno a formare i peduncoli cerebrali, che sono i cortico-spinali, i cortico-pontini e i cortico-nucleari che scendono verso il basso e formano una lamina bianca. Questa lamina bianca forma proprio una parete laterale al diencefalo. Questa è sostanza bianca di origine corteccia cerebrale che delimita lateralmente il diencefalo.

Ci sono altre formazioni grigie in questa sezione: due formazioni ovoidali, due più o meno piramidali che sono i nuclei della base. Come ce n'erano nel cervelletto, dove avevano una funzione di ritrasmissione verso l'esterno, così ci sono anche qui nel diencefalo dove hanno una funzione più complessa: servono per il controllo delle attività motorie della corteccia telencefalica sovrastante.

In questa zona i fasci bianchi che vanno a formare i peduncoli cerebrali vengono chiamati capsula interna. Lateralmente a questa capsula interna abbiamo la formazione grigia che nel complesso prende il nome di **nucleo lenticolare**. Da entrambe i lati abbiamo questi nuclei lenticolari che sono sepimentati in più formazioni. La più laterale è il **putamen**, la più mediale, l'apice della piramide, **globo pallido**.

Lateralmente ancora al nucleo lenticolare ci sono ancora fasci bianchi della "capsula esterna" e poi un'altra lamella grigia, un altro nucleo della base che si chiama **claustr**. Poi c'è un ultimo strato bianco che separa il claustr dalla corteccia telencefalica che è la capsula estrema. Poi ci sarà l'insula

Queste sono le strutture anatomicamente identificabili dal diencefalo alla corteccia.

LATERALI

Oltre ad esserci i due ventricoli a far da tetto alla cavità centrale tra le due metà del diencefalo, c'è anche della sostanza bianca. Sono dei grossi fasci che vanno sotto il nome di **fornice**.

C'è una struttura bianca che sovrasta sia i ventricoli che i fasci, è il **corpo calloso** che avevamo già visto in una sezione sagittale tra i due emisferi cerebrali. Il corpo calloso è un grosso ammasso di sostanza bianca in cui si riconosce un ginocchio, uno splenio ed un corpo ed è attraversato da un fascio di fibre che uniscono i due emisferi cerebrali. E' evidenziato come da qui passano fibre che vanno da un emisfero all'altro.

Vediamo anche formazioni non diencefaliche che sono i nuclei della base dell'encefalo, separati tra loro da sostanza bianca che va sotto il nome di capsula.

Il diencefalo è descrivibile in più componenti. Una componente importantissima è il **talamo**. Il talamo è essenzialmente ritrasmissione sensoriale e anche ritrasmissione cerebello corticale. (Vediamo il talamo corticale) Al di sotto del talamo e medialmente alle fibre della capsula esterna abbiamo il **subtalamo** che vedremo ha un ruolo importante, collegato con i nuclei della base, per intervenire nel controllo motorio della corteccia telencefalica.

Vediamo infine due formazioni grigie di cui accennavamo all'inizio, ai lati dei ventricoli laterali che sono un altro nucleo della base del telencefalo che è il nucleo caudato che vedremo meglio successivamente.

(Netter tav. 104) Vediamo una sezione orizzontale dell'encefalo su due livelli, uno più basale, uno più laterale. Vediamo la porzione frontale dell'encefalo e la porzione più occipitale. Vediamo le corna frontali dei ventricoli laterali, il corno occipitale del ventricolo laterale, il ventricolo laterale che scende verso il basso per costituire il corno temporale del ventricolo laterale, il terzo ventricolo in mezzo al diencefalo e il condotto interventricolare che collega il ventricolo laterale, in questo caso di sinistra, con il terzo ventricolo. Ce n'è un altro anche a destra ma non lo vediamo perché lì la sezione è più in basso.

Vediamo il limite posteriore che corrisponde allo splenio del corpo calloso di cui vediamo anche il ginocchio mentre il corpo sta nella zona di encefalo che è stata asportata ma farebbe da tetto a queste strutture. Dal corpo calloso pende una lamina di sostanza bianca detta **setto pellucido**, che scende verso il basso e si porta all'indietro. Appeso al di sotto del setto pellucido c'è una coppia di fasci di fibre bianche, di cui qui vediamo solo una componente con dietro il suo punto d'arrivo. E' una coppia di fibre che fa un arco intorno al terzo ventricolo. Queste sono le fibre del fornice.

Il setto pellucido separa i due ventricoli.

In sezione frontale il nucleo caudato, che è una struttura allungata, risulta tagliato trasversalmente.

Vediamo il nucleo caudato nella sua estremità anteriore e nella sua quasi estremità posteriore. Forma un ampio arco ed ha un'estremità anteriore detta testa, un corpo ed una coda dietro. Accompanya medialmente e superiormente i ventricoli laterali.

(Netter tav. 104) In verde c'è il nucleo caudato schematizzato. Vediamo l'estremità testa, il corpo, la coda. Il suo percorso continua in basso e in avanti nell'area temporale, per raggiungere una piccola formazione nucleare: l'amigdala. Questo nucleo caudato fa parte dei nuclei della base dell'encefalo insieme al nucleo lenticolare ed al claustrò. Vedremo che sono funzionalmente in rapporto. Hanno dei nomi che, a seconda di come appaiano le strutture, hanno denominazione diverse.

Quando parliamo di nucleo lenticolare, ci riferiamo al putamen + il globo pallido.

Quando parlo di corpo striato parlo di nucleo caudato e del putamen che sono anatomicamente e funzionalmente collegati.

Quindi questi tre nuclei possono essere ridenominati appaiandoli in questi modi particolari: nucleo lenticolare e corpo striato.

Vediamo un'altra immagine. Il corpo striato, davanti, è collegato con il nucleo lenticolare sezionato orizzontalmente. Vediamo il putamen e il globo pallido in cui si distinguono una componente laterale e una mediale. In questa sezione vediamo la capsula interna, i fasci che scendono verso i piedi del mesencefalo, come sia lei stessa delimitata. Fa da limite laterale al diencefalo (talamo) ma essa stessa è inserita in strutture grigie circostanti, per questo le sue fibre hanno questo andamento ordinato a forma di capsula. Lateralmente è delimitata dal nucleo lenticolare. Medialmente è delimitata indietro dal talamo e in avanti dalla testa del nucleo caudato.

Quindi la capsula interna, in una sezione orizzontale a livello del diencefalo, ha una forma a W aperta lateralmente delimitata dal nucleo lenticolare lateralmente, dal nucleo caudato e dal talamo medialmente. E qui passano le vie ascendenti, discendenti e non solo. Visto che passa vicino al talamo che è stato raggiunto da tutti i lemnischi e visto che devono partire dal talamo le vie ascendenti verso le regioni sensoriali della corteccia, queste vie talamo-corticali s'inseriscono nella capsula interna e salgono. Quindi al di sotto del talamo le componenti della capsula interna sono solo discendenti, sono peduncoli cerebrali solo discendenti e

sono motori. Ma dal piano del talamo in su nella capsula interna si aggiungono tutte le vie ascendenti talamo-corticali e quindi diventa una struttura più complessa.

(Netter tav. 104) In azzurro vediamo il nucleo lenticolare e in rosso il talamo che vediamo più medialmente.

* **FORNICE** → FA DA TETTO AL 3° VENTRICOLO

11 maggio 2006

...DIENCEFALO

Ci siamo soffermati sui nuclei della base, su talamo e subtalamo, sul terzo ventricolo che separa le due metà del diencefalo sovrastato dal fornice e dal corpo calloso su un piano più elevato. Tra talamo, fornice e corpo calloso abbiamo i ventricoli laterali. Su un'altra sezione (Netter tav. 104) ci siamo soffermati per comprendere meglio la posizione e la forma del nucleo caudato di cui vediamo schematizzate testa e coda. La superficie di sinistra corrisponde al piano di taglio che passa sulla linea A, la superficie di destra corrisponde ad un piano di sezione inferiore che passa per B. Abbiamo anche visto i talami, i nuclei lenticolari e la regione occupata dalla capsula interna, fasci di fibre discendenti e ascendenti. Strutture osservate sulla sezione orizzontale e descrivibili come W rovesciata.

Il fornice chiude superiormente il terzo ventricolo, sta appeso anteriormente mediante il setto pellucido, al corpo calloso. Forma un arco al di sopra del terzo ventricolo.

Nello schema abbiamo il collegamento dei nuclei della base: il ^{NUCLEO CAUDATO} ~~corpo calloso~~ è collegato al putamen (2) anteriormente, possiamo parlare di corpo striato se consideriamo nucleo caudato e putamen e possiamo parlare di nucleo lenticolare se consideriamo putamen e globo pallido.

Il nucleo caudato si spinge in basso nell'ambito del lobo temporale degli emisferi cerebrali, per terminare con la coda sulla formazione nucleare che è l'amigdala.

Superficie posteriore del diencefalo. Vediamo le strutture mesencefaliche, i tubercoli quadrigemini, i bracci quadrigemini superiori ed inferiori che collegano i tubercoli quadrigemini superiori ai corpi genicolati mediali e laterali e gli inferiori ai mediali. Questi corpi genicolati fanno parte del ^{NE TALAMO} diencefalo. Vediamo in alto del terzo ventricolo. Vediamo l'epitalamo e il talamo, i corpi genicolati fanno parte del metatalamo. L'epitalamo è rappresentato da alcune formazioni tra cui la più caratteristica è quella che vediamo come una specie di linguetta sporgente posteriormente che è l'epifisi o ^{GHIPITOLA} corpo pineale. L'epifisi è quella che nelle specie animali come serpenti o anfibi è nota come terzo occhio e che è sede di sintesi della melatonina. Ha un importante ruolo nella regolazione dei ritmi notte-giorno e nella regolazione di alcune secrezioni ormonali che cambiano tra notte e giorno. Il diencefalo è considerato evolutivamente una delle regioni più antiche dello sviluppo del SNC. E' intrinsecamente capace infatti di attività sensoriali tant'è che il talamo è una stazione sensitiva in una via sensitiva cosciente. Ma è anche capace di una funzione sensoriale anche senza la trasmissione agli emisferi che è una funzione acquistata successivamente. Al livello del diencefalo sono alloggiate tutte le strutture di controllo del sistema nervoso vegetativo. Ci sono le centrali che controllano gli elementi dell'omeostasi dell'organismo. Ci sono le formazioni che controllano la temperatura, la fame, la sete, la sazietà, la frequenza cardiaca, la pressione circolatoria, la frequenza respiratoria, i livelli di zuccheri e salini. Inoltre sempre a livello di diencefalo abbiamo le funzioni endocrine. L'ipofisi è collegata ad una parte del diencefalo che è l'ipotalamo ed è l'ipotalamo che controlla l'attività dell'ipofisi che è la ghiandola endocrina maggiore. Il diencefalo controlla l'ipofisi che a sua volta controlla le altre ghiandole endocrine, le sessuali, il surrene, la tiroide ecc. } ipof

Sulla superficie esterna del diencefalo vediamo ben poche strutture, la maggior parte sono all'interno. Ci sono delle piccole regioni visibili sulla superficie basale.

Vediamo sulla superficie basale dell'encefalo la superficie antero-inferiore del diencefalo visibile esternamente ed è rappresentata dal tuber cinereo da cui origina il peduncolo ipofisario e alla fine del quale è fissata l'ipofisi (sulla sella turcica). All'estremità di questo peduncolo abbiamo l'ipofisi che si suddivide in adenoipofisi e neuroipofisi. La parte neuroipofisaria è quella che riceve tutti i segnali regolativi dalle strutture diencefaliche sovrastanti e che influenza poi l'adenoipofisi. Poi abbiamo due formazioni già nominate che sono i corpi mammillari, punto di arrivo delle fibre del fornice che stanno viaggiando in alto, che formano un arco sopra al terzo ventricolo, scendono davanti al terzo ventricolo per raggiungere la

superficie antero-inferiore del diencefalo, parte dell'ipotalamo. Questa è la terminazione delle fibre del fornice, c'è sinapsi per dar luogo ad un collegamento particolare.

Si considera parte del diencefalo in quanto ad esso strettamente collegato, anche il chiasma ottico che viene descritto insieme a questa parte del diencefalo che è l'ipotalamo. Ci sono dei collegamenti diretti tra chiasma ottico e struttura diencefalica retrostante, che probabilmente giustificano alcune reazioni immediate che si hanno da stimoli visivi ed alcune funzioni vegetative poi controllate dal diencefalo stesso o nell'ambito dei rapporti di segnale che esistono tra luce, periodi di luce rispetto a periodi di buio, ed epifisi. L'epifisi lavora in modo diverso con il variare dei rapporti tra periodo di luce e buio nell'ambiente esterno. Ciò che succede in rettili e anfibi è che c'è un'azione diretta della luce sull'epifisi o comunque su cellule contigue all'epifisi, infatti c'è una regione della volta cranica che manca di tessuto osseo, poi con l'evoluzione nel mammifero è mantenuto questo collegamento luce-epifisi però mediante occhio, nervi ottici e chiasma ottico, quindi con un percorso più complesso.

Vediamo una sezione sagittale del TE e del diencefalo ad esso sovrastante. Vediamo il corpo calloso da cui pende nella sua estremità anteriore il setto pellucido, su cui sono fissate le fibre del fornice che viaggiano ad arco al di sopra del talamo, precisamente al di sopra del terzo ventricolo. Essendo una sezione sagittale la superficie in evidenza è la mediale interna del diencefalo, rappresentata da più parti diencefaliche: talamo, subtalamo, epitalamo, metatalamo (corpi genicolati) e ipotalamo.

L'ipotalamo ha una dimensione molto simile a quella del talamo e quando facciamo una sezione sagittale di questo tipo possiamo distinguere, a livello di superfici mediali, il confine tra talamo sopra ed ipotalamo sotto. Vediamo appeso all'ipotalamo, mediante il tuber cinereo, il peduncolo ipofisario con l'ipofisi. La neuroipofisi e adenoipofisi anteriormente. Anche il chiasma è stato sezionato. E' contiguo con la lamina bianca terminale per cui qui si stabiliscono i rapporti di alcune fibre che transitano verso l'ipotalamo.

Si vede tutta l'estensione della superficie mediale del terzo ventricolo, un piano di taglio è il pavimento dell'ipotalamo, poi una lamina terminale da cui pende l'ipofisi è su cui si fissa il chiasma ottico. Poi abbiamo tutta la superficie mediale con il solco ipotalamico che separa la regione talamica superiore dalla regione ipotalamica inferiore. Un altro piano di taglio passa per una struttura ovoidale sezionata, è la commissura bianca anteriore che collega fasci di fibre che viaggiano da un emisfero cerebrale all'altro.

Sezioni oblique rappresentano le fibre del fornice.

Al di sopra della lamina quadrigemina c'è l'epifisi.

Posteriormente abbiamo una lamina bianca in cui c'è una commissura bianca posteriore di fibre che viaggiano da un emisfero all'altro.

In mezzo c'è un'altra zona sezionata che rappresenta il punto in cui le due strutture talamiche si collegano: la commissura intertalamica.

Quindi la cavità del terzo ventricolo è delimitata da questi elementi appena nominati, ed è interrotta in un punto centrale per la presenza di questa commissura.

(Netter tav.106) Le fimbrie del fornice sono appese al setto pellucido e continuano il loro cammino in avanti separandosi l'una dall'altra per arrivare a livello di un piccolo collicolo che corrisponde ai corpi mammillari. Queste fimbrie fanno un arco, scendono in basso in profondità per arrivare ai corpi mammillari. In una regione più arretrata, dove non c'è più il setto pellucido, le fimbrie del fornice sono a diretto contatto col corpo calloso.

Le due strutture un po' più laterali rispetto alle fimbrie del fornice sono i due nuclei caudati. I nuclei caudati viaggiano sulle superfici supero-laterali dei due talami, partono in avanti, girano intorno al talamo e girano scendendo dietro. Inoltre la superficie è rappresentata liscia come una sorta di epitelio perché in questa zona i nuclei caudati costituiscono superficie ai ventricoli laterali. E i ventricoli laterali hanno un proprio epitelio, l'ependima. Questo è un foglietto che riveste le cavità interne dei ventricoli.

I ventricoli laterali hanno sotto e medialmente il setto pellucido e, andando all'indietro, hanno le fimbrie del fornice che li separano in due ventricoli laterali.

Anche i talami, con la superficie superiore, fanno parte delle pareti dei ventricoli laterali.

Le fimbrie del fornice, dal setto pellucido si vedono scomparire nello spessore dell'ipotalamo, fanno un percorso in profondità per raggiungere i corpi mammillari. Vediamo meglio rappresentato il solco ipotalamico che separa il talamo in alto dall'ipotalamo in basso, e questo solco termina in una zona in ombra che è lo sbocco dei fori interventricolari che fa comunicare la cavità del terzo ventricolo con la cavità del ventricolo laterale. Si vede la commissura intertalamica e una struttura spugnosetta sotto al fornice corrisponde ai plessi corioidei. All'interno dei ventricoli ci sono i capillari sanguigni che entrano in contatto

con l'ependima e sono un punto di filtrazione del plasma ematico che forma il liquido cefalo-rachidiano che scorre nei ventricoli per fuoriuscire tramite i fori che abbiamo già nominato verso lo spazio esterno che è lo spazio subaracnoideo.

Vediamo la zona del chiasma, la commissura bianca anteriore e la posteriore e l'aggancio dell'epifisi. Nell'epitalamo oltre all'epifisi ci sono dei nuclei particolari, le **abenule**, che sono alla base dell'epifisi.

Se asportiamo parte della corteccia telencefalica per mettere in evidenza il ventricolo laterale al suo interno, mettiamo in evidenza il corno temporale, occipitale e frontale del ventricolo laterale. Nei ventricoli vediamo le strutture nominate finora: la superficie laterale dei nuclei della base dell'encefalo, il lenticolare e il caudato che finisce con l'amigdala, al di sotto, più profondamente c'è il talamo. Il diencefalo si spinge in avanti e in basso con l'ipotalamo, e poi vediamo una zona di corteccia telencefalica che forma una formazione affusolata a spirale, detta corno di Ammone o **ippocampo** (perché ricorda un cavalluccio marino). Questa zona sporge all'interno del ventricolo laterale e da cui partono le fimbrie del fornice che abbiamo incontrato come elementi di chiusura del ventricolo centrale. Da questa zona di ippocampo partono le fibre che immaginiamo salire a forma di arco per continuarsi con fibre al di sopra del terzo ventricolo che non vediamo perché più profonda. Questa è la regione del telencefalo detta lobo limbico, la parte più ancestrale, insieme al diencefalo, del SNC. E' sede delle funzioni più elementari quali lo stato dell'umore, le caratteristiche caratteriali come, maggiore o minore aggressività o affettività, la memoria a breve termine fondamentale per la sopravvivenza (perché essenziale per concludere gli atti, cioè raggiungere la finalità per cui l'atto è stato iniziato).

I ventricoli laterali sono rimasti in sede avendo asportato le volte degli emisferi cerebrali, le parietali e parte dell'occipitale e della frontale, lasciando solo il temporale più profondo che non vediamo.

La parte di corteccia che sporge all'interno del ventricolo laterale va assottigliandosi dal davanti verso indietro e si continua con il fornice, è dunque il corno d'Ammone. E' corteccia telencefalica, sostanza *SUBSTANZA* bianca, da cui partono e arrivano fibre. Le fibre efferenti cioè in uscita da questa corteccia, invece di andare in profondità nella sostanza bianca sottostante come fa tutto il resto della corteccia circostante, le convoglia in un unico fascio che sono le fibre del fornice che chiudono in alto il terzo ventricolo. Quindi è un collegamento tra corteccia, fimbrie del fornice e ipotalamo. E' un collegamento tra regioni completamente separate anche dal punto di vista embrionale dell'encefalo. Ai lati del fornice vediamo i talami in parte rimossi e le due teste dei nuclei caudati pure rimosse in parte. Questo taglio mette in evidenza la profondità del talamo e lo spessore del nucleo caudato. Sappiamo comunque che questo nucleo caudato fa l'arco, scende giù medialmente rispetto all'ippocampo, per terminare in profondità nel lobo temporale nelle amigdale.

Si vede bene il corpo calloso con il setto pellucido che pende. Dietro c'è lo splenio del corpo calloso che si collegherà con la parte anteriore.

Vediamo ancora lo schema del fornice come estratto dal sistema. Vediamo i due ippocampi, fasci di fibre bianche che sono il fornice, che si portano in profondità nell'ipotalamo per raggiungere i corpi mammillari. Medialmente abbiamo le due amigdale su cui termina il nucleo caudato che invece parte più avanti, fa un arco più esteso, scende giù al di sopra degli ippocampi e medialmente per terminare sulle amigdale.

Abbiamo descritto il diencefalo nelle sue delimitazioni nominando anche strutture extradiencefaliche. Vediamo ora pezzo per pezzo le sue componenti.

Vediamo talamo e metatalamo in sezione frontale.

Lateralmente vediamo la capsula interna, superiormente i ventricoli e il fornice e medialmente il terzo ventricolo. Il taglio passa attraverso la connessione intertalamica. Il talamo è formato da sostanza grigia ed è separata, la sostanza grigia di ciascun talamo, da una lamina midollare interna che viaggia dorso-ventralmente e che separa in due punti la sostanza grigia del talamo. La lamina midollare interna separa dunque in gruppo di nuclei midollari e in un gruppo di nuclei mediali la sostanza grigia del talamo. Abbiamo anche dei nuclei anteriori perché questa lamina midollare in avanti si separa in due lamine bianche che racchiudono uno spazio a cuneo in cui c'è il nucleo anteriore del talamo. Ciascun talamo è quindi costituito da sostanza grigia in cui sono identificabili nuclei raggruppabili in laterali, mediali e anteriori, grazie alla presenza di una lamina bianca midollare che viaggia sagittalmente in senso postero-anteriore. Abbiamo poi una lamina bianca esterna che riveste le superfici mediali del talamo e in questa regione sono pure presenti piccolissime formazioni nucleari.

1. IPPOCAMPO
2. IPPOCAMPO
3. IPPOCAMPO
4. IPPOCAMPO
5. IPPOCAMPO
6. IPPOCAMPO
7. IPPOCAMPO
8. IPPOCAMPO
9. IPPOCAMPO
10. IPPOCAMPO
11. IPPOCAMPO
12. IPPOCAMPO
13. IPPOCAMPO
14. IPPOCAMPO
15. IPPOCAMPO
16. IPPOCAMPO
17. IPPOCAMPO
18. IPPOCAMPO
19. IPPOCAMPO
20. IPPOCAMPO
21. IPPOCAMPO
22. IPPOCAMPO
23. IPPOCAMPO
24. IPPOCAMPO
25. IPPOCAMPO
26. IPPOCAMPO
27. IPPOCAMPO
28. IPPOCAMPO
29. IPPOCAMPO
30. IPPOCAMPO
31. IPPOCAMPO
32. IPPOCAMPO
33. IPPOCAMPO
34. IPPOCAMPO
35. IPPOCAMPO
36. IPPOCAMPO
37. IPPOCAMPO
38. IPPOCAMPO
39. IPPOCAMPO
40. IPPOCAMPO
41. IPPOCAMPO
42. IPPOCAMPO
43. IPPOCAMPO
44. IPPOCAMPO
45. IPPOCAMPO
46. IPPOCAMPO
47. IPPOCAMPO
48. IPPOCAMPO
49. IPPOCAMPO
50. IPPOCAMPO
51. IPPOCAMPO
52. IPPOCAMPO
53. IPPOCAMPO
54. IPPOCAMPO
55. IPPOCAMPO
56. IPPOCAMPO
57. IPPOCAMPO
58. IPPOCAMPO
59. IPPOCAMPO
60. IPPOCAMPO
61. IPPOCAMPO
62. IPPOCAMPO
63. IPPOCAMPO
64. IPPOCAMPO
65. IPPOCAMPO
66. IPPOCAMPO
67. IPPOCAMPO
68. IPPOCAMPO
69. IPPOCAMPO
70. IPPOCAMPO
71. IPPOCAMPO
72. IPPOCAMPO
73. IPPOCAMPO
74. IPPOCAMPO
75. IPPOCAMPO
76. IPPOCAMPO
77. IPPOCAMPO
78. IPPOCAMPO
79. IPPOCAMPO
80. IPPOCAMPO
81. IPPOCAMPO
82. IPPOCAMPO
83. IPPOCAMPO
84. IPPOCAMPO
85. IPPOCAMPO
86. IPPOCAMPO
87. IPPOCAMPO
88. IPPOCAMPO
89. IPPOCAMPO
90. IPPOCAMPO
91. IPPOCAMPO
92. IPPOCAMPO
93. IPPOCAMPO
94. IPPOCAMPO
95. IPPOCAMPO
96. IPPOCAMPO
97. IPPOCAMPO
98. IPPOCAMPO
99. IPPOCAMPO
100. IPPOCAMPO

N. ANTER. TALAMO

12/05/2006

TALAMO tav. 105

§ VIA MAMMILLO-TALAMICA

→ Permette collegamento fra
NUCLEI ANT. TALAMO e regione
dell' IPPOCAMPO.

Vediamo le caratteristiche funzionali e di collegamento che hanno le regioni del talamo con le diverse regioni del SNC che ci danno un'idea del tipo di rapporti che il talamo ha con gli altri distretti. Abbiamo visto che il talamo è suddiviso dalle lamine di sostanza bianca. Abbiamo i due talami uniti al centro con la connessione intertalamica.

I **nuclei anteriori** sono delimitati dallo sdoppiamento della lamina midollare interna. Sono collegati con l'ipotalamo precisamente con i corpi mammillari. I corpi mammillari sono raggiunti da fasci di fibre che provengono dall'ippocampo, che è una parte di corteccia talamica che sporge all'interno dei ventricoli laterali. I nuclei talamici anteriori sono raggiunti da fibre provenienti da un distretto degli emisferi cerebrali che è l'ippocampo, per la via dell'ipotalamo dove abbiamo i corpi mammillari che sono un punto di sinapsi tra i fasci del fornice e questa via mammillo-talamica che fa raggiungere l'ippocampo e le zone circostanti. E' detta come circonvoluzione del cingolo e giro paraippocampale. Sono strutture corticali che rientrano nell'ambito del lobo limbico e che sono associate all'ippocampo. Quindi importante collegamento tra nuclei anteriori e regioni dell'ippocampo e contigue.

La regione del lobo limbico è coinvolta nello stabilire gli stati emotivi e la memoria a breve termine. In questo sistema sono dunque inclusi i nuclei talamici anteriori.

Questi nuclei talamici anteriori hanno poi dei collegamenti con altre strutture della corteccia telencefalica soprattutto a livello frontale.

Nuclei mediali Si trovano medialmente alla lamina midollare interna e guardano verso la parete mediale di ciascun talamo e quindi verso il terzo ventricolo. Sono collegati con la regione olfattiva della corteccia, la cosiddetta zona entorinale, e poi con i nuclei della base dell'encefalo. Per la precisione con l'amigdala, localizzata all'estremità della coda del nucleo caudato, e con il globo pallido che è parte del nucleo lenticolare. Ricevono afferenze da amigdala, dalla corteccia olfattiva e dal globo pallido (amigdala e globo pallido li raggruppiamo come nuclei della base) ed inviano efferenze alla corteccia olfattiva ma anche al lobo frontale e ad altre aree corticali. Diamo anche un significato clinico funzionale di questi collegamenti. La lobotomia frontale è una procedura che veniva utilizzata frequentemente per ridurre l'aggressività, in quanto interrompe un circuito di cui fanno parte i nuclei mediali, la corteccia olfattiva ed altri distretti che sono alla base di queste attività. Esistono delle lesioni patologiche non volontarie che portano riduzione di ansia, tensione e difetti di memoria. Quindi anche i collegamenti tra sistema olfattivo, sistema talamico e corteccia rientrano tra le funzioni istintuali di base e tra le funzioni dell'umore e della memoria.

Queste sono le regioni del talamo, nuclei anteriori e nuclei mediali, che sono inserite in questi sistemi e che collegano le regioni corticali tra loro e con regioni diencefaliche nel caso degli anteriori. (corpi mammillari e ippocampo)

Abbiamo una classificazione dei nuclei in laterali, ventrali, superiori e inferiori.

Oltre a questi nuclei ne abbiamo uno posteriore di maggiori dimensioni la cui funzione ancora non è chiara ma si pensa sia intercalato nelle vie visive e si chiama nel suo complesso **pulvinar**.

Quindi dei **nuclei laterali**, i due terzi anteriori si classificano come laterali e ventrali in varie posizioni (ventrale anteriore, ventrale laterale, ventrale posteriore, laterale e medio..). Posteriormente a questi abbiamo il pulvinar.

(L.N) Il **nucleo dorsale laterale** ha connessioni simili a quelle elencate per i nuclei mediali e anteriori ma non è ancora stato precisato completamente.

Ancora non hanno una funzione ben precisata i **nuclei posteriori laterali**. Sia il dorsale che il posteriore hanno collegamenti con la regione paraippocampale e probabilmente con altre zone della corteccia, ma le loro funzioni sono ancora indeterminate.

Per quanto riguarda il pulvinar, ha collegamenti con le vie visive ma presumibilmente anche con i lemnischi spinali e quindi con la sensibilità esterocettiva proveniente dal midollo. Ricevono ed inviano fibre ai lobi parietali, temporali e frontali. Parliamo di "aree associative" dei lobi parietali, temporali e frontali, indichiamo zone della corteccia non direttamente coinvolti nella ricezione di fibre sensitive, né sono direttamente coinvolte nell'invio di efferenze motorie, ma sono interposte tra queste aree. Ricevono segnali da tutte le aree specificamente sensitive della corteccia e anche dalle aree motorie. Sono zone dette associative perché sono punto di accumulo d'informazioni e di esperienza di vario tipo preesistente. Vi sono aree destinate soprattutto alla conservazione della percezione della superficie corporea, le aree destinate al cosiddetto mantenimento conoscitivo dell'ego body. Sono le aree che, per esempio in caso di amputazione, mandano segnali anomali che fanno avere la sensazione dell'arto. Sono aree che servono per toccare esperienze precedenti che vengono utilizzate per interpretare segnali sensitivi e così via. Quindi le aree associative sono aree di collegamento tra i vari distretti della corteccia telencefalica. Questa regione talamica, il pulvinar, che riceve afferenze dalle vie visive, ha poi collegamenti afferenti ed efferenti con tutte le aree associative. E' un'area che, sebbene ancora non completamente caratterizzata, interviene nei fenomeni della cognizione e quindi nell'assimilazione di dati e nella memorizzazione. Da qui partono anche dei segnali diretti alle vie ascendenti dolorifiche per attenuarne l'effetto "cancello". L'effetto "cancello" viene operato anche ad altri livelli.

(VA) Il nucleo ventrale anteriore è probabilmente inserito in quella via che collega il cervelletto alla corteccia telencefalica. Questo termine di "reclutamento" corticale (vedi schema) intende che in alcune occasioni il cervelletto manda segnali attivanti alcune funzioni alla corteccia e quindi recluta, mette in funzione distretti motori della corteccia telencefalica. Quindi questi nuclei ventrali anteriori sono inseriti nel collegamento tra cervelletto e corteccia, anche con il globo pallido eventualmente, e sono coinvolti in questa attivazione corticale che va sotto il nome di "reclutamento".

(VL) I nuclei ventrali laterali ricevono ancora afferenze dal cervelletto e dal globo pallido. Cominciamo a vedere la comparsa delle vie afferenti sensitive, il lemnisco spinale, delle vie afferenti sensitive propriocettive coscienti, i nuclei vestibolari hanno sia componenti coscienti che non, e delle vie per il controllo motorio che sono quelle provenienti dalla sostanza nera.

Questi segnali afferenti sono trasmessi qui da una limitazione alla corteccia motoria di questi segnali. In realtà manda segnali anche alla corteccia sensitiva, tuttavia è inserito in complessi sistemi che vedono sia le afferenze sensitive periferiche che le afferenze dal cervelletto, dai nuclei della base e dalla sostanza nera, che servono per il controllo dell'attività motoria della corteccia telencefalica. Tant'è che una sua interruzione porta ad una ridotta sintomatologia del morbo di Parkinson. Questo vuol dire che questa è una componente che tende ad attivare le attività motorie della corteccia, perciò isolandolo si riduce la sintomatologia da iperstimolazione motoria Parkinsoniana. Quindi interviene nella modulazione attivatorio dell'attività motoria.

Stiamo dunque dando l'idea di come il talamo non è semplicemente una stazione sensitiva, finora almeno la metà delle attività incontrate è di collegamento tra i diversi elementi encefalici: nuclei della base, cervelletto, diencefalo e corteccia.

(Vp) Vediamo i nuclei ventrali posteriori, il laterale e il mediale, che ricevono afferenze da tutte le vie sensitive: lemnisco spinale, per le spino-talamiche, lemnisco mediale, cioè il fascicolo gracile e cuneato, il trigeminale, quindi tutta la sensibilità dello splancnocranio, i vestibolari, quindi la proprioccezione cosciente stato cinetica. E manda efferenze alla corteccia sensitiva. Qui come in altri punti a livello del pulvinar ad esempio, c'è una rappresentazione somatotopica delle afferenze sensitive. Quindi c'è un'organizzazione lamellare all'interno dei nuclei. Ci sono lamelle affiancate e sovrapposte in cui sono rappresentate diversi distretti del corpo e diverse sensibilità. Infatti questa regione è raggiunta da tutti i distretti corporei che mantengono una separazione a questo livello.

Abbiamo i nuclei intralaminari che hanno rapporti con la corteccia, con la formazione reticolare e con le vie sensitive provenienti da MS, nuclei sensitivi, vie ottiche con collicoli superiori. Questa centralina è importante per dare un carattere di maggiore o minore intensità ai segnali di arrivo. "Neglet talamico" (vedi schema) vuol dire indifferenza talamica, si instaura se c'è un danno ai

nuclei intralaminari di un lato. S'instaura per tutti i segnali sensitivi che arrivano dall'altro lato uno stato di indifferenza. Questi nuclei perciò stabiliscono l'efficienza di ritrasmissione dei segnali sensitivi verso la corteccia. Tanto più è in attività tanto più è efficace il trasferimento del segnale verso la corteccia. In pratica non manda segnali di tipo inibitorio sulle vie sensitive ascendenti verso la corteccia. Il fatto che, con la lesione dei nuclei interlaminari di un lato, s'instauri un neglect sulla corteccia, indica che mandano segnali di tipo attivatorio sulle vie ascendenti in modo da potenziare la trasmissione. Se non è in funzione si stabilisce questa sorta di indifferenza nel senso che arrivano meno segnali e la percezione è minore. Il danno monolaterale determina apatia, perdita di motivazione ecc.

Vediamo i nuclei della linea mediana. Sono nuclei prossimi al ventricolo, sono uno strato bianco inframezzato da nuclei vicino alla superficie ventricolare. Anche questi sono nuclei collegati con strutture bulbari e diencefaliche. Abbiamo ipotalamo, sostanza grigia che sta intorno all'acquedotto mesencefalico, la formazione reticolare, il lemisco spinale. Hanno collegamenti ancora in via efferente, con la zona limbica (l'ippocampo e giro cingolato), con i nuclei della base, con la corteccia telencefalica e poi svolgono un ruolo nel risveglio e cioè nella riattivazione della corteccia e nella conservazione di dati mnemonici. Tutte queste osservazioni non hanno ancora una base precisa. Sono osservazioni che vengono da un'analisi clinica di soggetti che subiscono danni prevalenti di un certo distretto talamico. Quando si dice che ha un ruolo nel risveglio e nella memoria, ci si riferisce al fatto che, soggetti che presentano specifici danni sulla superficie mediale del ventricolo o da compressione nel caso di una ritenzione del liquido cefalo-rachidiano o da presenza di infiltrazioni tumorali o altro, presentano sintomatologia di questo tipo. Ciò però non può considerarsi funzione esclusivamente specifica del distretto perché, trattandosi di patologie, potrebbero essere coinvolte contemporaneamente altre aree. Quindi sono definizioni estremamente generiche.

Il nucleo reticolare è una lamina grigia che si trova lateralmente al talamo. Lo separa dalla capsula interna. Viene ritenuto parte del subtalamo che si trova sotto il talamo, ed è intercalato in tutti i rapporti tra corteccia e talamo. Tutte le vie che, dalla corteccia telencefalica sono dirette al talamo, fanno tappa a questo livello. Da qui mandano segnali ai nuclei talamici. Quindi la corteccia telencefalica influenza l'attività talamica con segnali che sono ritrasmessi dal nucleo reticolare agli altri nuclei talamici.

Corpi genicolati laterali e mediali. Il laterale è intercalato nella via ottica, è la prima tappa della via ottica da cui la maggior parte delle fibre viene ritrasmessa alla corteccia telencefalica. Svolge in qualche modo la stessa funzione dei nuclei ventrali posteriori laterale e mediale, per quanto riguarda selettivamente la via ottica. Da qui partono le cosiddette radiazioni ottiche dirette alla corteccia. Vedremo come sono dirette alla corteccia del lobo occipitale.

I corpi genicolati mediali sono un punto di ritrasmissione della via acustica. Vengono ritrasmessi mediante le radiazioni acustiche alla corteccia temporale che è la corteccia acustica.

NUCLEI DEL GRUPPO ANTERIORE: ricevono afferenze ed inviano efferenze ai corpi mammillari, ad altri nuclei ipotalamici, alla circonvoluzione del cingolo e paraippocampale. Sono inseriti nel sistema della memoria a breve termine e dello stato di attenzione. *lobi lora*

NUCLEI MEDIALI: ricevono afferenze dalla corteccia olfattiva, dall'amigdala e dal globo pallido, ed inviano efferenze alla corteccia olfattiva, al lobo frontale, alle aree motorie e al cingolo. La loro lesione (di tipo patologico) porta a riduzione dell'ansia, tensione, aggressività e ad amnesia transitoria. (lobotomia frontale)

LD NUCLEO DORSALE LATERALE: connesso con la corteccia paraippocampale, con il giro cingolato, con l'ippocampo e la corteccia parietale. La funzione è imprecisata.

LP NUCLEO POSTERIORE LATERALE: funzione non precisata.

PULVINAR: afferenze dai collicoli superiori, vie visive, lemnischi spinali; ricevono afferenze ed inviano efferenze alle vie associative dei lobi parietali, temporali e frontali. Funzioni percettive, cognitive e di memoria nonché nel controllo del dolore. Esempio della superficie corporea. Mandano segnali in caso di amputazione (ARTI FANTASMI). *UNO TERMINE*
elo body

NUCLEO VENTRALE ANTERIORE: probabili collegamenti con il cervelletto, globo pallido e corteccia parietale. Forse coinvolto nella "risposta di reclutamento" corticale. *VENTRO-TALAMO-CORTICALE*

NUCLEI VENTRALI LATERALI: riceve afferenze dal globo pallido, cervelletto, lemnisco spinale, nuclei vestibolari e sostanza nera; trasmette efferenze nella corteccia motoria. Presenta rappresentazione corporea somatotopica. Il suo isolamento riduce la sintomatologia del Parkinson (sintomatologia di iperstimolazione dell'attività motoria).

Generale è tutte le vie sensitive
NUCLEO VENTRALE POSTERIORE, LATERALE E MEDIALE: riceve afferenze dal lemnisco spinale, mediale, trigeminale e dai nuclei vestibolari; trasmette efferenze suddivise per tipo di sensazione alla corteccia sensitiva. Presenta rappresentazione corporea somatotopica con lamelle affiancate e sovrapposte per tipo di sensazione.

controlla funzioni del bulbo
NUCLEI INTRALAMINARI: raggruppamenti anteriori e posteriori con rapporti specifici con varie aree della corteccia motoria, sensitiva e associativa, con la formazione reticolare, vie sensitive spinali, bulbari e dai collicoli superiori. Danno monolaterale determina "NEGLET TALAMICO", INDIFFERENZA agli impulsi controlaterali. Danno monolaterale determina apatia e perdita di motivazione.

NUCLEI DELLA LINEA MEDIANA: ricevono afferenze da ipotalamo, grigio mesencefalico periacquodottale, formazione reticolare e lemnisco spinale. Inviano efferenze all'ippocampo, all'amigdala, al giro cingolato e orbitofrontale: Sono parte del sistema limbico e svolgono un ruolo nella memoria e nel risveglio. *A BREVE TERMINE*

NUCLEO RETICOLARE: fa parte del subtalamo e riceve afferenze da tutte le vie corticotalamiche, corticostriatali e pallidotalamiche; trasmette e riceve fibre da tutti i nuclei talamici. Si ritiene che controlli la funzione talamica.

CORPI GENICOLATI:

LATERALE: intercalato in via ottica (prima tappa via ottica) svolge la stessa funzione dei nuclei ventrali, posteriore, laterale e mediale per quanto riguarda la via ottica. Da qui partono le radiazioni ottiche verso la corteccia. *OCIPITALE*

MEDIALE: radiazioni acustiche verso la corteccia temporale.

IN TALE "CIRCUITO" INTERVIENE LA SOSTANZA NERA CHE, ATTIVANDO LA
SUBTALAMO "DOPAMINICA", ATTENUA GLI STIMOLI MOTORI DIRETTI ALLA CORTECCIA
 * CIRCUITO È COLLEGATO ANCHE COL "NUCLEO ROSSO".

Gli elementi che lo compongono sono il **nucleo subtalamico**, la sostanza grigia che va sotto il nome di **sostanza incerta** (che si trova inferiormente). Poi abbiamo il **nucleo reticolare** che delimita lateralmente il talamo. Il subtalamo è molto prossimo alla sostanza nera che gli sta subito sotto, ed è raggiunto anche dal **nucleo rosso** che sta nel mesencefalo e che raggiunge quindi la regione del subtalamo.

Vi è sostanza bianca che collega i nuclei della base dell'encefalo con il **nucleo subtalamico**, e ci sono collegamenti che portano fasci dalla **corteccia** al **corpo striato** (nucleo caudato + putamen). Da questo gruppo di nuclei passano fasci di fibre dirette al **globo pallido**; dal **globo pallido** fasci che attraversano trasversalmente, queste zone sono dette "campi di Forel", i fasci della capsula interna per raggiungere il **nucleo subtalamico**. Da qui poi questi fasci tonano al **talamo** e finalmente alla **corteccia**. E' un circuito che viene raggiunto da terminazione della **sostanza nera**. La **sostanza nera**, secernendo il mediatore inibitorio **dopamina**, ha l'effetto di attenuare l'attività di questo circuito riducendo in definitiva le riverberazioni motorie che tornano verso la **corteccia telencefalica**. Questo circuito ha anche collegamenti col **nucleo rosso** da cui parte la **via extrapiramidale rubro-spinale**.

Quindi il subtalamo è inserito in un circuito di controllo motorio che agirà poi finalmente sia sulla **corteccia** con le fibre di ritorno, che sul **nucleo rosso** ed è controllato dalla **sostanza nera**.

Danni a livello del subtalamo o della **sostanza nera** portano a patologie di tipo motorio come **morbo di parkinson** ed **emiballismo** che vuol dire metà del corpo involontariamente soggetta a estensione degli arti.

La **zona incerta** che sta profonda nel subtalamo ed è costituita da nuclei e abbondante **sostanza bianca**. Non ha funzione chiara. Ci sono collegamenti con i nuclei pretettali che si trovano posti al di sopra dei corpi quadrigemini del tetto del mesencefalo. Mentre il **nucleo subtalamico** ha collegamenti con il **corpo striato** e controlla l'attività motoria corticale. Sua lesione porta ad **emiballismo**.

Vediamo come dal **putamen** e dal **globo pallido** partono fibre che prendono rapporti con strutture subtalamiche, **zona incerta**. Altri collegamenti prendono rapporti con il **nucleo subtalamico**. Poi questi si dividono al **talamo** per essere da qui ritrasmessi verso la **corteccia**. Questi collegamenti ricevono segnali inibitori dalla **sostanza nera**.

Si trova inferiormente al talamo ed è in stretto contatto con la **sostanza nera** ed il **nucleo rosso**.

SOSTANZA BIANCA: è attraversata dall'estremità craniale dei lemnischi diretti al talamo dai fasci dentato e rubrotalamici, dai fasci che collegano i nuclei della base al **nucleo subtalamico**, alla **zona incerta** e al talamo (Campi di Forel).

Danni al subtalamo di tipo motorio:

Morbo di Parkinson

Emiballismo

ZONA INCERTA: riceve afferenze sensitive e proietta al midollo e ai nuclei pretettali. Funzione ignota.
 e N. RETICOLARE

NUCLEO SUBTALAMICO: presenta connessioni col **corpo striato** ed è coinvolto con il controllo inibitorio dell'attività motoria corticale. Sua lesione porta **emiballismo**.

REGIONE SUBTALAMICA: interposta tra talamo e peduncoli cerebrali.

STA SUBITO SOPRA LA "SOSTANZA NERA" (QUEST'ULTIMA È INTERPOSTA TRA "Piede" e "Tegmento" del mesencefalo) 56

EPITALAMO → (EPIFISI + COMM. BIANCA POSTERIORE + ABENULE)

E' rappresentato dall'epifisi, che si trova all'estremità posteriore del ^{terzo} quarto ventricolo, da una commessura bianca ^{posteriore} che si trova immediatamente al di sopra e che collega i due emisferi cerebrali, e, associata a questa commessura bianca; questi due rigonfiamenti che sono le abenule. Queste sono le formazioni dell'epitalamo.

Le abenule ricevono afferenze dall'amigdala. Le amigdale si trovano in profondità nella corteccia dell'emisfero temporale, vicino all'ipotalamo, da queste amigdale partono dei fasci di fibre che viaggiano in contiguità al talamo e che raggiungono posteriormente le abenule. Questa è la stria midollare del talamo (LATIN). Le abenule ricevono poi afferenze dal fornice, che è come dire dall'ippocampo, e anche dall'altra abenula. Sono integrate in sistemi di afferenze sensitive. In realtà in associazione con l'amigdala svolgono un'importante funzione a livello di comportamento sessuale. Una lesione delle abenule comporta ad esempio un aumento dell'aggressività sessuale.

L'epifisi abbiamo detto essere la sede della sintesi di melatonina. E' raggiunta da afferenze che provengono da formazioni ipotalamiche prossime al chiasma ottico, ma anche da afferenze indirette, e poi anche efferenze verso il tetto e verso nuclei del mesencefalo. I pinealociti sono cellule con terminazioni sui capillari sanguigni, per cui sono in grado di secernere nei capillari il loro secreto. Fra i pinealocitici sono cellule di sostegno della glia. Da queste le afferenze sono le fibre ottiche provenienti dal chiasma ottico, ma poi anche le afferenze provenienti da un nucleo ortosimpatico detto nucleo cervicale superiore. Quindi riceve afferenze dirette e indirette dall'ortosimpatico.

Le efferenze sono verso nuclei del tetto e verso dei nuclei del mesencefalo e del ponte. La sua efferenza fondamentale è l'ormone melatonina. Nell'uomo è ridotto il significato funzionale della melatonina. In altre specie ibernanti è molto importante. Viene prodotta un'alta quantità di notte e si riduce notevolmente di giorno. In una specie ibernante che è l'amster (un piccolo roditore) avviene che, quando si ha un prolungamento del periodo notturno rispetto al diurno, aumenta la produzione di melatonina che porta ad un'inibizione delle gonadotropine corioniche. Questo è molto importante. Quando un animale va in ibernazione, va in un periodo dell'anno in cui c'è un incremento del periodo notturno, aumenta la secrezione di melatonina che inibisce le gonadotropine, inibendo la spermatogenesi. Quindi c'è un blocco della riproduzione. Questo si è osservato anche in altri animali, anche nelle scimmie.

Nell'uomo si ritiene che abbia importanza a livello di pubertà, cioè nello stabilire l'inizio della spermatogenesi. In pratica si riduce la produzione di melatonina. Non ha perso, per quanto riguarda questa funzione, i rapporti con i cicli giorno-notte, ma mantiene evidentemente dei rapporti con altri elementi funzionali. Si riduce la produzione durante la pubertà, e a questo corrisponde un aumento di produzione di FSH ed LH che portano lo stimolo della spermatogenesi nel maschio. Questo è comunque un fatto teorico, basato su modelli sperimentali e su conferme cliniche.

Dunque la melatonina ha effetto di controllo della riproduzione nelle specie ibernanti, nell'uomo sulla pubertà, ed ha anche una funzione nella regolazione del sonno-veglia cioè far corrispondere periodi di notte al sonno e i periodi di giorno alla veglia. Tant'è che si era pensato di lanciare la melatonina come farmaco per risolvere i problemi delle persone esposte professionalmente a continue modificazioni di questo stato.

NUCLEO ABENULARE riceve afferenze dall'amigdala (estremità nucleo caudato) mediante la stria midollare del talamo, dall'ippocampo e dal fornice anche dal lato controlaterale mediante la commissura abenulare. Si ritiene integrare afferenze somatiche, viscerali e olfattive. La lesione delle abenule comporta un aumento dell'aggressività sessuale. AFFER. ANCHE DALL'ALTRA "ABENULA"

EPIFISI ^{CHE SECRONO IL LORO SECRETO NEI CAPILLARI.} è costituita da pinealociti e da glia; è raggiunta da fibre adrenergiche ortosimpatiche del nucleo cervicale superiore che percorrono il decorso dei vasi; è raggiunta da fibre ottiche provenienti dal chiasma ottico. Funzioni dell'epifisi: è sede di sintesi di melatonina, la sintesi è elevata di notte e ridotta di giorno. Nell'amster controlla il ritmo circadiano (ritmo sonno-veglia) e inibisce la secrezione di gonadotropine. Probabilmente nell'uomo stabilisce l'inizio della spermatogenesi. (PUBERTÀ)

EFFERENZE A "NUCLEI PRETTALI" e "NUCLEI DEL MÉSENCEFALO"

Riprendiamo brevemente gli argomenti visti.

...TALAMO

Il talamo è il distretto diencefalico di maggiori dimensioni, suddivisibile in una regione mediale, una laterale ed una anteriore da una lamina bianca interna che si apre anteriormente in due foglietti delimitando i nuclei anteriori. A livello talamico sono riconoscibili i vari nuclei.

I nuclei talamici sono raggruppati essenzialmente in cinque gruppi basandosi sui tipi di collegamenti che hanno e sulle funzioni che svolgono.

Abbiamo visto i nuclei della linea mediana con i nuclei del gruppo anteriore e con i nuclei mediali. Questi hanno importanti collegamenti con formazioni del lobo limbico e della corteccia che danno a questi nuclei dei ruoli particolari nell'ambito della memoria a breve termine, nell'ambito dello stato di attenzione dell'individuo e nell'ambito dello stato dell'umore; quindi ansia, tensione e aggressività. Questi sono dei nuclei raccordati con il sistema limbico e in particolare con i corpi mammillari, la circonvoluzione del cingolo, con la corteccia paraippocampale e ancora con l'area olfattiva, collegata col sistema limbico, con le amigdale (i nuclei all'estremità del caudato), con il globo pallido. Questi nuclei hanno efferenze con la corteccia frontale ma anche con aree motorie.

Questo è un primo raggruppamento funzionale possibile dei nuclei talamici.

Un altro gruppo è composto da pulvinar, che è il nucleo più dorsale, i nuclei intralaminari, i nuclei posteriore laterale e dorsale laterale, il nucleo reticolare. Questo gruppo di nucleo, oltre ad avere funzioni che riguardano memoria e stato dell'umore, è importante per la funzione generale della corteccia telencefalica. Il pulvinar che è interposto tra le vie visive, ma anche gli altri fasci sensitivi (quando parliamo dei lemnischi parliamo di esterocezione), collega queste vie con le aree associative che raccolgono e collezionano tutte le esperienze passate corticali. E' importante il pulvinar quindi per le funzioni cognitive, per la percezione, l'apprendimento e la memoria a lungo termine. Gli altri nuclei sono importanti per stimolare le funzioni generali della corteccia. Per esempio nel caso dei nuclei intralaminari, si interviene con lo stato di attenzione, si parla di neglet talamico, indifferenza talamica agli impulsi esterocezionali. Il talamo non ritrasmette alla corteccia telencefalica alcuni segnali. La selezione che fa il talamo all'arrivo dei segnali corticali è decisiva nel grado di impegno che la corteccia metterà nell'analizzare la sensazione in arrivo.

Per quanto riguarda i nuclei posteriori sono interposti con la corteccia parietale e con il giro paraippocampale ma le loro funzioni, che hanno a che fare con lo stato di attenzione, non sono precisate.

Infine il nucleo reticolare è un nucleo interposto tra TUTTE le aree corticali e il talamo stesso. E' importante per definire il grado di funzione talamica. Quindi la corteccia, mediante il nucleo reticolare, che è la lamina che si trova lateralmente al talamo, grazie ai suoi collegamenti con tutte le aree corticali e col talamo, definisce il livello di funzione talamica.

I nuclei ventrali, anteriore e laterale, sono importanti perché sono intercalati tra cervelletto e corteccia. Sono quella via cerebello-corticale, inserita nei sistemi extrapiramidali. Viene controllata da parte del cervelletto, l'attività motoria in alcuni automatismi. Questi nuclei sono intercalati quindi entrambi con il cervelletto e poi con altri distretti; l'anteriore con il globo pallido e con la corteccia mentre il ventrale laterale con i lemnischi, il sistema vestibolare e con la corteccia. Questi due nuclei sono, l'uno eccitatorio generale per la corteccia e infatti la risposta del reclutamento significa che vengono reclutati i neuroni corticali, e l'altro è importante nel controllo motorio generale. Tra l'altro ricordiamo che, se viene isolato il ventrale laterale, si ha una riduzione del Parkinson.

Abbiamo poi il gruppo di nuclei classicamente meglio studiati: il ventrale posteriore mediale ed il ventrale posteriore laterale. Questi sono intercalati tra tutte le afferenze sensitive, quindi tutti i lemnischi, ad esclusione dell'olfattiva, nonché con le componenti coscienti del nucleo vestibolare e le aree della corteccia deputate alla raccolta dei segnali sensitivi.

Infine abbiamo i corpi genicolati che corrispondono al metatalamo. Il laterale riceve le afferenze della retina, il mediale le afferenze acustiche dal collicolo inferiore. Dal laterale si inviano le radiazioni visive alla corteccia occipitale, dal mediale, attraverso le radiazioni acustiche, all'area uditiva temporale che si trova immediatamente al lato.

...SUBTALAMO (AL DI SOPRA DELLA SOST. NERA)

Il subtalamo è localizzato tra i peduncoli cerebrali e la capsula interna. E' rappresentato da alcune aree: il nucleo subtalamico e una zona in cui la componente grigia e bianca è distribuita più diffusamente, la zona incerta.

Il subtalamo è anche vicino alla sostanza nera. Tutta la sostanza bianca circostante è attraversata da fasci bianchi ascendenti, quindi dai lemnischi, che stanno penetrando nel talamo.

Ad attraversare questa zona ci sono poi anche fasci bianchi provenienti dal cervelletto, quindi i dentato-talamici e anche i fasci provenienti dal nucleo rosso. Vi sono poi fasci che collegano la zona subtalamica con il talamo sovrastante nonché con i nuclei della base. Si parla di campi di Forel dal nome del ricercatore che ha studiato i collegamenti esistenti tra nuclei della base dell'encefalo, subtalamo e talamo sovrastante. C'è qui un circuito che coinvolge il corpo striato che non ha una definizione anatomica precisa.

La zona interna è un'area mal definita che circonda i nuclei subtalamici, è una zona in cui si ha transito di fibre che vanno dalla regione talamica e dal midollo ai nuclei pretettali, che sono i nuclei posti immediatamente sopra, dorsalmente ai tubercoli quadrigemini.

Il nucleo subtalamico, zona meglio definita, è coinvolto, con collegamenti al corpo striato più laterale, al talamo ed alla corteccia, è coinvolto nel controllo dell'attività motoria corticale.

Abbiamo indicato una sindrome che si ha in associazione al danno del nucleo subtalamico: l'emiballismo. E' legato all'abilità estensoria involontaria degli arti superiori ed inferiori controlaterali al nucleo subtalamico danneggiato, che danno un aspetto di danzante al soggetto affetto dalla patologia.

Ci sono dei collegamenti ad arco tra nuclei della base e talamo, che transitano nel subtalamo, si proiettano alla corteccia. Ricevono afferenze che regolano l'abilità del circuito, dalla sostanza nera che si trova subito al di sotto. La sostanza nera secreta un mediatore inibitorio, la desossifenilalanina, che attenua questo circuito e impedisce l'arrivo di segnali stimolatori motori alla corteccia telencefalica. DOPAM

Un danno, specificamente a livello del nucleo subtalamico, comporta un'alterazione di questa attività inibitoria dalla sostanza nigra e quindi si ha una forte attività motoria non volontaria di origine corticale. EMIBALLISMO.

...EPITALAMO

Si trova dorsalmente alla lamina quadrigemina del mesencefalo. E' rappresentato dall'epifisi e da due nuclei grigi ai lati delle epifisi, le abenule.

In una sezione sagittale vediamo la lamina posteriore del terzo ventricolo estroflettersi nell'epifisi. Dorsalmente all'epifisi c'è un ispessimento bianco, fasci bianchi di attraversamento che collegano i due emisferi ed i due nuclei abenulari tra loro; è la commessura bianca posteriore.

L'epitalamo è quindi rappresentato da epifisi, (o ghiandola pineale) e dalle abenule; e ed abbiamo visto la commessura bianca posteriore.

SISTEMA ENDOCRINO

Le abenule ricevono importanti afferenze dalle amigdale (ricordiamo che le amigdale sono all'estremità del nucleo caudato e sono inserite nei circuiti olfattivi). Nell'immagine vediamo il giro paraippocampale che riveste medialmente l'ippocampo. In questa posizione grossomodo vediamo le amigdale che mandano fibre alle abenule con dei fasci che passano contigui al talamo. E' un collegamento, questo tra abenule ed amigdale, che è inserito in un sistema di controllo viscerale e in reazioni a segnali olfattivi. La regione olfattiva, la lamina anteriore del terzo ventricolo, è detta area entorinale e riceve fibre dirette dai bulbi olfattivi ed è collegata con le abenule. Le abenule mandano poi afferenze al tetto, cioè alla lamina quadrigemina, al tegmento, quindi alla formazione reticolare del mesencefalo ed anche al nucleo rosso con cui ha rapporti.

L'epifisi è invece collegata con la lamina posteriore del terzo ventricolo ed è rappresentata al suo interno con cellule di nevroglia e dai pinealociti, cellule con podociti che prendono rapporti con i capillari. Nelle specie inferiori l'epifisi può essere esposta direttamente all'illuminazione; quindi è regolata direttamente dalla luce. E' importante per la regolazione delle funzioni riproduttive in rapporto alla lunghezza relativa dei periodi di buio e dei periodi di luce. In alcune specie come scimmie e animali ibernanti, all'allungamento dei periodi notturni corrisponde l'aumento di secrezione di melatonina, l'ormone che inibisce la secrezione di gonadotropine a livello ipofisario. E' inoltre importante per regolare lo stato di sonno e di veglia in relazione alla luce.

Questo è molto evidente in rettili e anfibi, in cui l'epifisi è a contatto con la volta cranica in un'area di una certa trasparenza per ricevere i segnali luminosi. In altre specie è in rapporto diretto con le vie ottiche che la informano sullo stato dell'illuminazione. Nei mammiferi superiori, nell'uomo ecc. è collegata con fibre adrenergiche del sistema nervoso ortosimpatico che a partire dal nucleocervicale, formazione ortosimpatico, viaggiando lungo i vasi, raggiungono l'epifisi stessa. Altra via che si ritiene sviluppata non in tutte le specie ma ad esempio nei mammiferi, è un collegamento tra il chiasma ottico, nel punto in cui è a contatto con l'ipotalamo, e l'epifisi.

Ciò che si pensa svolgere nell'uomo è il controllo dei ritmi notte-giorno, è il controllo dei ritmi notte-giorno, veniva utilizzata più che altro in passato, per attenuare la sintomatologia nei lavoratori esposti professionalmente a continui cambiamenti di fuso orario. E poi sembra regolare l'ingresso in pubertà in senzo maschile.

AFFERENZE epifisi de:
• NUCLEO VERMIL. SEGREZIONE (ortosimpatico)
• CHIASMA OTTICO

AFFERENZE epifisi e:
- NUCLEI PRETETALI
- MIDOLLO

EPIFISI → regola giorno/notte (collegamento con "chiasma ottico")
→ secrezione MELATONINA (pinealociti)
→ ingresso in pubertà maschile (spermatogenesi)

IPOTALAMO

E' sempre localizzato al di sotto del talamo, in basso anteriormente al talamo da cui è separato da un solco detto solco ipotalamico, che viaggia sulla superficie mediale del diencefalo e che origina da entrambi i lati dal canale interventricolare di comunicazione tra ventricoli laterali e terzo ventricolo.

La superficie inferiore è visibile con i corpi mammillari, l'infundibolo ipofisario, e il chiasma ottico anteriormente. L'ipotalamo termina davanti con una lamina bianca che presenta un ispessimento superiormente, in prossimità del ginocchio del corpo calloso, che è la commissura bianca anteriore. In profondità l'ipotalamo presenta formazioni nucleari analoghe a quelle del talamo, suddivise in due gruppi: laterali e mediali.

Il fascio che vediamo entrare nella parete dell'ipotalamo è il fornice. Questo arriva dall'ippocampo del lobo temporale, compie un grosso arco e terminerà nei corpi mammillari.

I collegamenti dell'ipotalamo sono vari e sono afferenze ed efferenze.

* AFFERENZE IPOTALAMICHE

Collegamenti con la regione dell'ippocampo mediante il fornice, le fibre ippocampo-ipotalamiche sono le fibre che appunto dall'ippocampo, viaggiano nel fornice per penetrare nell'ipotalamo per terminare nei corpi mammillari.

Abbiamo afferenze dalla corteccia telencefalica. Dalle regioni frontali e da tutta la corteccia. Dalla regione profonda del mesencefalo e quindi dalla formazione reticolare del mesencefalo, quindi fibre segmentarie.

Tutte le afferenze viscerali, le afferenze che riguardano interocezioni dall'apparato digerente, oppure percezioni di ordine chimico fisico dalla parete dei vasi sanguigni ecc., arrivano in parte almeno all'ipotalamo. Anche alcune afferenze di sensazioni somatiche, come le gustative, arrivano all'ipotalamo, e infine dal talamo.

Quindi corteccia in generale, olfattiva in particolare, ippocampo con le fibre del fornice, tegmento del mesencefalo e quindi formazione reticolare (che a sua volta riceve afferenze da altre fonti), afferenze somatiche e viscerali dal MS e afferenze dal talamo.

* EFFERENZE IPOTALAMICHE

Le efferenze sono di natura essenzialmente viscerale. La regione talamica è implicata nelle elaborazioni sensitive e nello stabilire quello che deve essere il tipo di risposta che la corteccia dà a questi segnali sensitivi, perché la memoria a lungo e breve termine, l'attenzione e la capacità di memorizzazione ecc., sono tutte capacità che hanno a che vedere con le funzioni corticali e volontarie. L'ipotalamo è invece inserito in tutte le funzioni viscerali ed eventualmente nei rapporti tra segnali coscienti e le risposte viscerali. Le efferenze sono verso l'ipofisi, e questo dice come l'ipotalamo controlli le funzioni ipofisarie, verso il talamo, soprattutto verso i corpi mammillari (che già ricevono collegamenti dal lobo limbico, precisamente dall'ippocampo), dai corpi mammillari il segnale risale verso i nuclei talamici. Ancora dai corpi mammillari oltre che in direzione talamica passano segnali per il tegmento del mesencefalo (con questo intendiamo sempre la formazione reticolare del mesencefalo). Infine tutta una serie di vie discendenti che viaggiano lungo il bulbo e poi lungo il MS, dirette alle componenti parasimpatiche dei nuclei dei nervi cranici, parasimpatiche del midollo sacrale e ortosimpatiche del midollo toracico. Quindi tutta una serie di segnali efferenti sono diretti alle fibre pregangliari del sistema nervoso ortosimpatico.

Le colonne del fornice separano nuclei mediali e nuclei laterali. I piedi del fornice separano i due gruppi di nuclei ipotalamici. Vediamo le funzioni svolte da questi nuclei.

UNICO DEI "MEDIALI" da ricordare

Il nucleo paraventricolare è un nucleo piuttosto esteso in cui è prodotta ossitocina, un ormone che agisce sulla muscolatura liscia di vari visceri, soprattutto nota la sua azione sulla muscolatura uterina al momento del parto. Interviene questa massiccia secrezione di ossitocina durante il parto.

C'è un altro ormone specificamente prodotto dall'ipotalamo: la vasopressina o ormone antidiuretico che interviene nella regolazione del contenuto idrico nell'organismo.

Il nucleo preottico è sempre un nucleo mediale che interviene nel controllo della temperatura corporea e precisamente nel suo abbassamento. Favorisce la sudorazione da parte delle ghiandole sudoripare. La sudorazione, grazie alla evaporazione del liquido, determina un'assorbimento di calorie dai tessuti sottostanti e quindi abbassa la temperatura corporea. E' attivo nell'inotropismo negativo che corrisponde ad uno stato funzionale dell'apparato cardiocircolatorio. L'inotropismo negativo è caratterizzato da un abbassamento della frequenza cardiaca, dalla riduzione della pressione circolatoria ed anche l'attività respiratoria viene modificata.

Altra formazione tra i nuclei mediali è il nucleo ventro-mediale. Questo è inserito nel controllo dell'alimentazione: il senso di sazietà (il senso di sazietà si attiva con elevati livelli di glucosio ed altri tipi di molecole) collegato col centro della fame (che si attiva in modo opposto). Quindi si può intervenire o stimolando artificialmente il centro di sazietà o inibendo artificialmente il centro della fame in modo da abbassare il desiderio di assumere cibi.

Il nucleo posteriore è inserito nel circuito del controllo della temperatura, precisamente il suo aumento. Stimola ad esempio il tremore muscolare, che consente liberazione di calorie senza attuazione di lavoro, perché il tremore muscolare è una contrattura inefficace di una quota di fibre muscolari scheletriche. Determina erezione dei bulbi piliferi, che nell'uomo non comporta un aspetto importante sulla formazione del cuscinetto d'aria che si ha invece con l'erezione delle piume degli uccelli o dei peli dei mammiferi con pelliccia, e la vasocostrizione periferica, cioè riduce le dispersioni di calore. C'è anche una produzione di ACTH, l'ormone che stimola la produzione da parte della corticale del surrene, degli ormoni anabolizzanti, quindi favorisce l'accumulo di energie.

L'ultimo dei nuclei mediali è il nucleo dorso-mediale che interviene nei fenomeni digestivi, favorendo la peristalsi della muscolatura liscia e favorendo le secrezioni ghiandolari dell'apparato digerente.

Per quanto riguarda i laterali:

Il grande nucleo laterale che, tra le altre funzioni, ospita il centro della fame che è stimolato dai bassi livelli di glucosio.

Il nucleo soprachiasmatico più in alto immediatamente dietro al chiasma ottico, ha funzioni non precisate ma è collegato direttamente con le fibre del chiasma ottico. Sono probabilmente funzioni generiche di collegamento tra segnali visivi e azioni globali dell'ipotalamo.

Il nucleo supraottico produce l'ormone antidiuretico. La secrezione di quest'ormone è controllata da osmocettori, che pure si trovano qui, e che leggono le concentrazioni saline nel sangue circolante. Quando c'è un aumento di concentrazioni saline, questo favorisce la secrezione dell'ormone che agisce sul rene favorendo il riassorbimento d'acqua. Quindi c'è concentrazione delle urine, favorisce la diluizione dei sali, grazie a questa ritenzione idrica, nel sangue circolante. La assenza di secrezione dell'ormone antidiuretico comporta perdita di acqua dal rene e quindi a livello delle urine, con ridotta concentrazione salina a livello delle urine. Sono situazioni patologiche in cui si perde la secrezione dell'ormone, transitoriamente o meno, in cui si ha il diabete insipido. Con il diabete mellito si ha comunque aumento di volume urinario perché viene eliminato glucosio con le urine, il glucosio ha funzioni osmotiche, cioè trattiene acqua all'interno dei nefroni che quindi la eliminano nelle urine. Si parla di diabete mellito perché tradizionalmente assaggiando si sentiva il dolce del glucosio contenuto. Nel diabete insipido si ha ugualmente o molto maggiore aumento delle urine, un grave diabete insipido può portare anche a 6-7 litri di urina al giorno, totalmente insipida.

[IPOTALAMO:] Si estende dal chiasma ottico (al di sopra si trova l'area preottica) al bordo posteriore dei corpi mammillari (si continua con il tegmento del mesencefalo).

* NUCLEI MEDIALI:

- ossitocina ■ NUCLEO PARAVENTRICOLARE: è sede dell'ormone ossitocina.
- INOTROPISMO POSITIVO e NEGATIVO ■ NUCLEO PREOTTICO: interviene nel controllo della sudorazione ed ha attività isotropa negativa. (inotropismo negativo= abbassamento della frequenza cardiaca ecc.)
- TEMPERAT. ■ NUCLEO VENTRO-MEDIALE: controlla il senso di sazietà, inibito dalla riduzione di glucosio.
- (aloe e abinse) ■ NUCLEO POSTERIORE: controlla l'inotropismo positivo, il tremore e la produzione di ACTH. **HORMON?**
- ACTH ■ NUCLEO DORSO-MEDIALE: stimola la peristalsi e le secrezioni interne. **ANABOLICI!**

* NUCLEI LATERALI

- CENTRO FAME ■ NUCLEO LATERALE: centro della fame, stimolato da bassi livelli di glucosio.
- MB. INFRES. ■ NUCLEO SOPRACHIASMATICO: riceve fibre dal tratto ottico. Funzioni imprecisate.
- INDIC. OSMOT. ■ NUCLEO SOPRAOTTICO: sede di produzione di ADH e presenza di osmocettori per il controllo dell'equilibrio idrico-salino.

STIMOLAZIONE (ADH)

Vediamo uno schema riassuntivo delle funzioni incontrate, controllate dall'ipotalamo mediante il sistema nervoso vegetativo para ed ortosimpatico.

Poi controllo endocrino di cui ora parliamo ed intrinseca attività intrinseca endocrina cioè ossitocina e vasopressina.

Aggiungiamo che, oltre al controllo della fame, c'è anche un controllo della sete. Gli osmocettori infatti, oltre a regolare la secrezione dell'antidiuretico, inducono anche sollecitazione a bere o meno, a seconda dell'osmolarità dei liquidi.

Poi ci sono azioni che si accompagnano agli stati emotivi non localizzabili a livello di un nucleo particolare. Ad esempio pensando ad uno stato di forte emozione, si ha uno stato di inotropismo positivo. Aumento della frequenza cardiaca, della pressione, del ritmo respiratorio. Secchezza delle fauci, perché si modifica la secrezione salivare che diventa più densa. Vasodilatazione o vasocostrizione periferica. Il rossore ad esempio è dovuto alla irrorazione di reti capillari normalmente mantenute con poco sangue circolante, vengono chiusi dei collegamenti tra arteriose e venule per cui il sangue viene veicolato massicciamente nella rete capillare determinando rossore in specifiche zone corporee. Aumento della sudorazione e della attività peristaltica.

Poi interviene anche nei ritmi circadiani, cioè i ritmi sonno-veglia collegati a buoi-luce, grazie ai rapporti con le vie ottiche.

FUNZIONI IPOTALAMICHE

- Controllo del sistema non vegetativo
 - Risposte parasimpatiche (inotropismo negativo, aumento peristalsi e secrezione, costrizione pupillare, aumentata salivazione)
 - Risposte ortosimpatiche (inotropismo positivo, ridotta peristalsi, dilatazione pupillare) **DRUGGISTE SALIV.**
- Controllo del sistema endocrino ed attività endocrina: produzione di fattori di rilascio e di inibizione degli ormoni adenoipofisari, produzione di ossitocina e ADH, ACTH
- Controllo di TEMPERATURA, vasodilatazione superficiale, tremore e sudorazione per alzare o abbassare la temperatura.
- Controllo dell'assunzione di cibo ed eliminazione di acqua.
- Controllo della sfera emotiva e del comportamento.
- Controllo dei ritmi circadiani.

IPOFISI

A livello dell'ipofisi si riconosce la neuroipofisi direttamente collegata con la base dell'ipotalamo. Vediamo l'infundibolo che si espande verso il basso nella neuroipofisi (che deriva da neuroectoderma). Anteriormente alla neuroipofisi abbiamo l'adenipofisi che è di derivazione ectodermica. La sella turcica sta al di sopra del tetto della faringe, subito dietro al cavo orale, da lì nell'embrione sale una gemma di tessuto epiteliale che poi forma la bocca, va a collegarsi con la gemma di tessuto nervoso che originerà la neuroipofisi. Si sviluppa poi il tessuto osseo e l'ipofisi rimane all'interno della base cranica, nella sella turcica.

TRAIFFE
TUBE
CANTO

Ci sono dei fasci che scendono verso l'infundibolo ipofisario e raggiungono il circolo ipofisario dell'adenipofisi, dove secernono ossitocina e antidiuretico. Per quanto riguarda gli ormoni che controllano invece le secrezioni adenoipofisarie, esiste il sistema portale ipofisario.

SISTEMA PORTALE La vena porta è la vena che entra nel fegato e, nell'ambito del fegato dà una rete capillare, in realtà sono capillari fenestrati. Questa vena trasporta nel fegato sangue refluo dall'apparato digerente che si è già distribuito con una rete capillare nell'apparato digerente ed ha già scambiato, assorbito ecc.

Questo sangue, raccolto nella vena porta, si ridistribuisce nella rete capillare per effettuare scambi col fegato stesso. Fatto questo esce dal fegato come vena epatica e raggiunge la grande circolazione, cioè la vena cava inferiore.

La peculiarità del sistema portale è che in uno stesso arco di circolazione, invece che fare soltanto arteria-capillare-vene-cuore come per tutto il resto dell'organismo, fa arteria-capillari del distretto digerente-vena-capillari del fegato-vena-cuore. Ha dunque due vene-capillari in successione, giustificato dal fatto che la seconda rete scambia nell'organo in cui si trova il materiale prelevato dal primo distretto.

Nell'ipofisi troviamo una situazione simile chiamata rete portale ipofisaria. Per cui abbiamo le arterie ipofisarie superiori che formano una rete capillare soprattutto all'interno dell'infundibolo della neuroipofisi e nella base neuroipofisaria vera e propria. Qui, in questa rete capillare, vengono riversati una serie di fattori di controllo detti ormoni di rilascio o di inibizione che sono piccole molecole stimolanti il rilascio o la ritenzione degli ormoni adenoipofisari. La rete capillare è raccolta dalla vena portale ipofisaria che porta il sangue nell'adenipofisi in cui si ha una seconda rete capillare in cui vengono riversati i fattori di rilascio. Poi il sangue va via.

(OSSITOCINA, ADH)

Quindi per gli ormoni intrinseci ipotalamici secrezione nella rete capillare neuroipofisaria. Per gli ormoni ipotalamici sulla attività adenoipofisaria, secrezione nella rete capillare dell'infundibolo, trasferimento nell'adenipofisi con una piccola vena di tipo portale e qui la rete portale rilascia gli ormoni.

I fattori ipotalamici secreti sono collegati ad un trattino -RH che sta per "releasing hormon".

Quindi ad esempio ACTH-RH: fattore di rilascio dell'ormone adrenocorticotropo. L'ACTH è l'ormone che stimola il rilascio ormonale da parte della corticale del surrene.

FSH-RH, il fattore di rilascio dell'ormone follicolo stimolante che nel sesso femminile induce la maturazione dell'uovo e la proliferazione dell'endometrio, mentre nel maschio stimola la spermatogenesi stimolando le cellule somatiche del tubulo seminifero.

LH-RH, l'ormone stimolante il rilascio dell'ormone luteinizzante. L'LH nella donna favorisce la sintesi di progesterone da parte del corpo luteo e l'ispessimento dell'endometrio mentre nell'uomo stimola la produzione di androgeni dal testicolo.

TSH-RH. Il fattore di rilascio dell'ormone tireotropo che stimola la tiroide a produrre gli ormoni tiroidei (triiodotironina e tetraiodotironina).

GH-RH, fattore di rilascio dell'ormone della crescita che ha un'azione sia diretta che mediata da molecole come le somatostatine ecc. prodotte dal fegato.

Ci sono anche degli ormoni inibitori per la secrezioni dell'MSH. L'MSH è l'ormone melanocitario che produce aumento della pigmentazione da parte dei melanociti della pelle (le cellule che trasportano la melanina). L'ormone aumenta la sintesi del pigmento superficiale e soprattutto ne favorisce la dispersione citoplasmatica nelle cellule. Quindi normalmente la melanina raccolta in vescicole, sotto stimolo ormonale (ma anche solare) si disperde, dando intensa colorazione scura. Nell'uomo sono fenomeni piuttosto lenti. Nelle specie animali sono spesso fenomeni rapidi come il cambiamento di colore dei pesci, dei camaleonti ecc.

L'ormone inibitorio della prolattina. La prolattina è un ormone importante per la lattazione e che ha anche a che vedere con la funzione riproduttiva.

L'eminenza mediana è raggiunta da terminazioni di neuroni ipotalamici secernenti fattori di rilascio e inibizione della rete portale ipofisaria (ACTH-RH, FSH-RH, LH-RH, TSH-RH, GH-RH, MSH-IH, PRL-IH)

TELENCEFALO

Ricordiamo il solco laterale molto profondo, vedremo che sul suo fondo è localizzato un altro lobo che non abbiamo incontrato nella descrizione iniziale. Abbiamo già parlato di **lobo frontale**, davanti al solco centrale, di **lobo parietale** posteriormente al centrale che termina nella zona del solco parieto-occipitale, di **lobo occipitale** posteriormente al solco parieto-occipitale e di **lobo temporale** sotto il frontale, davanti all'occipitale. Oltre a questi lobi indicati ce n'è un altro sul fondo del solco laterale che è l'**insula** e ce n'è un ultimo, già citato, mediale, che è il **lobo limbico** e che include sia zone di corteccia che altre strutture encefaliche.

Ciascun lobo a sua volta può essere a sua volta suddiviso dai solchi e dai giri. I più importanti sono dal davanti del solco centrale il giro precentrale e postcentrale che sono dei punti funzionali importantissimi. Il precentrale per le aree motorie ed il postcentrale per le aree sensitive. Poi vedremo il temporale per le sensazioni acustiche; l'occipitale per le sensazioni visive.

Dorsalmente il solco centrale si spinge fino alla superficie mediale. Sul fondo c'è il corpo calloso. Vediamo il solco cerebrale longitudinale, su cui si affacciano le superfici mediali dei due emisferi.

In questa immagine (Netter tav. 99 e 104) vediamo una zona non visibile, a meno che non si separino forzatamente le labbra superiore ed inferiore del solco laterale. Vediamo che il solco laterale, nella sua estremità anteriore, è un solco passante, cioè la corteccia temporale è separata dalla corteccia frontale. Mentre spingendoci all'indietro, il lobo temporale si continua con la corteccia che diventerà occipitale. E termina in area parietale. In profondità, aprendo questi lembi, scopriamo una zona di corteccia che nella sezione coronale mostra i suoi rapporti con la superficie. Si vede il solco laterale non separato, normale, con al di sotto il lobo temporale, vediamo come si apre in profondità. La corteccia nascosta complanare con la superficie esterna corrisponde all'insula. L'insula è esattamente localizzata al di sopra dei nuclei della base dell'encefalo. Vediamo il claustrum, sottile, il putamen, il globo pallido, la capsula interna e il diencefalo con talamo e subtalamo.

Vediamo ancora qualche dettaglio da aggiungere alla descrizione generale fatta all'inizio.

La superficie basale ha la parte occipitale e temporale piane e sono l'area di appoggio sul tetto del cervelletto che sovrasta il cervelletto stesso. Vedremo meglio questo tetto descrivendo le meningi della cavità encefalica.

Ciò che notiamo è il margine mediale del lobo temporale, che circonda il TE immediatamente sopra il diencefalo. Questo margine mediale va sotto il nome di giro paraippocampale. Qui la corteccia si riflette all'interno e forma delle spirali che sono gli ippocampi che si trovano da un lato e dall'altro.

Quindi questo giro paraippocampale che è il margine mediale del lobo temporale, e l'ippocampo che si trova in profondità, fanno parte del lobo limbico.

Completiamo la vista delle strutture mediali del lobo temporale. Vediamo l'emisfero destro, il lobo temporale col suo margine mediale che guarda al TE e al diencefalo centrale. Vediamo il giro paraippocampale che forma un uncino, il cosiddetto "uncus" anteriormente. *→ vedi dov'è*

In profondità si intravede la zona di corteccia che si avvolge a spirale per formare l'ippocampo. Dall'ippocampo partono le fibre del fornice che fanno da tetto al terzo ventricolo, si spingono in basso nell'ipotalamo fino ai corpi mammillari da cui partono le fibre mammillo-talamiche. *(Ai nuclei ANTERIORI)*

Del lobo limbico fa ancora parte un'altra area di corteccia detta il giro del cingolo o giro cingolato, che è sulla superficie mediale degli emisferi, a contatto col corpo calloso inferiormente e superiormente con la zona frontale del lobo frontale, parietale del lobo parietale e occipitale.

Quindi il giro del cingolo è la parte più profonda della superficie mediale degli emisferi cerebrali e vedremo che è collegata con il giro paraippocampale e con le strutture olfattive che si trovano davanti.

Quindi abbiamo visto il cingolo, il giro paraippocampale, il fornice e i corpi mammillari, nonché la zona olfattiva, che fanno tutti parte del lobo limbico.

In superficie agli emisferi abbiamo sostanza grigia, che si ripiega, in profondità abbiamo sostanza bianca. La sostanza bianca ha la possibilità di formare fasci di collegamento brevi tra punti leggermente lontani tra loro nell'ambito di uno stesso giro, oppure giri contigui compiendo piccoli archi tra un giro e l'altro passando al di sotto del solco che li separa. Quindi la sostanza bianca è rappresentata da fibre o archi associativi brevi, poi abbiamo fibre più lunghe che collegano lobi diversi (es. lobo frontale col parietale o occipitale, lobo frontale con il temporale, lobo parietale con occipitale e così via). Finora abbiamo parlato di collegamenti intraemisferici cioè fibre brevi e lunghe tra i lobi in uno stesso emisfero. Ci sono anche importanti fasci di fibre che collegano i due emisferi controlaterale e sono le fibre di collegamento del corpo calloso. Il corpo calloso collega tutte le superfici emisferiche con le controlaterali. Si formano anche due ampi archi di fibre, i forceps maggiore, più posteriore, e minore, più anteriore, che raggiungono le estremità occipitali e frontali. Quindi è un collegamento integrale di fibre che viaggiano nelle due direzioni. Queste fibre che viaggiano trasversalmente incrociano le fibre che viaggiano più o meno longitudinalmente tra un lobo e l'altro, e incrociano anche fibre che dalla corteccia vanno verso la base dell'encefalo, cioè verso i peduncoli cerebrali e la capsula interna, e le fibre che salgono dal talamo verso la corteccia. Sono le fibre della corona radiata, che nel portarsi trasversalmente incrociano le fibre del corpo calloso. Quindi la massa degli emisferi cerebrali è rappresentata da questi fasci di collegamento che hanno una logica di distributiva molto precisa. Intraemisferici: fasci brevi e fasci lunghi. Interemisferici: corpo calloso. E di collegamento tra i centri inferiori (TE e MS) e centri superiori: bidirezionali, sensitivi e motori.

Il corpo calloso è la zona anatomicamente evidente di collegamento tra i due emisferi. I peduncoli cerebrali del TE e la capsula esterna (la zona bianca che sta immediatamente laterale al talamo ed al nucleo caudato) sono punti di concentrazione di sostanza bianca. A livello di corona, di capsula interna e peduncoli cerebrali, c'è il condensarsi delle fibre ascendenti e discendenti.

Osserviamo le superfici mediali dei peduncoli, della capsula esterna, della corona radiata che sono il salire e lo scendere delle fibre alla capsula interna, e lì dove c'è l'incrocio tra questi fasci e il corpo calloso.

Rivediamo la tavola 104.

Le zone di concentrazione di sostanza bianca vengono studiate perché sono zone in cui possono verificarsi dei danni ischemici anche molto limitati, a cui conseguono delle sintomatologie sensitive o motorie molto specifiche. Questo perché per esempio a livello della capsula interna, le vie sensitive ascendenti e le vie motorie discendenti hanno un'organizzazione somatotopica estremamente precisa. Quindi un danno ischemico di una zona di questi fasci della capsula interna può produrre difetto motorio in un distretto specifico del corpo o un difetto sensitivo di un'area specifica del corpo.

Sezione orizzontale. I fasci della capsula interna verso l'alto si aprono nella corona radiata, verso il basso si raccolgono in peduncolo del diencefalo. La capsula interna in questo tipo di sezione ha forma di W aperta verso l'esterno. Lateralmente a chiudere la W c'è il nucleo lentiforme, collegato anteriormente con la testa del nucleo caudato. Il putamen è collegato alla testa del nucleo caudato. Questo dà il nome di corpo striato a questi due elementi. Mentre il putamen è separato da sottili strati bianchi, collegati con i due globi pallidi (ce n'è uno più laterale ed uno più mediale) che nel loro insieme danno il nucleo lentiforme. Lateralmente al nucleo lentiforme abbiamo lo strato bianco della capsula esterna, separato grazie al claustrum, da un altro strato bianco che è la capsula interna.

(INTRAMISFER.)

Nella capsula estrema ci sono ad esempio le fibre brevi. Nella capsula esterna, oltre che i collegamenti tra claustro e putamen, ci sono fasci di collegamento lunghi tra lobo frontale e lobo parietale ed eventualmente verso l'occipitale, mentre qui abbiamo fasci ascendenti e discendenti verso la corteccia e diretti al TE ed ai distretti inferiori. (CAPS. INTERNA)

Vediamo il terzo ventricolo che separa il talamo, i ventricoli laterali separati davanti da setto pellucido e fornice, i corni frontali dei ventricoli laterali, i corni occipitali e vediamo il corpo del ventricolo laterale che si porta in basso.

A livello della capsula interna viaggiano raggruppamenti più o meno omogenei di fibre. La parte anteriore della capsula interna è quella compresa tra testa del nucleo caudato e nucleo lentiforme e si chiama "braccio anteriore". La posteriore, quella compresa tra talamo e nucleo lentiforme è il "braccio posteriore". Da braccio si passa al "ginocchio" della capsula interna. Anteriormente viaggiano fibre sensitive che vanno dal talamo alla corteccia; ma anche fibre discendenti che fanno parte dei sistemi cortico-pontini, cortico-ponto ponto-cerebello. Cioè i collegamenti che collegano le attività coscienti della corteccia telencefalica con il cervelletto per farlo intervenire nella modulazione dell'attività volontaria. Quindi anteriormente troviamo fibre ascendenti che dal talamo vanno alla corteccia telencefalica, e fibre discendenti derivanti soprattutto dal lobo frontale ma anche dal parietale e dirette al ponte per andare poi al cervelletto. (CORTICO-PONTO PUNTO CEREBELLO)

Per quanto riguarda il braccio posteriore ed il ginocchio, i fasci più laterali sono le vie discendenti motorie: le vie cortico-nucleari e le vie cortico-spinali. Ricordiamo che le vie cortico-nucleari sono le vie dirette ai nuclei motori dei nervi cranici mentre i cortico-spinali sono le vie dirette al MS dove le troveremo sotto forma di fasci cortico-spinali crociati laterali e mediali diretti. Questi fasci hanno una distribuzione somatotopica precisa: il ginocchio contiene tutti i fasci cortico-nucleari, quindi tutti i fasci che si fermano nel TE (quindi regione della testa) andando posteriormente troveremo arti superiori, tronco, bacino e arti inferiori. Medialmente sono distribuite altre vie talamo-corticali dirette alla corteccia, ed anche fibre che dal lobo temporale sono dirette al ponte e queste ultime si localizzano nell'estremità posteriore della capsula interna.

Quindi braccio anteriore la maggior parte delle vie cortico-pontine e vie ascendenti talamo-corticali; ginocchio e braccio posteriore, lateralmente tutte le vie cortico-nucleari e cortico-spinali, superficie mediale vie ascendenti talamo-corticali.

Quindi c'è una organizzazione molto precisa. Sottolineiamo inoltre come dai corpi genicolati: dai laterali partono le proiezioni ottiche che vanno all'indietro portandosi verso il lobo occipitale, mentre dai mediali partono quelle acustiche che si portano medialmente e sono dirette al lobo temporale. Quindi su un piano inferiore e posteriore rispetto alla capsula interna si allungano questi fasci acustici dal corpo genicolato mediale, ottici dal corpo genicolato laterale.

CAPSULA ESTREMA → fibre brevi, intramisferica

CAPSULA ESTERNA → fibre lunghi intramisferici

CAPSULA INTERNA → braccio ant. → fibre talamo corticali + cortico-spinali

→ ginoc. + bracc. post. → fibre talamo corticali + cortico-nucleari e cortico-sp.

CORTECCIA CEREBRALE

-CITOARCHITETTONICA-

Sono riconoscibili una serie di strati che a seconda della presenza di cellule di piccole o grandi dimensioni vanno sotto il nome di strati dei granuli interni ed esterni, delle cellule piramidali (con prolungamenti corticifughi, cioè che si allontanano dalla corteccia con forma piramidale, base verso l'alto, apice verso il basso, con l'assone originante dalla base). Si possono riconoscere fino a sei strati. L'ultimo strato in basso è uno strato di cellule polimorfe in quanto sono presenti vari tipi cellulari. Gli strati localizzati dall'abbondanza di granuli, contengono elementi cellulari che in qualche modo somigliano alle cellule stellate del cervelletto. Sono cioè cellule che mandano i prolungamenti tangenzialmente alla superficie della corteccia telencefalica e collegano quindi zone contigue interne alla sostanza grigia. Quindi sono cellule del Golgi del II tipo.

Strati bianchi - sono de corteccia e vanno in sost. bianca (I tipo & II - p. 100)

Mentre le cellule che compongono gli strati delle cellule piramidali o anche delle polimorfe, hanno la caratteristica di mandare il prolungamento verso la sostanza bianca, quindi sono cellule del I tipo Golgi, e di tipo associativo, perché collegano aree di sostanza grigia anche ad una certa distanza. Sono i punti di partenza dei fasci brevi che collegano giri contigui, o dei fasci lunghi che collegano lobi diversi, o infine dei fasci che collegano i due emisferi tra loro, efferenti, che poi costituiscono le vie cortico-pontine, nucleari e spinali.

Quindi le cellule dei granuli sono costituite da questi elementi del Golgi II tipo con prolungamenti che viaggiano tangenzialmente e se coloriamo la corteccia con metodi che mettono in risalto il citoscheletro, vediamo delle fasce di strie orizzontali, le "fasce di Bellanger" dal ricercatore che e ha più studiate. Ne abbiamo di interne, esterne, fino ad arrivare agli strati profondi in cui c'è una transizione tra sostanza grigia e sostanza bianca, e quindi abbonda notevolmente il materiale citoscheletrico filamentoso.

La corteccia telencefalica può presentare l'intero set di strati, che sono 6 + 3 di bande di sostanza bianca; nei punti detti di corteccia tipica perché sono rappresentate in pari grado sia le cellule piramidali che le cellule granulari che le strie.

Possono prevalere invece le cellule piramidali, e sono aree corticali in cui prevalgono le efferenze verso la periferia o verso gli altri distretti della corteccia.

Possono anche prevalere cellule di tipo granulare, tipicamente in aree di corteccia sensitive che ricevono afferenze sensitive.

Le aree di corteccia associative sono aree in cui ci sono sia afferenze da aree contigue, cioè segnali sensitivi elaborati in altri distretti della corteccia e che qui vengono accumulate, sia le efferenze dirette soprattutto ad altre aree della corteccia. Queste contengono un tipo di corteccia tipica, comprendente sia di cellule granulate che piramidali.

Quindi 6 strati di elementi a granuli ed elementi piramidali, 3 strati di bande ricche di filamenti originati dalle cellule dei granuli, 3 tipi di corteccia: agranulari, in cui prevalgono le cellule piramidali e quindi le efferenze, granulari in cui prevalgono le cellule dei granuli e quindi le afferenze tipiche che sono presenti nelle cortecce associative ma anche in altri distretti.

Le cellule piramidali hanno una morfologia comune ma possono avere diverse dimensioni. Tanto maggiore è la dimensione tanto più lungo è il prolungamento assonico. Quindi sono punti di partenza di via a lunga percorrenza: le cortico-spinali hanno una cellula piramidale di grosse dimensioni mentre un arco breve associativo sono cellule piramidali di piccolissime dimensioni.

-AREE CORTICALI-

La corteccia è stata suddivisa in una cinquantina di regioni. La numerazione è stata data da Broadman che studiò sistematicamente le funzioni svolte dalla corteccia telencefalica su varie specie animali e soprattutto su gatto, scimmia e poi molte informazioni sono state trasferite e confermate nell'uomo con metodi vari. Metodo recente è la PET, la tomografia ad emissione di positroni, che legge la produzione di calore nelle zone di corteccia che vengono stimulate.

Quando un'area viene "accesa" a partire da uno stimolo sensoriale, partono dei potenziali d'azione cui segue un ripristino del potenziale di riposo. Il meccanismo sfrutta ATP e quindi produce calore. Molto è stato fatto anche studiando le sintomatologie conseguenti a danni in aree specifiche: danni ischemici, infiammatori, oncologici ecc.

*** AREE di BROADMANN.**

Lobo frontale. Anteriormente al solco centrale, parliamo di giro precentrale, abbiamo il lobo frontale.

C'è la sede dell'"area motrice primaria". S'intende il punto di partenza del primo neurone delle vie motorie volontarie, sia le cortico-nucleari che le cortico-spinali. Questi segnali che partono da qui non hanno come reale punto di partenza questa sede. Il reale punto di partenza sarà nelle zone di corteccia che organizzano la sequenza di segnali motori che partono da quest'area. Un movimento

prevede una successione di azioni: se voglio flettere il braccio e stringere un pugno, tutto avviene con una certa gradualità e successione, tutto prevede anche l'intervento dell'extrapiramidale che deve annullare l'effetto dei muscoli antagonisti che si opporrebbero alla flessione ecc. Questo movimento che io decido è gestito da aree di corteccia che si chiamano "aree motrici secondarie". Il progetto di azione è trasmesso all'area motrice primaria la quale finalmente manda il suo segnale ai neuromeri o al T.E., dove incontrerà il motoneurone somatico che comanda la muscolatura di interesse. Quindi l'area motrice primaria è per definizione un'area agranulare, piramidale. Riceve i segnali dalle aree motrici secondarie e da qui partono i segnali successivi. Le afferenze sono dalle aree motrici secondarie, anche dal talamo, per esempio le vie cerebello-talamo-corticali che vanno a controllare attività motorie corticali per eseguire azioni automatiche, vanno a stimolare cellule piramidali della corteccia primaria. Le efferenze sono le vie cortico-spinali e cortico-nucleari, che comandano movimenti progettati in altra sede.

Le aree motrici secondarie sono mal definite, ce n'è una meglio definita che è il senso di Broca. Poi c'è tutta la porzione antistante al giro precentrale che funziona da area motrice secondaria. Riceve afferenze dal talamo e da altre regioni della corteccia. Quest'area deve "progettare" il movimento in tutte le sue parti e perciò ha bisogno di richiamare informazioni già residenti in altre zone della corteccia, quindi anche da aree associative nonché dalle sensitive. E manda efferenze all'area motrice primaria. Quindi accumula programmi di attività motoria, quindi delle sequenze di attività motoria. Per utilizzare poi questi programmi utilizza esperienze, cioè quali sequenze conviene utilizzare in quella determinata occasione e le fa eseguire dalla motrice primaria.

Quindi anche a livello corticale le funzioni si svolgono grazie ad interazioni tra più livelli della corteccia.

Il "centro di Broca" è una particolare area motrice secondaria deputata allo specifico controllo dei muscoli che intervengono nella fonazione, quindi muscoli della laringe, splancnocranio (l'emissione dei suoni prevede coordinamento tra la posizione della bocca e corde vocali), nonché respirazione (è necessaria una corretta regolazione della respirazione per emettere il corretto suono). Questo centro di Broca è collegato con le aree che organizzano la parola e che si trovano in sedi particolari. A livello frontale abbiamo anche un'area visiva detta "campo visivo frontale" che svolge delle funzioni di controllo dello spostamento dei bulbi oculari. In qualche modo è quindi un'area motoria, ha bisogno di collegamenti con le aree visive per identificare l'oggetto e per seguirlo. Una lesione del campo visivo frontale ad esempio si accompagna al cosiddetto "mislatmo" cioè all'incapacità di seguire in modo continuo un oggetto in spostamento oppure i movimenti del cranio e del collo. Il campo visivo frontale ha afferenze dall'area visiva, dalle aree motrici secondarie perché deve andare a controllare i movimenti del bulbo oculare. Ha efferenze ai tubercoli quadrigemini superiori che sono dei punti di interazione riflessa con le vie ottiche, ed ai nuclei oculomotori. Quindi controlla i movimenti di scansione visiva controlaterale. Ci sono infatti due campi visivi frontali: quello di destra controlla gli spostamenti verso sinistra e viceversa.

L'area della parola di Broca, rispetto alle aree nominate, ha la caratteristica di essere più sviluppata su un emisfero. Precisamente sull'emisfero detto dominante che è quello controlaterale alla mano che noi usiamo potenzialmente. Quindi i soggetti destrorsi avranno l'emisfero sinistro dominante, i mancini l'emisfero destro. Ha afferenze da un'area particolare detta di Wernicke, che sta tra il lobo parietale e temporale, in realtà è sul temporale vicino al solco laterale. E' un centro molto importante per organizzare le parole da unire insieme in frase perché la frase abbia un senso compiuto. Quindi ha un ruolo estremamente evoluto. E viene poi controllata l'attività motoria necessaria perché tutto ciò venga espresso. Manda efferenze alle aree motrici primarie in cui sono localizzati i controlli dei muscoli laringei, faringei, mandibolari, linguali, anche muscoli respiratori e nuclei di nervi cranici.

Infine tutto il resto della corteccia, che è la porzione prevalente, funziona da corteccia associativa. Ha collegamenti sia con il talamo che con l'ipotalamo (li abbiamo infatti visti con i nuclei talamici, a livello dei mediali e degli anteriori c'era anche collegamento con ipotalamo e corteccia).

VIA MAMMILLO-TALAMICA

e

71

TALAMO CORTICALE

* CORTECCIA PREFRONTALE

Collegamenti con il corpo striato, con altre aree della corteccia telencefalica e con altre aree della corteccia prefrontale dell'emisfero controlaterale. Grazie ad i collegamenti con l'ipotalamo ha collegamenti anche con il sistema limbico. E' un'area in cui si svolgono funzioni molto particolari, in quanto in quest'area abbiamo le funzioni che ci danno le capacità di giudizio, di valutazione delle situazioni, il nostro spirito d'iniziativa risiede qui. Se si fa una lobotomia frontale annullo lo spirito d'iniziativa e la capacità di giudizio dell'individuo e le caratteristiche generali della personalità. Gli individui hanno caratteristiche peculiari della personalità che vanno perdute nel caso di lobotomia frontale. A livello frontale si presume abbiano anche sede particolari capacità ideative, di astrazione ed ideazione filosofica. E' quindi una sede di funzioni elevate e complesse che caratterizzano l'uomo:

Schema riassuntivo **LOBO FRONTALE**

- AREA MOTRICE PRIMARIA: agranulare, con afferenze da talamo ed area motrice secondaria ed efferenze cortico-spinali e nucleari. (comanda movimenti progettati altrove)
- AREA MOTRICE SECONDARIA: afferenze talamiche e da corteccia sensitiva. Efferenze all'area motrice primaria. (accumula dei programmi di attività motoria ed utilizza esperienze)
da AREA ASSOCIATIVE
- CAMPO VISIVO FRONTALE: afferenze dall'area sensitiva e dall'area motrice secondaria. Efferenze ai tubercoli quadrigemini superiori e ai nuclei oculomotori. (controlla i movimenti di scansione visiva controlaterale)
- AREA DELLA PAROLA DI BROCA
è particolare "area secondaria motrice"
sviluppatosi solo su 4 dei 2 emisferi
→ affer. da CENTRO DI WERNICKE eff. a A. MOTRICE PRIMARIA
mette in file le parole e dare senso alle frasi.
- CORTECCIA PREFRONTALE → collegata grossa a "ipotalamo" col LOBO LIMBICO
Sede di capacità di giudizio, astrazione filosofica quanto ad iniziative.
E' un' "area associativa"

Lobo parietale. Passiamo al giro precentrale, a tutto il distretto fino al solco laterale in basso ed al solco occipito-parietale dietro.

Abbiamo l'area somestetica primaria. Questo è il distretto a livello del quale pervengono le afferenze dalla periferia. E' un'area granulare, deputata alla percezione più che alla trasmissione, ritrasmette soltanto a brevi distanze. Riceve afferenze dai nuclei postero-laterale-ventrale e postero-mediante-ventrale del talamo, cioè dai due nuclei posteriori che sono centro di sinapsi di tutte le vie sensitive. E manda efferenze sia alle aree motrici secondarie che a tutte le altre aree associative, quindi a tutte le aree che fanno da riserva delle esperienze precedenti, e che consentono l'elaborazione e la comprensione dei segnali immediatamente arrivati. Quest'area, come anche la precentrale motoria vista prima, sono aree in cui c'è la rappresentazione somatotopica dell'individuo. In più, per alcuni tipi di sensazioni c'è anche una distribuzione che tiene conto del tipo di sensazione pervenuta. Cioè c'è una localizzazione diversa per il dolore rispetto al tatto, rispetto alla proprioccezione e così via.

Le successive aree presenti nel lobo parietale sono le somestetiche secondarie. Come per le aree motrici secondarie che progettano il movimento sulla base di schemi precostituiti, qui c'è l'interpretazione dei segnali pervenuti all'area somestetica primaria. L'area somestetica primaria riconosce il tipo di segnale pervenuto, la somestetica secondaria la natura, la causa e la situazione, in pratica inserisce in un contesto il segnale pervenuto. La secondaria ha collegamenti diretti con talamo; area somestetica primaria, e interpreta i segnali pervenuti dall'esterno collegandosi anche alle aree associative per far confronti con le esperienze precedenti.

C'è un'area che possiamo definire secondaria, localizzata dorsalmente al lobo parietale, nelle aree di Broadman 5 e 7, che è localizzata in una regione altrimenti considerata associativa perché non ha collegamenti diretti con il talamo o con la somestetica primaria. Qui si svolgono funzioni di interpretazione di estrema difficoltà contenutistica, cioè che richiedono tanti elementi per arrivarci. Qui per esempio c'è la sede della cosiddetta "stereognosia". Cioè la capacità di riconoscere un oggetto senza l'ausilio della vista, soltanto con il tatto, quindi sulla base di forma, consistenza, peso ecc. sulla base di esperienze preesistenti. Ha dunque collegamenti multipli con le aree sensitive secondarie e con altre aree associative.

Rivediamo l'omuncolo che avevamo visto tempo fa. Sia per le aree sensitive che per le motorie ha questo tipo di distribuzione. Verso la superficie mediale, al di sopra del giro del cingolo, sulla superficie mediale degli emisferi abbiamo gli arti inferiori. Poi il tronco immediatamente successivo. Segue il braccio, con una gigantesca mano perché molti sono i neuroni che controllano le attività motorie e forse ancor più le sensitive svolte dalla mano. Quindi sia sul giro precentrale che sul polo centrale c'è un ampio sviluppo della zona che controlla la mano.

Per l'area dello splancnocranio notiamo il grosso sviluppo dell'area di controllo delle labbra e della bocca per quanto riguarda soprattutto la componente sensitiva di bocca e lingua.

Segue la lingua, le corde vocali, l'epiglottide e la glottide controllate dal centro di Broca come abbiamo visto. Quindi c'è una distribuzione somatotopica delle attività, parliamo di omunculus, anche se deformato dall'estensione delle aree che controllano i diversi distretti.

Lobo occipitale. Ha una piccola estensione. E' delimitato dal solco parieto-occipitale che medialmente si spinge in basso. Il confine con il lobo temporale è rappresentato invece dalle estremità dei due solchi temporali ventrali. La funzione più importante rappresentata in questa regione è quella visiva.

Abbiamo un'area visiva primaria assolutamente equivalente all'area somestetica primaria. Cioè percepisce il tipo di segnale; qui avremo quindi la percezione del colore, della forma, dell'intensità luminosa ecc. dell'oggetto che vediamo, ma non è in grado ancora di dare un'interpretazione a tutto ciò. Posso vedere che ho davanti una struttura, come nel caso di una faccia, con particolari delimitazioni, con zone di ombra e luce ma saranno poi le aree visive secondarie, con l'intervento delle aree associative, a dire esattamente di cosa si tratta. Quindi l'area visiva primaria è granulare. Riceve le sue afferenze dai corpi genicolati laterali, quindi le fibre che arrivano viaggiando posteriormente, quindi la capsula interna. Ha afferenze per le aree visive secondarie che si trovano immediatamente intorno all'area visiva primaria. Questa scissura che segue si chiama "scissura calcarina". L'area visiva occupa le due labbra e i due giri che si trovano sopra e sotto la scissura calcarina. La parte sulla superficie mediale che si spinge sulla posteriore e sulla laterale è l'area visiva primaria. La visiva secondaria si trova intorno. L'area visiva primaria ha un'organizzazione somatotopica che è più corretto definire retinotopica, dato che parliamo di retina. E' rappresentata la retina. La sua parte centrale sta nella estremità anteriore mediale della scissura calcarina. Via via ci sono rappresentate le aree più periferiche della retina. Inoltre la parte inferiore della retina è rappresentata sopra, nel giro superiore della scissura calcarina mentre la parte superiore è rappresentata sulla superficie inferiore. C'è una distribuzione molto precisa delle aree retiniche da cui arriva il segnale.

Poi c'è una localizzazione dei campi visivi in modo controlaterale. Il campo visivo corrisponde a ciò che stiamo guardando. Perciò il campo visivo di destra viene raccolto per metà dalla metà retina temporale dell'occhio di sinistra e per una metà dalla metà di retina, quella che guarda verso il setto nasale, dell'occhio di destra. Entrambe gli occhi partecipano alla lettura del campo visivo destro ed entrambe gli occhi partecipano alla lettura del campo visivo di sinistra.

Nell'occhio succede che i segnali del campo visivo di sinistra che hanno impegnato la retina temporale destra e la retina nasale sinistra, inizialmente viaggiano su due diversi nervi ottici. Arrivati al chiasma ottico, la componente destra mantiene la stessa posizione omolaterale, la componente sinistra si decussa. Il campo visivo di sinistra viaggia sul nervo ottico di destra che terminerà sul corpo genicolato laterale e andrà a finire nella corteccia destra. Rivedremo meglio questi giochi della morfologia anatomica quando vedremo l'occhio. L'occhio è un sensore di segnali a distanza, il campo visivo che io ovviamente non tocco, equivale al segnale tattile del recettore per la pressione o per il tatto, e quindi la controlateralità si riferisce agli oggetti che vedo e non all'occhio stimolato. Quindi c'è questa retinotopia molto puntigliosa a livello dell'area visiva, che manda segnali all'area visiva secondaria.

L'area visiva secondaria, ancora granulare, si trova tutt'intorno all'area visiva primaria. Riceve afferenze sensitive varie non solo dall'area visiva primaria ma anche dalle aree associative e dal talamo, e manda efferenze sia a quel campo visivo frontale che abbiamo visto prima e che serve a coordinare i movimenti oculari, sia al centro di Wernicke. Per quanto riguarda la parola, l'area visiva secondaria è in grado di riconoscere le lettere alfabetiche ed è in grado di riconoscere come esse sono messe insieme in una parola. Si limita a vedere diverse parole che poi, a livello del centro di Wernicke, queste parole vengono raggruppate in un contesto unico e s'interpreta il significato di questo gruppo di parole. La funzione della comprensione della parola letta è estremamente complessa. Lo stesso vale per la parola udita, il centro di Wernicke è collegato al centro dell'udito per interpretarla.

Abbiamo anche un campo visivo occipitale tutt'intorno all'area visiva secondaria, il quale, un po' come il campo visivo frontale che è importante per i movimenti, interviene per coordinare le attività dei due bulbi oculari. Questi campi visivi sono collegati tra loro e sono collegati poi con i tubercoli quadrigemini e con i nuclei motori. E' un'area importante per il coordinamento. Quando si parlerà di "accomodazione" nell'atto della lettura vedremo l'importanza di questi centri anche per la visione tridimensionale.

Lobo temporale. A livello del lobo temporale la principale area rappresentata la vediamo sul labbro inferiore del solco laterale, ed è l'area uditiva primaria. E' una zona di corteccia granulare, afferenze dai corpi genicolati mediali, manda efferenze ad aree uditive secondarie che stanno intorno e che consentono di identificare i tipi di suono. Qui naturalmente non abbiamo la parola ma il rumore, cioè i suoni musicali ecc. L'interpretazione di tutto ciò avviene in distretti vari come ad esempio, per quanto riguarda l'interpretazione delle musiche, c'è una particolare area parietale localizzata essenzialmente sull'emisfero non dominante, in cui arrivano i segnali uditivi di entrambe i lati per essere interpretati.

L'area uditiva secondaria riceve afferenze dalla prima area e le efferenze le manda o al centro di Wernicke quando si tratta di parole, o ad altre aree, inclusa l'area della musica ad esempio, quando si tratta di altri tipi di segnali sonori. Riesce a distinguere tra i vari tipi di suono e quindi riesce a distinguere la componente -parole-, da destinare, per l'interpretazione, al centro di Wernicke. Anche qui c'è una distribuzione tonotopica, si dice in questo caso, cioè di lunghezze d'onda di segnali sonori che aiuta a destinare verso un distretto oppure un altro i segnali raggiunti.

Aggiungiamo un'area gustativa che in realtà probabilmente la si trova più in profondità, nell'insula, dove sono tutte le afferenze gustative che sono afferenze che comportano delle forti interazioni anche con i centri di controllo viscerale. I tipi di segnali gustativi possono influenzare attività viscerali diverse, quindi sono collegamenti piuttosto complessi.

Infine è citata l'area vestibolare per la propriocezione cosciente dei movimenti della testa che sarebbe localizzata in basso, del lobo precentrale.

CENTRO DI WERNICKE. Vediamo i suoi collegamenti con l'area visiva primaria prima, secondaria poi, e poi vediamo l'area di Wernicke che manda segnali al centro di Broca, l'area motrice secondaria per l'attività locale. Da qui all'area motrice primaria per il controllo degli organi collegati all'attività vocale. Fibre cortico-nucleari che vanno a controllare i muscoli della laringe, della bocca e della lingua. Si tratta naturalmente dei nuclei dei nervi cranici che controllano queste funzioni.

A livello del centro di Wernicke c'è tutta una rete di segnali bidirezionali con le aree associative per il riconoscimento del senso delle frasi. Ma non si ferma a questo.

Grazie alle afferenze dall'area visiva che ha riconosciuto le parole, il centro di Wernicke riconosce il senso delle frasi. Poi, grazie ai collegamenti con le aree associative, e con le situazioni che il soggetto sta vivendo, costruisce la frase di risposta che il soggetto dà a ciò che sta leggendo. La risposta può essere parlata o meno e in quest'ultimo caso non partirà una risposta dall'area di Wernicke. Questo lo fa controllando l'area vocale del centro di Broca e le aree primarie che controllano le attività motorie correlate.

Stessa situazione, sebbene il punto di origine dei segnali sia un altro organo di senso, si ha per la parola detta, cioè per la parola parlata che si percepisce come segnale uditivo. Questo è percepito e interpretato nei limiti già visti, dall'area uditiva primaria e secondaria, da qui al centro di Wernicke che riceve gli stessi segnali che dicevamo prima, e il percorso in uscita è lo stesso già analizzato.

Questo comporta che delle lesioni in vari punti di questo sistema e di questo collegamento, può portare a difetti di vario tipo nel nostro uso e nella comprensione della parola.

Una lesione delle vie che collegano ad esempio le vie ^{uditive} ~~visive~~ al centro di Wernicke, rende incapaci a comprendere una frase o una parola detta, ma mantiene la capacità di esprimere concetti costruiti su esperienze preesistenti. Quindi il soggetto sente dei suoni, sente singole parole, non è in grado di capire il senso della frase complessiva. Il soggetto tende comunque a rispondere con una frase perfettamente sensata ma che non ha nessun rapporto con la frase ascoltata. Un difetto con queste caratteristiche è correlato a lesioni dei fasci, a causa di un tumore o d'ischemia, che collegano le aree visive con le aree del centro di Wernicke. In questi casi la parola ascoltata viene perfettamente

compresa, e le risposte sono perfettamente sensate ma c'è un'incapacità, una *dislessia*, a comprendere la parola letta.

Al contrario quando c'è una lesione dei percorsi tra area uditiva e area di Wernicke. Si mantiene la capacità a comprendere la parola letta e si è invece incapaci a comprendere la parola ascoltata. Le parole vengono sentite come spezzoni, senza un senso compiuto.

Se la lesione è a valle del centro di Wernicke, quindi tra centro di Wernicke e aree motrici secondarie, c'è comprensione della parola letta e ascoltata, ma incapacità di una risposta coerente. Quindi si dà una risposta incoerente e con parole non necessariamente collegate l'una all'altra. (*afasia di conduzione*)

AREE ASSOCIATIVE. Tra le caratteristiche generali delle aree associative abbiamo il fatto che sono corteccie che hanno afferenze dalla corteccia sensitiva somestetica primaria e secondaria ed efferenze alla corteccia motoria secondaria, non primaria, ed anche ad altri centri particolari come ad esempio il centro di Wernicke che abbiamo appena visto, o l'area visiva frontale. (Aree del riflesso oculare) Le corteccie associative sono delle banche dati e servono per elaborare le informazioni. La corteccia associativa imposta la nostra capacità di discriminare tra sensazioni diverse, significati diversi di sensazioni simili e la nostra esperienza sensitiva. E' inoltre la base del comportamento che assumiamo nelle diverse situazioni.

A livello prefrontale abbiamo aree associative che sono alla base della nostra emotività, capacità di giudizio e personalità, le regole di comportamento, l'ideazione astratta. (CORTECCIA PREFRONTALE) Vi sono aree associative a livello temporale che sono essenzialmente magazzino di memoria, quando diciamo "esperienze sensoriali" ci riferiamo alla memoria a lungo termine. Poi c'è il parietano-posteriore che svolge soprattutto una funzione intrinseca importante che è la stereognosia, che corrisponde all'accumulo di segnali sensoriali che sono alla base dell'attività stereognostica degli oggetti con cui veniamo a contatto, sulla base della dimensione, forma e consistenza.

Ancora più importante è l'area che, grazie alla funzione di riconoscimento dei nostri confini, per cui riusciamo a riconoscere uno spazio esterno come esterno, un'immagine esterna come esterna, è la centrale in cui viene costruito il nostro cosiddetto "ego body" cioè i confini corporei del nostro essere. Questa è un'acquisizione graduale che, durante la crescita, il soggetto costruisce e diventa un fatto estremamente stabile. Conosciamo la sintomatologia dell'arto fantasma che corrisponde all'alterazione brusca dell'ego body per l'asportazione di una componente che per lungo tempo continua ad essere presente a livello di ego body. Quindi viene caricato anche di segnali sensitivi fantasmi oppure si è convinti di aver mandato segnali motori. Questo grazie all'ego body. Questa percezione dell'arto fantasma è anche collegata al fatto che noi, a livello di aree somestetiche primarie, cioè le aree del giro ^{post}centrale, l'area dell'arto inferiore di destra continuiamo ad averla. Nell'emisfero sinistro noi continuiamo ad avere le piccole cellule dei granuli che erano collegate con gli assoni di origine talamica che arrivavano all'arto inferiore. Per cui segnali in arrivo in altri distretti della corteccia che inevitabilmente si diffondono alle varie aree contigue della corteccia grazie a queste cellule che viaggiano tangenzialmente, fanno arrivare minimi segnali di background anche alla zona che non ha più il collegamento reale con la periferia, quindi percepisco e potenzio questi segnali di fondo come se fossero segnali effettivamente provenienti dall'arto ora mancante.

L'ego body determina situazioni particolari che sono state descritte, del tipo soggetti che per una lesione di un emisfero cerebrale, e quindi per perdita dell'ego body di destra, perdono la percezione del corpo di sinistra che diventa estraneo. Non ci si prende più cura della metà sinistra del corpo, non gli si fa la barba, lo si esclude dal letto, lo si tratta come corpo estraneo, tanta è la potenza dell'ego body che si costituisce a questo livello.

Vediamo la distribuzione sugli emisferi cerebrali, delle percezioni sensoriali e vediamo quali sono bilaterali e controlateralizzate, quali sono monolaterali, e quali sono rappresentate su entrambe gli emisferi.

Vediamo il lobo dominante di un soggetto destrorso.

Le aree olfattive sono rappresentate su entrambe i lati, l'olfatto non è controlateralizzato: l'olfatto di sinistra arriva a sinistra e viceversa. In parte però si controlateralizza ma tende ad essere omolaterale. L'olfatto è quel senso un po' particolare che non fa tappa sul talamo e che va direttamente alla corteccia. REGIONE ENTORINALE + GIRO CINGOLATO.

La stereognosia, capacità di riconoscimento degli oggetti, è controlateralizzata. Quella di destra è sull'emisfero di sinistra.

La parola (cui è correlato il linguaggio) è sul lobo dominante, manca sull'altro.

Così anche per la scrittura per cui esiste un centro per la scrittura, che non abbiamo menzionato, che è sviluppato essenzialmente sull'emisfero dominante.

La vista è controlateralizzata con il campo visivo.

Sono queste quindi funzioni sviluppate sul lobo dominante di sinistra, ma vi sono anche delle funzioni sviluppate nell'emisfero non dominante come la percezione dello spazio, la dimensionalità. Ci sono delle patologie che hanno a che vedere con lo spazio: claustrofobia, agorafobia ed altre. Queste sono percezioni che hanno sede nell'emisfero non dominante.

L'attività di riconoscimento delle facce, che è una delle procedure più complesse svolta dalla corteccia durante la sua maturazione, che consente di distinguere differenze minime tra un viso e l'altro. Abbiamo questo tipo di abilità in riferimento alla tipologia di faccia a cui siamo abituati, quindi soggetti con caratteristiche razziali diverse già li confondiamo l'uno con l'altro non riuscendo a distinguere le piccole differenze. Non distinguiamo il bello dal brutto e così via. Mentre con soggetti che somigliano alla nostra struttura fisica assumiamo una capacità raffinata di identificare differenze. E questo è nel lobo non dominante.

E in ultimo la musica, come sensibilità musicale. Ci aspettiamo ad esempio che Beethoven avesse un'area molto sviluppata a questo livello. Anche funzioni elevate come la matematiche hanno una sede particolare. Ci sono dei casi di sviluppo particolarmente accentuato di un'area rispetto ad un'altra che portano alle genialità.

EMISF. DOMINANTE	EMISF. NON DOMINANTE
area olfattive	di memorabilità
vista	musica
scrittura	matematiche
linguaggio	ric. conos. facce
stereognosia	

Lobo limbico. Il lobo limbico prende il nome dal fatto di essere indefinito, il Limbo è infatti il nome della sede dantesca in cui finiscono le anime con destino incerto. In effetti quest'area anatomicamente e morfologicamente integra strutture varie che si trovano sulle superfici interne e basali degli emisferi cerebrali, e come tipo di funzioni svolte sono molto difficilmente distinguibili l'una dall'altra, e che hanno a che fare con le nostre caratteristiche emotive di base.

E' la sede della memoria a breve termine di cui è la centrale principale, anche se non è l'unico distretto che se ne occupa. La memoria a breve termine è una funzione estremamente importante perché consente la conclusione delle azioni e quindi mantiene il senso dell'azione fino al suo compimento, che altrimenti si perde, vanificando il risultato dell'azione stessa.

Ha a che fare con alcuni comportamenti, come il comportamento sessuale, l'aggressività, le varie emotività, che sono tutte alterate in caso di lesione di queste zone.

Ha anche a che fare con i collegamenti importantissimi tra segnali olfattivi e reazioni viscerali. L'olfatto, nonostante per noi siamo rimasto un organo residuale, mentre in altre specie umane ha un significato primario per la sopravvivenza, nell'uomo è una delle sensazioni che più stimolano reazioni viscerali, reazioni mnemoniche ecc. Questo per il collegamento che le vie olfattive hanno mantenuto in quest'area dove ci sono i centri della memoria e i centri ipotalamici del controllo viscerale.

Vediamo gli elementi che compongono il lobo limbico e alla sua rete di collegamenti.

Gli elementi sono:

il **giro cingolato**, il più esteso, è una superficie corticale, si trova sulla superficie mediale di ogni emisfero corticale e rappresenta la porzione più prossima al corpo calloso. Mentre la parte corticale che lo sovrasta posteriormente, superiormente e anteriormente sono le parti mediali dei lobi frontale, parietale e occipitale che terminano sul giro cingolato che a sua volta quindi termina sul corpo calloso.

Altro elemento continuo con il lobo cingolato è il **giro paraippocampale** che è parte della superficie mediale della corteccia temporale, visibile una volta che si sollevano gli emisferi e se ne guardi il fondo, è la parte di corteccia che circonda immediatamente il TE ed il diencefalo.

Immediatamente al di sopra e non visibile perché osservando semplicemente la base dell'encefalo il giro precentrale lo ricopre, ma spostandolo si vede, l'**ippocampo**. L'ippocampo è separato dal giro paraippocampale dal **giro dentato**, un sottile elemento corticale.

Giro cingolato, giro paraippocampale che termina col suo uncus, giro dentato, ippocampo.

Altro elemento del lobo limbico è il **fornice**, già incontrato più volte. Sono i fasci bianchi originati dall'ippocampo che fanno un arco intorno al terzo ventricolo, penetrano nell'ipotalamo terminando nei corpi mammillari.

Dai corpi mammillari parte il fascio mammillo-talamico diretto ai nuclei mediali, anteriori e della linea mediana del talamo. Dai corpi mammillari partono anche dei fasci diretti al tegmento del mesencefalo, quindi alla formazione reticolare possono arrivare anche al nucleo rosso.

Elementi dunque del lobo limbico sono fornice, che viaggia sul ^{terzo} ~~quarto~~ ventricolo, che termina sui corpi mammillari e da qui fasci mammillo-talamici e mammillo-tegmentari.

Ancora fa parte del lobo limbico l'**amigdala** che è fissata all'estremità anteriore della coda del nucleo caudato. L'amigdala ha dei collegamenti un po' complicati che abbiamo già citato parlando di epitalamo. Ha collegamenti con le abenule. Le raggiunge prima con un fascio di "strie terminali" che viaggiano in profondità al talamo, anteriormente si portano in vicinanza alle colonne del fornice, da dove si immettono in una "stria midollare" di ritorno che convoglia fibre sia di origine amigdaloidica che fibre di origine dal fornice e le porta indietro verso le abenule. Fanno dunque questo giro un po' complicato che collega amigdala, fornice ed abenule. Le abenule sono un target, non sono considerate parte del lobo limbico. SONO NELL'EPITALAMO.

SISTEMA OLFATTIVO. E' inserito in buona parte nel sistema limbico. La via olfattiva ha il suo ingresso sulla superficie anteriore dell'ipotalamo.

Uno dei segnali si porta lateralmente verso la regione temporale, e una parte risale davanti l'ipotalamo per portarsi a formare un fascio che viaggia dorsalmente al corpo calloso per raggiungere soprattutto il giro dentato. Quindi c'è un collegamento tra aree olfattive e giro dentato della regione ippocampale. L'altra parte dei segnali olfattivi si dirigono a una regione di corteccia temporale detta "regione entorinale" che è l'area prevalente per l'interpretazione dei segnali olfattivi.

Quindi giro cingolato, giro paraippocampale, dentato ed ippocampo sono aree di corteccia. Vi sono alcuni nuclei quali l'amigdala ed il corpo mammillare, una serie di fasci che sono il fornice, il mammillo-talamico e il mammillo-tegmentario.

Ci sono collegamenti mediante il cosiddetto "indusium griseum", che corrisponde a fibre dorsali del corpo calloso. Indusium griseum sta per "avvolgimento grigio" che collega il sistema olfattivo con aree di corteccia. (giro dentato)

Abbiamo anche visto i collegamenti tra amigdala ed abenule.

(Netter tav. 106, sezione frontale in veduta posteriore) Vediamo la situazione che si viene a creare a livello di ippocampo in una sezione trasversale. La parte inferiore è il giro paraippocampale, la corteccia del giro paraippocampale si ripiega a spirale in senso opposto. Si forma una spirale in cui le superfici di sostanza grigia che erano a contatto con la sostanza bianca profonda degli emisferi, se ne distaccano e acquistano questo piccolo avvolgimento a spirale che si separa dalla sostanza bianca sottostante. I prolungamenti che originano da questo distretto si raccolgono su una superficie detta "l'albero dell'ippocampo", da cui partono poi le fimbrie del fornice. La regione ippocampale, separandosi dalla sostanza bianca, viene avvolta dal corno temporale del ventricolo laterale. La parte rossa che vediamo sono i plessi corioidi, sede di formazione del liquido cefalo-rachidiano.

PRODOTTO Il giro dentato si trova tra giro ^{PARA}ippocampale ed ippocampo stesso. Il giro dentato è il punto di arrivo delle vie olfattive che provengono, grazie all'indusium griseum, dai nervi olfattivi.

Vediamo la rete di collegamenti.

Da tutte le aree corticali circostanti arrivano segnali al giro cingolato e al giro paraippocampale. Dal giro paraippocampale arrivano segnali all'ippocampo vero e proprio. All'ippocampo arrivano anche segnali da tutto il giro cingolato che ha ricevuto segnali dalla corteccia circostante, che li trasmette verso il giro paraippocampale e all'ippocampo stesso. Dall'ippocampo partono segnali diretti ai corpi mammillari. Dai corpi mammillari vanno al talamo, e attraverso la stria terminale, viaggiano fibre provenienti dalle ^{AMIGDALE}abenule e dalle gambe del fornice, e si dirigono verso le abenule.

A livello olfattivo fibre se ne vanno direttamente alla regione paraippocampale, o facendo il lungo giro che dicevamo prima.

Tutto questo circuito prende rapporti poi con talamo, corteccia e tegmento del mesencefalo. Per tegmento del mesencefalo sono qui rappresentati dei fasci discendenti. E' rappresentata la formazione reticolare che va ad influenzare le attività viscerali soprattutto, ma anche motorie.

Vediamo le regioni specificamente olfattive: in parte il giro paraippocampale, in parte delle regioni corticali contigue. Siamo in pieno lobo temporale, nella sua superficie inferiore arrivano i segnali olfattivi che vedremo parlando dell'olfatto.

Vediamo l'ultima parte delle formazioni encefaliche. Vediamo uno schema già incontrato parlando di sostanza bianca dell'encefalo, di capsula interna e di subtalamo. In queste occasioni abbiamo citato questo distretto che vede rappresentati funzionalmente insieme i nuclei della base, per la precisione il lentiforme e caudato, i nuclei del subtalamo e il talamo. E' la regione del corpo striato, di cui ora riportiamo i rapporti funzionali.

CORPO STRIATO. E' una centrale importante per quanto riguarda il controllo motorio, per quanto riguarda l'insorgenza di patologie neurologiche come il morbo di Parkinson.

Quando abbiamo accennato a questo distretto non abbiamo messo in evidenza alcuni collegamenti con la sostanza nera del mesencefalo. Questi sono i collegamenti di questo distretto.

Il nucleo caudato, che avvolge il talamo, è collegato con il putamen per formare il corpo striato. Il talamo si trova lateralmente al putamen; che a sua volta si trova medialmente ai nuclei della base.

Vediamo anche il mesencefalo con la sostanza nera. Ricordiamo che la sostanza nera è la massa di elementi grigi interposta tra tegmento del mesencefalo e piedi del mesencefalo. Il target finale di tutto sono i motoneuroni delle corna grigie anteriori.

Il nucleo caudato riceve afferenze dalla corteccia telencefalica e dal talamo. Il caudato viaggia col putamen, il quale riceve altre afferenze dalla corteccia e dal talamo. Quindi putamen e caudato hanno gli stessi rapporti in termini di arrivo di segnali, dal talamo, quindi dalle vie sensitive, dalla corteccia, quindi dalle aree motorie superiori. Dal putamen e dal nucleo caudato, partono segnali diretti di feedback verso la sostanza nera e verso il globo pallido. Quindi la sequenza per il momento è di tipo sensoriale dal talamo ai nuclei caudati e putamen. Di tipo motorio (non proprio motorio ma più che altro informativo sulle funzioni che si stanno svolgendo sulla corteccia telencefalica) al nucleo caudato ed al putamen. Da questi due elementi che formano il corpo striato, partono efferenze di tipo informativo verso la sostanza nera da cui tornano efferenze verso questi stessi nuclei. Questi segnali di ritorno sono estremamente importanti perché sono segnali di tipo inibitorio. Il mediatore chimico utilizzato è la DOPA che ha un'azione inibitoria sia su putamen che su caudato. A seguito di tutto questo partiranno segnali diretti al globo pallido, che finalmente manderà segnali al talamo. Il talamo manderà segnali alla corteccia definendo la funzione generale delle attività motorie della corteccia che si esplicheranno all'esterno. Se questi fenomeni inibitori sul globo pallido e quindi sul talamo da parte della sostanza nera non si esplicano, si hanno fenomeni motori non controllati.

Notiamo come compaiono mediatori chimici particolari come la DOPA ma anche il Glutammato. I mediatori usati sono particolari per queste zone affinché non ci sia interferenza da parte di altri mediatori. GABA, acetilcolina, sostanza T, un peptide usato anche nell'apparato digerente, il glutammato, la serotonina, una molecola regolativa anche a livello periferico per quanto riguarda vasocostrizione e vasodilatazione e viene qui usata come mediatore chimico. Quando la secrezione di DOPA non c'è, per degenerazione delle vie che vanno da sostanza nera a nucleo pallido, si hanno patologie motorie. Una riduzione di secrezione di DOPA è il caso del morbo di Huntington.

Se si ha perdita completa di secrezione di dopamina si ha morbo di Parkinson.

* il "CORPO STRIATO" e la

• VIA DIRETTA → inibitoria

• VIA INDIRETTA → eccitatoria

e' meglio vederli negli appunti.

...LOBO LIMBICO

Un altro motivo di interesse per il lobo limbico è che parte di esso è stato identificato come deposito prevalente di cellule staminali del sistema nervoso e questo ha acceso l'interesse degli studiosi. Questo ci dà l'idea di quanto sia una struttura evolutivamente primordiale, precoce nello sviluppo del SNC.

Nel topo cellule staminali sono originariamente localizzate a livello dei ventricoli laterali. Il ventricolo laterale serve come percorso da seguire per arrivare lungo le strie del nervo olfattivo, fino al bulbo olfattivo, lì dove le staminali vengono molto utilizzate, soprattutto in specie animali come il topo, per rinnovare sia i recettori (i recettori olfattivi sono cellule nervose modificate). Quindi migrano nell'epitelio olfattivo sottostante per sostituire le cellule olfattive degenerate ed il tessuto nervoso.

Nell'uomo anche si trovano le staminali distribuite nelle pareti laterali del ventricolo laterale e soprattutto il punto di partenza che fornisce questi elementi che poi migrano nell'ambito del ventricolo è il giro dentato, quello che si trova tra giro paraippocampale ed ippocampo. Nel giro dentato sono dunque localizzati questi elementi staminali in grado di migrare verso le pareti del ventricolo laterali.

Nell'uomo il tutto è ancora vago e generico, nel topo le conoscenze si stanno allargando. In condizioni normali queste cellule staminali vengono indirizzate in modo minimale, ovviamente la ricerca tende a sfruttarne le capacità per processi rigenerativi. Poi sono anche molto studiate perché si ritiene che siano causa dell'insorgenza di tumori. Le cellule nervose sono cellule perenni che non si dividono, quindi non si sa come potrebbero dare origine a cellule ciclanti tumorali. Quindi tutta l'attenzione si sposta sulla componente replicante cioè le cellule staminali del tessuto nervoso, come punto di partenza dei tumori.

Questo è l'aspetto più moderno degli studi effettuati sul lobo limbico.

Per quanto riguarda queste staminali si è visto che in vitro esiste una popolazione che, messa in condizioni di coltura particolari, può differenziare in cellule con caratteristiche neurali, ma non ci sono prove che queste cellule in condizioni "fisiologiche" siano in grado di ripopolare il sistema nervoso.

Nel topo c'è una continua produzione ed una continua migrazione di queste cellule verso il bulbo olfattivo e lo si spiega, questo evento, con il fatto che il topo è uno degli animali con la regione diencefalica molto sviluppata, proprio per preservare già a livello recettoriale, questa funzione. Sull'uomo non ci sono dati funzionali che dimostrano un loro ruolo. Però queste cellule esistono e potrebbero avere un significato solo negativo, come partenza di tumori, però essendoci, se trovi il modo opportuno per "svegliarle" si potrebbe trovare un modo per sfruttarne le potenzialità rigenerative.

SISTEMA NERVOSO VEGETATIVO

(Vedi Netter tav.160)

Il SNV è il sistema che ci consente di mantenere l'omeostasi e di reagire a fenomeni dell'ambiente esterno a livello metabolico.

Vediamo i ruoli più importanti della componente ortosimpatico e della componente parasimpatica del SNV.

La componente ortosimpatica è la componente delle emergenze, quella che per esempio vede operare la midollare della ghiandola surrenale dove viene secreto, come se fosse un ormone in circolo, l'adrenalina, nei momenti di stress. In questa situazione, in cui è operante la componente ortosimpatica, c'è inotropismo positivo: frequenza cardiaca aumentata, circolazione più veloce, pressione cardiaca aumentata, respirazione pure, blocco della peristalsi. C'è liberazione di energia in grandi quantità, c'è un'attività glicogeno-litica attivata e quindi liberazione di energia e suo utilizzo alla periferia, e inibizione di tutte le funzioni di recupero e accumulo di energia. Non c'è digestione in corso, non c'è peristalsi, tutte le secrezioni sono estremamente ridotte e via dicendo.

Poi abbiamo la situazione della fase di recupero di energia, in cui è prevalente l'azione del parasimpatico. Quindi abbiamo i due estremi, prima l'emergenza che vede scatenarsi l'ortosimpatico, poi il recupero delle energie, il relax fisico, l'attività peristaltica in ripresa, lo stato di sonno, l'aumento delle secrezioni, la frequenza cardiaca e respiratoria rallentano, e sono prevalenti le funzioni metaboliche di accumulo energetico rispetto a quelle di abuso energetico.

Questi due fronti comunque, in genere, operano in equilibrio, agendo contemporaneamente sugli organi, cioè sul sistema viscerale.

Abbiamo già visto come l'ipotalamo sia una centrale fondamentale per il controllo di tutte queste funzioni dell'omeostasi organica mediata o attraverso il SNV ortosimpatico e parasimpatico, o anche attraverso il controllo delle attività endocrine. A livello ipofisario con i fattori di rilascio e inibitori, vengono regolati i fattori ormonali che controllano le ghiandole endocrine periferiche. E c'è il sistema di feedback, quindi di raccolta dell'entità delle risposte periferiche che regolano l'azione dell'ipotalamo su queste funzioni.

Il SNV anatomomicroscopicamente è rappresentato da varie e diverse organizzazioni morfologiche, il parasimpatico da una soltanto. Innanzitutto sia il para che l'orto, al contrario del sistema nervoso somatico volontario, ha una componente motoria rappresentata da due neuroni periferici. Uno ha il corpo nel SNC e si chiama neurone pregangliare, l'altro ha il corpo al di fuori del SNC, in quelli che si chiamano gangli dell'orto e del parasimpatico. Da non confondere con i gangli spinali localizzati lungo il percorso della radice posteriore del MS che è sede della cellula sensitiva sia delle sensibilità coscienti e non. Qui stiamo parlando di componente motoria e di gangli dell'orto e del parasimpatico che sono per sede e per contenuto distinguibilissimi da quelli spinali. Si chiamano comunque gangli perché sono anche questi punti di accumulo di corpi di cellule nervose.

Una prima distinzione tra gangli dell'ortosimpatico e gangli del parasimpatico è quella relativa alla sede anatomica dei gangli. Nel caso dell'ortosimpatico i gangli sono localizzati lontano dall'organo che viene regolato. Quindi ci sarà un ramo nervoso ^{NEURONE} che raggiunge questo ganglio. Da questo ganglio parte il neurone postgangliare che fa un altro lungo percorso per raggiungere il bersaglio. Nel caso del parasimpatico i gangli sono o molto vicini al bersaglio o addirittura nell'organo target, sulla parete di quest'ultimo.

Oltre a questa differenza anatomica c'è una differenza di mediatori chimici.

E' sempre lo stesso mediatore chimico quello che trasferisce il segnale da fibra pregangliare a fibra postgangliare, ed è sempre l'acetilcolina. Mentre invece varia il mediatore chimico utilizzato dal neurone postgangliare. Nel caso del parasimpatico è sempre ancora acetilcolina. Nel caso dell'ortosimpatico in alcuni, pochi casi è l'acetilcolina ma nella maggior parte dei casi è la noradrenalina. Può essere adrenalina o epinefrina, ma in questo caso è un fattore che diventa

ormonale, perché viene secreto dalla ghiandola del surrene nel sangue circolante. Nel sistema nervoso ortosimpatico s'inserisce questa situazione particolare cioè la situazione di una secrezione massiccia in circolo dell'adrenalina, stimolando la midollare del surrene. Quindi la midollare del surrene è in pratica un ganglio ortosimpatico che non ha prolungamenti cellulari verso un target specifico, ma secerne direttamente il prodotto nel sangue circolante. Situazione analoga nel parasimpatico non c'è.

Quindi, organizzazione pregangliare e postgangliare per entrambe i distretti del SNV, mediatore chimico sempre lo stesso tra pre e postgangliare che è acetilcolina. Acetilcolina per il parasimpatico sempre. Acetilcolina in alcuni distretti e generalmente noradrenalina per l'ortosimpatico. Midollare del surrene che funziona da ganglio ormonale che secerne adrenalina in circolo. (** ortosimpatico*)

Sede dei neuroni pregangliari. Per l'ortosimpatico sono il corno grigio laterale del midollo toracico da C8 a L1 e qui, in questo distretto, troveremo pregangliari diretti alla surrenale, alla regione cardiaca, polmonare, viscerale. Le fibre postgangliari risalgono i vasi sanguigni per raggiungere le ghiandole salivari, i bulbi oculari ecc.

Nel caso del parasimpatico la sede del pregangliare è: alcuni nervi cranici, III, VII, IX e X, e la regione sacrale del MS. Quindi un parasimpatico del TE ed un parasimpatico del sacro.

Abbiamo parlato della componente motoria di orto e parasimpatico. Questi hanno anche una componente sensitiva, che si dirige verso la formazione reticolare e verso l'ipotalamo. In questo caso gli elementi cellulari che trasportano i segnali interocettivi di tutto l'apparato digerente ecc. hanno una organizzazione anatomica assolutamente identica alle vie sensitive somatiche. Quindi c'è un neurone pseudounipolare a T che ha sede nel ganglio spinale e che fa viaggiare i segnali verso il TE e su.

ORTOSIMPATICO

Vediamo l'organizzazione del sistema nervoso ortosimpatico. In questo caso sono presenti di fianco alla colonna vertebrale, infatti si parla di gangli laterovertebrali e a questo si aggiunge anche colonna gangliare dell'ortosimpatico, sono presenti dei gangli in numero di uno per ogni emergenza di nervo a livello di colonna toracica, nel tratto toracico. A livello di colonna cervicale e di colonna lombo-sacrale, i gangli non sono più in numero identico al numero di corpi vertebrali, tant'è che questa colonna si continua con soli tre gangli cervicali al di sopra dei dodici toracici, e si continua con sei o sette gangli lombo-sacrali invece di 11 o 12 quanti ce ne aspetteremmo riferendoci anche alle vertebre coccigee, caudalmente.

Questa colonna di gangli laterovertebrali si trova davanti ai muscoli antistanti le arcate costali e i corpi vertebrali. Per esempio stanno davanti l'ileopsoas e davanti ai muscoli intercostali ecc.

Questi gangli sono collegati comunque con i nervi spinali originati dal MS.

Vediamo il percorso del neurone pregangliare. Origina dal midollo toracico, colonna grigia *LATERE*, ~~posteriore~~, fa lo stesso percorso dei motoneuroni somatici e quindi radice anteriore, arriva al nervo spinale lì dove le radici si fondono insieme. Da qui incontra una diramazione che si chiama "ramo comunicante bianco" che si porta in avanti e raggiunge un ganglio dell'ortosimpatico. E' bianco perché la fibra pregangliare è mielinizzata. Arrivato all'interno del ganglio ci sono varie possibilità. La prima che ci aspettiamo dal discorso fatto prima, è che incontri la cellula postgangliare ed è un caso che si realizza. Si ha sinapsi, e questo neurone postgangliare prende una sua via per distribuire il suo prolungamento in vari distretti. La via è quella di un altro ramo comunicante con un altro nervo spinale. Quindi torna indietro al nervo spinale questo prolungamento, che però non è mielinizzato, quindi questo comunicante è grigio. Raggiunge il nervo spinale e si distribuisce alla periferia con le stesse modalità di distribuzione del nervo spinale. Solo che, mentre il nervo spinale, che è sia sensitivo che motorio, ha a che fare con esterocezione, propriocezione e controllo della

muscolatura scheletrica, queste fibre vanno a controllare la muscolatura liscia di arterie e arteriole, oppure vanno a controllare le ghiandole esocrine sudoriparee e sebacee delle superfici esterne. Quindi, per quanto riguarda questi distretti, la fibra postgangliare origina nel ganglio ^{ortosimp.} ~~spinale~~ dove è arrivata la pregangliare, e si distribuisce con i nervi spinali. Ma se questo pregangliare deve andare a controllare ad esempio visceri, organi raggiunti non dai nervi spinali ma attraverso altri percorsi, questo pregangliare deve attraversare il ganglio ~~spinale~~ per formare dei veri e propri nervi che raggiungono le stazioni gangliari periferiche che non sono più la colonna laterovertebrale, ma sono altre formazioni gangliari. Queste le troviamo un po' lungo il tronco dell'aorta, sia a livello toracico che già a livello addominale ecc, è un po' nell'ilo dei grandi visceri (l'ilo è il punto dove vasi, nervi linfatici e altro entrano ed escono da un grosso viscere che può essere rene, cuore, fegato ecc.). Abbiamo quindi stazioni gangliari più periferiche rispetto al ganglio laterovertebrale. Da qui parte il neurone postgangliare che raggiunge finalmente il viscere.

Questi tratti di collegamento tra ganglio laterovertebrale e ganglio simpatico periferico, è coperto da nervi che hanno denominazioni varie: nervi cardiaci, nervi splanchnici grande e piccolo, nervi toracici che non studieremo in dettaglio uno per uno. Sono comunque nervi che partono dal ganglio laterovertebrale e raggiungono i visceri viaggiando al di sotto dei mesenterici ecc.

Quindi la prima soluzione è incontro con la cellula postgangliare nel ganglio laterovertebrale e il prolungamento grigio va a distribuirsi, ritornando indietro con il ramo comunicante grigio, alla periferia. Seconda opzione è quella di proseguire il cammino lungo un nervo splanchnico o toracico o altro per raggiungere un ganglio ortosimpatico periferico rispetto al laterovertebrale e qui far sinapsi con l'altro neurone postgangliare e raggiungere con altri rami nervosi i visceri. Altra ed ultima opzione è mandare i prolungamenti del pregangliare ad alimentare gangli che si trovano al di sopra e al di sotto di quello dal quale lui è entrato mediante il comunicante bianco. Questo è necessario per alimentare i gangli ortosimpatici cervicali e lombosacrali perché i pregangliari ortosimpatici hanno un unico modo per arrivare ai gangli, che è dalla radice anteriore al loro punto di origine e quindi i dodici neuromeri toracici. Come alimento i gangli cervicali e lombosacrali? Dal midollo non arriva nulla, arriva da sotto, mediante questi altri rami comunicanti, che portano o verso l'alto per raggiungere i gangli cervicali, o verso il basso per raggiungere i gangli lombosacrali.

E poi si comporteranno in due possibili modi. O trovano lì il neurone postgangliare che va a distribuirsi alla periferia nel distretto cervico-cranico o alla periferia del distretto pelvico-arti inferiori. Oppure escono dai gangli cervicali e lombosacrali per andare ad un ganglio periferico e raggiungere un viscere.

Quindi questa è la situazione dell'ortosimpatico. Il pregangliare facendo il percorso delle radici e delle comunicanti bianche, raggiunge la colonna laterovertebrale toracica. All'interno di questa colonna laterovertebrale potrà incontrare direttamente il postgangliare, che torna indietro al nervo spinale con la comunicante grigia e si distribuisce al nervo spinale, oppure potrà viaggiare attraverso questo ganglio ad esempio attraverso un nervo splanchnico, per raggiungere un ganglio ~~spinale~~, ad esempio il mesenterico inferiore, da cui partono i neuroni postgangliari che viaggiano lungo sottili nervi per raggiungere i visceri. Avendo preso ad esempio il distretto delle ultime toraciche, il nervo splanchnico che raggiunge la regione mesenterica, innerva colon, rene, vescica e genitali maschili o femminili. Lo stesso vale per gli altri rami splanchnici più su, che passano direttamente, formano un nervo splanchnico, raggiungono un ganglio che sta vicino al tronco celiacico, che è una grossa arteria che origina dall'aorta addominale, e da qui partono tutta una serie di piccolissimi rami diretti a stomaco, fegato, pancreas, surrene e tutto l'intestino tenue.

Invece per esempio nel caso del cuore e dell'apparato respiratorio, c'è un nervo cardiaco, però è una fibra postgangliare che va a comporre questo nervo periferico. Qui sul ganglio ha fatto già sinapsi con la fibra postgangliare, che è uscita non per la via del comunicante grigio, ma per degli altri nervi che si chiamano cardiaci e toracici, che vanno a raggiungere direttamente la superficie del cuore ed anche i polmoni.

Altre fibre, come abbiamo visto, entrano nella colonna toracica e salgono nei gangli cervicali da cui potranno sia formarsi le comunicanti grigie dirette alla periferia, sia partire (non sono veri e propri nervi ma vie che viaggiano sulla superficie dei vasi) per raggiungere visceri cranici e facciali: la muscolatura liscia dell'occhio, delle ghiandole salivari ecc.

Tutto questo vuol dire che, per esempio, a livello cervicale e lombosacrale i gangli laterovertebrali non presenteranno un ramo comunicante bianco. Perché l'alimentazione gli viene dai distretti superiori o inferiori. E' presente sempre invece un comunicante grigio, perché va ad immettersi nei nervi spinali che sono qui presenti come in tutti gli altri distretti. Nel caso del ganglio cervicale superiore, da qui partono tutte le fibre postgangliari dirette alle componenti viscerali dello splanocranio viaggiando lungo i vasi.

PARASIMPATICO

Vediamo il parasimpatico. Una componente parasimpatica è associata con l'oculomotore comune (III), col faciale (VII), col glossofaringeo (IX) e con il vago (X) ed è poi presente ai livelli sacrali.

Il pregangliare si porta verso la periferia. Nel caso delle componenti di III, VII e IX, in realtà incontra dei gangli che non stanno proprio adesi al viscere ma stanno ad una brevissima distanza. Il gangliociliare, il ganglio pterigopalatino, il ganglio otico, il ganglio mascellare. E sono gangli da cui partono poi rami terminali diretti alle strutture viscerali sempre dello splanocranio (occhio, ghiandole sottolinguali, sottomandibolari, parotidi, mucose del cavo orale, del palato ecc. di cui vengono regolate le secrezioni ghiandolari).

Per quanto riguarda il vago, fa un percorso spettacolare. Esso scende ai lati della faringe, poi accompagna tutto l'apparato digerente viaggiando lungo le pareti dell'apparato, e lasciando via via rami per i vari visceri che incontra e che deve innervare. Quindi manda rami nel cuore, sulla cui superficie sono presenti fibre postgangliari del parasimpatico cardiaco, mentre ricordiamo che la componente ortosimpatico aveva il punto di partenza della fibra postgangliare nel ganglio laterovertebrale toracico. Manda rami all'apparato respiratorio, allo stomaco, pancreas, milza, fegato e giù a tutto l'intestino tenue, fino a oltre metà del colon. Quindi ha una distribuzione estesissima. Il parasimpatico sacrale invece, che ha dei rami splanocnici riconoscibili e che troverà la fibra postgangliare sulla parete stessa dei visceri che innerva, si prende cura dell'ultima parte del colon discendente e anche canale anale, dell'apparato urinario e genitale.

A livello di tutti questi visceri i due sistemi si controbilanciano. Quindi alcune fasi funzionali e viscerali sono controllate dal parasimpatico ed altre dall'ortosimpatico.

Ad esempio per quanto riguarda l'apparato digerente abbiamo visto come l'ortosimpatico sia inibitorio sulla muscolatura liscia, quindi c'è un blocco della peristalsi, sia inibitorio sulle secrezioni ghiandolari, quindi si riduce notevolmente tutta l'attività secretoria delle pareti dell'apparato digerente e del pancreas ad esso collegato. Anche la vascolarizzazione è ridotta a livello del distretto digestivo. Mentre il parasimpatico ha effetti opposti a questi.

A livello cardiaco per esempio l'ortosimpatico è un vasocostrittore coronario mentre il parasimpatico è un vasodilatatore.

Le azioni di queste componenti del sistema nervoso dipendono anche dal tipo di recettori per il mediatore chimico presenti sul viscere.

Ad esempio l'ortosimpatico, a livello della muscolatura liscia dell'apparato respiratorio, è miorilassante. Difatti si dà noradrenalina per superare le crisi asmatiche, in quanto, essendo un broncodilatatore, consente un miglioramento dell'attività respiratoria. E' necessario prestare attenzione tuttavia perché la stessa noradrenalina è vasocostrittore a livello cardiaco, quindi ci può essere poi un difetto nutrizionale a livello del miocardio. Questo perché sono presenti sulle due muscolature lisce due diversi recettori per lo stesso mediatore chimico che portano effetti diversi.

* FORO DI MAGENDI → media. al 4° ventricolo

26 maggio 2006

SISTEMA LIQUORALE (Netter, tav. 102-103)

Dobbiamo parlare dei ventricoli e degli spazi subaracnoidei, cioè gli spazi che si trovano nello spessore delle meningi che rivestono il diencefalo.

Il liquor cefalo-rachidiano è prodotto all'interno di tutti e quattro i ventricoli encefalici: nei due laterali, nel terzo e nel quarto. I ventricoli sono tutti collegati grazie ai fori interventricolari tra ventricolo laterale e terzo, (in molti e grazie all'acquedotto di Silvio tra terzo e quarto. Poi dal quarto ventricolo il sistema ventricolare si continua sottoforma di canale midollare che scende lungo tutto il MS e sappiamo che si trova in profondità alla sostanza grigia, lì dove c'è la commissura grigia centrale del midollo. Si apre poi a livello di ~~seno~~ 4° ventricolo verso gli spazi subaracnoidei. Qui ci sono dei fori che sono uno mediano che è il forame di Magendi e due laterali al quarto ventricolo, che sono i forami di Luschka. Da questi fori il liquido prodotto all'interno dei ventricoli fuoriesce nello spazio. SUBARACNOIDEO

Il liquor si forma dai plessi corioidei. Questi sono localizzati lungo tutta la parete, questo per quanto riguarda il collo temporale del ventricolo laterale, sulla parete superiore. Poi si fanno sulla parete mediale del corpo del ventricolo laterale. Le zone in rosa rappresentano i plessi corioidei. Poi si continuano sul tetto del terzo ventricolo. Quindi questi plessi transitano attraverso i fori interventricolari, e sono localizzati sul tetto del terzo ventricolo. Non sono più presenti lungo il canale di Silvio e li ritroviamo nel quarto ventricolo sviluppati sul tetto e sulle pareti laterali.

Vediamo lo sviluppo embrionale delle cavità ventricolari. Le cavità sono inizialmente rivestite da un epitelio che è l'ependima. Questo è un tessuto molto simile alla pia madre. La pia madre riveste le superfici esterne mentre l'ependima, epitelio monostratificato, riveste le superfici interne. Dal tessuto immediatamente sottostante, il cosiddetto ependimale, i vasi sanguigni formano in alcune zone dei gomitolini di capillari rivestiti oltre che dal proprio endotelio, dall'ependima. Quindi il plesso corioideo sporge all'interno delle cavità ventricolari encefaliche, alimentato dai vasi del tessuto nervoso.

I plessi sono localizzati in tutti i ventricoli con una disposizione precisa. Da qui vi è secrezione di liquido. La secrezione è filtrata e selezionata dall'ependima, quindi la composizione del liquor è una notevole specificità. Tant'è che in alcune patologie si va ad indagare su questa composizione.

Il liquido fluisce dunque, oltre che nel canale midollare, per la maggior parte all'esterno. Dopo che si è formato nei ventricoli vediamo il liquor fuoriuscire negli spazi subaracnoidei. Questi spazi sono di spessore variabile, vi sono alcune zone in cui si parla di cisterne perché si trovano abbastanza lontane tra loro diverse superfici del SNC. Ad esempio tra superficie inferiore del cervelletto e superficie posteriore del TE si viene a costituire una cisterna. La dura madre aderisce alla superficie ossea, la pia madre aderisce strettamente alle superfici del sistema nervoso, l'aracnoide forma un reticolo tridimensionale che occupa un vasto spazio costernale sottocerebellare. Ce n'è una sovracerebellare dietro al mesencefalo, tra superficie antero-superiore del cervelletto ed estremità posteriore del diencefalo. Per il resto sono spazi abbastanza limitati.

L'ingresso di liquido nello spazio subaracnoideo determina l'inizio di un flusso di liquido in tutte le aree comprese tra dura madre e ARACNOIDE ^{PIA MADRE}, verso la volta cranica e verso il midollo.

A livello endocranico ricordiamo come la dura madre sia aderente all'endostio, la superficie interna dell'osso, mentre nel canale midollare la dura madre sia separata dai legamenti che rivestono il canale vertebrale, sia separata da tessuto adiposo. Quindi c'è uno spazio di separazione.

Sono anche visibili le vie di riassorbimento del liquido cefalo-rachidiano che è sottoposto quindi a continua produzione e riassorbimento.

Il riassorbimento avviene ad opera di grandi vene, dette seni, che raccolgono il sangue refluo dal SNC. Vediamo rappresentato un lungo seno, il seno sagittale superiore, che accompagna la linea

d'inserzione della falce del cervello alla volta cranica. C'è poi il seno retto localizzato nel punto in cui la falce s'inserisce sotto al tettorio del cervelletto.

Dalla profondità dell'encefalo, vasi confluiscono su questi grandi seni venosi.

Il riassorbimento avviene soprattutto lungo il seno sagittale superiore, in ristrette zone in cui l'aracnoide sfonda la dura madre, entra in contatto con l'endotelio dei grandi vasi che lì si trovano, e tra aracnoide ed endotelio è consentito il riassorbimento di liquido. ~~→~~ GRANULAZIONI ARACNOIDEE

Altra zona di riassorbimento è a livello dei nervi spinali. Lì dove le due radici anteriore e posteriore si uniscono nel nervo spinale, termina il rivestimento di dura madre del MS. Il rivestimento di dura madre lì si continua nel perinevrio. In questi punti c'è uscita del liquido cefalo-rachidiano, che viene riassorbito dai vasi sanguigni che si trovano in prossimità.

Possibili patologie sono ad esempio i difetti di apertura dei fori di Magendi e di Luschka. Per cui si può avere una ritenzione di liquido. Non è mai una chiusura assoluta. Se fosse assoluta si creerebbe una situazione in cui manca completamente il liquido a livello degli spazi subaracnoidei, cosa non compatibile con la normale funzionalità del sistema.

Con la parziale chiusura dei forami, che determina ritenzione di liquor, si ha situazione di idrocefalo; la dilatazione dei ventricoli provoca compressione del tessuto nervoso circostante e quindi gravi danni funzionali.

MENINGI

Ne abbiamo già parlato spiegando il MS.

La pia madre accompagna tutti le minime pieghe e giri dell'encefalo e del cervelletto e di tutti i tessuti che abbiamo visto.

L'aracnoide segue invece su un piano che accompagna soltanto le superfici maggiori dell'encefalo come la zona della falce del cervello, che è tutta rivestita da aracnoide. Il foglietto di aracnoide manda tralci che sono in parte di tessuto reticolare ed in parte di cellule aracnoidee, che vanno ad impiantarsi sulla pia madre. L'aracnoide non accompagna i solchi minori della superficie encefalica.

La dura madre forma la falce, aderisce alla volta cranica o meglio al periostio interno. All'interno della dura madre si formano delle cavità che ospitano i seni venosi come il seno sagittale superiore. L'aracnoide qui sfonda la dura madre, viene rivestita dell'endotelio di questo seno venoso, e questa è la zona di efflusso del liquido cefalo-rachidiano.

Nello spazio subaracnoideo viaggiano vasi di piccolo calibro che collegano l'encefalo ai seni venosi.

Vediamo la disposizione di dura madre all'interno del cranio. Vi è un rivestimento continuo in tutto l'endocranio e delle fosse craniche. Da questa lamina continua di dura madre si distaccano due lamine, una è la falce che va dalla crista galli all'indietro lungo tutta la volta fino al tubercolo occipitale interno dove c'è il punto d'incrocio dei seni. L'altro foglietto è invece il tentorio del cervelletto, che segue, aderisce e si dilamina in due foglietti per ospitare il seno trasverso, aderisce lungo tutto il perimetro dell'osso occipitale e più avanti temporale, per raggiungerlo in avanti il margine superiore della piramide del temporale. Il foglietto si continua sul margine superiore della piramide del temporale, da cui forma un velo continuo che segue i seni trasversi lateralmente, il margine superiore della piramide anteriormente, e lascia un'apertura attraverso cui transita il TE. Precisamente qui ci sarà il mesencefalo, perché al di sotto di questo c'è il cervelletto, il bulbo e il

ponte. Al di sopra di questo, nel passare attraverso l'apertura, il mesencefalo e poi tutti gli emisferi cerebrali.

Lungo il punto d'inserzione della falce sul tentorio abbiamo uno spazio che sarà occupato dal seno retto, lungo la linea d'inserzione del tentorio del cervelletto lungo i margini laterali della volta cranica avremo i seni traversi, e infine lungo il margine superiore avremo un altro piccolo seno, il **seno petroso superiore**.

Sia nei margini di attacco laterali del tentorio del cervelletto che nel punto di attacco della falce sul tentorio che nel punto d'attacco del tentorio sulla volta, abbiamo gli spazi che contengono questi grandi seni venosi dell'encefalo.

CIRCOLAZIONE ENCEFALICA

Torniamo al circolo arterioso del flusso di sangue all'encefalo.

E' piuttosto interessante la circolazione encefalica perché è una circolazione che ha quattro fonti che si anastomizzano, cioè formano un circolo comune all'interno dell'encefalo alla base encefalica. Questo è estremamente importante perché difetti di afflusso di sangue da una o da più di queste fonti, possono essere compensati, all'interno del cranio, grazie all'esistenza di un circuito comune che viene comunque rifornito dall'arteria o dalle arterie rimaste funzionanti.

Essendo l'encefalo un organo principe per la sopravvivenza dell'individuo è chiaro che questa salvaguardia trofica, questa possibilità di compensare i difetti circolatori, è di grande importanza.

Nell'anziano si vedono spesso uno o due di questi vasi a livello del collo gravemente o completamente chiusi, senza che ci sia stata una sintomatologia deficitaria molto evidente. C'è stata graduale compensazione con aumenti di afflusso dall'altro lato.

Una delle fonti è l'arteria carotide interna. Come vedremo nella grande circolazione, il sistema di destra origina direttamente da un'arteria comune da cui parte la carotide e la succlavia. La succlavia è diretta al braccio mentre la carotide va verso il collo. C'è una carotide esterna che si prende carico di tutto lo splancocranio, e una carotide interna che entra all'interno del cranio e si prende carico dell'encefalo. Quindi a destra parte da un tronco comune che aveva insieme succlavia e carotide, poi la carotide si divide in due e c'interessa l'interna.

A sinistra la carotide comune e la succlavia partono separatamente dall'arco. E la carotide si comporta poi allo stesso modo, salendo verso l'alto e dividendosi in esterna ed interna si comporta poi allo stesso modo, salendo verso l'alto e dividendosi in esterna ed interna. Quindi avremo due carotidi interne che originano o direttamente o dal tronco comune dall'arco dell'aorta.

Poi abbiamo le arterie vertebrali che abbiamo già incontrato conoscendo i fori delle vertebre cervicali. Viaggiano in questo canale che arriva fino all'atlante e dall'atlante si portano medialmente per entrare nel cranio dal forame occipitale. L'arteria vertebrale origina dall'arteria succlavia. Quindi mentre la carotide ^{interna} e ^{esterna} carotide interna ^{esterna} originano abbastanza direttamente (abbastanza perché una delle due ha il tronco comune) dall'arco dell'aorta, le vertebrali originano dalla succlavia ed entrano dal forame occipitale, mentre la carotide interna entra più avanti, lateralmente alla sella turcica, dal forame carotico che ha posteriormente la piramide del temporale e anteriormente l'osso sfenoide.

Vediamo cosa succede a questi vasi all'interno del cranio.

Partiamo dalle vertebrali. Le vertebrali sono piazzate sulla superficie anteriore del TE, stanno davanti al bulbo. Arrivate al solco bulbo-pontino, sempre ventralmente, si fondono in un unico tronco: l'arteria basilare. Ricordiamo il solco basilare sulla superficie ventrale del ponte. Il tronco basilare termina su due arterie che si aprono lateralmente a livello del solco ponto-mesencefalico: le **arterie cerebrali posteriori**. Quindi questo è il comportamento delle arterie vertebrali.

Vediamo ora come si collegano alle carotidi, e poi torneremo indietro per vedere quali sono i rami delle vertebrali e delle carotidi.

Quindi riassumendo le vertebrali si uniscono nella basilare a livello del ponte e poi terminano su due arterie che si aprono lateralmente, che sono le cerebrali posteriori.

La carotide interna, appena entrata nell'endocranio, manda dei rami. Un ramo abbastanza grosso, anteriore passa davanti alla sella turcica, poi si porta in alto verso il frontale e passa al di sopra del corpo calloso. Sono le **arterie cerebrali anteriori**. Ma la carotide interna si continua come tronco principale, lateralmente, visibile asportando parte del lobo temporale sotto: viaggia sulla superficie inferiore del lobo frontale ed è la **cerebrale media**. E' il tronco principale che quindi si porta verso la superficie laterale dell'encefalo.

Quindi ramo terminale della carotide interna è l'arteria cerebrale media. Ramo cerebrale della carotide interna è il cerebrale anteriore. Manda poi due piccoli rami all'indietro: le arterie

comunicanti posteriori. Queste arterie comunicanti posteriori collegano la carotide interna con i due rami terminali dell'arteria basilare che sono le cerebrali posteriori.

Poi ancora, dalle cerebrali anteriori, tornando in su, c'è un collegamento: l'**arteria comunicante anteriore.** E qui abbiamo la chiusura del circolo.

Questa formazione è il cosiddetto **poligono del Willis.** E' un poligono che circonda completamente il corpo dello sfenoide e mette insieme: grazie alle arterie comunicanti posteriori le due carotidi con le due vertebrali che si erano riunite in basilare, e tramite l'anteriore le due carotidi tra loro. Perché si abbia compensazione in un sistema anastomodico, l'occlusione deve essere molto graduale. Se avvenisse bruscamente come nel caso di un embolo (per embolo s'intende qualcosa come grasso, un coagulo ematico o altro che viaggia libero in circolo) che blocca l'interno dell'arteria, non ci sarebbe nessuna compensazione per la brusca interruzione. Lo stop del circolo provoca infarto, un'ischemia infartuale. Mentre se l'occlusione è graduale, legata cioè alla formazione dapprima di una placca sulla parete dell'arteria, poi un coagulo, per cui nell'arco di mesi o anche anni si arriva alla chiusura del vaso, c'è stato il tempo di aumentare gradualmente il flusso dagli altri vasi del circolo. Perciò, come già, accennato prima, si può trovare un anziano con una carotide interna completamente chiusa, tuttavia non c'è sintomatologia perché, essendo il fenomeno avvenuto nel corso degli anni, c'è stata compensazione da parte delle altre due vertebrali e dall'altra carotide interna.

I grandi vasi dell'encefalo. Tre li abbiamo già incontrati: la cerebrale anteriore, di cui ora vediamo il territorio d'irrorazione, la cerebrale media, che è il lato terminale della carotide interna, e la cerebrale posteriore che arriva dalle vertebrali.

CERVELLETTO. Per quanto riguarda il cervelletto abbiamo due arterie nella superficie inferiore e una superiore.

La **cerebellare inferiore posteriore** è la prima che si distacca dalle arterie vertebrali che sono entrate dal forame occipitale. Poi abbiamo la **cerebellare inferiore anteriore** che è la seconda che si distacca, e si distacca proprio nel punto in cui le due vertebrali si uniscono in basilare (o poco prima o poi, ci possono essere delle variazioni).

Andando verso l'estremità dell'arteria basilare, abbiamo la **cerebellare superiore**, che è unica.

Quindi nel cervelletto abbiamo tre arterie: due inferiori che originano dalle vertebrali e una superiore che origina dalla basilare, la quale termina, come abbiamo detto, con le cerebrali posteriori.

Lungo la basilare abbiamo tutta una serie di piccoli vasi diretti al TE per irrorarlo.

MIDOLLO. Sempre dalla vertebrale c'è il punto di partenza dell'**arteria spinale** che accompagna il MS fino alla sua estremità caudale. Sono due arterie che riuniscono in un'unica che viaggia lungo la fessura midollare anteriore. Non è che da qui parte un arco che arriva fino al sacro, lungo la strada quest'arteria viene alimentata lungo la strada da arterie vertebrali che arrivano dall'aorta a tutti i vari livelli della colonna vertebrale e che vanno a confluire su quest'arteria spinale, responsabile della vascolarizzazione di tutti i territori del MS.

Vediamo i territori corticali d'irrorazione delle tre grandi **ARTERIE CEREBRALI:**

- La **cerebrale anteriore** è quella che si portava in avanti dalla carotide interna e che viaggia lungo la superficie superiore del corpo calloso, mandando rami sulle superfici mediali degli emisferi frontale e parietale. E, oltre alle superfici mediali, anche alle volte frontali e alle volte parietali a livello occipitale dei due emisferi. Questo è il territorio d'irrorazione delle cerebrali anteriori.
- La **cerebrale media**, che è quella che si portava lateralmente tra lobo temporale e frontale, viaggia lungo la profondità del solco laterale e manda tutti i rami ai territori corticali circostanti. Quindi li manderà all'insula, alla superficie laterale del frontale, alla superficie

laterale del parietale, a buona parte dell'occipitale e del temporale. In avanti vediamo che il lobo temporale che ha tutto l'apice irrorato da questa cerebrale. L'arteria cerebrale media ha dunque l'importante compito d'irrorare tutto il distretto del diencefalo e dei nuclei grigi della base dell'encefalo stesso. Nel transitare sulla superficie inferiore del lobo frontale, al di sopra del temporale, manda rami in profondità che irrorano tutto il diencefalo e i nuclei della base. Dalla cerebrale media originano anche i vasi che vanno ad irrorare i plessi corioidei dei ventricoli laterali e i plessi corioidei del terzo ventricolo ecc.

- La *cerebrale posteriore* che corrisponde ai rami laterali della basilare, va ad irrorare tutta la restante parte di lobo temporale, quindi anche la regione paraippocampale, ippocampo ecc., indietro all'occipitale ed anche lateralmente irrorata la superficie inferiore del temporale e dell'occipitale.

RITORNO VENOSO DEL SANGUE CIRCOLANTE. C'è tutta una serie di piccoli vasi che si portano alle superfici laterali e alle superfici mediali dell'encefalo che trascuriamo.

Tutta una serie di piccoli vasi originano dalla regione diencefalica profonda e dei nuclei della base, per ricordarsi su questo grosso vaso centrale. Tutti questi piccoli vasi, rispettando le vicinanze, si convogliano sui grandi seni della dura madre.

Abbiamo il seno sagittale superiore raggiunto da tutta una serie di vasi della superficie laterale e mediale dell'encefalo. Poi c'è il sagittale inferiore che viaggia al margine inferiore della falce, dove c'è un'espansione che contiene questo vaso. Quindi nel margine inferiore della dura madre che costituisce la falce del cervello, c'è una delaminazione con il seno sagittale inferiore.

Dalla profondità, cioè dalla superficie posteriore del terzo ventricolo, sbucca fuori un sistema di vene. E' la cosiddetta grande vena cerebrale che porta fuori il sangue dal profondo dell'encefalo e va a terminare sul seno retto che sta tra tentorio e falce. Quindi al seno retto arriva il sangue della grande vena profonda, della vena cerebrale, il sangue del seno sagittale inferiore, e lungo il seno retto arriva l'incrocio che va sotto il nome di **congiunzione dei seni**. Questa congiunzione dei seni è raggiunta dal sangue del seno retto, dal sangue del seno sagittale superiore e si va a costruire su due seni laterali che viaggiano il settore del tentorio del cervelletto: sono il **seno trasverso di destra e quello di sinistra**.

Arrivati all'altezza della piramide del temporale, questi seni trasversi, che hanno viaggiato lateralmente lungo la via di sezione della dura madre, si portano in basso, e sono i **sigmoidei**, per entrare attraverso il forame giugulare, che è il foro lacero posteriore, e si continueranno con la vena giugulare.

Lungo il loro percorso questi seni trasversi ricevono del sangue anche dai distretti basali dell'endocranio, e frontali, cioè più anteriori. Precisamente da un seno che circonda la sella turcica e che in parte è in rapporto con il poligono del Willis, che è il **seno cavernoso**. Il seno cavernoso riceve il sangue dalle orbite, dalle superfici inferiori dell'encefalo lateralmente, e scarica con due sistemi: un seno petroso superiore che viaggia lungo il margine superiore della rocca petrosa per raggiungere il seno trasverso lì dove passa il seno sigmoideo, e un seno petroso inferiore che è subito di lato al clivo dell'occipitale che raggiunge il seno sigmoideo lì dove si continua in giugulare.

Qui si chiude il sistema dei seni della dura madre. I due sagittali visti prima e la cerebrale profonda che vanno al seno retto. Dal seno retto e da sagittale superiore, che arriva all'incrocio dei seni, andiamo ai seni trasversi. Seni sigmoidei escono in giugulare. E dal seno cavernoso arrivano i due seni petroso superiore e petroso inferiore, che raggiungono il seno sigmoideo alla sua origine e alla sua terminale.

SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

E

ORGANI DI SENSO SPECIALIZZATI

Parleremo di organi di senso specializzati.

Non della sensibilità generale: tattile, termica, propriocettiva, dolorifica, epicritica ecc. ma di sensibilità specifica. Per sensibilità specifica s'intendono cinque funzioni particolari che tutti ben conosciamo che sono: olfatto, vista, gusto, udito e la cosiddetta proprioccezione statocinetica che in gergo è detto senso dell'equilibrio.

Tutte queste sensibilità specifiche hanno la caratteristica di essere trasportate dai nervi cranici. I nervi cranici, come tutti i nervi del nostro SNP, come quindi anche i nervi spinali, trasportano, alcuni di essi perlomeno, anche la sensibilità generale tattile, termica, dolorifica, propriocettiva che naturalmente si riferirà alle regioni della testa, dello splancnocranio, e anche del collo.

Mentre i nervi spinali pensano alla sensibilità generale del resto del corpo dal collo alla punta dei piedi.

La sensibilità specifica è dunque una prerogativa dei nervi cranici.

A livello dei nervi cranici troviamo l'importante ed imponente componente PARASIMPATICA. Molti dei nervi cranici hanno quindi questa componente autonoma parasimpatica. L'ortosimpatico, ricordiamo, ha la sua origine esclusivamente nel MS da metà C8 fino a metà L2, quindi sostanzialmente è dalle corna grigie laterali della colonna toracica che originano i motoneuroni viscerali dell'ortosimpatico. Il parasimpatico invece origina a due livelli diversi: cranialmente a livello di alcuni nervi cranici (non tutti ma solo III, VII, IX, X) e caudalmente, a livello del MS sacrale. In mezzo c'è l'ortosimpatico.

Esistono 12 paia di nervi cranici, mentre esistono molti più nervi spinali. Ricordiamo come i nervi spinali fuoriescono dai forami intervertebrali del canale vertebrale, e poi si organizzano a formare i plessi nel tratto cervico-brachiale, che è il tratto alto del MS, e anche nel tratto lombo-sacrale. Mentre nella parte intermedia che è il tratto lombo-toracico, ci sono i nervi singoli, i nervi intercostali.

I nervi cranici fuoriescono da tutta una serie di forami che si trovano all'interno della scatola cranica. Alcuni di questi si dirigono verso l'orbita oppure verso le cavità nasali, altri si dirigono verso la base cranica. Uno di questi, l'VIII paio, entrato nell'osso temporale non esce più, resta nascosto lì dentro. Cominciamo a vedere un rapido panorama dei nervi cranici.

NERVI CRANICI (tav. 112 ss.)

(XII)

Possono essere dei **motori puri** come ad esempio l'ipoglosso che è un nervo motorio puro somatico, cioè motorio per un muscolo scheletrico.

Oppure possono essere **sensitivi puri** nel senso che non trasportano fibre motorie cioè provenienti da motoneuroni destinati alla muscolatura scheletrica, ma sono sensitivi puri. Ad esempio il nervo olfattivo e il nervo ottico sono sensitivi puri, cioè hanno esclusivamente una componente sensitiva che è specifica.

Altrimenti abbiamo nervi **misti** con componente sia motrice somatica sia una componente sensitiva, che riguarda la sensibilità generale. Ad esempio il V paio, che è anche il paio più grosso, il trigemino, è un nervo misto.

Oltre l'aspetto somatico, possono avere una componente parasimpatica, visceromotoria di natura parasimpatica. Questo vale per i nervi oculomotore (III), faciale (VII), glossofaringeo (IX) e vago (X).

Il **nervo olfattivo (I)** è il nervo dell'odorato, un tipo di sensibilità specifica. Insieme al nervo ottico è un'eccezione rispetto agli altri nervi cranici. Abbiamo visto i nuclei d'origine e i nuclei di terminazione dei nervi cranici si trovano a livello del TE, dal mesencefalo in giù. Il primo nucleo che incontriamo a livello del mesencefalo è però quello del III paio, l'oculomotore, anche lì comincia già la radice mesencefalica di

terminazione sensitiva del trigemello. Dal (III) in poi fino al (XII) avranno il loro nucleo d'origine con i motoneuroni somatici o viscerali parasimpatici, o di terminazione con le fibre sensitive provenienti per lo più dai gangli, a livello del TE dal mesencefalo fino al bulbo, il midollo allungato. Nel caso del nervo accessorio (XI) c'è addirittura anche una componente che proviene dal midollo cervicale, la parte più craniale del MS.

Invece il (I) non si comporta così. Non hanno un nucleo, in questo caso di terminazione perché sono nervi sensitivi puri (quello d'origine è motorio), nel TE. Il (I) termina infatti nel bulbo olfattivo, che si trova nel bulbo o midollo allungato. Il bulbo olfattivo si trova in fossa cranica anteriore, subito sopra la lamina cribrosa nei fori della crista galli, subito sotto il lobo frontale del cervello.

Per quanto riguarda (II), il suo nucleo di terminazione sta all'interno dell'occhio stesso, la retina. La retina è la parte fotosensibile della macchina fotografica o della telecamera del nostro occhio, in realtà già contiene dentro di sé tre corpi di neuroni. La retina è un organo nervoso. L'occhio, e la retina in particolare, può essere considerata una vera e propria proiezione verso il mondo esterno, del SNC, in particolare del diencefalo. In realtà i nuclei di terminazione, se così li vogliamo chiamare, stanno già nella retina. Il primo, il secondo e il terzo neurone della via ottica stanno già tutti e tre all'interno nella retina. Poi è dal terzo neurone in poi che parte il cosiddetto nervo ottico che va verso il diencefalo, in particolare si dirigerà verso i corpi genicolati laterali, nella cosiddetta regione del metatalamo.

Dal (III) in poi ogni nervo cranico ha il suo nucleo o più nuclei d'origine o di terminazione all'interno del TE.

L'oculomotore (III), il trocleare (IV) e l'abducente (VI) sono nervi motori puri, quindi non hanno componente sensitiva, che si occupano della motilità della muscolatura di tipo scheletrico estrinseca dell'occhio. Cioè di quei muscolotti che consentono i movimenti del globo oculare.

Ricordiamo che il (I) non è un unico nervo ma è costituito da tanti piccoli fili, che attraversano la lamina cribrosa dell'etmoide.

Il (II) passerà nel foro ottico, che sta sull'apice dell'orbita.

Il (III), il (IV) e il (VI) paio, dovendosi tutti dirigere alla muscolatura estrinseca dell'occhio, vanno dalla fossa cranica media verso l'orbita, attraverso la fessura orbitaria superiore

L'oculomotore va ricordato perché ha anche una componente parasimpatica. Ha il nucleo di Edinger e Westphal che controlla la muscolatura liscia che si trova all'interno della base dell'occhio, la cosiddetta iride e il corpo ciliare. In particolare controlla il muscolo ciliare, che fa cambiare il grado di convergenza di una delle lenti del sistema diottrico dell'occhio che è il cristallino. E si occupa del muscolo liscio che va all'interno dell'iride, sotto la cornea, cioè nella parte anteriore dell'occhio, ed è il cosiddetto "sfintere della pupilla".

Il (V) paio dei nervi cranici, il trigemino, è il grande nervo della sensibilità generale di tutto lo splanocranio. Le sue tre branche sono l'oftalmica, la mascellare e la mandibolare, da cui il nome trigemello. Tutte apparentemente originano da un grande ganglio sensitivo, il "ganglio semilunare del Gasser".

L'oftalmico è un altro di quei nervi che passa nella fessura orbitaria superiore insieme al (III), al (IV) ed al (VI).

Il mascellare, come ricordiamo, passa nel foro rotondo, arriva alla fossa pterigo-palatina, da lì alla fossa infratemporale da cui passa nell'orbita tramite la fessura orbitaria inferiore.

Il mandibolare invece fuoriesce dalla base cranica attraverso il forame ovale e si dirige verso la mandibola.

Tutti e tre si dividono in "territori" di sensibilità nello splanocranio.

L'oftalmico si occuperà della parte superiore, cioè della regione frontale più o meno fino all'altezza delle orbite, il mascellare della parte intermedia, in cui c'è gran parte delle cavità nasali, il mandibolare della porzione inferiore, compresa quindi la parte inferiore della cavità orale.

Dal punto di vista motorio c'è un'importante componente motrice somatica, quindi per muscoli di tipo scheletrico, ma soltanto per una delle tre branche: la mandibolare. La branca mandibolare controlla infatti la muscolatura masticatoria, cioè i muscoli che ci consentono i movimenti della mandibola, soprattutto apertura e chiusura della bocca. E sono il massetere, il temporale, lo pterigoideo interno ed esterno, ed altri muscoli scheletrici che studieremo con maggior dettaglio. Sottolineiamo ancora quindi che tutti i masticatori sono innervati dal trigemello. (MANDIBOLARE)

Oltre a questi il trigemello innerva anche altri muscoli di cui parleremo dopo.

(*) NUCLEO SALIVATORIO → GANGLIO SFENOPALATINO → X ^{gh.}
_{lacrimale}

Il (VII) faciale è un nervo misto, sia motorio somatico, per muscoli di tipo scheletrico, sia sensitivo. Ma ha anche un tipo di sensibilità speciale, la gustativa. È il più importante nervo della sensibilità gustativa perché raccoglie la sensibilità gustativa specifica dei 2/3 anteriori della lingua. Per quanto riguarda la parte motoria somatica, si occupa di tutta la muscolatura mimica della faccia senza alcuna eccezione. Sono i muscoli dell'espressione del viso, che ci consentono di sorridere, chiudere le palpebre ecc.

Può controllare anche altri muscoli scheletrici sempre dello splancocranio e li vedremo dopo.

Il nervo faciale ha poi anche un'importante componente parasimpatica, è il secondo nervo dopo l'oculomotore ad averla. Il nucleo parasimpatico del faciale ha vari nomi: oltre ad essere chiamato nucleo salivatorio superiore, viene anche detto nucleo lacrimatorio, o ancora nucleo muconaso-lacrimale.

In realtà sono due componenti distinte. La componente muconaso-lacrimale si occupa, come dice il nome, della ghiandola lacrimale, quindi è il nervo che controlla la ghiandola lacrimale. La componente invece detta salivatoria superiore, si occupa di due importanti ghiandole salivari: la sottolinguale e la sottomandibolare, tutte e due dunque innervate dal faciale. Notiamo che questa componente viaggia con nervi di tipo parasimpatico diversi a cui sono associati importanti gangli di natura parasimpatica. Sono il ganglio sfenopalatino, per la componente lacrimale, e il ganglio sottomandibolare, per la componente salivare che incontra le due ghiandole sottomandibolare e sottolinguale.

Va anche ricordato che il nervo faciale non ha una componente di sensibilità generale, per quanto riguarda la sensibilità somatica, ma soltanto una sensibilità gustativa che riguarda la lingua. La sensibilità generale che viene dalla lingua è infatti trasportata dal trigemino.

Vengono distinti all'interno del faciale, il "faciale" propriamente detto che riguarda la componente motoria somatica di controllo per la muscolatura mimica e alcuni muscoli sottoioidei mentre parliamo di "faciale intermedio" che si occupa del grosso della componente sensitivo e della componente parasimpatica. Ma in realtà queste due componenti sono un tutt'uno: il VII paio.

L' (VIII) nervo acustico o vestibolo-cocleare, o stato acustico, è il nervo dell'udito.

Trasporta, come dice il nome, due tipi di sensibilità specifica: quella uditiva, parte cocleare, e quella statocinetica, parte vestibolare.

Questo nervo entra nel meato acustico interno, osso temporale, e resta lì dentro perché nella rocca petrosa del temporale è appunto nascosto l'organo dell'udito e dell'equilibrio, la chiocciola, il vestibolo e i canali semicircolari.

Il nervo faciale invece uscirà dalla base cranica tramite il foro stilomastoideo. Anche lui era entrato nella fossa temporale tramite il meato acustico interno. Però attraversa il cosiddetto canale del faciale nell'osso temporale, da cui esce tramite il foro stilomastoideo, per andare ad innervare la muscolatura mimica della faccia. Nel passare all'interno di questo canale, prima di arrivare al foro stilomastoideo da cui partiranno tutte le grandi fibre motorie dirette ai muscoli mimici, il faciale lascia altri rami. Sono i rami che si occuperanno del resto: della sensibilità gustativa e parasimpatica viscerale che controlla la lacrimale e le salivari minori.

Il (IX), il (X) e l'(XI) escono dal forame giugulare insieme alla vena giugulare.

Il (IX) è il glossofaringeo e, come indica il nome, "glosso" (= lingua) e faringe (cioè gola), è il nervo della sensibilità generale della regione faringea (ad esempio trasporta il dolore del mal di gola), di una parte delle cavità nasali, del cavo del timpano e la tuba di Eustachio che sono collegati con le cavità nasali. Questo nervo porta dunque una sensibilità "viscerale", ma che in realtà arriva a livello cosciente, perché noi il mal di gola lo avvertiamo così come il mal d'orecchio (medio).

Dal punto di vista sensitivo il glossofaringeo trasporta anche un'importante componente sensitiva gustativa che proviene dal terzo posteriore della lingua (il faciale si occupava dei 2/3 anteriori).

Dal punto di vista motorio somatico non è un nervo molto importante. Comunque è un nervo misto perché ha anche questa componente motrice somatica che innerva alcuni muscoli (striati) della regione faringea. In realtà sono ben pochi: sicuramente in tutti gli individui innerva il muscolo stilo-faringeo, in parte degli individui innerva anche una parte del costrittore superiore della faringe. Questi sono muscoli che vedremo studiando lo splancocranio.

Il glossofaringeo ha poi una componente parasimpatica molto importante che origina dal nucleo salivatorio inferiore e controlla la ghiandola parotide. Anche lui ha un ganglio annesso parasimpatico: il ganglio otico.

Gangli parasimpatici saranno dunque annessi alla componente parasimpatica dell'oculomotore, il ganglio ciliare che va dietro l'occhio, al faciale con ganglio sfenopalatino e ganglio sottomandibolare e per quanto

riguarda il glossofaringeo il ganglio otico. Quest'ultimo non c'entra niente con l'orecchio, si chiama otico perché sta vicino all'orecchio esterno, si occupa invece della parotide.

Il (X) vago, ha un'imponente componente parasimpatica. Ha un percorso piuttosto lungo, come indica il nome, "vagabondo". La componente parasimpatica è davvero imponente perché controlla un gran numero di visceri: esofago, trachea, con intero albero respiratorio, bronchi in particolare; il cuore; gran parte dell'apparato digerente: stomaco, intestino tenue e prima parte dell'intestino crasso (che è il tratto terminale dell'intestino). La sua innervazione si ferma all'altezza del colon trasverso. Quindi innerva sia il colon ascendente, appendice inclusa, la flessura di destra e sinistra del colon trasverso. Anche i reni sono innervati dal vago.

Per quanto riguarda i gangli parasimpatici, abbiamo una situazione diversa. In questo caso i gangli sono all'interno dell'organo stesso e la fibra parasimpatica postgangliare è molto breve.

Dal punto di vista motorio somatico, il vago ha un'importante componente motrice somatica che controlla muscoli di tipo scheletrico che sono quasi la totalità dei muscoli della regione del palato e della regione della gola, i muscoli faringei, costrittori ecc., la muscolatura della parte iniziale dell'esofago, che è striata ma nella parte terminale sarà liscia e sarà innervata dal parasimpatico, e gli importanti muscoli striati laringei. I muscoli laringei che ad esempio regolano l'apertura delle corde vocali, sono quindi i muscoli della fonazione che ci permettono di emettere volontariamente dei suoni. Quindi la componente motrice somatica è molto rilevante.

Nella componente sensitiva va inclusa una piccola componente gustativa, che potenzia la sensibilità specifica gustativa, che proviene dalla regione "retrolinguale" faringea. Perché ci sono delle terminazioni gustative non solo a livello della lingua, ma anche nella parte iniziale della lingua, in regione faringea, inclusa l'epiglottide, e queste fanno capo al nervo vago. Comunque questa è una componente sensitiva di scarsa importanza, i nervi del gusto principali restano il faciale (VII) soprattutto, e glossofaringeo (IX).

Poi c'è una piccola componente di sensibilità generale, che proviene dal padiglione auricolare. E' una zona molto leggera. Questo ha in qualche modo a che fare con l'agopuntura e con la medicina tradizionale cinese, secondo cui, ed è vero, nel nostro orecchio sono rappresentate varie parti del nostro corpo. Sta di fatto che, inserendo degli aghetti nell'orecchio, si possono curare malattie genetico-psicosomatico inclusa l'ulcera gastrica, tanto per fare un esempio. Infilando l'aghetto nell'orecchio si creano dei contro circuiti all'interno del nervo vago, che in qualche modo hanno un'influenza sulla sfera viscerale, incluso il battito cardiaco. Sono meccanismi molto complessi che creano queste condizioni.

Nervo accessorio (XI) e nervo ipoglosso (XII) sono nervi motori puri.

L'(XI) si occupa di alcuni muscoli del collo che conosciamo: lo sternocleidomastoideo ed il trapezio. Ha una componente complessa d'origine perché le sue fibre originano in parte dal nucleo ambiguo, che è condiviso anche col vago e col glosso-faringeo dal punto di vista motorio automatico (perciò si chiama ambiguo), e derivano anche da motoneuroni che si trovano nel midollo spinale, regione cervicale.

L'ipoglosso, il cui nucleo d'origine sta nel bulbo nucale, fuoriesce dal canale dell'ipoglosso, che trasversalmente al condilo dell'occipitale e va verso la lingua per occuparsi della sua muscolatura intrinseca, di tipo striato: la lingua stessa (che è un muscolo), e tutti i muscoli con suffisso -glosso. Precisiamo che il glosso-faringeo non ha nulla a che vedere con la lingua, ad essa ci pensa l'ipoglosso.

Ora vediamo alcuni dettagli specifici su alcuni nervi.

IL NERVO OLFATTIVO Il primo neurone sta già all'interno della mucosa che riveste la porzione superiore delle cavità nasali. Da lì partono molti fascetti nervosi che passano attraverso la lamina cribrosa dell'etmoide. Quindi il primo neurone sta all'interno dell'epitelio. Non c'è un ganglio sensitivo come succede per gli altri nervi, in cui c'è il pirenoforo del neurone di senso. Qui il pirenoforo del neurone di senso sta fisicamente col suo corpo cellulare, dentro la mucosa olfattiva. Da qui non un tronco nervoso unico, ma tanti filetti nervosi che alla fine si dirigeranno verso la fossa cranica anteriore per incontrare il bulbo olfattivo. Qui, nella parte più antica del nostro cervello, ci sono una serie di neuroni di connessione, e qui parte una via complessa ed anche poco conosciuta. Abbiamo studiato che la parte del SNC adibita alla ricezione della sensibilità a livello di coscienza è il talamo. Mentre praticamente tutta la sensibilità generale va a finire nel nucleo ventrale posteriore del talamo, la via olfattiva non termina sul talamo. Anche alcuni tipi di

sensibilità specifica, come ad esempio in parte la gustativa, la sensibilità uditiva e visiva, anche loro hanno a che fare col talamo o più precisamente con i corpi genicolati del metatalamo. L'unico tipo di sensibilità, insieme alla propriocettiva e propriocinetica, che pure, secondo alcuni, non hanno a che vedere col talamo, è l'olfattiva.

I nuclei di terminazione più importanti si trovano nell'amigdala, che è la parte anteriore della parte inferiore del nucleo caudato, che è uno dei nuclei della base. Nell'amigdala c'è anche una componente gustativa di terminazione. Inoltre ci sono dei collegamenti molto importanti con la regione del lobo limbico, ed è abbastanza intuitivo. Il lobo limbico è la sfera delle emozioni e degli istinti. L'olfatto è una sensibilità primordiale di enorme importanza che ha condizionato enormemente il comportamento animale. A livello di coscienza, la sensibilità olfattiva l'avvertiamo nella corteccia del lobo limbico. (GIRO GINGOLATO).

ANCHE A LIVELLO "TEMPORALE" NELLA REGIONE "ENTORINALE".

(II) NERVO OTTICO. La sensibilità ottica, cioè la visione, noi la avvertiamo con una parte ben precisa del nostro cervello che è paradossalmente il lobo occipitale, cioè la parte posteriore. E infatti la scissura calcarina si trova nel lobo occipitale dell'encefalo, ed è la terminazione della sensibilità visiva. Il nervo ottico riceve informazioni di tipo visivo che sono elaborate in modo complesso nella retina. Nella retina noi troviamo tre ordini di neuroni.

Il primo neurone, che può essere considerato l'equivalente di un neurone gangliare della sensibilità generale, è lui stesso il fotocettore, è lui che "avverte" la luce, "trasportandola" come segnale nervoso che poi viene elaborato da altri neuroni che stanno nella retina stessa. Il neurone bipolare, che fa anch'esso da fotocettore, ed un terzo neurone cosiddetto ganglionare, e da qui parte il nervo ottico. Quindi in realtà le fibre del nervo ottico sono già gli assoni del terzo neurone della via. Non c'è un ganglio propriamente detto, il ganglio può essere considerato la retina stessa. Quindi in realtà non si tratta di un vero e proprio nervo, ma di un fascio di fibre. Ed infatti il nervo ottico è un po' particolare, perché è una proiezione del diencefalo. VERSO L' ESTERNO.

I nervi sia cranici che spinali, hanno la caratteristica di essere circondati da connettivo del perinevrio. Il nervo ottico è invece circondato da meninge, come se fosse una parte del SNC. Intorno a sé ha lo strato subaracnoideo e una meninge, con dura madre e aracnoide. La meninge accompagna il nervo fino alla retina.

I due nervi ottici si scambiano delle fibre molto importanti a livello del chiasma ottico. Ricordiamo che il solco del chiasma sta davanti alla sella turcica ed all'ipofisi, quindi al centro della fossa cranica media. I due nervi, appena entrati dal foro ottico, scambiano parte delle loro fibre nel chiasma. L'incrocio è parziale. Dopo l'incrocio le fibre cambiano nome per formare i tratti ottici, che sono quelli terminanti nel quarto neurone che sta nel corpo genicolato laterale in metatalamo. Da lì, infine, parte la trasmissione ottica che si dirigerà alla scissura calcarina del lobo occipitale dell'encefalo e a questo livello abbiamo la visione. Maggiori dettagli si faranno parlando dell'occhio.

NERVO OCULOMOTORE (III), TROCLEARE (IV) e ABDUCENTE (VI) sono quelli che si occupano di tutti i muscoletti che vedremo poi in dettaglio, che permettono i movimenti del globo oculare. Si può dire che sono tutti innervati dall'oculomotore (obliquo inferiore, retto mediale, superiore ed inferiore, elevatori delle palpebre superiori) ad eccezione del retto laterale, che è innervato dall'abducente, e dell'obliquo superiore, innervato dal trocleare.

Troviamo anche una componente parasimpatica che origina dal nucleo di Edinger e Westphal dell'encefalo, ed è diretta al ganglio ciliare, un ganglio parasimpatico situato poco prima del globo oculare. Qui c'è il neurone postgangliare parasimpatico, che arriverà dentro il bulbo, verso l'iride e il corpo ciliare. A livello del corpo ciliare ci sarà il muscolo che controlla la convessità della lente che si chiama cristallino, mentre la componente diretta all'iride controlla lo sfintere della pupilla, che è il diaframma che regola la quantità della luce che entra nell'occhio.

M-0121

TRIGEMELLO (V). (tav. 116) Ha un grosso ganglio sensitivo, il ganglio semilunare del Gasser. Ed è apparentemente da questo ganglio che originano le tre grandi branche. La branca oftalmica che va nella fessura orbitaria superiore, la branca mascellare che va nel foro rotondo, poi nella fessura

III } NUCLEO EDINGER - WESTPHAL → ganglio ciliare → NUCLEO CILIARE
↳ NUCLEO CILIARE

orbitaria inferiore, e la branca mandibolare che è l'unica con la componente motoria e che va dentro al foro ovale per dirigersi verso la mandibola.

Va notato che il ganglio del Gasser è di tipo sensitivo. Questo vuol dire che è l'equivalente di un ganglio spinale. Nel ganglio spinale c'è il primo neurone della via della sensibilità generale sia propriocettiva, sia esterocettiva. I gangli sensitivi dei nervi cranici, e questo è il primo che incontriamo, quello del (V) paio che tra l'altro è il più grosso, sono la stessa cosa, poiché all'interno troviamo i neuroni bipolari che sono neuroni sensitivi per la sensibilità generale. → sono PSEUDOUNIPOLARI
Notiamo ora un'eccezione. I neuroni propriocettivi del nostro corpo, cioè i neuroni che trasportano la sensibilità propriocettiva dai muscoli, dalle articolazioni, dai tendini, dai legamenti, hanno il corpo cellulare nel ganglio spinale. Qui invece non è così. I neuroni che trasportano la sensibilità propriocettiva dei muscoli masticatori non hanno il corpo cellulare nel ganglio del Gasser, ma all'interno del TE, lì dove c'è la radice mesencefalica del trigemello. Questo costituisce un'eccezione del nostro corpo, uno dei pochi casi in cui il corpo cellulare del neurone propriocettore si trova nel TE e non nel ^{GANGLIO SPINALE} cranio. I neuroni che invece troviamo nel ganglio sono dei classici neuroni ^{DEL GASSER} bipolari che riguardano la sensibilità generale della faccia, ma non propriocettiva, sono la sensibilità tattile, termica e dolorifica, che proviene, per quanto riguarda l'oftalmica, dalla porzione superiore della testa, la mascellare dalla parte intermedia, la mandibolare dalla parte inferiore.

Il nucleo d'origine motorio del trigemello è il nucleo masticatorio, che sta nel ponte:

Mentre il nucleo di terminazione sensitiva è lunghissimo, dal mesencefalo arriva fino al MS. La parte principale si trova a livello del ponte ed è la più grossa, ma c'è anche una radice mesencefalica e c'è una radice discendente che arriva fino alla prima porzione del midollo cervicale, attraversa tutto il midollo allungato.

Va ricordato che queste branche hanno alcuni rapporti con dei gangli parasimpatici ma sono gangli parasimpatici di altri nervi cranici che non c'entrano niente col trigemello. Parte del trigemello comunque trasporta delle fibre postgangliari parasimpatiche, ma le fibre pregangliari non provengono mai dai nuclei del trigemello, sempre dai nuclei del faciale o del glosso-faringeo. Per esempio il ganglio sfenopalatino ha dei rapporti col nervo mascellare. Questo ganglio riceve fibre pregangliari dal nervo faciale, però le fibre postgangliari che partono da questo ganglio che sta nella ^{MITTE DAL NUCLEO ACRIMATORIO DEL FACIALE} fossa pterigopalatina, poi si uniscono al nervo mascellare del trigemello, che va nell'orbita tramite la fessura orbitaria inferiore. Qui controlla la ghiandola lacrimale. La ghiandola lacrimale comunque non è controllata dal trigemello, anche se la fibre postgangliare viaggia attraverso i suoi rami, la fibra pregangliare deriva da un ramo del faciale. E i motoneuroni viscerali stanno nel nucleo muconaso-lacrimale che è un nucleo del faciale.

Il ganglio otico pure ha dei rapporti col nervo mandibolare. Appena esce dal foro ovale il nervo mandibolare incontra questo ganglio otico da cui riceve delle fibre postgangliari in un suo ramo che arriverà alla ghiandola parotide, la più grossa ghiandola salivare del nostro corpo. Ma le fibre pregangliari non sono assolutamente del trigemino, ma provengono dal glossofaringeo, ^{PRECISAMENTE DAL NUCLEO SALIVAT. INFERIORE DEL GLOSSOFARINGEO (IX)}

Vediamo la fossa pterigopalatina (ripassare bene la sua posizione) che comunica con la fossa infratemporale, e quindi direttamente comunica anche con l'orbita tramite la fessura orbitaria inferiore. Qui vediamo che il nervo mascellare se ne va verso l'orbita, e prende rapporti col ganglio sfeno-palatino che sta dentro la fossa, ma le sue fibre pregangliari, ricordiamo, derivano da un ramo del faciale, ^{PRECISAN. dal nucleo lacrimatorio del FACIALE (VII)}

Prima di andare verso la mandibola il nervo mandibolare prende rapporti con il ganglio otico, che però controlla la parotide. Il nervo mandibolare si divide in vari rami, uno di questi è il ramo alveolare inferiore, che è quello che poi entra nella mandibola e passa nel foro mandibolare. Attraverso questo foro il nervo entra nel ramo della mandibola innervando tutti i denti dell'arcata dentaria inferiore. Così come il mascellare si occuperà dell'innervazione dei denti dell'arcata alveolare superiore.

Un altro ramo importante del mandibolare è il nervo linguale che, come dice il nome, arriva alla lingua, anche se il nervo motorio della lingua è l'ipoglosso. Trasporta la sensibilità gustativa che viene dalla lingua, ma questa sensibilità non è destinata alla radice mesencefalica o alla radice sensitiva del trigemello. Ad un certo punto si anastomizza, cioè si continua con un ramo del faciale che si chiama corda del timpano che si dirigerà, passando attraverso l'orecchio interno, verso il canale del nervo faciale e verso il ganglio sensitivo del faciale che è il ganglio genicolato. Quindi il nervo linguale trasporta sensibilità gustativa ed è un ramo del trigemello, branca mandibolare, però queste fibre non sono del trigemino ma del faciale.

Ancora, sempre questo nervo linguale, ha a che fare con i gangli sottomandibolari e infatti porta fibre pregangliari dirette a questo ganglio che però pure provengono dalla corda del timpano che è un ramo del faciale, lo stesso in cui viaggia la sensibilità gustativa.

31 maggio 2006

Siamo sempre al (V) con le tre branche, oftalmica, mascellare e mandibolare. Abbiamo parlato dell'imponente sensitiva della sensibilità generale dello splanocranio.

Nel ganglio del Gasser hanno sede i pirenofori dei neuroni di senso delle tre branche, ad eccezione dei neuroni propriocettivi, ^(NUCLEO SENSITIVO DEL TRIGEMINO) unica eccezione nel nostro corpo, in questo caso i pirenofori stanno direttamente nel nucleo di terminazione. Perciò il nucleo di terminazione, in particolare della radice mesencefalica del nucleo di terminazione del trigemello, va considerato come una specie di ganglio propriocettivo incorporato all'interno del TE. I pirenofori del ganglio sono quelli del resto della sensibilità generale: tattile, termica, dolorifica, insomma la esteroceettiva.

La branca motoria, che è solo la mandibolare, la terza branca passante per il foro ovale, arriva ai muscoli masticatori e non solo, anche ad alcuni muscoli del pavimento della bocca. Milo-ioideo e ventre anteriore del digastrico in particolare. ^{2 "MUSCOLO TENSORE del TIMPANO" nel cavo timpanico}

La branca mascellare ricordiamo che è quella entrante nel foro rotondo, poi passa nella fossa pterigopalatina, dove, tra l'altro, incontra il ganglio sfenopalatino che è in realtà un ganglio parasimpatico annesso alla componente parasimpatica del nervo faciale. A questo ganglio infatti arriva un ramo del nervo faciale che è il ramo grande petroso superficiale che porta fibre pregangliari parasimpatiche destinate però alla ghiandola lacrimale. Le fibre postgangliari partono ^{NO ORBITA} da questo ganglio e vanno al nervo mascellare, quest'ultimo entra nell'orbita prima tramite il foro ^{EL. CELLULARE} rotondo, poi tramite la fessura orbitaria inferiore e a questo livello le fibre postgangliari arrivano alla lacrimale.

La branca oftalmica è quella che invece entra tramite la fessura orbitaria superiore e porta la sensibilità generale, non visiva, della regione dell'orbita. Trasporta anche le fibre propriocettive che provengono dai muscoli estrinseci dell'occhio ed è poi, apparentemente la branca i cui rami arrivano alla lacrimale, ma in realtà l'innervazione di questa ghiandola sarà dovuta ad un ramo del mascellare, il nervo zigomatico, che si anastomizzerà col nervo lacrimale, ramo dell'oftalmico che arriverà alla lacrimale. La situazione è quindi molto complessa.

La branca mandibolare, quella che passa dal forame ovale, come dice il nome va verso la mandibola. Si divide in vari rami importanti. Un ramo è il nervo linguale, un altro è il nervo alveolare inferiore e infine il nervo milo-ioideo. Va ricordato che il nervo alveolare inferiore è quello che entra nel foro della mandibola ed è quello che andrà ad innervare i denti dell'arcata alveolare inferiore. Il nervo milo-ioideo come dice il nome si occupa del muscolo omonimo, il muscolo milo-ioideo, ed anche del ventre anteriore del digastrico, che sono muscoli che si trovano nel pavimento della bocca, sotto la lingua. Il nervo linguale ha un contatto con un ganglio parasimpatico, il ganglio sottomandibolare, che pure è del nervo faciale. Prima avevamo detto che ^L al ganglio sfenopalatino, annesso al faciale, arrivano fibre pregangliari dal faciale e poi le ^{16-ORBITA} postgangliari entravano nel mascellare. Qui invece sono le fibre pregangliari, provenienti dal ^{CELLULARE} faciale, che attraversano il nervo linguale e vanno al ganglio. Poi dal ganglio partono fibre postgangliari che arrivano alla ghiandola sottomandibolare ed anche alla ghiandola sottolinguale.

Queste fibre pregangliari stanno quindi dentro il nervo linguale, che è un ramo della branca mandibolare del trigemino. Ma il trigemino non ha componente parasimpatica! Infatti queste fibre arrivano in realtà dalla corda del timpano, che è un ramo del nervo faciale che si anastomizza col nervo linguale. Ed è sempre all'interno della corda del timpano che ci saranno delle fibre gustative che provengono dalla lingua, infatti ricordiamo che il faciale è il nervo gustativo per eccellenza. Queste fibre passeranno dal nervo linguale, ma lo abbandoneranno per andare in questa corda del timpano che è un'anastomosi dell'intermedio del faciale. X DIRIGERSI VERSO IL GANGLIO SENSITIVO del FACIALE CHE È IL "GANGLIO GENICOLATO"

(tav. 116) Guardiamo il nervo linguale, uno dei rami del mandibolare, che va nel pavimento della bocca. Stiamo osservando la faccia interna della parte sinistra della mandibola. Si vede il ganglio sottomandibolare e si vede la corda del timpano, ramo che esce dall'osso temporale. La corda del timpano viene dal nervo faciale.

La linea tratteggiata indica il percorso contorto del nervo faciale (VII) all'interno dell'osso temporale. Ricordiamo che il faciale è entrato nell'osso tramite il meato acustico interno insieme al nervo vestibolo-cocleare (VIII) che vedremo. Il nervo faciale fa un percorso dentro l'osso poi esce tramite il foro stilo-mastoideo della base cranica, e da lì va ad innervare i muscoli mimici della faccia di cui si occupa. Però, nel suo percorso all'interno del canale, lascia questa corda del timpano. Questa passa fisicamente dentro il cavo del timpano (orecchio medio) senza avere nessun tipo di rapporto con l'orecchio medio, se non di passaggio. Poi rientra nell'osso temporale un'altra volta ed esce dal forame squamoso e se ne va verso il basso dove c'è il nervo linguale. Perciò bisogna ricordare che la corda del timpano, ramo del faciale, è un'importante anastomosi tra faciale e il linguale, ramo del mandibolare, ramo del trigemino.

NERVO FACIALE (VII) (tav. 117) Vediamo rappresentato il nervo faciale. Questo ha importanti nuclei. Il nucleo motore del faciale, che si occupa dei motoneuroni destinati alla muscolatura mimica della faccia. Le fibre entrano nel canale del faciale, usciranno dal foro stilo-mastoideo per innervare TUTTI i muscoli mimici della faccia, ed anche dei muscoli che hanno parzialmente funzione masticatoria. Ad esempio il muscolo buccinatore, che forma l'impalcatura della guancia e che è considerato masticatore, ma in realtà è innervato dal faciale e non dal mandibolare (trigemino). Il trigemino porta soltanto fibre propriocettive che provengono dal muscolo buccinatore, ma è la parte motoria ce l'ha il faciale. Il faciale controlla anche alcuni muscoli del pavimento della bocca. Lo stilo-ioideo e il ventre posteriore del digastrico, che sono muscoli sopraioidei, cioè stanno sopra l'osso ioide.

ATTENZIONE
 INDICAZIONE
 MA NUCLEO
 "MOTORIO"
 INNERVA
 - MUSCOLI NUCLEO
 - BUCCINATORE
 - STILO IOIDEO
 - VENTRE
 POST. DIGAST.
 STAPEDEO

Va ricordato poi che il faciale si occupa anche di un piccolo muscoletto che sta nel cavo del timpano: lo stapedio, che è un muscolo striato. Un altro muscoletto che sta nel cavo del timpano è il muscolo tensore del timpano, innervato dal mandibolare del trigemino. Vedremo meglio questi muscoli parlando dell'orecchio.

Il cerchietto indica il meato acustico interno che sta sul versante discendente della piramide del temporale. Il faciale entra qui, per seguire un percorso tortuoso: si dirige in avanti, poi curva improvvisamente e a livello della curva, c'è il ganglio sensitivo del faciale, lì sono i pirenofori dei neuroni sensoriali gustativi, che ricevono la sensibilità gustativa dai 2/3 anteriori della lingua. Questo è detto ganglio genicolato, perché proprio in quel punto il nervo ha una specie di ginocchio. Poi il nervo prosegue in basso e vediamo il percorso che percorre all'interno dell'osso temporale chiamato canale del nervo faciale, come abbiamo già accennato prima. Esce a questo punto dal foro stilo-mastoideo, che sta nella base del temporale, e se ne va ad innervare con una serie di rami, i cui dettagli non ci interessano, tutta la muscolatura mimica della faccia, ed anche alcuni sopraioidei: stilo-ioideo e ventre posteriore del di gastrico.

Prima di uscire dal foro stilo-mastoideo fornisce però altri rami all'interno del canale del faciale.

Il primo ramo origina proprio a livello del ginocchio ed è molto importante: il nervo grande petroso superficiale. Questo nervo si dirige in avanti e va verso il foro lacero, quindi passa sopra il temporale e va verso il foro lacero, verso la fine della piramide del temporale. A quel punto riceve

del facciale

(ortosimpatiche)

un'anastomosi nervosa da un altro nervo. Queste sono tutte postgangliari ortosimpatiche che partono dal ganglio cervicale superiore (vd Motta pag. 409), il primo ganglio della catena. E questo è il nervo petroso profondo. I due nervi, grande petroso superficiale e petroso profondo, si uniscono a formare un unico grande nervo che entra dentro la parte posteriore dello sfenoide, lì dove comincia il canale pterigoideo, e si chiama nervo vidiano o nervo del canale pterigoideo.

Il nervo vidiano esce dal foro vidiano o canale pterigoideo, trova la fossa pterigopalatina e incontra il ganglio sfenopalatino, uno dei gangli parasimpatici del facciale.

Le fibre che stavano nel grande petroso superficiale erano le fibre pregangliari parasimpatiche del nervo facciale destinate alla ghiandola lacrimale. E sono originate dal nucleo muconaso-lacrimatorio che è il nucleo visceroeffettore del facciale.

Quindi questo è il percorso delle fibre: abbandonano il nervo al ginocchio, grande petroso superficiale, nervo vidiano, ganglio sfenopalatino. Poi abbiamo visto che le fibre postgangliari dal ganglio sfenopalatino se ne andranno invece col mascellare per raggiungere la lacrimale.

Superato il ginocchio, all'interno del canale del facciale ci sono altri due rami nervosi importantissimi: uno è il piccolissimo nervo stapedio, che va al muscolo omonimo che sta nel cavo del timpano, l'altro ramo è la corda del timpano. La corda del timpano ha un percorso singolare. Passa nel cavo del timpano, detto orecchio medio, come una corda tesa all'interno, poi fuoriesce dal cavo timpanico, perfora di nuovo l'osso temporale ed esce in basso a livello della fessura petrosquamosa e si dirige verso il nervo linguale del ramo del mandibolare del trigemello. Ripetiamo che la corda del timpano trasporta fibre pregangliari parasimpatiche destinate al ganglio sottomandibolare. Queste provengono da un'altra componente visceroeffettrice del facciale che è il nucleo salivatorio superiore. Queste fibre alla fine quindi, arriveranno al ganglio sottomandibolare, però percorrendo il nervo linguale che è un ramo del mandibolare del trigemino (V).

Sempre tramite il nervo linguale la corda del timpano riceverà le fibre gustative che provengono dai 2/3 anteriori della lingua. Quindi è lo stesso percorso a ritroso; queste fibre sensitive dopo il nervo linguale percorrono la corda del timpano e arriveranno al ganglio genicolato. Dal ganglio genicolato, il neurone ^{PSEUDOUNIP.} bipolare, con assone centripeto, se ne andrà verso il TE per raggiungere il tratto solitario. Il tratto solitario, ricordiamo, è la grande terminazione sensitiva della via gustativa. Tutte le fibre gustative terminano nel tratto solitario, sia quelle del facciale che sono le più importanti perché sono quelle della lingua, sia quelle del glossofaringeo (sempre lingua), del vago (regione epiglottica, faringea).

Rivediamo schematizzati i vari nuclei d'origine e terminazione del facciale. In blu c'è il nucleo sensitivo del tratto solitario dove arriva la sensibilità gustativa. Poi c'è il ganglio genicolato, dove c'è il neurone pseudounipolare sensitivo della via gustativa. Poi si vedono: il nucleo visceromotorio e in rosso il nucleo motorio-somatico che si occupa della muscolatura mimica e ricordiamo che i suoi assoni fanno un percorso particolare perché circondano il nucleo dell'abducente e poi escono dal TE e poi entrano nel nervo. → COLLICULO DEL FACIALE.

Le fibre invece pregangliari parasimpatiche dei nervi hanno due destinazioni diverse: una è quella che va nella corda del timpano e l'altra invece va, come detto prima, nel nervo grande petroso superficiale. Quelle della corda del timpano sono destinate al ganglio sottomandibolare, quelle che vanno al nervo grande petroso superficiale al ganglio sfenopalatino.

Una cosa importante da ricordare è che, uscito dal forame stilo-mastoideo, il nervo facciale, che deve andare ad innervare la muscolatura mimica della faccia, incontra una ghiandola: la parotide, che occupa la faccia esterna della mandibola. Il nervo facciale le passa fisicamente attraverso. Questo è molto importante perché quando si fa un intervento chirurgico sulla parotide bisogna stare molto attenti a non ledere questi rami del facciale. Altrimenti si avrebbe paresi della muscolatura facciale della metà facciale innervata dal ramo lesa.

Però il nervo facciale non ha rapporti con la parotide se non anatomicamente, le passa solo attraverso. La parotide è innervata, infatti, dal glossofaringeo ma apparentemente non è neppure il glossofaringeo ma un altro ramo del mandibolare del trigemello: il nervo auricolotemporale. Ma in

realità sono fibre provenienti dal ganglio otico a cui arrivano fibre pregangliari che vengono dal nucleo salivatorio inferiore che era il nervo glossofaringeo.

NERVO VESTIBOLO-COCLEARE (VIII) (tav. 118) Non ci soffermiamo troppo perché ne parleremo meglio studiando l'orecchio. E' un nervo molto complesso poiché in realtà sono due nervi distinti: il nervo vestibolare ed il nervo cocleare che insieme fanno l'VIII paio dei nervi cranici. Praticamente il nervo cocleare, che è un sensitivo puro, ha gli assoni hanno il corpo cellulare nel ganglio spirale del Corti situato all'interno della chiocciola: La chiocciola è la parte dell'orecchio interno, sede dell'udito, lì dove si forma la sensazione uditiva. Questi assoni chiaramente trasporteranno sensazioni dalla retina al ganglio spirale del Corti, e arriveranno ai nuclei cocleari del TE e da qui partirà la via acustica che vedremo dopo.

Per quanto riguarda invece la componente vestibolare i neuroni sono collegati con le ampolle dei canali semicircolari e le macule del sacco, tutte strutture dell'area vestibolare dell'orecchio interno che vedremo più in là, e sono quelli trasportano la sensibilità propriocettiva statocinetica, cioè quella che ci consente di capire la posizione della nostra testa e i suoi movimenti nello spazio, il cosiddetto senso dell'equilibrio. Propriocezione statocinetica. Queste informazioni partono dal ganglio di Scarpa che è un ganglio diverso dal ganglio spirale del Corti, e lì ci sono i corpi cellulari dei primi neuroni di senso della via vestibolare. Questi neuroni ad un certo punto si uniscono alle altre fibre provenienti dal ganglio spirale del Corti, quindi cocleari, per formare il nervo vestibolo-cocleare. Ricordiamo che per arrivare qui, cioè verso l'orecchio interno, questo nervo è passato attraverso il meato acustico interno. Stesso percorso che compie all'inizio il nervo faciale.

Ovviamente quindi il percorso finale è comune, però la parte vestibolare viene dai nuclei vestibolari del tronco, mentre la parte cocleare viene dai nuclei cocleari del tronco. E da lì parte la via acustica, corpo trapezoide controlaterale, lemnisco laterale e alla fine corpi genicolati mediali, metatalamo.

Vediamo nello schema i nuclei vestibolari e cocleari all'interno del tronco, il meato acustico interno sul versante discendente della piramide del temporale lì dove passa il nervo insieme al nervo faciale che pure entra nell'osso temporale. Vediamo il ginocchio del faciale dove c'è il ganglio genicolato,

il nervo grande petroso superficiale che va in avanti verso il ganglio sfenopalatino per formare il nervo vidiano. Si vede la parte del faciale che entra nel canale; la corda del timpano che abbandonerà il canale del faciale per passare fisicamente dentro il cavo del timpano per raggiungere poi, all'uscita dell'osso temporale, il nervo linguale (ramo del mandibolare del trigemino). Dell'VIII paio vediamo il ganglio di Scarpa, cioè il ganglio vestibolare, lì dove ci sono i neuroni di senso della via vestibolare, quelli che innervano i canali semicircolari, il vestibolo ecc. per la sensibilità propriocinetica, ma allo stesso arriveranno anche, dalla chiocciola o coclea lì dove c'è l'organo del Corti dell'udito, i neuroni del ganglio spirale del Corti, che si trovano proprio all'interno della chiocciola stessa. Da lì parte la componente cocleare del nervo che si dirigerà ai nuclei cocleari del tronco. Quest'immagine la rivedremo.

DOVE PARTE LA VIA ACUSTICA

NEI
CA
PAC

OL
RENO
PER PROSO
PROFONDO

NERVO GLOSSO-FARINGEO (IX) (tav. 119)

E' un nervo misto ed ha anche una componente parasimpatica. Ci sono due tipi di sensibilità che viaggiano in questo nervo: la gustativa che proviene dal terzo posteriore della lingua (ai 2/3 anteriori ci pensa il faciale con la corda del timpano), poi c'è la sensibilità generale (tattile, termica, dolorifica) della regione del cavo orale e della faringe cioè la gola, inclusa la regione della lingua, ad eccezione dei due terzi anteriori la cui sensibilità generale è trasportata dal nervo linguale del trigemino. Non solo, ma anche il cavo del timpano, cioè la mucosa dell'orecchio medio, quella che provoca dolore all'orecchio medio nell'otite media. Anche questo dolore è trasportato dal glosso-faringeo perché in realtà il cavo del timpano è una specie di continuazione della faringe, come vedremo dopo, perché la tromba di Eustachio comunica con la gola. E c'è un ramo di questo nervo glosso-faringeo, il nervo timpanico o nervo del Jacobson, che è quello che trasporta la sensibilità della mucosa dell'orecchio medio, compreso il versante interno della membrana del timpano.

Siamo all'altezza del foro giugulare, dove esce il nervo glosso-faringeo, e vediamo due gangli sensitivi: il ganglio superiore ed il ganglio inferiore o ganglio petroso. Qui ci sono dei neuroni o per la sensibilità generale della regione della gola, o della sensibilità gustativa del terzo posteriore della lingua. E' importante ricordare dove vanno a finire gli assoni centripeti di questi neuroni di senso. Quelli della componente gustativa, come fanno quelli del faciale, vanno al tratto solitario, grande nucleo di terminazione di tutta la via gustativa.

Invece la componente di sensibilità generale in piccolissima parte va al tratto solitario, ma per lo più va a finire nel nucleo di terminazione del trigemino, nella radice discendente del trigemello. Quindi in realtà questa sensibilità generale si unisce a quella del trigemino, per quanto riguarda la sensibilità dello splancnocranio, anche se è trasportata da un nervo diverso perché è un ramo del glosso-faringeo.

La componente motrice-somatica, è il nucleo ambiguo, che si chiama così perché in realtà da qui partono neuroni di tre nervi: il glosso-faringeo, il vago e l'accessorio, tutti quelli che passano nel foro giugulare tra l'altro. La componente motrice propria somatica del glosso-faringeo è molto piccola, soltanto due muscoli sono controllati dal glosso-faringeo e sono lo stilofaringeo, che è un muscolo della faringe, e una parte del cosiddetto muscolo costrittore della faringe.

E' poi visibile il nucleo d'origine parasimpatico del glosso-faringeo: il nucleo salivatorio inferiore, che si occupa, come già detto, della parotide, la maggiore ghiandola salivare. Le fibre pregangliari vanno a finire dentro al nervo timpanico di Jacobson, che è un ramo del glosso-faringeo, quello che va al cavo del timpano (il timpano però non c'entra nulla), lo stesso nervo che trasportava la sensibilità generale del cavo del timpano. Abbandonano poi il nervo timpanico del Jacobson per formare il nervo piccolo petroso superficiale. Il piccolo petroso superficiale abbandona l'osso temporale, ne fuoriesce tramite il foro lacero, e se ne va al ganglio otico, il ganglio parasimpatico che innerva la parotide. Da lì partiranno fibre postgangliari che si dirigeranno alla parotide tramite un nervo, l'auricolotemporale, ramo del mandibolare del trigemello.

Un'altra cosa di enorme importanza clinica da ricordare è che c'è un'altra sensibilità viscerale importante che fa capo sempre a questi gangli sensitivi del glosso-faringeo, ed è la sensibilità che proviene da questa struttura che si trova dietro la biforcazione delle arterie carotidi. Ricordiamo che c'è una carotide comune che viene dall'arco aortico del cuore, che precisamente a sinistra dall'arco aortico, a destra dal tronco brachio-cefalico di origine comune con l'arteria succlavia di destra. La carotide, destra o sinistra che sia, si biforca ad un certo punto, in due importantissime arterie: la carotide esterna che se ne va allo splancnocranio, e la carotide interna che va in alto, entra nel foro carotico, foro lacero, fossa cranica media, poligono del Willis.

A livello della biforcazione delle carotidi c'è il glomo carotideo, una struttura molto importante e qui ci sono barocettori e chemiocettori. I barocettori avvertono la pressione del sangue mentre i chemiocettori registrano i livelli di ossigeno del sangue circolante. Questi segnali sensitivi sono molto importanti e vengono raccolti da un ramo sensitivo del glosso-faringeo e questi assoni stanno qui, nel ganglio petroso, che sta appena fuori il foro giugulare. Questa è una sensibilità speciale, di tipo viscerale e fa capo al glossofaringeo. Queste informazioni arriveranno al tratto solitario, ma in questo caso non è una componente gustativa, e da lì partiranno delle informazioni che andranno al vago, che è il nervo che controlla il cuore. Se si dà un cazzotto dove c'è la biforcazione delle carotidi, potete avere un collasso improvviso cardiocircolatorio. Perché si stimola con violenza il glomo e i barocettori avvertono come se la pressione fosse aumentata violentemente. Le informazioni vengono trasportate al TE, qui c'è un arco riflesso con il vago che rallenta in maniera imponente la frequenza cardiaca, perché, di riflesso, tenta di rallentare la pressione che sembra troppo forte. Il cuore batte con frequenze ridotte e si ha collasso cardiocircolatorio, cioè arriva poco sangue al cervello e si sviene. Il knock-out ad esempio dei pugili, è dovuto a questo fatto.

Il cerchio indica l'importante crocevia che è il foro giugulare, dove passano, oltre la vena giugulare anche il glosso-faringeo (IX), il vago (X), l'accessorio del vago e l'accessorio spinale anzi, diciamo l'accessorio (XI) in generale e poi li distingueremo. Nell'immagine è rappresentato anche il faciale, il ganglio sfenopalatino, il ganglio otico, insomma i vari gangli parasimpatici di cui finora si è parlato. Ricordiamo che il ganglio che fa capo al glosso-faringeo è il ganglio otico.

* GANGLI SENSITIVI DEL IX: → GANGLIO SUPERIORE
 → GANGLIO PETROSO

La parotide è quindi innervata dal glosso-faringeo. Queste fibre nel glosso-faringeo, tramite il nervo timpanico del Jacobson, abbandonano il nervo, poi c'è il piccolo petroso superficiale che va al ganglio otico. Dal ganglio otico c'è la sinapsi con le postgangliari che entrano nel ramo auricolotemporale del nervo mandibolare del trigemello, che finalmente arrivano alla parotide. Non bisogna dimenticare che le fibre pregangliari arrivano dal nervo piccolo petroso superficiale che prima si chiamava nervo timpanico e che è un ramo del glosso-faringeo.

Il piccolo petroso superficiale non va confuso col grande petroso superficiale che non c'entra nulla, che abbiamo visto è del faciale e se ne va al ganglio sfenopalatino per la ghiandola lacrimale. E non bisogna nemmeno confondere il nervo timpanico, che è del glosso-faringeo, con la corda del timpano che è del faciale. Tutt'e due viaggiano nel cavo del timpano ma il nervo timpanico passa sotto la mucosa del versante interno del cavo del timpano mentre la corda del timpano lo attraversa come una corda tesa all'interno del cavo, per andare al nervo linguale per raggiungere il ganglio sottomandibolare ed è anche lo stesso nervo che trasporta la sensibilità gustativa dei due terzi anteriori della lingua.

Ricordiamo che il globo carotideo è innervato dal glosso-faringeo. (GANGLIO PETROSO, TRATTO SOLITARIO, NERVO VAGO)

NERVO VAGO (X). (Tav.120) Un nervo importantissimo con un'imponente componente parasimpatica che origina dal nucleo dorsale del vago. Il nucleo dorsale del vago è il più grande nucleo parasimpatico del nostro corpo ed è anche il più importante. Si occupa di tantissime cose: praticamente di tutti i visceri, esclusi i visceri pelvici (vescica, utero, parte finale dell'intestino) ed escludendo anche le grosse ghiandole salivari del nostro corpo che fanno capo al faciale o al glosso-faringeo. Dal collo in giù fino al colon trasverso sono tutti innervati dal vago per quanto riguarda la componente parasimpatica. Siamo quindi parlando della trachea, dei bronchi, della pleura viscerale, del pericardio viscerale, del cuore o muscolo cardiaco, dell'esofago, dello stomaco, dell'intestino tenue, digiuno ed ileo, del colon ascendente e trasverso. Ricordiamo che in questi casi i gangli parasimpatici, ad esempio l'oculomotore ha il ganglio ciliare, il faciale lo sfenopalatino ed il sottomandibolare, il glosso-faringeo ha il ganglio otico, in questo caso i gangli non sono distanti ma sono intercalati all'interno dell'organo stesso. Ad esempio nella parete dello stomaco troviamo i gangli, le cui fibre postgangliari sono soltanto tre quelle del vago, ed hanno un cortissimo raggio. Il grande percorso quindi lo fanno le fibre pregangliari di questo nervo.

Poi c'è un'importante componente motrice somatica del nucleo ambiguo già incontrato prima. Il vago si occupa della muscolatura striata dello splancnocranio interno, quindi non la muscolatura mimica, non i masticatori o i sopraioidei; ma, per esempio tutti i muscoli striati del palato, i muscoli della faringe e che ne formano l'impalcatura, come il costrittore superiore della faringe (che è in parte anche innervato dal glosso-faringeo), il costrittore medio e l'inferiore, l'intera muscolatura striata dell'esofago, l'intera muscolatura della laringe, compresi i muscoli fonatori, che sono quelli che regolano apertura e chiusura delle corde vocali e quindi sono importanti per farci emettere i suoni. Tutti questi sono controllati dal nucleo ambiguo del vago.

Nucleo di terminazione è il solito tratto solitario, perché anche il vago ha una componente gustativa che proviene però non dalla lingua, ma dalla faringe dove pure ci sono terminazioni gustative, da tutta la regione epiglottica. I gangli sensitivi sono due come nel caso del glosso-faringeo, il ganglio superiore detto anche giugulare e il ganglio inferiore detto anche nodoso.

X² { * GANGLIO PARASIMPATICO → A ridosso delle pareti interne dei visceri innervati
 * GANGLI SENSITIVI → GANGLIO GIUGULARE (SUP.)

La sensibilità generale somatica ha una peculiarità, c'è una piccola parte del padiglione auricolare che stranamente fa capo al vago. In parte anche il trigemello ed il plesso cervicale per la parte posteriore, ma la parte centrale interna del padiglione auricolare è innervata dal vago. Naturalmente questa componente di sensibilità generale non andrà al tratto solitario, ma andrà al nucleo del trigemello, il grande nucleo di terminazione sensitiva che va da mesencefalo a MS. Però queste fibre viaggiano attraverso il nervo vago.

Vediamo il tortuoso percorso del vago, in realtà anche la muscolatura striata da esso innervata ha una funzione viscerale. L'innervazione si estende all'apparato respiratorio, al cuore, all'apparato digerente fino alla flessura di destra del colon, quindi sono esclusi il colon di sinistra e il retto. Qui non sono rappresentati, ma anche ai reni. Non i visceri renici cui pensa il parasimpatico sacrale, e quindi la regione di utero, vescica, retto ecc. E poi ricordiamo che l'ortosimpatico invece sta tra C8 ed L2 e sarà complementare sia al vago, sia agli altri nervi cranici, sia al parasimpatico sacrale per quanto riguarda l'innervazione dei visceri, ne vedremo qualche esempio dopo.

NERVO ACCESSORIO (XI) (tav.121) E' un nervo complesso, motorio puro, quindi controlla soltanto muscoli di tipo striato, non ha nessuna componente sensitiva, non ha nessuna componente parasimpatica viscerale. Innerva soltanto due muscoli: lo sternocleidomastoideo ed il trapezio, che sono muscoli del collo. Vediamo da dove originano i motoneuroni che innervano questi muscoli. In realtà non originano dal TE come si potrebbe pensare, ma dai ^{10, 12, 11, 10 MS} gangli cervicali del MS. Insieme questi neuroni formano una "cordicina" visibile nel tratto cervicale del MS. Si vedono a varie altezze i nervi che fuoriescono dai forami intervertebrali delle vertebre cervicali, vediamo la radice posteriore col ganglio sensitivo, la radice anteriore motoria, sono classici nervi spinali che poi si uniranno a formare il plesso cervicale che vedremo dopo.

Sappiamo che i motoneuroni, le radici anteriori, originano dalle corna anteriori del MS. Dalle corna anteriori di questo tratto cervicale del midollo, originano anche altri motoneuroni i cui assoni, invece di entrare nelle radici anteriori del nervo spinale come succede in tutto il resto della colonna, se ne vanno a formare questa radice ascendente che passa in mezzo alle radici di tutti i nervi spinali per salire su, è la radice ascendente dell'accessorio. Questa va in alto, entra nel grande forame occipitale e va a costituire il nervo accessorio. Questo si chiama nervo accessorio spinale. Sono queste le fibre che poi se ne escono dal foro giugulare e tornano giù.

Prima che l'accessorio esca dal foro giugulare si unisce una componente che proviene dal nucleo ambiguo, altri motoneuroni che controllano la muscolatura somatica ed è il cosiddetto accessorio del vago, perché entrano nel tronco principale dell'accessorio partendo dal nucleo ambiguo, però poi abbandonano l'accessorio subito dopo il foro giugulare e se ne vanno al vago. Quindi alla fine tutto ciò che origina dal nucleo ambiguo va comunque al vago, ad eccezione, ricordiamo, di una piccolissima componente che va al glosso-faringeo ed è destinata ai muscoli stilo-faringeo e costrittore superiore della faringe (in parte). Tutto il resto, anche quello che apparentemente stava nell'accessorio, va al vago. Ecco perché si parla di accessorio del vago.

Quindi ora è chiaro il perché si distingue l'accessorio spinale, le cui fibre vanno a sternocleidomastoideo e trapezio e che originano dal midollo cervicale, dall'accessorio del vago, che corrisponde ad un percorso di alcune fibre che dal nucleo ambiguo sono comunque dirette al vago.

NERVO IPOGLOSSO (XII), (tav.122) Ha un grosso nucleo d'origine che sta nel bulbo (= midollo allungato), quindi motoneuroni per la muscolatura somatica striata e volontaria che si occupano di tutti i muscoli della lingua. Il glosso-faringeo si occupa della sensibilità ma non dei muscoli della lingua, mentre ricordiamo anche che i muscoli della lingua sono innervati dal trigemello e alcuni dal faciale. La lingua in sé e tutti i muscoli che vanno al corpo della lingua (che è esso stesso un muscolo striato) come il palatoglosso, lo stiloglosso, l'jo-glosso e altri con suffisso -glosso, sono tutti innervati dal XII paio.

L'ipoglosso esce dal canale dell'ipoglosso che se ne va naturalmente verso la lingua.

Ricordiamo che invece nel pavimento della bocca ci sono anche il milo-ioideo e il ventre anteriore del digastrico che sono innervati dal mandibolare del trigemino, stilo-ioideo e ventre posteriore del digastrico dal faciale.

Il genio-ioideo è l'unico che sembrerebbe essere innervato dall'ipoglosso. In realtà non è innervato dall'ipoglosso, ma dalla cosiddetta ansa dell'ipoglosso che origina dal plesso cervicale. Il plesso cervicale è formato dai nervi spinali cervicali che a questo punto si anastomizzano tra loro per formare il plesso da cui originano vari rami nervosi. Uno di questi rami è la cosiddetta ansa dell'ipoglosso o ansa cervicale, che è quella che si occupa di tutti i muscoli sottoioidei. Quest'ansa sale verso l'alto per anastomizzarsi con l'ipoglosso, perciò si parla anche di ansa dell'ipoglosso, alcuni di questi assoni infatti viaggiano nel nervo ipoglosso per raggiungere il pavimento della bocca e sono quelli destinati ad uno solo dei muscoli del pavimento della bocca che è il muscolo genio-ioideo.

Ricordiamo ancora che il tratto cervicale del MS è importante anche per lo sternocleidomastoideo ed il trapezio, però in realtà sono i rami dell'accessorio spinali, con la sua strana radice ascendente.

Il plesso cervicale innerverà tutti gli altri muscoli del collo inclusi i muscoli sottoioidei. In particolare l'ansa cervicale va ad anastomizzarsi con l'ipoglosso per arrivare al genio-ioideo, quindi in realtà è il plesso cervicale e non l'ipoglosso ad innervare questo muscolo.

Per quanto riguarda i visceri, non sempre ma quasi sempre se c'è una componente parasimpatica di controllo, c'è anche un ortosimpatico. Spesso ad esempio, se il parasimpatico stimola la contrazione di un muscolo, l'ortosimpatico la blocca. Oppure il parasimpatico stimola la contrazione di un muscolo che ha una certa azione, e l'ortosimpatico stimola l'azione di un altro muscolo che ha azione opposta. L'esempio più chiaro di questo fatto è dato dal sistema di controllo dell'iride. L'iride è un muscolo, praticamente è il diaframma che regola quanta luce entra all'interno del globo oculare, e corrisponde alla parte scura dell'occhio, lì dove c'è la cornea. Siccome la cornea è trasparente vediamo la parte scura centrale di varia colorazione, perché l'iride può avere colorazione diversa negli individui, e al centro c'è il foro nero, uguale per tutti, che è il foro pupillare. Quindi l'iride è un disco con al centro un buco: la pupilla.

L'iride è formato da muscolatura liscia. Ci sono due muscoletti: lo **sfintere della pupilla**, che è quello che chiude il diaframma nella *miosi* per impedire che entri troppa luce, e il **dilatatore della pupilla** che ha azione esattamente opposta perché allarga, apre lo sfintere per aumentare la quantità di luce. E' chiaro che si deve contrarre lo sfintere pupillare, *miosi*, quando c'è troppa luce e di giorno, invece si deve allargare, *midriasi*, di notte. Chi fa contrarre la pupilla è il muscolo sfintere pupillare che sta proprio sul bordo dell'iride ed è innervato dalla componente parasimpatica dell'oculomotore, il nucleo di Edinger e Westphal. Le fibre pregangliari provenienti da questo nucleo dell'oculomotore raggiungono questo ganglio, che è il ganglio ciliare che sta dentro l'orbita, dietro al globo oculare. Da qui partono fibre postgangliari che entrano nello spessore del bulbo oculare e raggiungono lo sfintere.

Il muscolo dilatatore della pupilla invece è innervato dall'ortosimpatico. Le fibre postgangliari vengono dal ganglio cervicale superiore, il primo della catena laterovertebrale dell'ortosimpatico che si trova lateralmente alla colonna vertebrale e in vicinanza al MS, lì si aggiungono i rami comunicanti bianchi da tutti i nervi spinali e poi partono i rami comunicanti grigi che tornano eventualmente ai nervi spinali. A livello dei gangli, ci sono le sinapsi tra le fibre pre e postgangliari però alcune di queste, prima di andare ai rami comunicanti grigi, entrano in un ramo comunicante grigio, ma per fare un nervo autonomo. Queste fibre formano un plesso che segue il decorso dell'arteria carotide interna (che è un percorso tortuoso perché entra nel foro carotico,....e lascia un ramo detto arteria oftalmica diretto all'occhio). Le fibre abbandonano il plesso che formano seguendo la carotide iniziano a seguire l'arteria oftalmica che va all'occhio entrando nel foro ottico. E' tramite i rami dell'oftalmica che arriveranno al ganglio ciliare. Ci passano solo attraverso al ganglio ciliare, perché sono già fibre postgangliari dato che il loro ganglio era il cervicale superiore, e arriveranno al dilatatore della pupilla. I motoneuroni d'origine di queste fibre pregangliari stanno nelle corna grigie laterali tra C8 e T1, il cosiddetto centro ciglio-spinale dell'ortosimpatico. Da qui partono i motoneuroni viscerali che fanno sinapsi nei gangli vicini laterovertebrali, la fibra postgangliare segue il plesso carotico, tramite l'arteria oftalmica (utilizzandola come pavimento) arrivano al ganglio ciliare e poi all'occhio.

L'ortosimpatico quindi fa dilatare la pupilla, il parasimpatico la fa stringere. Il segnale proviene dalla retina, cioè la luce, e viaggia nel nervo ottico. Il nervo ottico manderà segnali ad altri nuclei, i nuclei pretettali che sono i tubercoli quadrigemelli superiori del mesencefalo, e qui c'è il centro dei riflessi visivi, in particolare del riflesso della luce. Quando c'è troppa luce arrivano molti segnali al nucleo pretettale che stimola il nucleo di Edinger e Westphal, il quale stimola il ganglio ciliare, il quale provoca alla fine la chiusura della pupilla. Nello stesso tempo il nucleo pretettale che riceve l'informazione -troppa luce- dal nervo ottico, invia un fascio molto importante verso il basso al MS: il fascio tetto-spinale, che tra l'altro è anche una componente della via extra-piramidale. Questo fascio tetto-spinale si chiama così perché dal tetto del mesencefalo scende verso il MS e arriva a C8-T1. Qui inibisce violentemente i neuroni delle corna grigie laterali dell'ortosimpatico, quindi questi si spengono, il ganglio cervicale superiore si spegne e il dilatatore della pupilla non funziona. Questo accade se c'è troppa luce.

Al contrario, se c'è poca luce il nervo ottico non invia il segnale, il nucleo di Edinger e Westphal non attiva il ganglio ciliare, e quindi lo sfintere pupillare non può chiudersi. Nello stesso tempo il fascio tetto-spinale non invia segnali inibitori al centro spinale che automaticamente si attiva, si attiva il cervicale superiore e la pupilla si dilata.

Questo è un chiaro caso di antagonismo tra le due componenti del simpatico, che qui agiscono due muscoli lisci dell'iride tra loro antagonisti.

Ricapitoliamo. Altri gangli parasimpatici molto importanti oltre il ganglio ciliare, sono lo sfenopalatino, il ganglio sottomandibolare ed il ganglio otico. Il ganglio sfenopalatino è annesso al faciale, fibre che provengono dal nervo grande petroso superficiale che poi diventerà nervo vidiano, e se ne vanno al ganglio sfenopalatino. Poi le postgangliari dal ganglio sfenopalatino se ne vanno alla ghiandola lacrimale tramite il mascellare del trigemello, che entra nell'orbita con un ramo detto nervo zigomatico, che si anastomizza col nervo lacrimale, ramo dell'oftalmico (altra branca del trigemello), e questo finalmente raggiunge la lacrimale.

Il ganglio otico invece riceve le fibre dal nervo timpanico del Jacobson che poi diventa nervo piccolo petroso superficiale e sono fibre che saranno destinate alla parotide. Le pregangliari sono quindi del glosso-faringeo mentre le postgangliari sono trasportate dal nervo auricolotemporale, un ramo della branca mandibolare del trigemello.

Il ganglio sottomandibolare è un altro ganglio parasimpatico che controlla la ghiandola sottomandibolare e quella sottolinguale. Apparentemente riceve fibre pregangliari dal nervo linguale, ramo del mandibolare del trigemello, in realtà vengono dalla corda del timpano, ramo del faciale.

E' molto importante distinguere quindi questi gangli parasimpatici dai sensitivi.

Ricordiamo anche che per tutti esiste anche la componente ortosimpatica di controllo per queste ghiandole. E ci pensano i tratti cervicali del MS, soprattutto il ganglio cervicale superiore. Abbiamo visto ad esempio il plesso carotico le cui fibre erano dirette al dilatatore della pupilla. Questo vale anche per le ghiandole nominate. Tutte hanno una componente derivante sempre dal plesso carotico che, seguendo i decorsi delle arterie, va alla ghiandola lacrimale, alla salivare, alla parotide, alla sottomandibolare ecc. esercitando un'azione opposta a quella del parasimpatico. Il parasimpatico stimola ad esempio la secrezione di saliva, l'ortosimpatico la blocca.

VIA GUSTATIVA. Il grande nucleo di terminazione gustativa è il grande nucleo del tratto solitario che si trova nel TE. La sensibilità gustativa proveniente dalla lingua e dall'area epiglottica (che è l'area di accesso alla laringe ed all'esofago, quindi la gola o orofaringe) coinvolge tre nervi cranici.

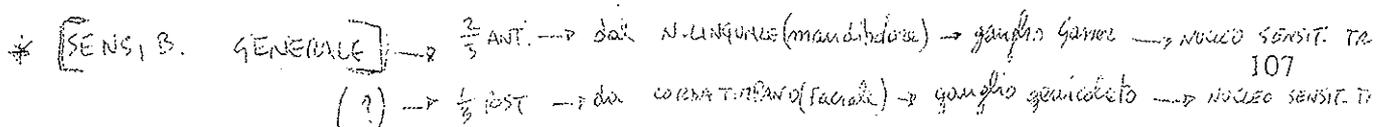
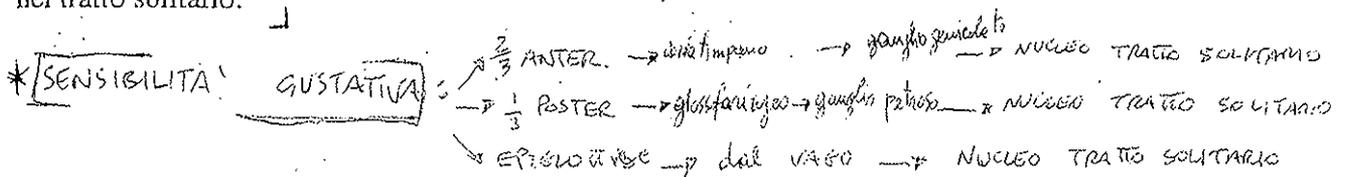
Alla lingua ci pensa il faciale.

Ricordiamo che stiamo parlando della sensibilità gustativa, non della sensibilità generale che invece, anteriormente è trasportata dal nervo linguale, ramo del mandibolare del trigemino e che perciò avrà ganglio del Gasser e anche un altro nucleo di terminazione, quello del trigemino.

La sensibilità del terzo posteriore della lingua è trasportata invece dalla corda del timpano, apparentemente dal linguale, ma in realtà dalla corda del timpano che è un'anastomosi dell'intermedio del faciale. Dalla lingua al ganglio genicolato. Qui, si può dire nell'intermedio del faciale, c'è il neurone che arriva al cavo orale.

Al terzo posteriore della lingua ci pensa il glosso-faringeo. Vediamo i due gangli sensitivi del glosso-faringeo, qui c'è il ganglio petroso, sede del pirenoforo del neurone di senso in questo caso, e il nucleo di terminazione è naturalmente il tratto solitario.

Infine la componente gustativa dell'area postlinguale viaggia attraverso il vago, che pure terminerà nel tratto solitario.



OCCHIO

Stiamo parlando di sensibilità specifica. L'occhio è l'organo della visione, una specie di telecamera aperta sul mondo, che consta di due parti: una parte diottrica che riceve la luce cioè i fotoni o informazioni visive, e una parte recettrice nervosa.

La parte diottrica è quella che si vede, la parte anteriore più piccola di questo globo oculare, corrisponde all'area circondata dalle cosiddette palpebre che, a loro volta, sono delimitate superiormente ed inferiormente da particolari peli detti ciglia. Al di sopra abbiamo poi l'arcata sopraccigliare. Dunque ciò che vediamo dell'occhio è solo la parte più anteriore del globo, tutto il resto è immerso nell'orbita. In questa parte anteriore vediamo poi una porzione bianca, la **congiuntiva bulbare**, e una parte più scura. La parte più superficiale è assolutamente trasparente ed è la **cornea**, uno dei sistemi diottrici più importanti del globo oculare. Dietro la cornea c'è l'**iride** che è colorata, è un disco con un **foro pupillare** centrale.

Possiamo notare come questa pupilla, cioè il foro centrale, ha un diametro variabile. In una situazione di tanta luce è relativamente stretto.

L'iride ha colori diversi nei vari individui. In un individuo di razza caucasica come la maggior parte di noi, tende ad essere un po' più chiara. Negli africani e nei mediorientali la situazione tende ad essere opposta. L'iride infatti è pigmentata. Così come la pelle umana è diversamente pigmentata, così anche l'iride. In genere nei soggetti africani c'è maggior quantità di pigmento, ecco perché la pupilla è più scura. Anche nei caucasici può essere scura, può andare dal marrone scuro, quasi nero, al celeste chiarissimo ecc. Anche questo si spiega in modo banale: dipende solo dalla quantità di pigmento. Occhi celeste chiaro hanno scarsissime quantità di pigmento nell'iride.

Le palpebre superiori ed inferiori sono unite tra loro nei due angoli. Nell'angolo interno troviamo la **caruncola lacrimale**, lì dove si raccolgono le lacrime prodotte dalla ghiandola lacrimale che bagnano tutta la parte anteriore della cornea e della congiuntiva bulbare ed anche la parte interna. Sotto le palpebre c'è infatti la **congiuntiva palpebrale**. Ribaltando la parte in basso vediamo che sulla parte interna della palpebra, sotto ma si potrebbe fare anche sopra, c'è la mucosa della congiuntiva palpebrale, che si continua con la congiuntiva bulbare, quella che sembra bianca nell'occhio.

A livello del lato interno dell'occhio nei soggetti di razza orientale molto spesso c'è una piega detta **epicanto**, che manca nelle altre razze. Nei mongoli questa piega è fisiologica, anche nei pigmei, nei giapponesi, nei cinesi ecc. Invece negli africani e nei caucasici indica presenza di sindrome di Down.

All'interno della congiuntiva palpebrale ci sono dei rilievi che sono dovuti alla presenza di alcune ghiandole sebacee modificate dette **ghiandole del Meibomio**. Queste ghiandole si trovano nello spessore della congiuntiva palpebrale.

Vediamo come sono fatte le palpebre. Più esternamente c'è la cute, superando la cute troviamo il **muscolo orbicolare dell'occhio**, muscolo striato controllato dal faciale grazie al quale chiudiamo le palpebre. Lo scheletro della palpebra è costituito da un **tarso inferiore** e un **tarso superiore**. Sono costituiti da connettivo denso.

All'interno dello spessore di ciascun tarso troviamo le ghiandole del Meibomio che secernono molto sebo. Questo sebo si raccoglie in alto nella rima delle palpebre, lì dove sono le ciglia. Quindi tutto il corpo delle nostre palpebre è circondato da questo straterello di sebo molto sottile e di grande importanza. Infatti impedisce la fuoriuscita delle lacrime. In effetti le lacrime sono sostanzialmente costituite da acqua salata. L'acqua, come sappiamo, non attraversa il grasso, quindi le lacrime rimangono raccolte nell'ambito della ghiandola lacrimale, all'esterno tra cornea, congiuntiva bulbare e congiuntiva palpebrale. In questo modo, come un tergicristallo, possono lavare in continuazione la parte anteriore dell'occhio.

(Netter tav. 77-78)

Le lacrime sono prodotte dalla ghiandola lacrimale la quale ha una serie di sbocchi, condotti naso-lacrimali, verso la congiuntiva bulbare.

Queste lacrime sono invece raccolte al lato interno dell'occhio, nel **canalicolo delle lacrime**, e da lì partirà il **canale nasolacrimale** che finisce nel meato inferiore di ciascuna coana. Quindi quando c'è un'eccessiva produzione di lacrime queste vanno a finire nel naso, da qui sono risucchiate in gola e le ingoiamo.

→ TAVERE LA PALPEBRE

Sopra il tarso c'è il muscolo orbicolare, muscolo striato e che è innervato dal faciale, appena sotto la radice del tarso, nel terzo superiore, c'è un muscoletto liscio chiamato **muscolo tarsale superiore o del Muller**. Questo muscolo si comporta in modo involontario, ed è il muscolo del cosiddetto ammiccamento, perché è responsabile dello scatto della palpebra superiore in su, che non è controllato dalla volontà.

Oltre a questo muscolo, ce n'è anche uno striato, che utilizziamo quando alziamo le palpebre volontariamente: è il **muscolo elevatore della palpebra superiore**, che si attacca ovviamente al tarso superiore. Questo muscolo è innervato dall'oculomotore.

Quando chiudiamo gli occhi usiamo il faciale, l'orbicolare degli occhi, muscolo mimico. Quando apriamo gli occhi che vuol dire sollevare le palpebre superiore, usiamo l'oculomotore. (*ELEVAT. PALPEB. SU*)
Quando c'è il cosiddetto "ammiccamento", movimento involontario della palpebra superiore, c'è il muscolo liscio. (*TARSALE SUPER. O DEL MULLER*)

Vediamo la ghiandola lacrimale sul versante supero-esterno dell'orbita che avrà degli sbocchi, dei condottini che arrivano lì dove si versano le lacrime, all'interno della congiuntiva palpebrale della palpebra superiore, nel lato interno. Le lacrime abbiamo visto si raccolgono nella caruncola delle lacrime, sul lato interno dell'occhio lì dove può esserci anche l'epicanto negli orientali, e poi si raccolgono in parte nel condotto nasolacrimale che percorre il canale carotico tra osso lacrimale e mascellare che arriva a sua volta nel meato inferiore di ciascuna coana. Sull'angolo interno si vedono le radici dei due condottini lacrimali che convergono nel **sacco lacrimale**, lì dove parte il condotto nasolacrimale o il canale delle lacrime. Questo canale arriva al cornetto inferiore del meato inferiore della coana dello stesso lato.

(FACIALE)
Togliendo superficialmente l'orbicolare delle palpebre si vede lo scheletro fibroso dei due tarsi. Vediamo ancora in alto la posizione della ghiandola lacrimale che vediamo essere divisa in due da un setto. Questo setto in realtà è un tendine, è il **tendine del muscolo elevatore delle palpebre superiore**; quello che si attacca al tarso superiore e che permette di aprire l'occhio volontariamente. Dalla ghiandola lacrimale partono diversi condottini che arrivano alla congiuntiva bulbare.

MUSCOLATURA ESTRINSECA DELL'OCCHIO (Netter tav.80)

Entriamo ora nella struttura del bulbo oculare che risulta essere circondato da vari muscoli striati, questi muscoli sono importanti perché permettono i movimenti dell'occhio. Questi sono controllati da tre paia di nervi cranici: l'oculomotore (III), il trocleare (IV) e l'abducente (VI).

In alto si vede il globo oculare circondato da due muscoli, uno esterno ed uno interno. Sono i due muscoli **retto mediale e retto laterale** dell'occhio. E' intuitivo che, quando si contrae il retto mediale il globo oculare si gira all'interno, se si contrae il retto laterale il globo oculare si gira all'esterno. Il mediale è innervato dall'oculomotore, il laterale dall'abducente che si chiama abducente proprio perché provoca rotazione del bulbo oculare all'esterno.

Ci sono poi altri muscoli vicino a questi due. In alto ce ne sono tre e in basso altri due.

Il più alto di tutti è l'**elevatore della palpebra superiore**, innervato dall'oculomotore e che trova attacco sulla palpebra.

Sotto c'è il **retto superiore** che invece va al globo oculare per farlo ruotare in su.

* **RETTO LATERALE** → Bulbo ruotato all'esterno. Deviazione verso l'esterno.

* **RETTO MEDIALE** → Bulbo ruotato all'interno.

Sotto al globo c'è invece il retto inferiore con azione opposta: fa ruotare verso il basso il globo oculare.

Retto superiore ed inferiore pure sono innervati dall'oculomotore.

Vediamo poi l'obliquo inferiore e l'obliquo superiore. Il superiore è innervato dal trocleare, l'inferiore dall'oculomotore. I movimenti controllati sono un po' più complessi.

Il globo oculare è dunque tenuto da tutti questi muscoletti che originano con un tendine comune dall'apice della piramide orbitaria, in particolare dal contorno del foro ottico, lo stesso da dove entra il nervo ottico che va alla retina.

Vediamo la posizione un po' strana dell'obliquo superiore che dall'apice della piramide orbitaria si dirige sul lato mediale interno dell'orbita, poi, arrivato internamente all'orbita trova la *troclea*, un piccolo anello fibrocartilagineo saldato in una fossetta dell'osso frontale nell'angolo superio interno dell'orbita; attorno cui fa un "uncinetto" per poi dirigersi in basso verso il globo. Quindi il movimento di questo muscolo, quando si contrae, sarà complesso. La sua azione è quella di spostare il polo posteriore del bulbo in alto e medialmente ruotando di conseguenza il polo anteriore dell'occhio in basso e lateralmente.

L'obliquo inferiore ha azione praticamente opposta all'obliquo superiore.

Ricapitoliamo:

* **OBLIQUO SUP** → Devia verso esterno, ruotare. Antio
FA RUOTARE IN BASSO

ABDUCENTE ----- Muscolo retto laterale

TROCLEARE ----- Muscolo obliquo superiore

OCULOMOTORE - Muscoli retti (sup, med, inf) + obliquo inferiore + elevatore palpebra sup.

* **OBLIQUO INF** → Devia verso esterno, ruotare. Antio
FA RUOTARE IN ALTO.

Poi c'è una componente parasimpatica, nucleo di Edinger e Westphal che va dal ganglio ciliare allo sfintere dell'iride e anche per il muscolo ciliare che sta alla base del cristallino all'interno dell'occhio.

Contraendo questi vari muscoli si ottengono movimenti molto complessi.

ANTERIORE

L'obliquo superiore pur stando sopra provoca una rotazione in basso del globo oculare e nello stesso tempo ne provoca un'abduzione, cioè una rotazione esterna. Quindi un movimento antiorario dal punto di vista della persona (orario dal punto di vista dell'osservatore).

L'obliquo inferiore che invece sta in basso e fa un percorso che va verso l'esterno, muove l'occhio in modo perfettamente opposto rispetto all'obliquo superiore.

Sentendo un rumore alla propria destra, gli occhi andranno verso destra. Nell'occhio di destra utilizzo il nervo abducente, nell'occhio sinistro l'oculomotore perché lì c'è il retto mediale. Quindi nello stesso istante attivo l'oculomotore di sinistra e l'abducente di destra. Questo vuol dire che ci sarà un riflesso uditivo che è raccolto come sensazione uditiva, va al TE, dai nuclei cocleari al tubercolo quadrigemello inferiore, arriva al nucleo dell'oculomotore di sinistra e dell'abducente di destra per attivarli insieme, anche se uno, quello di destra, è abdotto, l'altro è addotto.

RIFLESSI OCVLOCEFALICI → MUOVENDO TESTA, COLO & OCCHI SEGUIAMO
IL MOTO DEGLI OGGETTI.

6 giugno 2006

(Netter, tav. 81) All'interno della cavità orbitaria abbiamo 5 nervi destinati al globo oculare: l'oftalmico, i tre nervi che muovono l'occhio e c'è anche, ovviamente, il nervo ottico. Ed entra anche l'arteria oftalmica, che →

PASSA N°
POLO
OMIC

è un ramo della carotide interna che porta il sangue al globo oculare. Per quanto riguarda la parte esterna dell'occhio, e quindi apparato palpebrale, tarso ecc., la vascolarizzazione è mista ed è curata sia da rami della carotide interna che da rami della carotide esterna, la diramazione della carotide comune che si occupa dello splanocranio cioè della faccia.

I rami arteriosi che irrorano la parte esterna dell'apparato palpebrale sono prevalentemente rami della carotide ^{interna} ~~interna~~ ^{ESTERNA} temporale superficiale, l'arteria mascellare interna detta anche arteria facciale.

Veduta anteriore. Nella parte superiore ci sono dei rami, come l'arteria sopraorbitale e l'arteria sopratrocleare, che, in realtà, sono rami dell'arteria oftalmica che provengono dall'interno dell'occhio. Ovviamente questi rami dell'oftalmica, che viene dalla carotide interna, si anastomizzano con i rami della carotide esterna per irrorare la regione palpebrale.

Veduta superiore. Viene irrorato anche il bulbo oculare, ma di questo se ne occupa essenzialmente l'arteria oftalmica che entra col nervo ottico nell'orbita tramite il foro ottico. Una volta entrata nell'orbita manda diversi rami tra cui l'arteria palpebrale mediale, le arterie etmoidali, l'arteria sopratrocleare, che abbiamo visto anche dall'esterno perforare la parte superiore delle palpebre, e poi ci sono i rami come l'arteria sopraorbitaria, che ha un ramo destinato all'esterno ma anche rami destinati al bulbo oculare. I più importanti sono rami muscolari che penetrano all'interno dei muscoli estrinseci dell'occhio, e poi, alla fine, lì dove i muscoli si attaccano al bulbo, entrano a vascolarizzare il bulbo stesso e tutta la regione anteriore. Queste sono le arterie ciliari anteriori. Mentre le arterie ciliari posteriori sono quelle che penetrano, insieme al nervo ottico, nella parte posteriore del bulbo oculare. Ovviamente sono sempre tutti rami dell'oftalmica. Un altro ramo importante da ricordare è l'arteria centrale della retina, che entra fisicamente nel nervo ottico per percorrerne la parte centrale, entrando nella retina.

Quindi il bulbo oculare ha una doppia irrorazione, anche se sono tutti rami dell'oftalmica, dalle arterie ciliari posteriori, le arterie ciliari anteriori provenienti dai rami muscolari dell'oftalmica, e poi l'arteria centrale della retina che accompagna il nervo ottico alla retina.

Per quanto riguarda il retaggio venoso, tutto farà capo alla vena giugulare che porta via il sangue dal cervello. In particolare i rami venosi sono drenati all'inizio nella regione del seno cavernoso che si trova nella porzione centrale della fossa cranica media, e quindi li definiremo intracranici. ^{VENA OPTALMICA RACCOLGIE SANGUE, LO SCARICA NEI SENI E POI NEVA GIUGULARE. PER ABBANDONARE L'ORBITA PASSA IN FESS. ORBITARIA SUPERIORE. ALCUNI RAMI DEFUISIONO NEI "PLESSI PTERIGOIDEI" CHE FANNO ALTRO PIRLCOI} (Netter, tav.82) Vediamo ora il gruppo imponente di nervi che entrano nell'orbita. Innanzitutto il nervo ottico che passa dal foro ottico. Poco prima dell'ingresso nei fori ottici c'è il chiasma dei nervi ottici, cioè una regione in cui i due nervi si scambiano delle fibre. Da questo punto in poi si hanno i tratti ottici delle vie destinate ai corpi genicolati laterali del metatalamo. Ricordiamo inoltre che immediatamente dietro al chiasma c'è la sella turcica dell'ipofisi. Quindi la ghiandola ipofisi si trova in stretto contatto anteriormente con il chiasma dei nervi ottici. Questo ha un'enorme importanza pratica, perché in caso di tumefazione, di tumori di questa ghiandola, oltre ai sintomi endocrini, uno dei sintomi potrà essere la compressione del chiasma dei nervi ottici, con effetti naturalmente negativi sulla visione.

Nella fessura orbitaria superiore entra poi il nervo oftalmico, prima branca del trigemino, della sensibilità della parte volontaria dello splanocranio, e in questo caso è un ramo destinato alla ghiandola lacrimale: il nervo lacrimale.

Ricordiamo nell'orbita entrano anche i nervi che fanno muovere il globo oculare, (III), (IV) e (VI). ^{+ vena finis} Dalla fessura orbitaria inferiore entra anche il nervo mascellare che va nel foro rotondo, entra nella fossa pterigopalatina e poi, passando nella fossa infratemporale, entra nel pavimento dell'orbita per permettere movimenti infraorbitari col ramo terminale.

Ricordiamo come questo nervo mascellare, nella fossa pterigopalatina, incontra il ganglio sfenopalatino, che è un ganglio parasimpatico del nervo facciale cui arriva il nervo vidiano. Il nervo vidiano trasporta qui fibre pregangliari parasimpatiche provenienti dal nucleo salivatorio superiore (nucleo mucosalivatorio del facciale), che sono destinate alla ghiandola lacrimale. Dal ganglio partono fibre postgangliari parasimpatiche che, insieme alle postgangliari ortosimpatiche che vengono dal ganglio cervicale superiore tramite il plesso cavernoso, andranno ad un ramo del

mascellare: il nervo zigomatico. Questo nervo zigomatico sta nella parte esterna dell'orbita per cui qui non si vede, ma va ad anastomizzarsi col lacrimale che viene dall'oftalmico. Quindi è il lacrimale che porterà l'innervazione finale sia parasimpatica che ortosimpatica postgangliari alla ghiandola, che si trova nella parte supero-esterna dell'orbita ed è divisa in due dal tendine del muscolo elevatore della palpebra superiore. (dell'oculomotore)

Sezionando l'elevatore della palpebra superiore e il retto superiore, vediamo il fascio nervoso che avvolge il nervo ottico. Vediamo anche il ganglio ciliare che, come sappiamo, è il ganglio parasimpatico dell'oculomotore. Qui c'è lo switch tra fibra pregangliare che arriva dal nucleo di Edinger e Westphal e fibra postgangliare diretta al ganglio ciliare e al muscolo sfintere della pupilla.

Vediamo ancora una panoramica dei nervi che penetrano all'interno dell'orbita.

Il mascellare esce dal foro rotondo, siamo quindi in fossa pterigopalatina, poi entra nell'orbita dalla fessura orbitaria inferiore. Il ganglio sfenopalatino prende contatto con questo nervo. Il ganglio riceve fibre dal nervo vidiano che viene dalla fossa cranica posteriore, è un ramo del faciale.

VIDIANO ⇒ GRANDE PETROSO SUPERF. + PETROSO PROFONDO

Per quanto riguarda la vascolarizzazione, come abbiamo detto prima, il bulbo oculare ha i rami dell'oftalmica mentre nella parte esterna c'è una combinazione tra rami dell'oftalmica e rami della carotide esterna (mascellare esterna, temporale, superficiale, traversa della faccia.)

Quindi il bulbo oculare è riccamente vascolarizzato.

Nella parte anteriore c'è poi la vascolarizzazione della congiuntiva. La congiuntiva bulbare, quella bianca, e la palpebrale che sta sulla faccia interna delle palpebre sono riccamente vascolarizzate. Questa vascolarizzazione è variabile tra gli individui. I vasi che percorrono la congiuntiva bulbare in alcuni casi sono molto evidenti, come ad esempio nei soggetti di razza africana.

Altrettanto importante è la vascolarizzazione dell'intero bulbo, assicurata da due sistemi distinti entrambi provenienti dall'oftalmica: le arterie ciliari posteriori che entrano nella parte posteriore del bulbo, e le arterie ciliari anteriori davanti che provengono dai rami muscolari. Poi c'è anche l'arteria centrale che percorre il nervo ottico per entrare nel bulbo, lì dove c'è la cosiddetta papilla del nervo ottico che corrisponde all'origine del nervo ottico dalla retina.

TERIA
VITALE
ella
TINA

*VASI CILIARI POST. SI ANASTOMIZZANO CON "VASI CILIARI ANT." FORMANDO "GRANDE CERCHIO ARTERIOSO DELLA IRIDE".

La retina è la parte nervosa dell'occhio in cui ci sono tre ordini di neuroni. E' la parte che trasforma i fotoni, segnali luminosi, in segnali elettrici che vengono trasmessi dal nervo ottico.

Poi c'è la corioide che è la tonaca vascolare dell'occhio, entro la quale troviamo un gran numero di vasi sanguigni.

Nella parte più esterna c'è infine la sclera, che, come dice il nome, è fatta da connettivo denso, e forma un po' lo "scheletro" del bulbo. E' sulla sclera che si attaccano i muscoli estrinseci dell'occhio.

Nella parte anteriore cosa vedevamo guardando l'orbita? Innanzitutto la congiuntiva bulbare che è formata da una parte superficiale, un epitelio squamoso pluristratificato, e si continua con la cornea. C'è però una differenza importantissima tra il connettivo che troviamo all'interno della congiuntiva bulbare e il connettivo che troviamo nella cornea. Nella cornea infatti non ci sono vasi sanguigni, che quindi si sono fermati a livello della parte bianca dell'occhio. A livello della parte centrale dell'occhio più scura, dove c'è la cornea, non ci sono superficialmente vasi sanguigni. Questo è importante perché altrimenti la cornea non sarebbe trasparente. La trasparenza è dovuta alla sottigliezza dello strato ed al fatto che gli elementi connettivali della cornea non sono disposti in modo casuale ma regolare in modo da permettere condizioni particolari e complesse di rifrazione.

Al di là della cornea c'è una camera piena di liquido detto umore acqueo, e poi troviamo il diaframma irideo. L'iride è al centro, la vediamo come un disco con il foro pupillare centrale attraverso cui passa la luce.

Superato il foro pupillare la luce incontra la lente o cristallino.

La parte diottrica dell'occhio, cioè la parte anteriore, è formata appunto dalla cornea e dal cristallino. In questo modo i raggi luminosi vengono fatti convergere non in tutta la retina ma in un punto preciso, e questo lo vedremo dopo. Anche se, in realtà, quasi tutta (ma comunque non tutta) la retina è fotosensibile. Comunque il fuoco dell'immagine tende ad essere messo in un punto preciso. Ricordiamo che c'è una seconda vascolarizzazione oltre a quella dei vasi ciliari che percorrono la corioide, ci sono i rami dell'arteria centrale della retina che si trovano in stretto contatto con la retina stessa e decorrono al confine tra la retina e la grande parte centrale che è il bulbo, dove c'è l'umore vitreo. L'umore vitreo è una sostanza gelatinosa, e ovviamente anche in questa parte centrale non ci sono vasi sanguigni, anche questa parte è trasparente, e quindi la luce passa per raggiungere la retina. Non ci sono vasi nemmeno nel cristallino e, abbiamo detto, nemmeno nella cornea ~~né nell'iride che rappresenta la parte terminale della corioide~~. Vediamo vasi nella regione del cosiddetto corpo ciliare.

Il corpo ciliare è quello che fa da sospenditore del cristallino ed è ricco di vasi che provengono sia dalle arterie ciliari posteriori che anteriori che venivano dai rami muscolari dell'oftalmica, e vediamo che il corpo dell'iride stessa è ricco di vasi.

Ricordiamo che all'interno dell'iride abbiamo muscolatura liscia che consta dello sfintere pupillare, che sta subito al confine del contorno pupillare, e il corpo del dilatatore della pupilla che sta nel retro dell'iride.

Infine troviamo muscolatura liscia anche nel corpo ciliare. E questa muscolatura liscia è importante non per il diaframma pupillare, ma per regolare il grado di convergenza della lente biconvessa che è il cristallino. (M. CILIARE)

Il cristallino è tenuto in sede da fibre chiamate **fibre zonulari**, che vanno al corpo ciliare e che sono una sorta di tendini che dal muscolo liscio del corpo ciliare vanno al cristallino tenendolo in sospensione. Il cristallino è quello che si opacifica quando c'è una malattia dell'occhio che è la cataratta.

Si deve tenere presente il fatto che ci sono dei ampi vasi sanguigni molto superficialmente alla retina, all'interno del globo oculare e prima dell'umor vitreo. Stanno esternamente, non vanno all'interno, quindi nella regione centrale dell'umor vitreo non ci sono vasi.

Al di là del cristallino, nella cosiddetta camera anteriore dell'occhio, tra cornea, iride e cristallino e anche nell'angolo che c'è tra iride, cristallino e corpo ciliare c'è un liquido, diverso da quello gelatinoso dell'umor vitreo, che è l'umor acqueo, privo di globuli rossi, con globuli bianchi. L'umor acqueo è di grande importanza, è trasparente e serve per la nutrizione della cornea che non ha vasi sanguigni, per il cristallino stesso e in parte anche per l'umore vitreo.

La cornea poi è ovviamente nutrita, per così dire, e protetta dalle lacrime, perché abbiamo la ghiandola lacrimale che si trova esternamente.

(Netter tav. 83) Vediamo il bulbo oculare in sezione trasversale in cui vediamo il segmento anteriore che contiene la parte diottrica, con la cornea, l'iride, il foro pupillare ed il cristallino tenuto in sospensione dalle fibre zonulari che si attaccano al corpo ciliare. La parte più ampia del bulbo oculare è quella posteriore che non vediamo guardando l'occhio. Infatti guardando l'occhio vediamo praticamente la cornea e la congiuntiva bulbare. Non vediamo nulla del resto, a partire più o meno quasi dall'attacco dei muscoli estrinseci dell'occhio. E, come dicevamo, nella parte posteriore troviamo i tre strati retinici, la parte esterna, la sclera, la parte intermedia corioidea che sarebbe la tonaca vascolare e ricordiamo che anche nella parte più interna della retina ci sono vasi retinici che provengono dall'arteria centrale della retina e si dirigono molto superficialmente al confine tra retina e umore vitreo.

Altra cosa importante di quest'immagine è una depressione che si trova esternamente rispetto alla papilla del nervo ottico, nella retina, che viene chiamata **fovea**. All'interno di questa fovea centrale della retina vi è una formazione chiamata **macula lutea**. Questo è un punto estremamente importante perché è qui che deve essere messa a fuoco l'immagine.

La retina è gialla ed è quasi completamente fotosensibile. La retina infatti si estende anche a livello dell'iride. Sulla faccia posteriore dell'iride, praticamente a partire dal contorno del forame pupillare, c'è già retina. Quindi in realtà l'iride è formata dal corpo dell'iride, che è una continuazione della corioidea e infatti è vascolarizzata, e da una parte posteriore lì dove l'iride stessa guarda verso il cristallino, le fibre zonulari e il corpo ciliare, che in realtà corrisponde all'inizio della retina.

Soltanto che qui la retina è formata da uno strato estremamente sottile di cellule pigmentate e, ricordiamo, dalla quantità di questo pigmento dipende la colorazione dell'iride stessa. Questo film pigmentato si continua in tutto il resto della retina, però, a partire da un punto chiamato *ora serrata*, lì dove comincia la pigmento posteriore dell'occhio, la retina s'ispessisce. E nello strato pigmentato che continua a stare al confine con la corioidea c'è la parte nervosa. Quindi la parte nervosa della retina c'è soltanto dall'ora serrata in poi fino alla papilla del nervo ottico. Questo punto è quindi importante perché è qui che viene messa a fuoco l'immagine ed è importante che in questa zona ci sia una depressione, dopo capiremo perché.

Guardiamo l'angolo irido-corneale che è di grande importanza. Vediamo l'iride in sezione, lo sfintere pupillare, il dilatatore della pupilla, il foro pupillare e il cristallino sospeso tramite le fibre zonulari al muscolo liscio del corpo ciliare. Ricordiamo che la muscolatura liscia qui ha a che fare col grado di convergenza del cristallino ovviamente agendo sulle fibre zonulari.

La cornea invece ha un grado di convergenza non modificabile, a meno d'intervento chirurgico. Quindi la cornea è fissa, si può modificare il diametro del cristallino. E questo ci consente, col fenomeno definito *accomodazione*, di mettere a fuoco l'immagine.

Ricordiamo che nella camera anteriore dell'occhio c'è l'umor acqueo che, tramite il foro pupillare, passa anche dietro nella camera posteriore. La camera posteriore è sostanzialmente la zona posteriore all'iride, compresa tra questa e le fibre zonulari col cristallino.

L'umor acqueo viene elaborato dai vasi che si trovano all'interno del corpo ciliare, quindi sostanzialmente dalle arterie ciliari anteriori che vengono dai rami muscolari destinati ai muscoli estrinseci dell'occhio, provenienti a loro volta dall'oftalmica. L'umor acqueo elaborato va nella camera posteriore e poi, tramite il foro pupillare, passa nella camera anteriore dietro la cornea. Questo liquido viene elaborato in continuazione dai vasi del corpo ciliare, poi viene riassorbito nell'angolo irido-corneale, cioè nell'angolo che esiste tra iride e cornea.

In quest'angolo c'è una formazione che in questa sezione sembra una vena, ed è praticamente una vena, è il *seno venoso della sclerotica* o *canale dello Schlemm*. In questo canale l'umor acqueo viene continuamente drenato e se ne va a finire nel torrente venoso della vena oftalmica.

Quindi è chiaro che, se per esempio c'è un'ostruzione di questo canale di Schlemm si può avere una malattia chiamata *glaucoma*. Il glaucoma si può avere per due motivi. O per un'ostruzione del canale di Schlemm oppure per eccessiva elaborazione di umor acqueo da parte dei vasi della camera posteriore. Il glaucoma è una malattia piuttosto grave che provoca un aumento della pressione sull'umor acqueo all'interno della camera anteriore dell'occhio e questo può provocare danneggiamenti abbastanza seri soprattutto sulla cornea ed anche la retina, che sta dietro, può risentire dell'eccessiva pressione della camera anteriore.

Dunque ricordiamo che il seno venoso della sclera è il punto di drenaggio dell'umor acqueo.

Sempre in questa zona abbiamo anche le fibre zonulari che sospengono il cristallino e, subito dietro, l'umor vitreo gelatinoso che occupa la gran parte dell'occhio.

(Netter tav. 84) La contrazione del muscolo del corpo ciliare non ha nulla a che vedere con lo sfintere pupillare e col dilatatore della pupilla. Di questi ultimi l'uno è controllato dal parasimpatico, l'altro dall'ortosimpatico. Mentre il muscolo ciliare, a sua volta liscio, è controllato esclusivamente dal parasimpatico, ha il nucleo di Edinger e Westphal e il ganglio ciliare, e questo muscolo, tramite le fibre zonulari, controlla la convergenza del cristallino.

(Netter tav. 85) Vediamo ora il bulbo posteriormente, immaginando di essere l'umor vitreo e di esserè rivolti verso il cristallino. Il cristallino è circondato dalle fibre zonulari e dal corpo ciliare. Non vediamo l'iride che sta al di là del cristallino.

La cornea, così come il cristallino, sono lenti convergenti: la cornea è convessa in avanti e il cristallino è biconvesso. L'apparato diottrico è fatto in modo che il fuoco dell'immagine arrivi in un punto preciso che è la fovea, anche se, dall'ora serrata in poi, la retina è tutta fotosensibile. Questo è molto importante, la regione della fovea è anche detta "regione della visione distinta", cioè il punto

* CAUSATE → SPAGNEZZIONE LENTE DEL CRISTALLINO DOVUTA A PEDIUTI.
 * ASTIGMATISMO → IRREGOLARITA' CORNEA, ANCHE SE PICCOLA. CI SONO PIU' PUNTI DI FOCALIZZAZIONE NELL'IMMAGINAZIONE, CI SI ACCORGE DI TALE MALATTIA SOLO CON ESAMI CLIN.

giusto per vedere l'immagine con la massima risoluzione e nitidezza. L'immagine che si forma sulla retina è rovesciata, invertita per l'effetto della cornea e del cristallino: cioè che sta a destra lo troviamo a sinistra, ciò che è sopra lo troviamo sotto e via dicendo. E' il cervello che "raddrizzerà" l'immagine. Il fuoco dell'immagine dunque deve formarsi qui.

Se l'occhio è troppo lungo cioè il bulbo oculare è troppo allungato, il fuoco si può formare prima della retina. In questo caso l'individuo si avvicina cercando di vedere. Questa è la **miopia**, che è dovuta proprio ad un difetto costitutivo del bulbo oculare che è troppo lungo in senso antero posteriore.

Viceversa l'ipermetrope vede l'esatto opposto, il fuoco tende a formarsi al di là della retina il soggetto si allontana per vedere meglio. E' l'esatto contrario della miopia. Le lenti correttive servono a far sì che il fuoco torni al punto giusto.

Inoltre va ricordato che possiamo aumentare la nitidezza dell'immagine mettendo meglio a fuoco possiamo aumentare la nitidezza dell'immagine mettendo meglio a fuoco modificando la curvatura del cristallino (della cornea non si può) tramite il muscolo ciliare.

Si può avere un difetto nel muscolo ciliare, una perdita dell'elasticità del cristallino e della contrazione del muscolo ciliare possono esser dovute ad un'altra malattia molto comune, soprattutto in età avanzata, della visione che è la **presbiopia**. La presbiopia in realtà è molto simile dal punto di vista pratico, all'ipermetropia nel senso che, anche in questo caso, l'immagine tende a formarsi oltre la retina. Ma questo non è un difetto della cornea come è l'ipermetropia, ma è dovuta ad un difetto del cristallino che non è più elastico come una volta quindi non accomoda bene l'immagine, da una certa età in poi "invecchia" il muscolo ciliare e il cristallino perde elasticità. Di conseguenza come l'ipermetropia l'immagine si ferma oltre ed infatti anche il presbite, per vedere meglio, si allontana fino a che non si mette gli occhiali per correggere il difetto.

E' molto importante dunque che il fuoco arrivi in un punto preciso.

La retina sappiamo che è un organo nervoso molto importante che ha tre ordini di neuroni, che dalla pupilla origina il nervo ottico che va al diencefalo. Ha una doppia vascolarizzazione, una esterna, i vasi che stanno nella corioidea, le arterie ciliari posteriori e le anteriori, le stesse che poi vanno a formare il **piccolo cerchio arterioso dell'iride** che elabora l'umore acqueo. Quindi vasi della corioidea fino all'iride.

Ci sono poi i vasi interni che provengono dall'arteria (e c'è anche una vena) centrale della retina, ramo dell'oftalmica che entra fisicamente nell'occhio.

Quindi lo strato nervoso della retina, quello giallo, ha una doppia vascolarizzazione. All'interno, nell'umor vitreo, i vasi retinici dell'arteria centrale della retina e all'esterno, verso la corioidea, i vasi corioidei. (VASI CILIARI POST. e ANTER.)

(Netter tav. 86) Guardando il fondo dell'occhio abbiamo un'immagine del genere con l'oftalmoscopio. Vediamo il fondo dell'occhio perché la cornea è trasparente, nel foro pupillare ci passa la luce, il cristallino è trasparente e l'umor vitreo pure. Quindi ciò che osserviamo è l'aspetto della retina come appare all'oftalmoscopio. Vediamo un punto in cui cominciano ad uscire le arterie, è la papilla del nervo ottico da cui si dipartono i rami venosi ed arteriosi dell'arteria centrale della retina, e quindi dell'oftalmica, che possiamo osservare. Non vediamo i vasi corioidei. Eccentricamente poi vediamo una depressione della retina stessa con al centro una macchia più scura. Quella è la macula lutea con la fovea centrale, punto della visione distinta. Qui sembra quasi che i vasi sanguigni scappino, non ce ne sono.

L'osservazione della retina non è importante solo per gli oculisti che possono trovare danni retinici, distacchi vascolari o altro, è anche un segnale importante anche per il chirurgo generale, perché dà enormi informazioni sullo stato di salute dell'individuo. Molte malattie hanno un riflesso soprattutto sull'oftalmica e sui vasi retinici.

Per esempio nel diabete si ha una caratteristica lesione dei vasi retinici che dipende dall'arteriopatia generalizzata in tutto il corpo del diabetico.

Nell'ipertensione arteriosa ci sono lesioni che si vedono benissimo guardando questi vasi, queste arteriosclerosi della retina.

Quindi il fondo dell'occhio è uno specchio dello stato di salute dell'individuo.

Ma non solo, anche in malattie del SNC a volte drammatiche, come i tumori cerebrali. Per esempio infatti se noi osserviamo la regione della papilla, se la papilla è gonfia, si estroflette, è un brutto segnale. È un segnale che probabilmente indica ipertensione endocranica (non arteriosa, non c'entra nulla), cioè un aumento di pressione del liquor cefalo-rachidiano, che può essere spia di un tumore cerebrale. La papilla si estroflette perché ricordiamo la particolarità del nervo ottico: non ha un perinevrio come i normali nervi cranici e spinali, ma è circondato da meninge e da spazio subaracnoideo, quindi il liquor arriva fino al punto d'ingresso (o di uscita) del nervo ottico dal bulbo, su controllo del nervo ottico stesso. Quindi avverte la pressione del liquor anche a livello della papilla che avrà una tendenza ad estrolettersi all'interno del bulbo oculare.

Ricordiamo che nella parte inferiore dell'iride e per tutta la retina c'è lo strato pigmentato che s'interrompe a livello della papilla, laddove inizia il nervo ottico. In un soggetto con occhi estremamente chiari, è possibile vedere con l'oftalmoscopio anche i vasi della corioideea.

Il nervo ottico è circondato da una meninge la cui dura madre è la stessa che riveste l'encefalo. Sulla parte esterna c'è il liquor. Sotto la dura madre c'è poi la pia madre e l'aracnoide che sta sul nervo.

STRATI DELLA RETINA:

- EPITELIO PIGMENTATO
- STRATO DEI CONI E DEI BASTONCELLI
- Membrana limitante esterna
- STRATO DEI GRANULI ESTERNI
- STRATO PLESSIFORME ESTERNO
- STRATO DEI GRANULI INTERNI
- STRATO PLESSIFORME INTERNO
- STRATO DELLE CELLULE MULTIPOLARI
- STRATO DELLE FIBRE NERVOSE
- Membrana limitante interna

La retina è formata da una serie di strati (vedere i dettagli sul libro) con tanti neuroni. La parte esterna della retina è quella che guarda verso la corioideea mentre la parte interna guarda verso l'umor vitreo. Al confine con la corioideea, alla base, c'è sempre l'epitelio pigmentato, lo stesso che sta nella parte posteriore dell'iride. Poi nella parte nervosa della retina (che parte dall'ora serrata) c'è tutto un susseguirsi di strati. In questi strati ci sono delle palline nere che sono i nuclei di cellule, i neuroni. Sono i nuclei dei tre corpi di neuroni che costituiscono la retina.

Lì dove si trovano i corpi cellulari dei neuroni si parla di **strati granulari**, c'è lo strato dei granuli esterni, lo strato dei granuli interni e lo **strato delle cellule multipolari**.

Il primo neurone della via ottica si trova nello strato dei granuli esterni, cioè verso la parte esterna, verso la corioideea.

Ma andiamo con ordine: lo strato più basale, come già detto, è l'"epitelio pigmentato".

Subito dopo questo strato troviamo il citoplasma e i pirenofori dei coni e dei bastoncelli che costituiscono i fotocettori, coloro che ricevono i fotoni e li trasformano in segnali nervosi. Sono quindi dei neuroni direttamente sensibili alla luce. Il citoplasma dei coni e dei bastoncelli guarda verso l'epitelio pigmentato mentre i nuclei guardano all'interno. Lo "strato dei coni e dei bastoncelli" è una sorta di espansione citoplasmatica verso l'epitelio pigmentato delle cellule dei granuli ^{ESTERNI} interni. Sotto i nuclei c'è uno strato di fibre, detto "strato plessiforme esterno", che corrisponde agli assoni di questi fotocettori, che vanno al secondo neurone che è nello strato dei granuli interni, dove troviamo neuroni bipolari.

* NELLA CORIOIDEA TROVIAMO UNA SERIE DI VASI SANGUIGNI
* RETINA È PROIEZIONE VERSO L'INTERNO DELL'ENCEFALO

STRATO PLESSIFORME INTERNO

A questo livello partono pochi, ma altri [↓] assoni, che si dirigeranno verso il terzo neurone: le cellule multipolari. Lì ci sarà un'ulteriore sinapsi e poi partono gli assoni, praticamente a livello dell'umore vitreo, che eccentricamente percorrono tutto l'interno del bulbo fino a raggiungere la papilla del nervo ottico dove si uniscono per formare il nervo ottico.

Quindi gli assoni che vanno al nervo ottico sono i prolungamenti dei neuroni multipolari.

C'è poi uno "strato plessiforme interno" tra quello dei granuli interni e quello delle cellule multipolari. E poi c'è lo "strato delle fibre nervose" perché questi sono gli assoni del nervo ottico. Il nervo ottico poi si continuerà, come già detto, con arteria e vena centrale retinica.

La luce deve passare attraverso tutti questi strati, inclusi i vasi che vengono dall'arteria e dalla vena centrale della retina e alla fine deve arrivare al citoplasma dei fotorecettori. La fovea è la depressione che fa sì che la retina sia molto sottile a questo livello.

Oltre ai tre neuroni messi in serie ci sono anche cellule amacrine e cellule orizzontali, altri neuroni che stanno nella retina, ma questi sono neuroni di associazione.

Tutta (o quasi completamente tutta) la retina è fotosensibile, ma è importante che la luce arrivi in un punto preciso quando ci concentriamo per mettere a fuoco, cioè quando vogliamo che il cristallino faccia convergere i fasci verso la regione della visione distinta. **FOVEA CENTRALE**

Nella regione della fovea, lo strato dei coni e dei bastoncelli è un po' più alto, perché prevalgono i coni rispetto ai bastoncelli. I bastoncelli sono sensibili alla luce in generale, senza distinzione di lunghezza d'onda, captano tutto lo spettro del visibile, dall'infrarosso all'UV. I coni invece sono sensibile al "tipo" di luce, distinguono le varie frequenze, da noi interpretate come colori.

La caratteristica dei fotorecettori, che sono i primi neuroni della via ottica, è quella di essere cellule pigmentate, al di là del pigmento presente nell'epitelio basale pigmentato. Questi pigmenti del citoplasma di coni e bastoncelli sono diversi, formati da proteine molto complesse che in coppia col fattore terminale di derivazione dalla vitamina A, l'acido retinoico, sono in grado di modificare la loro conformazione quando captano la luce.

Alcuni di questi pigmenti sono sensibili rispetto a tutte le frequenze, altri no. Ad esempio alcuni coni sono sensibili ad un tipo di luce, altri ad altri tipi. In genere sono tre i coni fondamentali, sensibili ai tre colori fondamentali in base ai quali si formano tutti gli altri: il rosso, il blu ed il giallo. A seconda di quale cono si sollecita, noi vediamo il colore. Questo perché il pigmento che sta nei coni è sensibile ai tipi diversi di frequenza di luce, invece quello dei bastoncelli no. Gli occhi degli animali sappiamo essere poco ricchi di coni. Come ad esempio i gatti. I gatti vedono malissimo i colori, però in compenso distinguono molto bene anche la luminosità più tenue. Il gatto infatti è un cacciatore anche notturno, perciò la loro retina si è adattata a percepire non il colore ma le variazioni d'intensità luminosa e alla vita notturna.

Coni e bastoncelli sono presenti in tutta la retina, ma nella fovea centrale del nostro occhio sono molto concentrati i coni e ciò spiega perché lo strato dei fotorecettori è più alto. Questo non è casuale, noi dobbiamo mettere a fuoco in quel punto, quindi in quel punto è importante che siano concentrati i coni che ci permettono di distinguere i colori.

Inoltre lo strato dei granuli esterni c'è anche nella depressione centrale della fovea, ma poi da questo strato in poi le fibre divaricano, se ne vanno di lato, e quindi le cellule dei granuli ^{INTERNI} e poi i neuroni multipolari, vengono deviati verso l'esterno. Questo fa sì che nella fovea centrale la luce entra praticamente immediatamente a contatto con i fotorecettori. Tra l'altro ribadiamo che nella fovea non ci sono neppure i vasi sanguigni: tutto è divaricato verso l'esterno. Quindi nella fovea centrale in realtà troviamo lo strato dei fotorecettori soltanto, ci sono poi le fibre che si dirigono alle cellule dei granuli ^{INTERNI} ma queste deviano di lato. \emptyset

^{DETERMINA}
^X
^{IL}
^{E NEURONI} [Nel citoplasma di un cono o di un bastoncello, che forma lo strato dei coni e dei bastoncelli mentre il loro nucleo forma lo strato dei granuli esterni, ci sono dei ripiegamenti verso l'interno del plasmalemma dove si concentrano i pigmenti fotosensibili. Modificano la loro conformazione in seguito all'"attacco" di un fotone, poi si attiva una catena enzimatica a carico di un enzima che è la fosfodiesterasi cAMP. Si abbassano i livelli di cAMP all'interno di queste cellule e questo scatena

la chiusura di canali ionici che provocano iperpolarizzazione della membrana esterna. Questo vuol dire variazione di potenziale che viene trasmessa, tramite lo strato plessiforme esterno, alle fibre dei neuroni bipolari che poi la trasmetteranno ai neuroni multipolari che è lo strato finale ecc. e così parte l'impulso nervoso.

La via ottica (Netter tav. 114) * 4° NEURONE STA' NEL "CORPO GENICOLATO LATERALE" ED ASSONI

Dal nervo ottico ci sono gli assoni già del terzo neurone, la cellula multipolare, si va al quarto neurone che sta nel metatalamo, nei corpi genicolati laterali. Da qui parte il quarto neurone che raggiunge la scissura calcarina nel lobo occipitale. ^{DI QUESTA RADIAZIONE OTTICA FINIRANNO NELLA "CORT. CALCARINA" DEL L. OCCIPIT.} Lì c'è la regione della visione distinta. A livello di coscienza l'immagine si forma nel lobo occipitale; sappiamo che esistono altre aree visive importanti nel cervello ma questa è la più importante.

Nel chiasma c'è uno scambio di fibre. Vengono scambiate solo le fibre che provengono dalla parte nasale cioè interna delle retine. Quelle che vengono dalle parti temporali provengono dallo stesso lato. Ricordiamo com'è l'immagine che si forma sulla retina, è invertita e rovesciata.

Vediamo dove vanno a finire le immagini a sinistra dell'osservatore e quelle a destra. Ciò che è a sinistra andrà a sbattere sulla parte temporale della retina di destra e nello stesso tempo, sulla parte nasale, interna, della retina di sinistra. Ciò che invece viene dal mondo destro rispetto all'osservatore, andrà a sbattere contro la parte temporale della retina di sinistra e la parte nasale della retina di destra. Le parti temporali non s'incrociano, restano omolaterali. Invece quelle che vengono dall'altro lato si scambiano nel chiasma. Il risultato finale è che ad esempio ciò che veniva da sinistra va a sbattere sulla parte temporale della retina di destra e sulla parte nasale della retina di sinistra. Tutto questo va a finire nel tratto ottico di ^{SINISTRA} destra. Viceversa tutto ciò che viene da destra va a finire nel tratto ottico di ^{DESTRA} sinistra. Quindi alla fine il cervello di sinistra riceve le immagini che vengono dalla destra dell'osservatore mentre il lobo occipitale di destra riceve le immagini che vengono dalla sinistra dell'osservatore.

Quindi bisogna ricordare che s'incrociano nel chiasma dei nervi ottici soltanto le componenti nasali degli assoni delle cellule multipolari, il che vuol dire solo quello che proviene, da destra e sinistra, dalle parti esterne, i lati più laterali del campo visivo, andando a finire sulle parti nasali.

Questo spiega il sintomo che c'è se si ha tumore all'ipofisi che comprime il chiasma. Oltre ai sintomi endocrini, il primo segnale sarà un difetto nella visione. Si vede come se si avessero dei paraocchi. Si ha l'impressione di non vedere bene le parti più esterne del campo visivo, di vedere bene solo centralmente. Questo perché sono le fibre del chiasma quelle ad essere colpite e quindi magari distrutte dal tumore che comprime il chiasma. E questo è il segnale che ricevono le retine nasali, quello dal campo visivo laterale del mondo sia a destra che a sinistra.

* NON TUTTI GLI ASSONI TERMINANO NEL C. GENIC. LAT. ; ALCUNI TERMINANO NEI COLLICOLI DELLA LAMINA QUADRIG., IN B.

Riflessi visivi. Del riflesso della luce ne abbiamo già parlato, ripetiamo brevemente. Se c'è tanta luce il nervo ottico trasmette un segnale va nel tubercolo quadrigemello superiore lì dove ci sono i nuclei pretettali. Da lì partono dei segnali che vanno al nucleo di Edinger e Westphal dell'oculomotore.

Si è detto che le fibre dei tratti ottici arrivano ai tubercoli quadrigemelli superiori, ma in realtà arrivano prima ai corpi genicolati laterali del metatalamo. Alcune fibre importanti dei tratti ottici non vanno però ai corpi genicolati laterali ma vanno a seguire la via del riflesso visivo della luce, vanno ai nuclei pretettali. Danno l'informazione -tanta luce- ed automaticamente il nucleo pretettale attiva il nucleo di Edinger e Westphal, ganglio ciliare, sfintere della pupilla, chiusura dell'iride.

Quindi molta luce si chiude la pupilla.

Allo stesso tempo dai nuclei pretettali parte la via tetto-spinale che va a C8-T1 del MS, dove inibisce il centro spinale della dilatazione della pupilla. Quindi viene bloccato il ganglio cervicale superiore, e quindi il dilatatore della pupilla non si contrae impedendo alla pupilla di dilatarsi.

Quando c'è poca luce il riflesso è l'opposto. Il nucleo di Edinger e Westphal non viene eccitato dai nuclei pretettali, il ganglio ciliare non si attiva e lo sfintere pupillare non si contrae. Viceversa termina l'effetto negativo della via tetto-spinale sul centro spinale ed automaticamente il dilatatore della pupilla si contrae.

Questo è importante perché per vedere se un individuo è in coma si guardano le pupille: se il coma ha colpito il TE, che è la parte più grave, il coma avanzato, questa via non funziona più e la pupilla si allarga. Se si dà uno stimolo luminoso la pupilla resta allargata, perché non c'è più l'inibizione della via tetto-spinale.

Gli altri riflessi da ricordare sono il riflesso corneale ed il riflesso di accomodazione.

Il riflesso di accomodazione riguarda il diametro del cristallino. Quando il muscolo ciliare non è contratto le fibre zonulari sono tese e il cristallino è allungato in senso verticale, quindi schiacciato in senso antero-posteriore. Quando si contrae il muscolo ciliare, paradossalmente la tensione delle fibre zonulari si allenta e il cristallino è libero di espandersi in senso antero-posteriore. Questo avviene quando il fuoco degli occhi si sposta per mettere a fuoco un punto. E' questa una funzione, la capacità di accomodarsi, che manca nel tendine.

Il fuoco dell'immagine tende, proprio perché il cristallino resta troppo lungo in senso verticale quando perde di elasticità ed anche il muscolo ciliare inizia a funzionare male, il fuoco tende a formarsi troppo lontano e quindi l'individuo si allontana dal fuoco dell'immagine.

Quando invece aumenta la biconvessità del cristallino l'immagine tende ad essere messa a fuoco in un punto più vicino all'interno della retina.

Il muscolo ciliare è sempre controllato dal nucleo di Edinger e Westphal, la parte parasimpatica dell'oculomotore. Questa volta però la via riflessogena non coinvolge il nervo ottico, o meglio non solo il nervo ottico, ma anche il cervello. C'è un'intenzione volontaria di vedere meglio quando si "accomoda". Anche se non ce ne si rende perché è un fatto parasimpatico, conto è intervenuto il cervello. Questo perché, dall'area occipitale partono dei segnali che in qualche modo arrivano ai nuclei pretettali e quindi al nucleo di Edinger e Westphal, stavolta non per lo sfintere pupillare, ma per la parte che si occupa dei muscoli ciliari.

E' quindi un riflesso molto complesso in cui interviene anche la corteccia cerebrale.

Il riflesso corneale è molto semplice e banale. Riguarda due nervi cranici, uno è il trigemino e l'altro è il faciale. Quando tocco la cornea o la congiuntiva, come abbiamo detto la cornea non è vascolarizzata ma è innervata, queste sono zone molto sensibili. Immediatamente si ha la chiusura dell'occhio per contrazione del muscolo orbicolare delle palpebre, che è controllato dal faciale (VII). Il faciale è arrivato con la branca oftalmica del trigemino (V). Quindi c'è un riflesso, a livello del TE tra trigemino, parte afferente del riflesso, ganglio del Gasser dove c'è il pirenoforo della fibra sensitiva della cornea poi il nucleo di terminazione del trigemino, e lì parte un assone verso il nucleo motore del nervo faciale che automaticamente provoca la contrazione dell'orbicolare delle palpebre. In questo modo noi cerchiamo di difendere il bulbo oculare da corpi esterni.

7 giugno 2006

ORECCHIO

(Netter tav.87)

Parliamo di un altro organo di senso specializzato. L'orecchio è l'organo dell'udito e dell'equilibrio.

L'apparato uditivo si distingue in tre porzioni ben definite.

La prima è l'orecchio esterno, cioè la regione del padiglione auricolare che si continua col condotto uditivo esterno e termina con una membrana che segna il limite dell'antico ectoderma, la membrana del timpano. Al di là della membrana del timpano che si vede come una formazione biancastra che si vede rappresentata in fondo al condotto uditivo esterno. Siamo nel cosiddetto orecchio medio. A questa altezza si trovava nel cranio il meato acustico esterno dell'osso temporale. Accediamo all'area dell'orecchio medio o cavo del timpano.

Il cavo del timpano è una cavità che contiene aria che non proviene dal condotto uditivo esterno, che è completamente separato dal meato dalla membrana del timpano, ma proviene dalla regione faringea e precisamente dalla rinofaringea; cioè la porzione alta della faringe lì dove inizia la tuba di Eustachio. Nell'osso temporale c'era la doccia della tuba uditiva che è parzialmente ossea, soltanto per una piccola parte. C'è una piccola incisione, una piccola doccia, sulla base dell'osso temporale parallela al canale carotico che sta nella piramide. Il resto della tuba è formato da cartilagine. La tuba si apre nella cavità faringea, nella parte alta, ed è in realtà virtualmente chiusa. Dell'aria penetra qui dentro quando ad esempio facciamo dei movimenti di deglutizione, ingoiando, e quindi muoviamo dei muscoli faringei, si apre per un momento questa tuba e l'aria entra. Normalmente l'aria che viene contenuta nel cavo del timpano ha la stessa pressione dell'aria atmosferica. La tuba è virtualmente chiusa e si apre soltanto periodicamente, quando noi sbadigliamo oppure noi deglutiamo. Quando la pressione atmosferica esterna cambia, ad esempio quando saliamo velocemente con l'ascensore si ha l'impressione che si tappi l'orecchio, cioè che ci si sente male poiché la pressione atmosferica diminuisce drasticamente mentre saliamo. La pressione che stava dentro era quella originaria (del piano terra) di conseguenza la pressione interna è maggiore di quella esterna e la membrana del timpano viene estroflessa, quindi viene messa in tensione e questo riduce la sua capacità di vibrare. La stessa cosa succede, al contrario se da una situazione di bassa pressione passiamo ad alta pressione, ad esempio sott'acqua e ci immergiamo troppo rapidamente succede il contrario. La pressione esterna diventa molto maggiore di quella interna e quindi la membrana si introflette allo stesso modo e anche questo riduce la sua capacità di trasmettere i suoni. I suoni sono delle onde di compressione e decompressione dell'aria che vengono raccolti dal padiglione auricolare e mettono in vibrazione questa membrana. Questa vibra esattamente con la stessa intensità e frequenza dell'onda sonora. Al di là della membrana c'è una serie di piccole ossa articolate tra di loro con delle piccole articolazioni sinoviali con tanto di capsula articolare e quindi soggette ad artrosi e questo spiega col passare degli anni si senta sempre meno. Il primo ossicino è il martello che è appoggiato letteralmente alla membrana del timpano, l'incudine ed infine la staffa. La staffa appoggia sulla membrana che guarda verso la terza parte dell'orecchio che è l'orecchio interno completamente chiuso.

L'orecchio interno è scavato all'interno della rocca petrosa dell'osso temporale. Lì dentro è nascosto l'organo di ricezione dell'udito e dell'equilibrio, che è una funzione diversa. Questa è la chiocciola, che controlla l'udito, il vestibolo ha i canali semicircolari per la propiocezione statocinetica cioè il senso dell'equilibrio.

Vi è aria non solo nel cavo del timpano e nella tuba che comunica con la rinofaringe, ma anche nell'antro mastoideo dell'osso temporale che corrisponde più o meno al processo mastoideo. È una sorta di seno paranasale, in questo caso dovremmo chiamarlo seno parafaringeo. L'antro mastoideo sta al di là, più posteriormente rispetto a questa cavità e comunica con il cavo del timpano. Vi è aria all'interno di questo osso, la stessa aria che c'è nel cavo nel timpano e nella tuba di Eustachio.

I movimenti di rarefazione e di compressione dell'aria vengono trasmessi dalla membrana del timpano a questa catena di ossicini che in qualche modo amplificano questo movimento. La staffa è l'ultimo degli elementi che trasmette il movimento ad una membrana che chiude superiormente la finestra detta finestra ovale, che è l'accesso all'orecchio interno.

L'orecchio interno è formato dal cosiddetto labirinto osseo. Il labirinto osseo contiene un liquido detto perilinf. La perilinf. non è nient'altro che liquor cerebro-spinale. Infatti vedremo che c'è una

comunicazione tra questo spazio parasimpatico che sta nel labirinto osseo e lo spazio subaracnoideo della fossa cranica posteriore, a livello della dura madre della fossa cranica posteriore.

All'interno del labirinto osseo si nasconde un secondo labirinto chiamato **labirinto membranoso** che qui si vede disegnato in celestino. Questo segue la forma del labirinto osseo e, al suo interno, ci sono i veri organi di senso dell'udito e dell'equilibrio.

La chiocciola consta di una forma a spirale con due giri e mezzo circa e questo condotto, detto condotto endolinfatico e che corrisponde al labirinto osseo, segue questi giri.

Va in oltre considerato che lo spazio del labirinto osseo contiene la perilinfia che traspare dal condotto endolinfatico che sta nel condotto cocleare.

Il condotto cocleare è appoggiato su un lato della spirale e, come vedremo, in realtà ciascun giro della spirale ossea è diviso in due rampe completamente separate tra loro dette **rampa vestibolare** e **rampa timpanica** che sta sotto. Questo vale per i due giri e mezzo della chiocciola. In mezzo c'è il condotto endolinfatico che praticamente separa fisicamente le due rampe. ~~non è altro che il canale della perilinfia con il canale della perilinfia~~

Ciò che succede è che la trasmissione delle vibrazioni della staffa viene trasmessa dal liquido che sta qui dentro, nella rampa vestibolare e sale per due giri e mezzo col movimento del liquido. Arrivato all'apice le due rampe comunicheranno tra loro. A questo livello c'è il cosiddetto **elicotrema** che è appunto il punto di comunicazione tra rampa vestibolare della chiocciola e rampa timpanica. A questo punto il liquido continua il suo movimento, questa volta all'interno della ^{RAMPA} rampa timpanica tomando verso l'orecchio medio. Il liquido però naturalmente non esce dall'orecchio ^{INTERNO} medio perché c'è una seconda membrana, la **finestra della chiocciola**, che si estroflette oppure s'introflette verso o, dall'orecchio medio. Quindi c'è un continuo movimento di andirivieni della perilinfia che segue nella rampa vestibolare e poi nella timpanica, i movimenti della staffa. (Roto)

I movimenti della perilinfia sono trasmessi al condotto endolinfatico che sta in mezzo e dentro a questo c'è l'organo di ricezione dell'udito che è l'**organo del Corti**.

Sempre nello spazio perilinfatico si trova poi il labirinto membranoso che è l'organo di ricezione della propriocezione statocinetica. Questo consta di varie formazioni che pure ricalcano la forma del labirinto osseo e sono: **utricolo, sacculo e canali semicircolari**.

Una cosa importante da ricordare è che all'interno del cavo del timpano, oltre alla catena di ossicini, ci sono altre formazioni.

Una di queste è la corda del timpano di cui abbiamo recentemente parlato. Questa è un ramo del nervo faciale, quello che trasporta fibre parasimpatiche pregangliari destinate al ganglio sottomandibolare in uscita, mentre in entrata trasporta fibre sensitive di tipo gustativo che provengono dai 2/3 anteriori della lingua. Ricordiamo che queste fibre viaggiano all'inizio nel nervo linguale (ramo del mandibolare del trigemino), poi entrano in questa corda che è un ramo del faciale. La corda del timpano entra nell'osso temporale passa fisicamente all'interno del cavo del timpano, poi passa tra il martello e l'incudine e poi entra nell'osso temporale dove incontra il canale del nervo faciale dove c'è il nervo faciale. Ricordiamo che il faciale entra nel meato acustico esterno, fa il ginocchio dove c'è il ganglio genicolato (ganglio sensitivo), poi esce in basso dal foro stilo-mastoideo e all'interno del canale emette la corda del timpano. Oltre alla corda del timpano il faciale emette un altro ramo muscolare importante, sempre nel canale del faciale, che si chiama **nervo stapedio**. Questo innerva un muscoletto striato molto piccolo nascosto all'interno dell'osso temporale, da cui parte un tendine che va alla staffa. Quando questo piccolo muscolo si contrae la staffa viene tirata via ^{FINESTRA} dalla finestra in cui vibra, di conseguenza si riduce la capacità della staffa di trasmettere i movimenti delle onde sonore amplificate alla linfa e quindi si riduce la nostra capacità di udire.

Il **muscolo stapedio** è dunque innervato dal faciale (VII). In effetti la cosa più importante che innerva il faciale sono i muscoli mimici della faccia, perciò quando sentiamo ad esempio un rumore stridente facciamo una smorfia, cioè attiviamo i muscoli mimici tramite il faciale e, senza saperlo, attiviamo anche il nervo stapedio. In questo modo la staffa viene tirata via dalla finestra.

Viceversa, se noi vogliamo concentrarci su un suono, vogliamo concentrarci in mezzo al caos cioè vogliamo ascoltare bene qualcosa anche se c'è tanto rumore, digrignamo i denti e ci concentriamo. Quando digrignamo i denti utilizziamo il nervo cranico che controlla i muscoli masticatori, cioè il mandibolare del trigemino. Il mandibolare del trigemino innerva un altro muscoletto che pure sta nell'osso temporale, ed è parallelo al canale carotico. Il suo tendine va al martello. E' il **muscolo tensore del timpano**. Quando si contrae questo muscolo tira il martello e di conseguenza tira un po' verso l'interno la membrana del timpano. Questo aumenta la capacità della membrana di vibrare, amplifica in qualche modo la sua capacità vibratile di risposta ai suoni.

* VEDI TURB EUSTACCHIO →

* TRIANGOLO UMIANO → parte orecchio esterno

Per cui, se noi digrignamo i denti attivando i masticatori, utilizziamo il mandibolare del trigemello che fa contrarre anche questo muscoletto che manda in tensione la membrana del timpano aumentando la sua capacità di vibrare.

Bisogna ricordare quindi che nell'orecchio medio ci sono questi due muscoli con tanto di tendinini, quello del tensore del timpano che va al martello ed è innervato dal mandibolare del trigemino, e quello dello stapedio che arriva alla staffa ed è innervato da un ramo del faciale che si diparte dal canale del nervo faciale. Il nervo faciale ed il trigemino hanno dunque in questo senso qualcosa a che vedere col senso dell'udito. Ma la corda del timpano non c'entra nulla. Però se noi abbiamo l'otite media, cioè un'infezione all'interno della cavità timpanica, questa può anche colpire la corda del timpano e quindi si può avere alterazione del gusto, una strana sensazione, a causa di un'otite media, oppure abbiamo disturbi nella salivazione delle ghiandole sottolinguali e sottomandibolari (non della parotide che è innervata dal glosso-faringeo).

Un altro ramo nervoso importante che va ad un muscolo nervoso che troviamo sul foro dell'orecchio medio guardando verso l'orecchio interno, è un nervo che si chiama **nervo timpanico del Jacobson**. Questo nervo passa sotto la mucosa del versante interno del cavo timpanico che praticamente sta a contatto col giro basale della chiocciola. Questo è un ramo del nervo glosso-faringeo ed è importante perché trasmette la sensibilità del cavo timpanico. Ricordiamo che il glosso-faringeo trasmette la sensibilità della regione faringea e non solo, anche dell'orecchio medio. (Gola)

Questo ramo del glosso-faringeo contiene anche fibre di natura parasimpatica pregangliare che poi, in uscita nell'osso temporale, vanno a formare il nervo piccolo petroso superficiale che porta, uscendo dal temporale, al ganglio otico che è quello che controlla la parotide. Da qui infatti partono le fibre postgangliari che vanno al ramo auricolotemporale del mandibolare del trigemino che andrà alla parotide. Di conseguenza in un'otite media che colpisca anche il nervo timpanico del Jacobson può provocare disturbi di salivazione anche alla parotide perché è stato coinvolto anche il timpanico del Jacobson che trasporta il dolore dell'orecchio medio. Mentre il dolore dell'orecchio interno, (dalla membrana del timpano in poi) è territorio d'innervazione del trigemino ed anche del vago che ha una piccola area all'interno del padiglione auricolare che presenta infatti innervazione mista dal punto di vista sensitivo, del vago e della mandibolare del trigemino.

Rivediamo come viene trasmesso il movimento della catena degli ossicini (quindi della membrana del timpano, quindi le opere di compressione e rarefazione dell'aria che sono le onde sonore) all'orecchio interno. Gli ossicini trasmettono il movimento alla finestra. La perilinfa inizia a muoversi all'interno del condotto cocleare. In mezzo c'è il condotto endolinfatico, lì dove c'è l'organo del Corti che trasforma i movimenti meccanici in segnali nervosi. C'è la rampa vestibolare e l'elicotrema, all'apice dei due giri e mezzo della spirale della chiocciola. Da lì il movimento torna a ritroso nella rampa timpanica e questo meccanismo alla fine produrrà l'estroffessione della cosiddetta finestra della chiocciola. Questa guarda verso l'orecchio medio, proprio come la finestra ovale che sta su e su cui si appoggia la staffa.

Il condotto endolinfatico è dunque una specie di scacciapensieri che vibra in corrispondenza di questi movimenti che corrispondono a loro volta alle onde sonore.

(Netter tav.91) In proiezione, nella rocca petrosa dell'osso temporale, possiamo schematicamente vedere anche il labirinto membranoso che ricalca esattamente il labirinto osseo. Ricordiamo che siamo all'interno della piramide dell'osso temporale e poi, subito davanti, c'è la rocca petrosa. Siamo al confine tra fossa cranica media e fossa cranica posteriore. Il meato acustico interno, lì dove entra il nervo stato-acustico (VIII) e anche il nervo faciale, sta sul versante della fossa cranica posteriore.

Vediamo rappresentato il calco osseo del labirinto osseo. Vediamo a sinistra la chiocciola e l'area del vestibolo con le due finestre, una per l'appoggio della staffa e l'altra è quella della chiocciola in basso. Dal vestibolo dipartono poi i canali semicircolari che sono orientati più o meno secondo i piani fondamentali dello spazio inclinati però leggermente. Ed è intuitivo che la loro posizione serve per far capire com'è la posizione della nostra testa nello spazio e soprattutto i suoi movimenti.

All'interno sia della chiocciola sia del vestibolo che dei canali circolari dunque c'è la perilinfa. La perilinfa in realtà, come già detto, è liquido che viene dallo spazio subaracnoideo della fossa cranica posteriore con cui questo labirinto comunica.

(Netter tav.90) Qui è stato aperto il labirinto osseo e tolto il labirinto membranoso, per dimostrare come nel versante del vestibolo e nel versante dei canali semicircolari si ha uno spazio unico del labirinto osseo e dentro c'è il labirinto membranoso corrispondente adagiato su un lato.

Mentre nella parte cocleare della chiocciola, dove ci sono i due giri e mezzo, è completamente divisa in due da una lamina ossea che è la lamina spirale ossea che quindi divide i due giri e mezzo in due rampe. C'è a rampa vestibolare e quella timpanica. Laddove comunicano le due rampe, cioè laddove s'interrompe la lamina spirale ossea, all'apice, c'è l'elicotrema.

Il condotto endolinfatico o cocleare è appoggiato sulla lamina spirale ossea ed insieme a questa, completa la divisione di ciascun giro della spirale cocleare in una rampa superiore vestibolare ed una inferiore timpanica. In basso c'è invece il labirinto membranoso. La forma ricalca esattamente quella del labirinto osseo. Qui lo vediamo dal versante interno ed in particolare, sono rappresentati l'(VIII) paio che entrato nel meato acustico interno, si dirige al labirinto membranoso. C'è il nervo cocleare o acustico che va verso la chiocciola perché quello è l'organo dell'udito, e il nervo vestibolare che invece va verso il vestibolo ed i canali semicircolari.

Il nervo vestibolare presenta un rigonfiamento al suo inizio che è il ganglio vestibolare. Qui ci sono i pirenofori dei neuroni che trasmettono il segnale della propriocezione statocinetica al cervello. Sono classici neuroni sensoriali, con una branca centripeta ed una centrifuga. La centrifuga va al vestibolo ed alle cosiddette ampolle, che sono delle dilatazioni che si trovano asimmetricamente su ciascuno dei tre canali semicircolari. Nelle ampolle, nell'utricolo e nel sacco che sono altre due formazioni che riempiono il vestibolo, ci sono i sensori.

Per quanto riguarda il ^{udito} meato acustico invece il ganglio sta all'interno della spirale. I pirenofori dei neuroni del nervo cocleare, primo neurone (di senso) della via acustica, si trovano fisicamente nascosti dentro la spirale ossea.

(Netter tav. 91) Il condotto cocleare è a fondo cieco, forma un tubicino chiuso al suo apice. I due labirinti membranosi, quello della chiocciola e quello del vestibolo con i canali, comunicano tramite il cosiddetto dotto reuniens, che è molto sottile.

I movimenti della perilinfa vengono trasmessi a questo ^{condotto cocleare} ~~rampa~~ ma non nel versante vestibolare, anche se la perilinfa è la stessa. Questo succede per una questione fisica: è il movimento che va lì e non lì. Però, se c'è un suono troppo violento, ad esempio ci scoppia un petardo a due passi, ci sentiamo, come si dice "rintronati". A parte l'udito che fischia, abbiamo anche uno sbandamento, può girare la testa e possiamo cadere per terra, perdiamo per un attimo il senso dell'equilibrio, questo succede perché il movimento della perilinfa è stato così violento da essere trasmesso per forza anche in quest'altro versante.

L'endolinfa è completamente diversa dalla perilinfa. È un liquido che, dal punto di vista della composizione ionica, somiglia molto ai liquidi intracellulari anziché a quelli extracellulari. Per esempio c'è molto potassio e c'è pochissimo sodio, l'esatto opposto di ciò che accade nei liquidi ^{extra} intracellulari. Quando si muove la perilinfa, si muove anche l'endolinfa ed è quest'ultima che ecciterà l'organo del Corti nascosto nel canale.

Sebbene ci sia continuità tramite il dotto reuniente, il movimento comunque non passa attraverso questo dotto peraltro molto sottile.

Utricolo e sacco sono le due formazioni membranose che riempiono il vestibolo mentre i canali semicircolari presentano, alla loro origine, delle dilatazioni che abbiamo chiamato dilatazioni ampollari. Ed è proprio nelle ampolle, oltre che nell'utricolo e nel sacco, che sono presenti i sensori. Sono i sensori della propriocezione statocinetica vale a dire sensori per la posizione della nostra testa nello spazio. Noi anche ad occhi chiusi controlliamo la posizione della nostra testa nello spazio, e non solo, anche i movimenti.

La posizione della testa sono soprattutto i movimenti dei canali semicircolari, e, sia i canali semicircolari che la macula del sacco che la macula dell'utricolo poi pensano ai movimenti della testa.

Se noi muoviamo la testa ci sarà, per inerzia, un movimento dell'endolinfa all'interno di questi canali e ci saranno dei sensori che lo registrano.

Abbiamo detto che invece la perilinfa è in effetti liquor. E infatti esiste comunicazione tra lo spazio perilinfatico e la dura madre della fossa cranica posteriore, dove c'è lo spazio subaracnoideo con del liquor. Quindi se c'è un'infezione dell'orecchio medio, mettiamo ad esempio un raffreddore complicatosi poi con un raffreddore e poi con un'otite media perché la tuba di Eustachio comunica con la faringe, l'infezione può trasmettersi all'orecchio interno. Ci può essere una "labirintite".

Se l'infezione si trasmette alla perilinfa diventa davvero grave perché questa è in comunicazione con lo spazio subaracnoideo, e quindi può portare una meningite.

Quindi un banale raffreddore o mal di gola può trasformarsi in meningite se non viene curato.

La chiocciola, come già detto, consta di due giri e mezzo e, all'apice c'è la comunicazione tra rampa timpanica e vestibolare. La lamina ^{spirale} ossea, incompleta, divide i due spazi. Ad accompagnare la divisione c'è il condotto cocleare il dov'è l'endolinfa e l'organo del Corti.

In sezione il ^{condotto} cocleare è triangolare e presenta una lamina basale praticamente continua con la spirale ^{ossea} completando la divisione in due rampe timpanica e vestibolare di ciascun giro della chiocciola. Inoltre c'è un'altra membrana. La membrana vestibolare o del Reissner, una piccola membrana che separa lo spazio endolinfatico dalla rampa vestibolare della perilinfa.

Se guardiamo in alto vediamo come appare in sezione la chiocciola con i suoi giri a varie altezze. In ciascun giro c'è una perfetta divisione tra le due rampe.

L'organo del Corti sta appoggiato sulla lamina basale.

All'apice dei giri, nella regione dell'elicotrema, non c'è più divisione tra le due rampe.

ORGANO DEL CORTI. (Netter tav. 91 in basso) del ^{condotto} ENDOLINF. (COCLEARE)

L'organo del Corti è appoggiato alla lamina basale ed è formato da una serie di cellule che non sono neuroni ma sono cellule cosiddette dei "peli acustici", quelle che sentono i movimenti dell'endolinfa. Al loro apice queste cellule hanno una specie di microvilli, piccole espansioni citoplasmatiche che conferiscono loro il nome: CELLI DEI "PELI ACUSTICI" → sono cellule capillari.

Ci sono due tipi di cellule. Un versante interno in cui c'è una sola linea di cellule, ed un versante esterno dove ce ne sono molte di più, qui sono quattro.

^{membrana} In alto c'è una formazione gelatinosa che, quando si muove l'endolinfa, sbatte contro i peli acustici e nello sbattere eccita i peli acustici innescando un potenziale di membrana. Queste cellule sono collegate tramite sinapsi al primo neurone della via acustica che sta nel ganglio ^{spirale} del Corti.

Si vedono infatti gli assoni che stanno provenendo dai pirenofori del nervo che stanno alla base della lamina spirale. La branca centripeta formerà il nervo cocleare naturalmente, che tramite il meato acustico interno se ne andrà in fossa cranica posteriore e raggiungerà i nuclei cocleari del tronco.

La stria vascolare, sul versante esterno del condotto endolinfatico, è la parte che elabora l'endolinfa, questo strano liquido del condotto. C'è una membrana gelatinosa che si appoggia sui ^{meati} acustici dell'organo del Corti che sono a loro volta appoggiati sulla lamina basale che a sua volta continua la lamina spirale ossea. E nella lamina spirale ossea ci sono i corpi cellulari dei neuroni. È il primo neurone della via acustica, il cui assone centrifugo va a fare sinapsi con le cellule dei meati acustici e il cui assone centripeto va a formare il nervo cocleare.

^{membrana} La membrana gelatinosa dell'organo del Corti si muove a causa dei movimenti dell'endolinfa e sbatte in continuazione contro i peli. Ci sono tre o quattro file esterne di cellule acustiche e un'unica fila interna. Ci sono poi degli spazi. Non entriamo nei dettagli dei nomi perché non è importante. La struttura però non è casuale. Nel suo insieme va immaginata come una specie di pianoforte: toccando i tasti, che possono rappresentare i peli acustici, cioè i recettori di queste cellule, si eccitano per trasmettere l'impulso agli assoni sottostanti. Sono gli assoni del nervo cocleare.

Ci sono due tipi di cellule nervose, più grandi e più piccole. Le più grandi innervano la fila interna delle cellule dei peli acustici, mentre le più piccole vanno alle esterne. La fila interna sarà quindi più innervata rispetto alle cellule dei peli esterne. Le cellule dei peli interne sono importanti per la discriminazione del tipo di suono, cioè della frequenza mentre le cellule dei peli esterne sono importanti per l'intensità del suono.

Ci sono poi degli assoni che non c'entrano niente con quelli del nervo cocleare. Sono fibre che vengono dal SNC, sono fibre efferenti, come di motoneuroni, che vanno ai peli acustici. Ovviamente non fanno muovere i peli acustici perché queste non sono cellule muscolari, però ne modulano la capacità di trasmettere il segnale. Si dice che a volte si fa finta di essere sordi. Ricordiamo quel che dicevamo prima riguardo al fatto di fare smorfie quando ci sono rumori cattivi, oppure di digrignare i denti quando vogliamo concentrarci, questo riguardava la trasmissione del suono che viene regolata dai muscoletti visti. Vediamo ora nel caso ci sia un gran caos e noi vogliamo concentrarci sulla voce di una determinata persona senza sentire tutto il resto, oppure se si sta all'opera e ci si vuol concentrare ad esempio sul soprano. Questo è possibile perché il cervello può indicare all'orecchio interno quali suoni trasmettere meglio, non può indicare quali suoni trasmettere e quali no ma quali sentire meglio. Questo avviene grazie a queste fibre efferenti che vengono dal SNC e che modulano la capacità delle cellule dei peli acustici di trasmettere un segnale.

Dal versante invece della proprioccezione statocinetica, ci sono le ampolle dei canali semicircolari in cui c'è della sostanza gelatinosa. Alla base di questa formazione gelatinosa ci sono cellule molto simili a quelle dei

simile
a
membrana
to il 12°

...peli acustici, in questo caso immerse nella membrana gelatinosa. Quando la nostra testa si muove, si muove anche la membrana che ecciterà i peli di queste cellule sensoriali. Le cellule sensoriali sono sinapsate dagli assoni che provengono da un pirenoforo che sta nel ganglio vestibolare di Scarpa. Quindi è la branca centrifuga del nervo vestibolare.

Lo stesso discorso vale per la macula del sacculo oppure dell'utricolo. Anche in questo caso abbiamo delle cellule simili a quelle dei peli acustici immerse in un'altra membrana gelatinosa. Sopra questa membrana ci sono strane formazioni, i cosiddetti otoliti. Questi otoliti sono dei cristalli. Quando facciamo dei movimenti di accelerazione tangenziale gli otoliti si muovono e il loro scorrimento provoca l'eccitazione di queste cellule.

Alla fine i canali semicircolari sono sensibili soprattutto ai movimenti di accelerazione rotatoria mentre le macule del sacculo e dell'utricolo sono sensibili soprattutto ai movimenti di accelerazione tangenziale.

(Netter tav. 118) Il ganglio spirale del Corti è particolare rispetto agli altri gangli incontrati, proprio per la sua forma che rispecchia la spirale ossea in cui è contenuto. Invece il pirenoforo del neurone vestibolare sta nel ganglio vestibolare di Scarpa.

Alla fine sia il nervo cocleare che il nervo vestibolare, apparentemente, vanno a formare un unico nervo che è lo stato-acustico o vestibolococleare (VIII). Siamo nel meato acustico interno e vediamo anche il TE con i nuclei cocleari e i nuclei vestibolari a cui terminano queste formazioni che vengono sia dalla chiocciola che dall'organo dell'equilibrio. Ricordiamo ancora una volta che nel meato acustico interno entra, oltre a questo nervo, anche il faciale, che qui vediamo rappresentato col suo strano percorso: va avanti, curva a livello del ganglio genicolato, ganglio sensitivo con i pirenofori della via gustativa; a livello del ginocchio poi parte il ramo diretto al ganglio sfenopalatino, il nervo grande petroso superficiale che formerà il nervo vidiano, e poi il nervo va giù nel canale per poi fuoriuscire dal foro stilo-mastoideo. Nel canale emette una serie di rametti: lo stapedio che avrà a che fare con l'orecchio medio perché innerva il muscolo che estrae la staffa dalla finestra ovale, e la corda del timpano che passa nell'orecchio medio ma che non ha nulla a che fare con esso, e poi quando se ne esce si va ad anastomizzare con il nervo linguale, ramo del mandibolare del trigemino. Altro nervo che ha qualcosa a che vedere con questa struttura è proprio il mandibolare del trigemino che innerva il tensore del timpano, muscolo che aumenta la capacità di trasmettere i suoni. *IL SUO TERMINA E' SUL MARTELLO (ORECCHIO MEDIO)*

Vediamo come si organizza il nervo cocleare a partire dal ganglio spinale del Corti che contiene i primi corpi cellulari della via acustica. La branca centrifuga va verso il condotto endolinfatico lì dove c'è l'organo del Corti con le cellule dei peli acustici; la branca centripeta se ne va invece ai nuclei cocleari. *(CULBO)*

Il nervo vestibolare si porta invece dai gangli che provengono dalle ampolle e dalle macule del sacculo e dell'utricolo al ganglio di Scarpa, lì dove ci sono i pirenofori dei primi neuroni della via vestibolare, e poi si vedono i due nervi che a braccetto formano l'(VIII) paio dei nervi cranici.

STATO-ACUSTICO
La via acustica. Partiamo dalla chiocciola. Nervo-nuclei cocleari, corpo trapezoide. Ricordiamo che a livello del corpo trapezoide c'è l'incrocio, quasi tutti i contingenti di fibre da destra vanno a sinistra e da sinistra a destra, diventando controlaterali dopo il corpo trapezoide. Ci sono poi varie sinapsi molto complesse, poi ci sono anche meati trapezogeni, cioè assoni che, formando degli archi riflessi, vanno ad innervare alcuni nervi cranici; per esempio i nuclei dell'abducente, non a caso se c'è un rumore improvviso, *da dx* si attiva l'oculomotore di sinistra e l'abducente di destra e ci sarà un arco riflesso con questi due nervi di questi lati, in questo caso, a livello del tronco. Ricordiamo anche che a livello dei tubercoli quadrigemelli inferiori poi c'è un'altra via riflessa molto importante, così come i tubercoli quadrigemelli superiori sono importanti per i riflessi visivi, quelli inferiori lo sono per le vie riflesse acustiche. La via prosegue in alto come lemnisco laterale e, dai corpi genicolati mediali del metatalamo, dove c'è l'ennesimo neurone, parte la via acustica che terminerà nel lobo temporale dell'encefalo, area *UDITIVA* primaria. *UDITIVA*

I suoni di tipo diverso sono rappresentati nel nostro cervello somatotopicamente. Ogni area del lobo *temporale* percepisce suoni di una determinata frequenza e questi segnali partono da zone specifiche della chiocciola perché la chiocciola ha *(esistono)* giri basali sensibili a suoni di una determinata frequenza, quelli *(apicali)* apicali a suoni diversi. Quindi il nostro cervello è capace di capire la qualità del suono, a parte l'intensità percepiamo quindi la qualità, cioè la frequenza del suono, in base al punto della chiocciola da cui arriva l'eccitazione.

“Srotolando” la chiocciola e schematizzandola in modo lineare vediamo dentro il condotto endolinfatico ecc. I suoni arrivano dall’orecchio esterno tramite le onde sonore. Il suono è trasmesso da membrana del timpano agli ossicini; la staffa lo trasmette alla perilinfa che a sua volta lo trasmette al canale endolinfatico con l’organo del Corti che vibra come uno scacciapensieri. Tutte le cellule vengono eccitate e alcune più di altre. I suoni di alta frequenza, come la voce di un soprano, eccitano di più le cellule del giro basale. I suoni di bassa frequenza, come la voce di un basso, invece hanno come zona di massima eccitazione i giri apicali. Il cervello discrimina la qualità dei suoni interpretando il tipo di suono a seconda dei giri che si sono eccitati nella chiocciola.

Allo stesso modo avevamo visto come abbiamo visto nel caso della vista parlando dell’occhio se si eccita il cono sensibile al rosso il cervello “vede” rosso; se invece viene eccitato di più quello giallo con il blu il cervello “vedrà” verde e così via.

Questi sono dunque i modi d’interpretare i suoni ed i colori per il nostro cervello, cioè a seconda di quale parte viene eccitata o entra in vibrazione.

Ribadiamo che dai pirenofori del ganglio spirale del Corti arrivano e partono fibre sensoriali. La branca centrifuga va verso l’organo del Corti, lo scacciapensieri, la centripeta va ai nuclei cocleari. Poi ci sono delle fibre efferenti del SNC che vanno all’organo del Corti per ascoltare un suono meglio di un altro.

)} Per quanto riguarda la propiocezione statocinetica, accade diversamente a ciò che succede a tutte le vie sensitive che terminano nel talamo (tranne l’olfattiva la cui terminazione è nella ? anteriore, nell’ippocampo, nella regione del lobo limbico e dell’amigdala). Ricordiamo inoltre la gustativa che in parte pure termina nell’amigdala ma in buona sostanza va al talamo, ai nuclei posteriori ventrali del talamo dove va tutta la sensibilità generale di tutto l’organismo. Al metatalamo arrivano poi la sensibilità acustica (corpo genicolato mediale) e visiva (corpo genicolato laterale). Il senso dell’equilibrio, quello che ci fa venire la vertigine, ci “gira la testa”, non si sa dove arriva. Non si sa ancora se esiste un ramo che va al talamo. E’ chiaro che qualcosa ci deve essere perché noi avvertiamo la sensazione dell’equilibrio perciò in qualche modo l’informazione deve arrivare alla coscienza, ma ancora non è conosciuto il modo.

Ciò che è chiaro è che la via vestibolare termina nell’archicerebello, la porzione più antica del cervelletto. Questo è molto importante perché il cervelletto è l’organo direzionale della propiocezione incosciente. Le vie spino-cerebellari trasportano la propiocezione non cosciente dell’apparato locomotore, e queste informazioni, con la via del fascicolo gracile e cuneato, se ne vanno anche al talamo o corteccia però gran parte dei fasci termina nel paleocerebello. La propiocezione statocinetica invece va all’archicerebello. Questo è intuitivo perché il cervelletto, come sappiamo, è fondamentale per la coordinazione dei movimenti e dell’equilibrio e quindi anche queste informazioni sono importanti.

Esistono poi i riflessi oculo-cefalo-giri.

I nuclei vestibolari sono collegati con tutti i nuclei dei nervi cranici tranne il fascicolo longitudinale mediale che è fondamentale per i riflessi oculo-cefalo-giri. Questi sono aggiustamenti che facciamo inconsciamente con i bulbi oculari, con il collo e la testa, per tenere in modo giusto la posizione della testa nello spazio. Se qualcuno ci sposta la testa automaticamente raddrizzo certi muscoli per riportarla in posizione diversa. Oppure si muovono i bulbi oculari perché se qualcuno ci sposta la testa prossimamente ma stiamo guardando un’immagine per cui non c’interessa che ci stiano spostando la testa, i globi oculari si muovono rimanendo centrati nell’immagine. Questi sono i riflessi oculo-cefalo-giri. È chiaro che i nuclei vestibolari avranno dei rapporti con questi nuclei dei nervi cranici come ad esempio il nucleo dell’accessorio per i movimenti dello sterno-cleido-mastoideo e del trapezio (per i movimenti del collo), con i nervi che fanno muovere l’occhio (III),

(IV) e (VI), e tutti questi saranno integrati dal fascicolo longitudinale mediale che è una complessa rete di riflessi a livello del TE.

E ripetiamo, esiste qualcuno che sostiene che esista una terminazione della via vestibolare che porti al talamo però su questo c'è ancora dibattito.

Un'altra cosa da ricordare è la sensazione particolare della vertigine, che parte dall'ipereccitazione del vestibolo. Quindi se c'è un componente parotossico che ci fa venire la vertigine, oppure un trauma meccanico ottico o un violento rumore, abbiamo visto infatti che c'è comunicazione tra spazio perilinfatico cocleare e vestibolare e perciò può essere trasmessa l'eccitazione anche alla componente vestibolare.

Avvertendo questa sensazione di giramento di testa molto spesso noi vomitiamo.

Sempre questo ^{nucl. vestibolari} fascicolo longitudinale mediale tra i vari nuclei di nervi cranici, va anche al nucleo dorsale del vago, cioè il parasimpatico del vago, che controlla la peristalsi dell'apparato digerente. Quindi il vomito è un'ipereccitazione vagale che causa movimenti peristaltici tali da far rigettare il cibo. Dal punto di vista evolutivo questo potrebbe avere un significato ma non si conosce.

Il nostro organismo è sensibile agli agenti tossici, il labirinto membranoso è estremamente sensibile alle tossine, per cui se ingeriamo qualcosa di non buono per il nostro corpo, questo stimolo arriverà al labirinto membranoso che provocherà vertigine e vomito: un tentativo di buttare via ciò che non è buono.

* FASCICOLO LONGITUDINALE MEDIALE — D'ora in poi che fare con
i riflessi = OCVLO... CEFALU

NERVI SPINALI

Vediamo schematicamente com'è un nervo spinale. Partono dal midollo, abbiamo due radici: una anteriore motoria e una posteriore sensitiva. Verso la radice sensitiva troviamo il **ganglio**, cioè il pirenoforo delle cellule che trasportano, in genere, sensibilità generale del tronco e degli arti, sia esterocettiva che propriocettiva.

Le due radici si uniscono, fuoriescono dal forame intervertebrale e costituiscono il **nervo spinale**. Subito dopo ci sono i rami comunicanti, ^{bianchi} che si dirigono verso il ganglio della catena latero-vertebrale dell'ortosimpatico che si trova esternamente e lateralmente al canale vertebrale.

Abbiamo un **ramo comunicante bianco** che trasporta la fibra pregangliare ortosimpatica che parte dalle colonne grigie laterali che vanno da C8 fino a L2, e poi c'è il ritorno al nervo tramite il **ramo comunicante grigio**, che trasporta fibre postgangliari scarsamente mielinizzate. Queste fibre postgangliari entrando nel nervo, arriveranno in periferia per innervare, ad esempio, ghiandole sudoripare, sebacee oppure la muscolatura liscia dei vasi arteriosi.

Alternativamente la fibra postgangliare, oppure anche la pregangliare, possono costruire un nervo autonomo indipendente, e quindi in questo caso non entra nel nervo spinale. Per esempio se è una fibra pregangliare questa può incontrare un ganglio a distanza, rispetto al livello laterovertebrale, come i gangli celiaco, mesenterico superiore, mesenterico inferiore che sono gangli ortosimpatici che si trovano più vicini all'organo interessati. (quelli innervati dal vago)

Torniamo al nervo spinale. Quello che ci interessa di questa parte sono le fibre motrici, per la mobilità somatica, cioè la contrazione della muscolatura scheletrica volontaria, e le fibre sensoriali che arrivano al ganglio, e che provengono dalla cute, dai recettori esterocettivi, dai propriocettori, dai fusi neuromuscolari ecc. e che trasportano la sensibilità dell'apparato locomotore.

La radice dorsale è diretta alla parte paravertebrale posteriore del tronco. Sostanzialmente questi sono i gangli che innervano la muscolatura del sistema erettore della colonna. Questa è la cosiddetta **diramazione posteriore del nervo**.

La diramazione principale si dirige in periferia e può costituire i plessi oppure dirigersi come nervo indipendente direttamente al bersaglio.

Ricordiamo i nervi ^{che} ~~che~~ fuoriescono dai forami intervertebrali e gli ultimi nervi ~~che~~ ^{che} escono dai forami sacrali.

Il fatto che i nervi fuoriescano dai forami intervertebrali li rende suscettibili a compressioni e lesioni di natura ortopedica della colonna spesso. Ad esempio in caso di artrosi che colpiscano articolazioni sinoviali, che sono presenti tra tutte le vertebre, si ha rigonfiamento della capsula articolare che può provocare compressione del nervo spinale. Oppure, in caso di ernia del disco, il nucleo polposo del disco intervertebrale non ernia davanti né dietro ma di lato, provocando anche in questo caso, compressione del nervo spinale. Quindi abbiamo che da patologia ortopedica passiamo a patologia neurologica per compressione del nervo a causa di ernia del disco o artrosi della colonna.

Dunque dicevamo che i nervi si organizzano in plessi o viaggiano in modo indipendente. Nei plessi i nervi spinali si scambiano tra loro delle fibre, e queste fibre, dopo essersi combinate in maniera variabile, emettono dei rami terminali, cioè i nervi che chiameremo con nomi specifici.

I plessi si formano nel tratto cervicale della colonna e nel tratto lombo-sacrale della colonna. Nel tratto intermedio, cioè nel toracico, non si formano plessi.

Quindi i nervi che chiamiamo intercostali vanno direttamente alla periferia, senza anastomizzarsi con altri nervi. Invece a livello cervicale e lombo-sacrale ci sono importanti anastomosi.

A livello cervicale abbiamo la formazione di due importanti plessi: il plesso cervicale ed il plesso brachiale o cervico-brachiale.

I plessi originano dai metameri che vanno da C1 a T1 cioè i primi otto e il primo toracico. Più specificamente, i primi 4 nervi spinali, quindi da C1 a C4, formeranno il **plesso cervicale**. Da C5 a T1 invece formeranno il plesso minore che è il brachiale. Com'è intuitivo il plesso cervicale si occuperà soprattutto della regione del collo dal punto di vista sensitivo e motorio; il plesso brachiale si occuperà non solo della parte inferiore del collo e della parte superiore del tronco, il cosiddetto cingolo toracico, ma soprattutto si occuperà dell'arto superiore.

Questi plessi hanno dei decorsi caratteristici. Per esempio il plesso brachiale. Questi plessi hanno dei decorsi caratteristici. Per esempio il plesso brachiale passerà fra i muscoli scaleni, anteriore e medio, insieme all'arteria succlavia, per dirigersi verso il cavo ascellare e raggiungere l'arto superiore.

PLESSO CERVICALE. Abbiamo visto l'origine da C1 a C4. Si occupa quindi dal punto di vista motorio di tutta la muscolatura del collo, con un'eccezione importante: lo sternocleidomastoideo ed il trapezio che sono innervati dall'accessorio (XI). I motoneuroni che vanno ad innervare questi ^{muscoli} ~~nervi~~ che partono dal nervo accessorio, provengono dai metameri cervicali del MS. Soltanto che questi motoneuroni, invece di entrare nella radice anteriore di un ramo del nervo spinale cervicale, salgono verso l'alto formando la radice ascendente, o radice cervicale, del nervo accessorio, che poi diventerà il famoso accessorio spinale. Uscito dal forame giugulare questo nervo andrà ad innervare lo sternocleidomastoideo ed il trapezio. Tutti gli altri muscoli del collo è cioè i muscoli nucali, la muscolatura della regione estensoria della colonna, i muscoli prevertebrali e gli scaleni, tutti i muscoli sottoioidei ecc. sono tutti innervati dal plesso cervicale. Inoltre il plesso cervicale provvede anche all'innervazione di uno dei muscoli del pavimento della bocca: il muscolo genio-ioideo. Mentre gli altri due sempre del pavimento della bocca, il milo-ioideo ed il ventre anteriore del digastrico, sono innervati dal mandibolare del trigemello; e quelli posteriori, stilo-ioideo e ventre posteriore del digastrico, sono innervati dal faciale. Apparentemente però l'innervazione del muscolo genio-ioideo è dovuta all'ipoglosso (XII) che va alla muscolatura della lingua essendo il suo nervo motorio. L'ipoglosso riceve un'ansa formata dal plesso cervicale, è detta "ansa dell'ipoglosso" o "ansa cervicale", con fibre destinate al pavimento della bocca, in particolare al genio-ioideo. Tutti gli altri rami, sui cui nomi non ci soffermiamo, si occupano dei muscoli detti prima. C'è un nervo importante da ricordare che scende verso il basso ed è destinato ad un muscolo lontano dal collo: il diaframma. È il **nervo frenico**. Sappiamo dall'embriologia che il diaframma in origine è molto più in alto, quasi all'altezza del collo, poi con lo sviluppo del cuore e dei polmoni, che provoca un'espansione della gabbia toracica, si ha un abbassamento inevitabile del diaframma che rimane comunque accompagnato in questi spostamenti dal suo nervo originario. Quindi avrà un percorso per forza di cose, all'interno del mediastino, cioè nella regione centrale del torace, e lo vedremo dopo.

Quindi ricapitolando il plesso cervicale innerva tutti i muscoli del collo tranne lo sternocleidomastoideo ed il trapezio, che però sono comunque innervati dai metameri cervicali dello spinale grazie alla radice spinale dell'accessorio spinale e poi c'è il genio-ioideo, uno dei muscoli del pavimento della bocca, grazie all'ansa dell'ipoglosso che si anastomizza al (XII).

(Netter tav.190) Il nervo frenico lo vediamo scendere in basso, passa nel mediastino, parte centrale del torace. Centralmente c'è il cuore avvolto nel sacco pericardio e, ai due lati, ci sono i polmoni avvolti nella pleura destra e nella pleura sinistra. Il nervo frenico innerva il diaframma. Vediamo le due cupole del diaframma su cui appoggiano il cuore ed i polmoni. Dal punto di vista motorio è quindi il nervo più importante per la respirazione. Quando c'è un'irritazione di questo nervo c'è il fenomeno caratteristico del singhiozzo. Il singhiozzo è la contrazione spasmodica del diaframma, che provoca una costrizione sostanzialmente anche sull'esofago, provocando anche un'onda

peristaltica nella parte alta del tubo digerente. Quindi il singhiozzo può essere dovuto all'irritazione del nervo frenico.

Il singhiozzo si può avere, ad esempio, anche quando s'ingoia qualcosa di troppo grosso, che ha difficoltà a passare dal cardias allo stomaco; ricordiamo che il punto di continuazione verso lo stomaco è un orifizio che sta nel diaframma. Questo irrita le fibre per i propriocettori che stanno nel muscolo diaframma a quel livello, ciò produce per riflesso una contrazione spasmodica che corrisponde al singhiozzo.

Mettiamo caso che ci sia un tumore che comprime il nervo frenico, il nervo si irrita e provoca il singhiozzo. Naturalmente quasi mai il singhiozzo è dovuto a questo.

Dal punto di vista sensitivo il nervo frenico trasporta la sensibilità di componente somatica del mediastino. Queste componenti somatiche sono: il pericardio parietale, cioè il sacco esterno che avvolge il cuore (il sacco interno è innervato dal vago) e parte delle pleure, sempre parietali (il grosso delle pleure è innervato dai nervi intercostali) e sono la pleura mediastinica guarda verso il pericardio e la pleura diaframmatica che copre il diaframma. Quindi ad esempio, in una pericardite il dolore viene trasportato dal nervo frenico ed anche un'irritazione del pericardio o della pleura possono provocare singhiozzo. ϕ

PLESSO BRACHIALE. (Netter tav. 413) È molto più complicato del plesso cervicale. Origina da C5 a T1. Le radici anteriori di questi nervi, cioè le più grosse perché (quelle dorsali vanno alla muscolo erettore della colonna) si anastomizzano tra loro in maniera molto specifica: C5 con C6, C7 non si anastomizza, C8 con T1.

C5 - C6 formano un tronco comune chiamato **tronco primario superiore**.

C7 da solo forma il **tronco primario medio**.

C8 - T1 formano il **tronco primario inferiore**.

Questi tronchi, superiore, medio ed inferiore, hanno delle diramazioni ventrali e dorsali. Quelle dorsali sono tre dai tre tronchi primari e si uniscono tra di loro a formare un unico **tronco secondario posteriore** che può anche essere chiamato fascicolo secondario posteriore o corda posteriore. Quindi il fascicolo posteriore è formato dall'unione delle diramazioni posteriori di tutti e tre i tronchi primari.

Le diramazioni anteriori del tronco primario superiore e medio formano il **fascicolo laterale**.

Infine la diramazione anteriore del tronco inferiore forma il **fascicolo mediale**.

Quindi abbiamo la costituzione di tre fascicoli: posteriore, medio e laterale. Da questi fascicoli o tronchi secondari o corde, partono i rami terminali di grandi nervi che vanno sostanzialmente all'arto superiore, fino alle dita.

Però prima che si formino questi tronchi secondari, sono stati emessi parecchi altri nervi che sono chiamati **nervi sopraclaveari** perché originano prima del cavo ascellare, nella regione al di sopra o in prossimità della clavicola. Questi rami sono destinati a tutta la muscolatura del cingolo toracico, cioè con tutti i muscoli che, direttamente o indirettamente hanno a che vedere con i movimenti dell'arto superiore non agendo direttamente sull'omero ma sulla scapola o sulla clavicola. Tra questi rami c'è il **nervo dorsale della scapola**, che si occupa dell'elevatore della scapola e dei romboidi. Poi c'è il **nervo soprascapolare** destinato ai muscoli posteriori della cuffia dei rotatori, cioè sopraspinale, infraspinale. Poi c'è il **nervo toracico lungo** che è uno dei primi che si forma, scende in basso, se ne va nella parete interna del cavo ascellare e raggiunge il muscolo grande dentato o dentato anteriore, uno dei muscoli coinvolti nell'elevazione del braccio e che agisce sulla scapola. I **nervi pettorali**, come dice il nome, sono destinati al muscolo grande pettorale e al piccolo pettorale. I **nervi sottoscapolari** sono tre, **superiore, medio e inferiore**. Si occupano del muscolo sottoscapolare, del grande rotondo. Il sottoscapolare medio o nervo toraco-dorsale si occupa del grande dorsale, che porta indietro l'omero ed è il muscolo della tosse perché contraendosi comprime la gabbia toracica. Quindi alla fine tutti i muscoli del cingolo toracico sono innervati da questi rami sovracaveali. Manca però un muscolo: il piccolo rotondo, che è un muscolo

* FASCIC. MEDIALE → rami ventrali di tronco primario inferiore

posteriore della scapola, della cuffia dei rotatori. A questo muscolo arriva uno dei rami terminali del plesso che è il nervo ascellare.

Vediamo i rami terminali del plesso.

Dal fascicolo posteriore si formano: **nervo ascellare ed il nervo radiale.**

← Dal fascicolo laterale: il **nervo muscolo cutaneo** e una delle due radici del **nervo mediano.**

Il **nervo mediano** riceve l'altra radice dal fascicolo mediale. Il fascicolo mediale provvede inoltre al **nervo ulnare** ed ai **nervi cutanei mediali di braccio e avambraccio.**

Ricordiamo che il plesso passa tra lo scaleno anteriore e lo scaleno medio insieme all'arteria succlavia che gli sta davanti. Poi passa dietro la clavicola, e a quell'altezza sono emessi tutti i rami sovracaveali, e poi nel cavo ascellare le corde o fascicoli o tronchi secondari emettono i rami terminali appena menzionati.

(Netter tav. 412) Vediamo l'aspetto di questi rami terminali dal cavo ascellare che stanno avvolgendo l'arteria succlavia, qui è stato rimosso il grande pettorale. Questi rami accompagnano l'arteria e la vena succlavia che poi diventano ascellare e poi arteria e vena brachiale, nel loro decorso verso il braccio. Non vediamo i rami del fascicolo posteriore perché sono diretti indietro. Vediamo alcuni rami del fascicolo laterale: il muscolo cutaneo, il mediano che si forma da una delle radici laterali e l'altra radice dal mediale, poi si vedono il nervo ulnare e i nervi cutanei mediali di braccio e avambraccio. (questi ultimi dal fascicolo second. mediale.)

Ribadiamo: toracico lungo per il grande dentato; pettorali per i muscoli omonimi; il nervo dorsale della scapola per l'elevatore della scapola e romboidi; soprascapolare per i muscoli posteriori della scapola escluso il piccolo rotondo; sottoscapolari per grande dorsale, sottoscapolare e grande rotondo. (sottoscap. medio)

NERVO ASCELLARE. Andiamo ora ai rami terminali. Cominciamo dal nervo ascellare. Ricordiamo che, nella descrizione della regione della spalla, avevamo accennato all'esistenza di uno spazio anatomico preciso, il **quadrilatero del Velpeau**. (Netter tav. 409) Questo è uno spazio compreso tra i muscoli piccolo rotondo, grande rotondo che sta sotto, il capo lungo del tricipite e la diafisi omerale. Lì, posteriormente, passa dal fascicolo posteriore il nervo ascellare. Il nervo ascellare passa qui dietro e fuoriesce un ramo muscolare per il muscolo piccolo rotondo, che è quindi l'unico tra i muscoli del cingolo ad essere innervato da un ramo terminale del plesso (il nervo ascellare è un ramo terminale che viene dal fascicolo posteriore). Un altro ramo motorio importante dell'ascellare va al deltoide, qui sezionato. Quindi se c'è lesione al nervo ascellare il sintomo sarà la difficoltà di abduire il braccio, istintivamente vediamo che l'abduzione si può cominciare lo stesso, grazie al muscolo sottoscapolare innervato dallo scapolare, ma non si riesce a portare fino a 90 gradi e ci si aiuta con la mano. Da questo sintomo si capisce immediatamente che c'è una lesione al nervo ascellare.

Inoltre si occupa della sensibilità generale della cute, com'è intuitivo, di tutta l'area superiore della spalla, inclusa l'articolazione scapolo-omerale: la sensibilità propriocettiva di questa regione. Il suo territorio confina con l'innervazione di una parte del plesso cervicale nella regione alta del tronco, bassa del collo ed alta della spalla.

Insieme al nervo ascellare, nel quadrilatero del Velpeau, viaggia anche un'importante arteria che studieremo, l'**arteria circonflessa posteriore dell'omero** che emette un ramo che è l'**arteria ascellare.**

NERVO RADIALE. (Netter tav. 415) Passa sotto al muscolo grande rotondo, quindi non nel quadrato del Velpeau. Anche il nervo radiale viene dal fascicolo posteriore e si dirige posteriormente. Per vederlo bene va sezionato il capo laterale del tricipite brachiale. Ricordiamo che, sul dorso dell'omero c'è il solco del nervo radiale. Lì c'è il collo chirurgico, quando si frattura l'omero in quel punto si può avere lesione del nervo con paralisi dei muscoli da questo innervato. Nel braccio, posteriormente, si occuperà del tricipite. Quindi il muscolo tricipite brachiale è innervato dal nervo radiale.

Inoltre si occuperà della sensibilità della parte posteriore della cute del braccio.

Passa poi in un anello fibroso, passa davanti all'epicondilo laterale dell'omero e lo rivedremo poi nella regione radiale dell'avambraccio, da cui il suo nome. Il decorso successivo lo vedremo dopo, ovviamente si occuperà dell'avambraccio.

Rivediamo i rami del fascicolo laterale e mediale.

Il nervo muscolo cutaneo, che viene dal fascicolo laterale, ad un certo punto scompare dalla vista, perfora il muscolo coraco-brachiale e va dentro, in profondità ai muscoli della loggia anteriore di cui si occuperà: bicipite brachiale, coraco-brachiale e brachiale. Tutti questi sono innervati dal muscolo-cutaneo. C'è anche un ramo terminale che si dirige verso la parte esterna, laterale dell'avambraccio, sopra al muscolo braccio-radiale.

Il nervo mediano e il nervo ulnare scendono giù in basso insieme all'arteria brachiale ma non hanno nessuna innervazione nel braccio, ci passano solo attraverso. Il loro territorio è soltanto l'avambraccio e la mano.

I nervi cutanei medialmente di braccio e avambraccio che si formano dal fascicolo mediale come l'ulnare e la radice più mediale del mediano, sono nervi cutanei, come dice il nome, sensitivi puri per la regione mediale, interna di braccio e avambraccio. Alla fine del gomito il nervo mediano ed il nervo ulnare continueranno il loro percorso nell'avambraccio e lo vedremo tra breve.

Qui c'è un ramo del muscolo cutaneo che, fuoriuscito dai muscoli anteriori, si dirige superficialmente verso la regione laterale dell'avambraccio di cui si occuperà. Mentre il nervo ulnare e il nervo radiale passano verso la piega interna del gomito, lì dove c'è l'epitroclea. In particolare l'ulnare passa dietro l'epitroclea, fa un percorso un po' strano, e torna davanti. Questo spiega perché sbattendo con l'epitroclea da qualche parte si sente una scarica elettrica che arriva fino al mignolo, perché prende una botta il nervo ulnare che sta proprio lì, sull'epitroclea, e perché il mignolo fa parte della regione d'innervazione del nervo ulnare.

Distalmente torniamo a vedere l'ulnare e il mediano. Il mediano passerà sotto al tunnel carpale o legamento trasverso del carpo, quindi sotto il legamento palmare del carpo, mentre l'ulnare ci passa sopra, per dirigersi al palmo della mano.

(Netter tav.431) Vediamo la dissezione più profonda, vediamo il flessore superficiale delle dita dello strato intermedio dei muscoli dell'avambraccio, il muscolo bracio-radiale (muscolo della loggia laterale) è stato sezionato, e vediamo il nervo radiale. Il nervo radiale stava dietro al braccio, è passato davanti all'epicondilo laterale e si trova a questo punto profondamente rispetto al muscolo brachio-radiale. Questo è il ramo superficiale, sotto al muscolo brachio-radiale, cioè sotto la loggia laterale dei muscoli dell'avambraccio. Mentre un altro suo ramo, più grosso, si dirige di nuovo posteriormente nell'avambraccio, ed infatti si occuperà dei muscoli della loggia posteriore dell'avambraccio, mentre ovviamente l'altro, il ramo superficiale, si occuperà dei muscoli della loggia laterale.

I muscoli che invece stanno da quest'altra parte sono territorio d'innervazione del mediano e dell'ulnare.

Analogamente anche tutti i muscoli della mano saranno innervati o dal mediano o dall'ulnare.

Dopo vedremo anche la distribuzione sensitiva.

Rivediamo una panoramica completa dei nervi più anteriori, dato che i posteriori non si vedono perché l'ascellare va nel quadrilatero del Velpeau, la parte iniziale del radiale non la vediamo perché sta dietro, vengono dal fascicolo posteriore. Sollevando il brachio-radiale, arrivati all'epicondilo laterale dell'omero, rivediamo il nervo radiale ^{RAMO SUPERFICIALE} nella regione anteriore o più che anteriore dovremmo dire laterale dell'avambraccio. Invece un ramo se ne va indietro verso i muscoli posteriori. ^{DELL'AVAMBRACCIO}

LA PROFONDO

Territori d'innervazione di questi nervi. (Da tav. 455 a tav. 465)

NERVO MEDIANO tav. 458 Il nervo mediano, ricordiamo, si forma dal fascicolo laterale e dal fascicolo mediale con due radici; passa nel braccio ma non innerva nulla né dal punto di vista motorio né dal punto di vista sensitivo, ci passa solo. Giunto nella piega interna del gomito inizia il suo territorio d'innervazione. Innerva tutti i muscoli della loggia flessoria dell'avambraccio: cioè i muscoli epitrocleari anteriori dell'avambraccio tranne uno e mezzo: tranne il flessore ulnare del carpo, e tranne la parte più interna, più mediale del flessore profondo delle dita. Questi sono infatti innervati dall'ulnare.

Tutti gli altri, ad esempio i muscoli superficiali della loggia anteriore (pronatore rotondo, flessore radiale del carpo e palmare lungo ma non il flessore ulnare del carpo) sono innervati dal mediano.

Il muscolo flessore superficiale delle dita (strato intermedio) è innervato dal mediano. Il flessore profondo delle dita, soltanto nella sua parte più esterna che va verso il radio, è del mediano. Il flessore lungo del pollice e il pronatore rotondo sono innervati dal mediano.

Dal punto di vista sensitivo il mediano non ha territori d'innervazione nell'avambraccio, soltanto nella mano, e in zone ben precise. Sul lato palmare primo, secondo, terzo e metà del quarto dito (anulare), dalla parte distale fino al polso. Dorsalmente solo la falange distale di primo, secondo, terzo e metà dell'anulare. È un territorio molto caratteristico.

Quale sarà il sintomo della lesione del nervo mediano? Chiaramente perdita di sensibilità di quelle zone del palmo della mano, nella parte esterna, o anche la perdita di sensibilità delle falangi distali delle prime tre dita e mezzo. Dal punto di vista motorio i muscoli flessori vengono colpiti, e soprattutto, per quanto riguarda i movimenti delle dita, quelli che flettono le prime tre dita. Ricordiamo infatti tra l'altro che, a livello dei muscoli della mano, il mediano si occupa dei muscoli dell'eminenza tenare, ma non tutti. Si occupa dell'opponente del pollice, dell'abdotto breve del pollice, del capo superficiale del flessore breve del pollice ma non innerva l'adduttore del pollice e neanche la parte più profonda del flessore breve che vengono innervati dall'ulnare.

Innerva anche i primi due muscoli lombricali, primo e secondo lombricale.

Questo per quanto riguarda i muscoli della mano.

Globalmente comunque il sintomo più evidente sarà la difficoltà nel flettere le prime tre dita, mentre le altre due si potranno comunque flettere abbastanza bene perché ci sono i muscoli ipotenari per il mignolo che sono innervati dall'ulnare ed anche la parte più interna del flessore profondo delle dita che va all'anulare ed al mignolo. Quindi chiedendo al soggetto di stringere il pugno, quello chiuderà abbastanza bene le ultime due dita, ma non le prime tre. Quindi la mano resta in atteggiamento di "giuramento" o di "benedizione". È molto caratteristico. Cosa potrebbe essere successo? Di frequente accade a causa di un cedimento del tunnel carpale. Può succedere in persone che fanno lavoro manuale pesante. Può verificarsi una compressione del nervo, il cui sintomo sarà una perdita di motilità nell'area esterna della mano, nonché perdite di sensibilità o dolore a seconda della parte della compressione in questa zona.

NERVO ULNARE tav. 459 È il complementare del mediano perché si occupa nell'avambraccio, dal punto di vista motorio, della parte più mediale, interna del muscolo flessore profondo delle dita le cui fibre vanno sostanzialmente alle ultime due dita. E poi del flessore ulnare del carpo. (LOGGIA ANT. SUPERF.)

Nella mano innerva alcuni dei tenari: l'adduttore del pollice e la parte profonda del flessore breve. Innerva anche i due muscoli lombricali più interni, terzo e quarto. Innerva tutti i muscoli dell'ipotenar che vanno al mignolo e tutti i muscoli interossei, sia i tre palmari che i quattro dorsali. Quindi vediamo che ha un'innervazione più ampia nella mano.

Dal punto di vista sensitivo solo la metà del quarto dito e il mignolo dalla falange ditale fino al polso sia sul lato palmare che sul lato dorsale.

Qual è il sintomo più importante della lesione del nervo ulnare? La flessione sarà difficile soprattutto nelle ultime due dita, si ha la "mano ad artiglio". Sarà colpito anche il movimento di adduzione del pollice, per cui il pollice potrà essere abdotto ma non addotto. Si ha quindi atteggiamento da artiglio.

Si può dire quindi che l'ulnare è un complementare, d'innervazione, del mediano, nell'avambraccio e nella mano.

NERVO RADIALE tav. 460 - 461 Innerva il tricipite brachiale. Poi passa nell'avambraccio e lascia un ramo superficiale che passa sotto i muscoli della loggia laterale, e lo vedevamo anche dal davanti. Questo qui innerva i muscoli della loggia laterale dell'avambraccio cioè il brachio-radiale, gli estensori radiali lungo e breve del carpo. E SI FA ANTERIORE

Il ramo profondo, che va posteriormente, innerva tutti i muscoli della loggia posteriore dell'avambraccio e cioè tutta la loggia estensoria, incluso, in profondità, il muscolo supinatore.

Dal punto di vista sensitivo è facile da intuire ed è caratteristico: parte posteriore del braccio, parte posteriore dell'avambraccio e, nella mano ciò che mancava all'ulnare ed al mediano, cioè primo, secondo, terzo e metà del quarto dito dalla falange intermedia fino al polso. *SVL DOSSO*

Quindi andando a cercare i sintomi di lesione del territorio radiale, l'area di lesione nella mano sarà questa, nella parte dorsale della mano verso l'interno.

Il sintomo motorio. Sono i muscoli estensori incluso il tricipite del braccio. L'unico non estensore innervato dal radiale è il brachio-radiale che è un flessore dell'avambraccio sul braccio; tutti gli altri, sono degli estensori e dei supinatori.

Infatti il sintomo principale di una lesione al nervo radiale, ad esempio in caso di lesione del collo chirurgico dell'omero sarà la mano cadente. Cioè si aiuta il paziente a mettere la mano davanti e questa casca giù, perché non riesce ad estenderla. Vuol dire quindi che, da quella parte in cui la mano non sta dritta, c'è stata una lesione del nervo radiale.

Sono colpiti anche i movimenti del braccio, perché innerva il tricipite, però dobbiamo ricordare che c'è sempre il grande dorsale che è un potente retroversore del braccio. Quindi non ci saranno grandi problemi a portare indietro il braccio.

Ci potrebbe essere il problema di elevare l'avambraccio sul braccio. Questo dipende da dove è avvenuta la lesione. Se la lesione è avvenuta nei pressi del collo chirurgico dell'omero, lì le fibre che vanno al tricipite, che è il più potente estensore dell'avambraccio sul braccio, già sono partite, quindi l'estensione è ancora possibile. Ma i rami che vanno verso l'avambraccio, e sono soprattutto gli estensori delle dita e del carpo, vengono lesi ed il sintomo sarà la "mano cadente". Perderemo poi la supinazione perché sia il supinatore che il brachioradiale (che in certe condizioni fa da supinatore) saranno colpiti.

Rivediamo i territori d'innervazione sensitiva della mano.

Palmo della mano, abbiamo detto, primo, secondo, terzo e metà del quarto dito dalla falange distale fino al polso nervo mediano. Metà dell'anulare e mignolo da falange distale al polso, nervo ulnare.

Sul dorso della mano l'ulnare ha lo stesso territorio; nella parte esterna invece, falange distale delle prime tre dita e mezzo ci pensa il mediano, tutto il resto è territorio del radiale il quale, dal punto di vista sensitivo, innerva anche la parte posteriore dell'avambraccio e la parte posteriore del braccio.

(tav. 457) Importante ricordare che la parte esterna dell'avambraccio, dal punto di vista sensitivo è innervata dal muscolo cutaneo. Il nervo muscolo-cutaneo si occupa dei muscoli anteriori del braccio (bicipite brachiale, brachiale e coraco-brachiale) dal punto di vista motorio. Però ha un ramo terminale superficiale che passa sopra al muscolo brachiale e questo ramo si occupa della cute della regione esterna.

* NERVO MUSCOLO CUTANEO → FASCICOLO SECONDO LATERALE

Ricapitolando: tav. 464

Nella regione della spalla abbiamo in alto i sopraclavari del plesso brachiale e anche del plesso cervicale. Poi c'è, in bianco, il territorio del nervo ascellare sia anteriormente che posteriormente, e corrisponde al deltoide che innerva in profondità. + piccolo rotondo

Passiamo al braccio: la parte interna è il nervo cutaneo mediale del braccio (ramo del fascicolo mediale), la parte esterna e la parte posteriore è invece del nervo radiale.

Avambraccio. La parte interna, dal davanti e dal di dietro, è il nervo cutaneo mediale dell'avambraccio (sempre fascicolo mediale). La parte più esterna dal davanti e da dietro è invece il nervo muscolo cutaneo, che dal punto di vista motorio si occupa invece dei muscoli anteriori del braccio. Nell'avambraccio, dorsalmente, c'è una striscia del nervo radiale.

tav. 465

Se vogliamo andare a vedere a che livello è avvenuta una lesione del MS in caso di trauma della colonna vertebrale, si fa un'analisi accurata dei cosiddetti metameri nel paziente. Abbiamo visto che i nervi spinali formano dei plessi che si anastomizzano tra loro in modo complesso, ma in realtà esiste una precisa distribuzione metamERICA dei territori sensitivi che dipende dai territori spinali di origine.

Dal davanti è un po' più confuso mentre da dietro è più chiaro.

Se noi invitiamo il paziente a mettere la mano come rappresentato, e lo si aiuta se non riesce da solo, sarà molto facile. Bisogna partire dalla regione occipitale fino all'orecchio, per scendere verso il basso e far corrispondere i vari metameri da C2 a T1. Si deve strisciare piano a livello delle varie zone e chiedere al paziente se avverte qualcosa. In corrispondenza del livello in cui il paziente non avverte nulla ci sarà stato un trauma del MS a quell'altezza.

Quindi è importante conoscere questi territori che in questo caso non dipendono dal ramo terminale ma dal nervo originario, perché c'è distribuzione metamERICA nell'arto superiore.

NERVI INTERCOSTALI. Vanno da T2 a T12 e sono nervi che se ne vanno per conto proprio attraverso gli spazi intercostali e andranno ad innervare i muscoli intercostali. Trasportano la sensibilità della cute della regione alta del torace, dei muscoli intercostali ed anche della sensibilità della pleura, il sacco che riveste i polmoni, che sta nella faccia interna della gabbia toracica. Parliamo però della pleura dorsale non di quella mediastinica, che è la più interna, innervata dal nervo frenico come la diaframmatica.

Il nervo del T12 che in effetti è l'ultimo nervo intercostale, viene chiamato **nervo sottocostale** e si occupa del muscolo retto dell'addome.

PLESSO LOMBO-SACRALE. Inizia da T12, è molto complesso e, com'è intuitivo, si occupa della regione addominale e soprattutto del bacino e dell'arto inferiore. Il retto dell'addome è innervato dal nervo sottocostale. (NERVO INTERCOSTALE, T12)

Da L1 in poi, fino ai coccigei, si ha il complesso plesso lombo-sacrale. Anche qui, come a livello cervicale, distinguiamo due porzioni distinte che sono i plessi lombare e sacrale. Da L1 a L4 (T12 contribuisce con un piccolo ramo) parleremo di plesso lombare. Da L5 in poi, (ma anche L4 che è al confine) fino ai forami sacrali, parleremo di plesso sacrale.

Dal PLESSO LOMBARE i primi nervi che si formano sono il **nervo ileo-ipogastrico**, **nervo ileo-inguinale** e **nervo genito femorale**. Poi ci sono il **nervo cutaneo laterale del femore**, il **nervo femorale** che è il più grande nervo del plesso lombare, ed il **nervo otturatorio**.

Questi sono i rami del plesso lombare.

Il femorale ed il cutaneo laterale della coscia passano sotto al legamento inguinale, vanno nella coscia, verso il triangolo di Scarpa passando nella lacuna dei muscoli insieme all'ileo-psoas.

Il nervo otturatorio, come dice il nome, se ne va verso il forame otturatorio, e se ne va verso la parte interna, mediale della coscia.

Il legamento inguinale segna il confine tra coscia e addome.

Gli altri due rami percorrono la parete laterale dell'addome fino al canale inguinale, nel caso del genito-femorale e dell'ileo-inguinale.

Il PLESSO SACRALE forma moltissimi nervi ma il nervo più importante, il più grande del nostro corpo oltre che il più famoso, è il **nervo ischiatico** o **nervo sciatico**. Il nervo ischiatico parte dalle radici, entra nella grande incisura ischiatica dell'ileo, passerà nella parte posteriore della coscia per formare il grande nervo. Questo grande nervo si divide in due grandi componenti terminali durante il suo percorso lungo la coscia. La componente più esterna è il **nervo peroniero**, la più interna **tibiale**.

Un altro nervo importante del plesso sacrale è il **nervo pudendo**. Questo nervo esce dal grande forame ischiatico per poi rientrare nel pavimento pelvico tramite il piccolo forame ischiatico.

φ Andiamo nel dettaglio:

tav.259 È importante ricordare che L4 dà un ramo per un'importante anastomosi con L5, questi cosiddetti **tronchi lombo-sacrali** sono una delle radici del nervo ischiatico, quindi fanno parte del plesso sacrale.

I nervi ileo-ipogastrico, ileo-inguinale e genito-femorale si occupano di tutti i muscoli larghi, laterale dell'addome: l'obliquo esterno, l'obliquo interno ed il trasverso. Il genito-femorale e l'ileo-inguinale entrano anche nel cosiddetto canale inguinale e quindi avranno un territorio d'innervazione sensitiva anche nella regione dell'inguine fino al confine con i genitali esterni.

Il nervo cutaneo laterale della coscia, quello che passa sotto il legamento inguinale e ve verso la parte laterale della coscia, sarà, come dice il nome, sensitivo della parte esterna della coscia.

Il nervo femorale sarà il grande nervo che passa sopra l'ileo-psoas prima di andare nella parte anteriore della coscia passando sotto il legamento inguinale, ed infatti innerva l'ileo-psoas ed altri muscoli anteriori della coscia e porta anche la sensibilità della parte anteriore della coscia e della parte più interna della gamba sempre dal punto di vista sensitivo.

Il nervo otturatorio che passa nella regione interna della coscia, dei muscoli adduttori interni ed anche della sensibilità di questa zona.

Ricordiamo che il retto dell'addome è innervato dal sottocostale (T12). I laterali essenzialmente da ileo-
ipogastrico, ileo-inguinale e genito-femorale. Ileo-^{ipogastrico} e genito-femorale, dal punto di vista sensitivo,
arrivano fino al confine con lo scroto. Non entrano nei genitali esterni perché quella è una regione innervata
dal nervo pudendo che fa parte del plesso sacrale.

NERVI FEMORALE Tav. 520 Vediamo il decorso del nervo femorale: triangolo di Scarpa, dissezione
profonda levando il sartorio; vediamo un suo ramo detto **nervo safeno** che se ne va verso il canale degli
adduttori. Il nervo safeno perfora la parete anteriore del canale degli adduttori, la membrana vasto-tettoria? e
va verso la regione interna della gamba, ed infatti innerva dal punto di vista sensitivo la parte interna del
ginocchio e della gamba. Mentre il femorale si occuperà della regione anteriore della coscia sia dal punto di
vista motorio che sensitivo dopo essersi occupato dell'ileopsoas nel suo percorso.

Vediamo la funzione motoria del nervo femorale che è il più importante nervo del plesso lombare.
L'ileopsoas è tutti i muscoli anteriori della coscia incluso il pettineo che noi classifichiamo come un
adduttore, però è innervato dal femorale. Ma soprattutto il sartorio ed il quadricipite femorale.

Dal punto di vista sensitivo il nervo femorale si occupa dell'area anteriore della coscia mentre all'area
laterale esterna ci pensa il nervo cutaneo laterale che è un ramo sensitivo puro indipendente sempre del
plesso lombare. Pure il cutaneo laterale passa sotto il canale inguinale ma poi si dirige all'area esterna della
coscia:

MEMBRANA VASTO TECTORIA

Poi dal nervo femorale si ha il nervo safeno che, uscito dall'area adduttoria, va nella regione mediale della
gamba e si occupa della sensibilità della cute interna della gamba fino al malleolo interno. Quindi ha
un'innervazione sensitiva molto vasta. Quindi alla fine il femorale è responsabile di un'area vasta: la parte
anteriore della coscia e la parte interna della gamba fino al malleolo interno del piede.

Sintomi fondamentali: la flessione della coscia sul bacino, il retto femorale, il sartorio ed anche il pettineo
sono importanti flessori. Questo è il primo movimento per salire le scale ed il paziente si dovrà appoggiare
con la mano per aiutarsi. Il secondo sarà un'estensione della gamba per portare il peso del corpo in avanti,
ma se l'ileopsoas non funziona e nemmeno il quadricipite femorale, questo movimento non sarà possibile.
Quindi problemi a salire le scale.

NERVI OTTURATORE Tav. 521 Vediamo i rami dell'otturatorio che è sceso dal foro otturatorio rimasto
pervio, risparmiato dalla chiusura della membrana otturatoria. Va nella regione interna della coscia ed
innerva tutti i muscoli che classifichiamo come adduttori tranne il pettineo e tranne una parte del grande
adduttore, la parte che s'inserisce sul tubercolo adduttorio che si trova sull'epicondilo mediale del femore,
quindi la parte più interna del grande adduttore non è innervata dall'otturatore ma dall'ischiatico che sta
dietro. Ma innerva tutto il resto, anche l'otturatore esterno, con l'adduttore lungo e breve, minimo, il gracile,
la parte che va sulla linea aspra del grande adduttore.

Dal punto di vista sensitivo si occupa della stessa zona: l'area interna, mediale della coscia. Un altro ramo
sensitivo va nella regione dei genitali esterni, ma lì si confonde con i rami del pudendo, perciò selettivamente
il territorio d'innervazione dell'otturatore è più in basso, nella regione interna della coscia.

Vediamo il sintomo motorio fondamentale di lesione della regione dell'otturatore. Si chiede al paziente di
accavallare una coscia sull'altra e non ci riesce e quindi si aiuterà con la mano. Quindi problemi agli
adduttori.

Riprendiamo il **PLESSO SACRALE**. Ci sono tanti rami che originano da questo plesso che va da L5 fino
agli ultimi metameri del MS. dicevamo che riceve anche una componente da L4, il tronco lombo-sacrale che
si anastomizza con L5.

Oltre al nervo ischiatico ci sono altri importanti nervi del plesso sacrale: il pudendo, il nervo gluteo
superiore, il nervo gluteo inferiore, il nervo cutaneo posteriore della coscia. Questi sono piccoli nervi
che, complessivamente si occupano dei muscoli del manicotto muscolare dell'anca, il ventaglio di muscoli
che stanno sotto ai glutei.

NERVO ISCHIATICO tav. 522 In origine abbiamo due tronchi diversi che già in origine viaggiano separati tra loro. Sono le fibre del futuro nervo peroneo e del futuro nervo tibiale. All'inizio sono comunque uniti in un unico grande tronco detto ischiatico o sciatico.

L'ischiatico si occupa di tutti i muscoli della parte posteriore della coscia e di tutta la gamba dal punto di vista motorio, nonché di tutti i muscoli del piede.

Dal punto di vista sensitivo si occupa soprattutto a livello della gamba e del piede parte posteriore, anteriore e laterale, non la mediale innervata dal nervo safeno ramo del femorale, e poi tutto il piede. Quindi un grande territorio.

Il pudendo e l'ischiatico, come tutti gli altri nervi del plesso sacrale, passano attraverso il grande forame ischiatico.

Tav. 485 :

Posteriormente l'ischiatico esce passando sotto al muscolo piriforme, tra piriforme e gemello superiore. Per vederlo si è dovuto sezionare il grande gluteo ed anche il medio gluteo.

NERVO GLUTEO SUPERIORE: si occupa dal punto di vista motorio di piccolo e medio gluteo

NERVO GLUTEO INFERIORE: si occupa del grande gluteo, che ricordiamo essere un importante estensore della coscia. Perciò in caso di lesione di questo nervo si hanno problemi ad alzarsi dalla posizione seduta almeno da un lato.

Il nervo ischiatico e il nervo cutaneo posteriore della coscia, come abbiamo detto, passano sotto al muscolo piriforme per raggiungere il bersaglio. Ci passa anche il nervo pudendo che però rientra nel pavimento pelvico tramite il piccolo forame ischiatico.

Gli altri rami del plesso sacrale innervano gli altri muscoli che non abbiamo ancora menzionato, di questo manicotto dell'anca. Ci sarà un ramo per piriforme e gemello superiore; un ramo per otturatore interno e il gemello inferiore; nervi propri per il quadrato del femore.

Il muscolo tensore della fascia lata, che sta a confine tra anteriore e posteriore, è l'unico muscolo laterale dell'anca, sarà innervato in modo misto: riceve innervazione dal femorale e dai nervi glutei.

Per vedere l'ischiatico nella regione posteriore della coscia (Motta pag. 349) dobbiamo sollevare il capo lungo del bicipite ed anche il semitendinoso, in modo da osservare il suo percorso profondo. Arrivato nella regione poplitea incontra lo iato addattorio dove fuoriescono l'arteria e la vena femorale che diventano arteria e vena poplitea. A questo punto, nella regione posteriore del ginocchio, si divide nei suoi rami terminali che sono il nervo tibiale più interno, ed il nervo peroneo più laterale.

Facendo un'iniezione intramuscolare, è importante non dirigere l'ago in profondità verso l'interno ma deve rimanere alto e verso l'esterno nella regione glutea, perché si rischia d'incontrare, sotto il grande gluteo, il nervo ischiatico, il pudendo, il cutaneo posteriore della coscia. Ma soprattutto l'ischiatico che è il più grosso.

NERVO TIBIALE Tav. 500 e 523 Il nervo tibiale, emesso un ramo superficiale, siamo nella zona dei gastrocnemi quindi posteriore della gamba, continua in uno strato profondo che incontreremo a livello dei muscoli profondi posteriori della gamba; mentre il peroniero è diretto lateralmente.

Il tibiale ad un certo punto scavalca il malleolo interno del piede, posteriormente, e se ne va nella pianta del piede. Seguendo il suo decorso s'intuisce il suo territorio d'innervazione, perché da ogni parte "lascia un segno".

Nella pianta del piede forma il **nervo plantare mediale e laterale**.

NERVO PERONIERO Tav. 524 Si dirige anteriormente e lateralmente con sue rami; un nervo **superficiale** che per vederlo bene è necessario divaricare i muscoli peronieri, ed un ramo **profondo** che per vederlo, è necessario divaricare il tibiale anteriore. Il ramo profondo termina andando sul dorso del piede. Anche in questo caso lascia la traccia: il suo territorio sarà quello dove passa, sia dal punto di vista motorio che sensitivo.

Territori d'innervazione dei nervi del plesso sacrale (Motta pag. 356; Netter tav. da 522 a 525)

Iniziamo dal nervo ischiatico che si occupa di tutti i muscoli posteriori della coscia e cioè semitendinoso, semimembranoso, bicipite femorale ed anche la parte del grande adduttore che s'inserisce sul tubercolo adduttori del femore. Ricordiamo che gran parte del grande adduttore è un intrarotatore e non un extrarotatore del femore, ed è questa innervata dall'ischiatico. Quella che fa extrarotazione è innervata dall'otturatorio. Poi innerva tutti i muscoli della gamba, e questi muscoli vengono suddivisi dal ginocchio in poi, tra nervo peroniero e nervo tibiale.

I muscoli posteriori della gamba ed anche i muscoli della pianta del piede sono del tibiale.

I muscoli anteriori e laterali della gamba, ed anche l'estensore breve delle dita del dorso del piede, sono innervati dal peroniero.

I territori d'innervazione sensitiva più o meno corrispondono. Il tibiale si occuperà della sensibilità della cute della parte posteriore della gamba e della pianta del piede.

Il peroneo, col suo ramo superficiale parte laterale della gamba, col ramo profondo che pure emette a sua volta dei rami superficiali, la parte anteriore della gamba.

La parte mediale della gamba ricordiamo essere territorio del nervo safeno.

La parte posteriore della coscia è innervata dal nervo cutaneo posteriore della coscia che è un ramo indipendente del plesso sacrale, che pure esce dal forame ischiatico. È un nervo sensitivo puro. Nella coscia l'ischiatico, dal punto di vista sensitivo, non innerva nulla, il suo territorio è la gamba parte posteriore, anteriore, esterna e interna, e tutto il piede. È importante ricordare che, superficialmente nella parte posteriore della gamba c'è il nervo surale che è formato da un ramo superficiale che proviene dal tibiale e riceve anche un'anastomosi dal peroniero. Quindi il surale, che è il nervo che va sul tendine d'Achille superficialmente, è formato da fibre che vengono sia dal tibiale che dal peroniero, e sta sopra al tricipite della sura.

Ripetiamo il decorso del tibiale: muscoli posteriori profondi della gamba, pianta del piede con i plantari mediale e laterali.

La parte posteriore della gamba è stata descritta come nervo ischiatico e non come nervo tibiale e peroniero (Netter tav. 522) perché è soprattutto il nervo surale, che, come detto, riceve fibre da entrambi i rami. Quindi definiamo la regione posteriore della gamba territorio d'innervazione sensitiva dell'ischiatico.

Pianta del piede invece è nervo tibiale. Quindi se c'è una lesione che riguardi le radici del tibiale, il sintomo caratteristico ed elettivo è l'eccesso di dolore o la perdita di sensibilità nella pianta del piede.

Dal punto di vista motorio, nella gamba, tutti i muscoli posteriori sono del tibiale e tutti i muscoli della pianta del piede. Se si ha lesione al nervo tibiale, si può avere piede piatto, perché i muscoli plantari funzionano poco o male. Se la lesione persiste, si paralizzano anche i muscoli posteriori della coscia. A quel punto diventa un problema la flessione plantare del piede, che è il movimento più importante che facciamo per camminare perché è il primo passo che facciamo. Ci sarà un atteggiamento caratteristico. Il paziente, per portare avanti la gamba, cioè per spostare in avanti il baricentro del corpo, non potendo fare una flessione plantare del piede, trascinerà la gamba avanti usando sostanzialmente gli adduttori, ed anche i flessori della coscia, perché adducendo, sollevando e flettendo la coscia, trasporta la coscia in avanti facendole fare una circonduzione. Se il paziente cammina in questo modo molto caratteristico, invece di flettere plantarmente il piede spinge in avanti, vuol dire che, da quella parte, c'è una lesione alle radici del nervo tibiale. Si può dire anche senza nessuna radiografia.

Per quanto riguarda la sensibilità abbiamo visto che bisogna cercare il sintomo nella pianta del piede, perché la regione posteriore della gamba è territorio misto anche del peroniero.

Il peroniero superficiale si occupa dei muscoli esterni della gamba e quindi i peronieri, pronatori del piede.

Il peroniero profondo si occupa dei muscoli anteriori che fanno l'estensione, fanno la flessione dorsale del piede. Anche la flessione dorsale del piede è importante per la deambulazione. Quando camminiamo c'è un momento in cui dobbiamo sollevare il piede da terra e per far questo facciamo la flessione dorsale del piede.

Il paziente che ha lesione alla radice di questo nervo non potrà fare il movimento, il piede scende giù e si ha una camminata anche lui caratteristica, "a zampa di gallo". Perché gli uccelli quando camminano flettono plantarmente il piede anziché dorsalmente.

Dal punto di vista propriocettivo, cioè dove bisogna cercare la perdita di sensibilità o di dolore, è la regione anteriore e laterale della gamba ed il dorso del piede.

