

Lezione 16

*Isocortex. Aree corticali. Aree del linguaggio. Nuclei della base.
Circuito motorio (via diretta e indiretta). Circuito limbico.
Circuito cognitivo. Circuito oculomotore. Vie ottiche.*

LA CORTECCIA CEREBRALE

La corteccia cerebrale costituisce il **pallio**, cioè il mantello che circonda il centro semiovale, formato dalla sostanza bianca e dai nuclei della base che sono contenuti all'interno. A seconda della costituzione, possiamo individuare tre porzioni della corteccia, differenti anche per origine filogenetica:

- **archicortex o archipallio**, è la parte filogeneticamente più antica, presente in alcune zone del sistema limbico (ippocampo dorsale e ventrale). L'archipallio è quel ricciolo, visibile alla base del cervello nel taglio di Charcot, che si inflette a formare l'ippocampo ventrale e dorsale (fascia dentata);
- **paleocortex o paleopallio** (lobo limbico), detto anche **mesocortex**, un tipo di corteccia molto disordinata;
- **neocortex o neopallio**.

La corteccia presenta una struttura sia laminare che colonnare. Quella laminare è detta così perché consta di sei strati principali, che sono (dal più esterno al più interno):

- 1) **strato molecolare**, costituito in prevalenza da cellule orizzontali e piccole cellule polimorfe a neurite corto.
- 2) **strato granulare esterno**, costituito in prevalenza da cellule stellate;
- 3) **strato delle cellule medie e grandi piramidali esterne**, dove cominciano i fasci radiati delle fibre mieliniche (che sono la continuazione di neuriti delle cellule piramidali);
- 4) **strato granulare interno**, costituito principalmente da cellule stellate spinose, che ricevono le afferenze dei nuclei relay del talamo e, alla periferia delle lamelle, da cellule stellate lisce (inibitorie);
- 5) **strato delle grandi cellule piramidali interne**, dove i fasci radiati aumentano notevolmente di spessore, inoltre troviamo cellule del secondo tipo del Golgi e alcune cellule di Martinotti;
- 6) **strato delle cellule fusiformi o polimorfe**, dove le fibre sono disposte irregolarmente, troviamo qui le cellule di Martinotti (che sono cellule piramidali invertite, cioè il dendrite scende ed il neurite sale!)

Il **neopallio** è la porzione di gran lunga prevalente e, poiché presenta una stratificazione abbastanza regolare, viene detto anche **isocorteccia cerebrale (isocortex)**. L'**archipallio** ed il **paleopallio** invece rappresentano una porzione di corteccia costituita da una stratificazione disordinata o con un numero inferiore di strati, che viene detto **allocorteccia cerebrale**.

L'**isocorteccia** viene definita **omotipica** quando tutti e sei gli strati di cellule sono rappresentati in modo omogeneo, **eterotipica** quando ci sono degli strati che prevalgono sugli altri.

Vediamo due esempi di corteccia cerebrale situati ai lati del solco centrale (di Rolando): davanti al solco di Rolando c'è la corteccia motoria rappresentata a destra, mentre dietro c'è la corteccia sensitiva, rappresentata a sinistra.

La stratificazione è presente in entrambe le cortecce, ma nella corteccia eterotipica di tipo sensitivo prevale il 4° strato e lo strato delle grandi cellule piramidali interne è molto più ridotto (un solo strato di cellule piramidali), mentre nell'area motoria sono di più (3 o 4). Questo fa sì che la corteccia sensitiva abbia uno spessore inferiore rispetto a quella motoria. Ancora più eterotipica è la zona della corteccia uditiva del lobo temporale (aree 41 e 42), della corteccia visiva (area 17) del lobo occipitale, dove addirittura le cellule piramidali sono rarissime: prevalgono i granuli, per cui si chiama **coniocorteccia**.

La corteccia omotipica è quella delle zone pre-frontali e delle zone di associazione, dove la corteccia assume i suoi 6 strati in modo regolare. La **struttura colonnare**, dal punto di vista funzionale, è data dalla ripetizione di vere e proprie colonne di cellule nervose (circa 1000), che si estendono in senso radiale attraverso tutti gli strati. Le colonne risultano costituite da tre principali tipi di cellule nervose:

- **cellule piramidali**, che, come le cellule di Betz, possono raggiungere anche grosse dimensioni (80-100 µm) e sono tutte eccitatorie (utilizzano come mediatore chimico **glutammato** o **aspartato**);
- **cellule stellate spinose**, mediali, che hanno spine dendritiche e sono generalmente eccitatorie;
- **cellule stellate lisce**, laterali, i cui dendriti non presentano spine e sono generalmente inibitorie e usano il **GABA** (questi neuroni GABAergici svolgono la stessa funzione che svolgono a livello del cervelletto).

Le cellule spinose ricevono la radiazione talamica, hanno un neurite che si blocca sul dendrite apicale della cellula piramidale (che ha un dendrite apicale e un neurite che scende) con numerosi bottoni sinaptici; le cellule sono dette spinose perché dai dendriti si dipartono delle protuberanze che nel loro insieme sembrano tante spine. Le cellule spinose eccitano le cellule piramidali e mandano impulsi alle vie discendenti.

Le cellule lisce invece ricevono dei collaterali dai neuriti delle cellule piramidali (che vanno alle cellule stellate che inibiscono le cellule piramidali delle altre colonne con meccanismo inibitorio simile a quello delle cellule del Renshaw) e l'inibitore è il **GABA** (acido gamma amino butirrico) o altri inibitori, che devono comunque agire in modo molto selettivo perché si deve avere la possibilità, per esempio nei movimenti delle dita, di contrarre un singolo muscolo e di inibirne altri. In un meccanismo di controllo reciproco, se manca una colonna, si ha un'ipereccitazione che passa da una colonna all'altra, partendo dalla mano, per risalire nell'avambraccio, nel braccio, nella spalla, per giungere infine al tronco, come avviene nell'**epilessia jacksoniana**.

C'è un tipo di cellule lisce inibitorie simile alle cellule "**a canestro**" ed un altro tipo dette "**a candeliere**", per la particolare forma del loro dendrite. Hanno, come le cellule stellate lisce, la funzione di controllare che lo stimolo sia ben definito ed avvenga solo in una determinata colonna e quindi in un determinato muscolo o gruppo di muscoli, secondo i piani che sono stati elaborati dalla corteccia pre-frontale.

Ad ogni determinata regione della corteccia arrivano numerose fibre afferenti, che sono di cinque tipi principali:

- **fibre associative longitudinali**, costituite da assoni di piccole cellule piramidali che vanno da una parte all'altra della corteccia di uno stesso emisfero. Possono essere lunghe o corte a seconda che colleghino, rispettivamente, lobi encefalici differenti o circonvoluzioni tra loro vicine e possono passare, per esempio, dalla corteccia sensitiva a quella motoria, per regolare i riflessi corticali;
- **fibre commessurali**, sono costituite da assoni di cellule piramidali di medie dimensioni che collegano le aree corticali omologhe dei due lati;
- **fibre talamo corticali**, che possono essere specifiche o non specifiche, a seconda che provengano da uno specifico nucleo o da nuclei intralaminari. Sono fibre della radiazione sensitiva, che vanno al 4° strato dei granuli (che in realtà non sono granuli, ma cellule stellate spinose), le quali hanno un neurite che va a finire sulle cellule piramidali del 3° o del 5° strato;
- **fibre centro-encefaliche**, sono le fibre afferenti che provengono dall'ipotalamo e dal tronco encefalico.
- Vi sono inoltre le **fibre di proiezione**, costituite da assoni di grandi cellule piramidali che giungono ai gangli della base, al tronco encefalico ed al midollo spinale.

La corteccia sensitiva e quella motrice si scambiano fibre; inoltre si sa che c'è una componente che parte dalla corteccia sensitiva che entra nelle vie piramidali e serve a regolare il passaggio della sensibilità aumentandola o diminuendola, non solo quella dolorifica, ma anche quella tattile epicritica, che viene accentuata nei movimenti di

esplorazione. Le **colonne** (formate al centro dalle cellule piramidali e, ai lati, da quelle stellate) si regolano a vicenda perché, come nel cervelletto, lo stimolo deve arrivare in modo preciso a quella determinata colonna, mentre devono essere inibite le colonne vicine. Questo meccanismo, così delicato, può essere disturbato in caso di lesione: può scatenarsi una reazione violenta della corteccia che provoca una sua ipereccitazione.

In caso di lesione alle colonne della corteccia si ha un disturbo conosciuto come **epilessia**. Ci sono diversi tipi di epilessia:

- **epilessia jacksoniana**, lesione della corteccia motoria che provoca la mancanza di controllo reciproco tra una colonna e l'altra; l'impulso si trasmette alla corteccia a partire dal punto in cui è stata lesa. A livello muscolare colpisce soprattutto gli arti, provocando una contrazione che si succede progressivamente, dalle dita della mano fino al tronco, finché il soggetto è in preda a violente convulsioni che interessano il resto del corpo;
- l'**epilessia major** o grande male (in cui la sede del focolaio di origine non è chiara) provoca un'improvvisa perdita di coscienza, seguita da **lipotimia** (successivamente si alternano una fase tonica, che provoca nel giro di qualche secondo l'irrigidimento di tutti i muscoli; una fase clonica, caratterizzata da violentissime contrazioni degli arti e dei muscoli masticatori, quindi molto pericolose; fase comatosa o del sonno profondo, in cui si ha completa perdita di coscienza).
- Esiste inoltre un tipo di **epilessia**, detta **minor** o piccolo male, altrettanto pericolosa (ma che può manifestarsi anche una sola volta nella vita) e comporta la totale **estraniazione** dell'individuo da sé stesso (cioè il soggetto non ricorda più cosa sta facendo, è completamente assente).

Lesioni epilettogene della corteccia temporale si possono avere in seguito all'utilizzo del **forcipe**, adoperato (soprattutto in passato) al momento del parto per estrarre il bambino.

AREE CORTICALI

Le varie funzioni della corteccia cerebrale sono distribuite con una regolare sistemazione in zone distinte, dette appunto **zone** o **aree corticali**. Si è soliti distinguere, in base alla loro funzione, **aree corticali di proiezione** ed **aree corticali di associazione**. Le prime sono deputate alla ricezione di impulsi nervosi provenienti dal midollo spinale o da centri encefalici sottocorticali ed alla trasmissione di impulsi nervosi che dalla corteccia sono destinati ai centri sottocorticali. Le aree corticali di associazione, invece, sono deputate alla ricezione ed alla rielaborazione dell'attività nervosa di certe aree corticali, alle quali devono trasmettere la propria.

Aree corticali del lobo frontale

Area 4: si trova nella circonvoluzione pre-rolandica, viene definita **area motrice primaria**, ed è sede dell'**omunculus motorio**. Da qui si dipartono gli impulsi motori volontari per tutti i muscoli della metà eterolaterale del corpo, esclusi quelli degli occhi. Sono presenti le **cellule di Betz**, le quali hanno un neurite che scende ed un dendrite che sale negli strati superiori, dove sono presenti cellule associative che contengono diversi mediatori chimici. Alla corteccia giungono numerose fibre, contenenti particolari mediatori chimici che provengono dai nuclei reticolari del talamo (e sono implicati nella regolazione del ciclo sonno-veglia); altre dalla parte basale degli emisferi cerebrali (parte basale del **proencefalo**, sotto il setto pellucido) trasportano **acetilcolina** e vanno alla corteccia e all'ippocampo (l'acetilcolina mantiene eccitata la corteccia); altre ancora partono dal nucleo tuberoinfundibolare dell'ipotalamo, vicino al corpo mammillare e contengono **istamina**; infine vi sono fibre **serotoninergiche**, coinvolte nella genesi della depressione endogena. Le fibre che nascono dalle vie piramidali costituiscono le **vie discendenti**, che sono per il 70% dell'area 4 e per il 30% delle aree premotorie (fibre cortico spinali) e di altre aree.

Area motrice supplementare: (non si vede, perché è mediale ed è localizzata nella circonvoluzione frontale interna, rostralmente all'area 4) non riceve stimoli dall'esterno (es. tronco encefalico o altre aree corticali), ma riceve le fibre solamente dai **gangli della base**. È molto importante nell'avvio del movimento.

Area 6: detta **area motrice secondaria**, è fondamentale per il controllo e la regolazione dei movimenti volontari e semivolontari o automatici ad essi associati. È da qui che nascono le vie extrapiramidali. In quest'area sono presenti prevalentemente cellule piramidali che ricevono stimoli dal **nucleo rosso** del mesencefalo e dal cervelletto.

Area 8: detta **oculocefalogira**, è importantissima perché è sede degli impulsi motori volontari dei movimenti coniugati degli occhi. (da qui si dipartono infatti fibre destinate ai nervi oculomotore, trocleare ed abducente).

Area 9, 10, 11, 12: detta **prefrontale**, è la sede delle funzioni intellettive più complesse, ad esempio determina il tono "affettivo", cioè se si è contenti o tristi, ottimisti o pessimisti, etc., dunque è in rapporto anche col sistema limbico; inoltre è il centro regolatore della motilità volontaria e per questo viene anche chiamata **centro della previsione**.

Attraverso il fascio arcuato (che parte dalle **aree 22 e 39**) gli stimoli vanno alle **aree 44 e 45 (area del Broca)**, che sono aree del linguaggio parlato situate davanti all'area motrice, in corrispondenza della rappresentazione della lingua e della laringe nell'**omunculo motorio**. L'area del Broca è responsabile dell'articolazione delle parole, una sua lesione provoca una **afasia motoria**.

Per **afasia** si intende una disfunzione del linguaggio e può essere **motoria** o **sensoriale**. Se per esempio si ha una lesione nel **campo di Wernicke**, si ha **afasia**

sensoriale: il soggetto sente le cose però non riesce a capirne il significato e non riesce ad esprimersi, non riuscendo più a parlare con se stesso!!

Il soggetto formula frasi senza senso o **parafasie**, che possono essere di 2 tipi: **fonetica**, cioè scambiare sillabe e scomporre le parole (anziché coltello e forchetta si dice toltello e forfetta) oppure **verbale**, cioè si dice una parola al posto di un'altra.

Afasia motoria: è difficile articolare le parole e si ha quindi un'**anartria**, se viene colpita l'**area del Broca**. È possibile parlare, perché i centri di ricezione del linguaggio non sono lesi, ma resta lesa l'area del Broca e dunque il soggetto sa quello che vuole dire ma non riesce ad esprimerlo; usa un linguaggio telegrafico, privo di preposizioni e parole piccole, rendendo quindi difficile da comprendere ogni suo pensiero. I centri del linguaggio nella prima infanzia sono presenti ed attivi in entrambi gli emisferi; durante questo periodo (più o meno fino ai tre anni) è normale che i bambini balbettino. Dopo questo periodo solitamente la balbuzie scompare, perché i centri più importanti del linguaggio rimangono solo nell'emisfero sinistro, mentre nel destro rimangono comunque centri con funzioni complementari (permettono di capire l'intonazione della voce e di dare enfasi alle parole).

Aree corticali del lobo parietale

Area 3, 1, 2: detta **sensitiva primaria** (situata subito dietro al solco di Rolando); in quest'area le sensazioni coscienti vengono trasformate in impulsi della sensibilità generale della metà eterolaterale che arrivano dalla radiazione sensitiva. È la sede dell'**omunculus sensitivo** e la parte più bassa (quella più prossima alla scissura del Silvio) è in rapporto con la sensibilità della testa, della mano, del tronco, degli arti superiori ed inferiori.

Area 5, 7: detta **sensitiva secondaria o stereognosica**, è la sede del riconoscimento degli oggetti in base alle sensazioni, anche senza aiuto della vista.

Aree corticali del lobo temporale

Area 40: è al di sopra della scissura del Silvio, nell'area del giro sopramarginale. È estremamente importante, perché ad essa e all'**area 7** arriva, dalla corteccia visiva del lobo occipitale, il **fascio del dove**; è l'area dello schema corporeo, dove sono localizzati i ricordi mnemonici che permettono di capire le mappe e il loro orientamento. Se si ha una lesione in questa zona, infatti, si perde completamente il **senso dell'orientamento** e della **stereognosi**. Quando si vede un oggetto in movimento, viene mandato un impulso alle aree 7 e 40 e, da qui, all'area motoria ed a quelle dei movimenti degli occhi, per permettere di fissare l'oggetto in movimento. Il controllo di questi impulsi è dovuto alla corteccia prefrontale dorsolaterale.

Area 41, 42: detta **acustica primaria** (all'interno della parte terminale della scissura di Silvio c'è un piano temporale con una circonvoluzione orizzontale, detta **circonvoluzione di**

Heschl), dove arrivano gli impulsi acustici (tramite la radiazione acustica che proviene dal corpo genicolato mediale) che sono trasformati in sensazioni uditive coscienti. La parte più profonda è adibita alla percezione dei suoni acuti, la parte più superficiale a quella dei suoni bassi.

Area 22: detta **acustica secondaria** (qui la corteccia passa da una costituzione prevalentemente granulare a una sempre più ricca di cellule piramidali), è la sede dei ricordi mnemonici dei suoni e della comprensione del linguaggio parlato. Questo centro forma il **campo del Wernicke**; subito dietro ad esso, in corrispondenza dell'**area 39** (piega curva, nel lobulo parietale inferiore), si ha il centro del linguaggio scritto (o centro della lettura), dove i **grafemi** del linguaggio scritto vengono tradotti in **fonemi**. Da questa traduzione in fonemi si ottiene una specie di linguaggio interno (cioè parliamo con noi stessi!!). I fonemi vengono trasferiti attraverso il **fascio arcuato** verso le aree motrici del linguaggio, dove è possibile articolare le parole oppure dove è possibile scrivere. Questo perché, grazie al linguaggio interno, noi confrontiamo gli stimoli che riceviamo con altri stimoli già codificati nella corteccia (ed è in questo modo che noi, ad esempio, siamo in grado di rispondere al nostro interlocutore).

Area 37, 20: a queste aree di gnosis arriva il **fascio del cosa**, che è importante per l'estrazione dei colori, delle forme e soprattutto delle facce. L'estrazione delle forme può generare importanti aspetti emotivi, infatti si possono avere degli impulsi che dal fascio del cosa arrivano all'**uncus (area 38)** e poi all'**amigdala** ed al **nucleo accumbens**, quindi esiste una forte connessione col sistema limbico. Lesioni relative al fascio del cosa ci fanno vedere le immagini in bianco e nero oppure ci impediscono di riconoscere le forme e le facce.

Aree corticali del lobo occipitale

Area 17: detta **ottica primaria**, dove gli impulsi luminosi (che arrivano tramite la radiazione ottica che proviene dal corpo genicolato laterale) vengono trasformati in sensazioni visive coscienti.

Area 18, 19: detta **ottica secondaria**, è la sede della memoria visiva. Da qui si diparte una serie di fasci, tra i quali il fascio del dove, in rapporto al senso dell'orientamento e quello del *cosa*.

Area 39: detta **centro verbo - visivo**, permette di capire le parole scritte.

STEREOGNOSIA

È possibile riconoscere un oggetto, come per esempio una chiave nella nostra tasca, semplicemente toccandola, senza l'ausilio della vista. Questo riconoscimento è dovuto ad un sistema molto complesso, che coinvolge i fasci della sensibilità tattile epicritica della pressione e quelli dell'articolazione delle dita; infatti gli impulsi sensitivi che passano nel

fascicolo cuneato giungono al nucleo del fascicolo cuneato stesso. Da qui parte il lemnisco mediale controlaterale verso il nucleo ventrale posteriore laterale del talamo dove origina la radiazione sensitiva, che passa nella parte posteriore del braccio posteriore della capsula interna per arrivare alle aree 3, 1, 2. Gli stimoli dall'area sensitiva primaria vengono inviati all'area 5, che da sensazioni li tramuta in percezioni. Per interpretare le percezioni è necessario che nell'area sopramarginale (area 40) e nell'area 7 siano già presenti le "mappe" degli oggetti; quindi dall'area 7 all'area 40 si ha la coscienza del riconoscimento di questi ultimi. Successivamente, verranno inviati degli stimoli anche all'area 4, in modo tale da attivare le vie cortico-spinali e, così, muovere in modo appropriato i muscoli delle dita per poter continuare l'esplorazione. Essendo lo stimolo sensitivo crociato, le sensazioni della mano destra vengono percepite dall'emisfero sinistro (e viceversa); in seguito gli impulsi vengono inviati al centro del linguaggio principale e, tramite il corpo calloso, a quello secondario dell'emisfero destro. L'area acustica è quindi attiva perché durante la **stereognosi** "parliamo con noi stessi".

RICEZIONE DEI TONI E DELLE PAROLE

I toni vengono recepiti nelle aree 41 e 42 per essere poi distribuiti alla corteccia, dove vengono interpretati. È particolarmente importante l'attività dell'emisfero minore per quanto riguarda la comprensione del fraseggio musicale. Anche per quanto riguarda la ricezione delle parole intervengono le aree 41, 42, 22 coadiuvate dalle aree del fascio del cosa, le quali "contengono" le nozioni necessarie per capire quello che si sente; è necessario infatti avere delle basi precedenti con cui confrontare le parole ascoltate. Anche se non si risponde, si crea comunque un linguaggio interno. Quando si legge, l'impulso parte dalle aree visive che permettono i movimenti coniugati degli occhi. Da queste aree gli stimoli giungono all'area 39 (che traduce i grafemi in fonemi) ed all'area 40, (fascio del dove), contenente molte informazioni; altre informazioni arrivano dall'area 37, 20 (fascio del cosa) e l'insieme di queste ultime viene confrontato con quelle derivanti dalla lettura. Il tutto è controllato dall'area 9. Inoltre, quando si legge ad alta voce, sono attive le aree motrici e le **aree del linguaggio articolato di Broca**. Lesioni della parte centrale dell'area 39 danno origine ad un tipo di afasia chiamata **dislessia**, caratterizzata da una specifica e pronunciata difficoltà di lettura in individui che sotto altri profili sono perfettamente normali. La forma più grave è detta **allessia**, associata a rilevanti disturbi dello sviluppo di parti importanti del cervello.

Non sempre le aree corticali sono funzionali ed allora, per verificarne l'attività, solitamente si usano degli strumenti (disponibili da circa 10-15 anni) che permettono di vedere le localizzazioni cerebrali in vivo:

PET (Positron Emission Tomography): si iniettano in una vena dell'avambraccio delle sostanze (ossigeno o glucosio) che emettono positroni, questi reagiscono con gli elettroni

presenti nel sangue e prendono origine così dei raggi gamma che evidenziano l'area attiva.

FMRI (Risonanza Magnetica Funzionale): è una metodica sofisticata e costosa; non viene iniettata nessuna sostanza, ma la differenza la fa l'ossigeno: poiché il sangue ossigenato dà un segnale diverso da quello non ossigenato, è possibile individuare le aree attive che si accendono proprio per la presenza dell'ossigeno, mentre le aree spente rappresentano le zone dove l'ossigeno si è consumato.

CIRCUITI CORTICALI

Dalla corteccia cerebrale partono dei circuiti che dopo aver attraversato i gangli della base ritornano a diverse aree della corteccia stessa. I circuiti principali sono quattro:

- **circuito motorio**, coinvolto nei movimenti già appresi;
- **circuito cognitivo**, in rapporto con l'intenzione dell'esecuzione dei movimenti;
- **circuito limbico**, in relazione con gli aspetti emotivi del movimento;
- **circuito oculomotore**, in rapporto coi movimenti degli occhi normalmente inibiti (fisiologicamente impediti dalla zona reticolare della sostanza nera)

Il circuito motorio parte dalla corteccia premotoria ed interessa i gangli della base: possiamo individuare una **via diretta** ed una **via indiretta**. Nella prima, le fibre eccitatorie che partono dalla corteccia motoria giungono al **putamen**, le cui fibre GABAergiche svolgono un'azione inibitrice sul pallido interno. In condizioni normali il pallido ha un'azione inibitoria sulla parte anteriore nucleo ventrale laterale del talamo (ricordiamo invece che la parte posteriore di questo nucleo riceve le fibre del cervelletto), che viene bloccata appunto dalle suddette fibre GABAergiche. Il talamo, quindi, è libero di eccitare la corteccia motrice supplementare (parte mediale dell'area 6), che è quella responsabile del movimento (è quella che dà il *LA* al movimento!). Questa via risulta facilitata dalle fibre **DOPAMINergiche** della **sostanza nera** (del Soemmering), che eccitano il putamen favorendo la stimolazione del movimento. Nella seconda, quella indiretta, il processo è funzionalmente simile, presenta solo qualche piccola differenza: il neurite inibitorio del putamen giunge questa volta non al pallido interno ma a quello esterno, il quale normalmente controlla il nucleo subtalamico che viene quindi liberato ed eccita il pallido interno il quale, a sua volta, inibisce il nucleo ventrale laterale del talamo. Viene così a mancare la stimolazione dell'area motrice corticale ed il movimento viene quindi bloccato. Al contrario di quella diretta, questa via viene inibita dalla sostanza nera (del Soemmering) e risulta controllata dalla via diretta stessa.

In caso di lesione alla via motoria diretta possono manifestarsi sintomi come **bradicinesia**, dove i movimenti diventano molto lenti ed anche quelli più usuali risultano difficili da eseguire (è un tipico sintomo del **morbo di Parkinson** insieme al tremore a riposo, l'andatura a passettini, e una difficoltà a mantenere la postura eretta; c'è inoltre una resistenza al movimento passivo degli arti: tipico "movimento della ruota dentata" per cui, a

causa del tremore costante, i movimenti risultano a scatti. Ricordiamo che, invece, il movimento a scatto unico, "del coltello a serramanico", è tipico di una lesione alle vie piramidali; l'**acinesia** consiste nella difficoltà ad iniziare i movimenti. Le lesioni alla via motoria indiretta invece provocano **ipercinesia**, caratterizzata da contrazioni muscolari spontanee ed involontarie, ricorrente soprattutto in età molto avanzata, in seguito ad una lesione vascolare; **emiballismo**, più frequente nella vecchiaia, dovuto ad una lesione del nucleo subtalamico, che provoca movimenti di torsione violenti ed incontrollati, "del lanciatore del disco", che non si placano nemmeno durante il sonno; la **corea di Huntington** o **Ballo di San Vito**, malattia cronica ereditaria autosomica dominante, dovuta ad una lesione del pallido, caratterizzata da movimenti sussultori involontari, armonici, come di danza, generalmente del tronco, delle spalle e degli arti inferiori; causa inoltre deterioramento mentale. Esiste anche una **corea benigna** detta **di Sydenham** dovuta ad una infezione virale (per es. un'influenza).

I gangli della base sono:

- **nucleo caudato**;
- **putamen** , che insieme al nucleo caudato forma il cosiddetto **nucleo neo-striato** (di origine telencefalica);
- **pallido**, che in connessione con la zona reticolare della sostanza nera forma il nucleo paleo-striato (di origine diencefalica). Il pallido ventrale è formato da uno strato di sostanza grigia situato sotto il pallido stesso;
- **nucleo accumbens** (che si trova sotto il setto pellucido ed anteriormente all'**amigdala**) nella profondità del lobo temporale, invia fibre che stimolano l'amigdala; quest'ultima e lo stesso nucleo accumbens fanno parte del sistema limbico. L'accumbens fa parte dello striato ventrale.

Il circuito cognitivo parte da tutte le aree della corteccia con funzione associativa (in particolare dall'area prefrontale) che inviano delle efferenze al nucleo caudato, che a sua volta le invia al pallido ed al nucleo ventrale anteriore del talamo. Da qui queste fibre afferenti ritornano all'area prefrontale, in rapporto con la pianificazione dei movimenti.

Il circuito limbico è in rapporto con la componente emotiva del movimento; parte dalla circonvoluzione prefrontale ed attraversa il nucleo accumbens, il pallido ventrale ed il nucleo talamico dorso-mediale, per tornare alla corteccia prefrontale.

Il circuito oculomotore parte dalla corteccia parietale posteriore e dal campo oculare frontale (aree 7 e 8); attraversa il nucleo caudato e la zona reticolare della sostanza nera e da qui si porta al nucleo ventrale anteriore del talamo, da cui poi ritorna alle zone frontale e parietale della corteccia (cioè da dove era partito!). I movimenti automatici degli occhi sono

regolati da cellule GABAergiche, le cui fibre vengono inviate dalla zona reticolare della sostanza nera al corpo quadrigemino superiore, dove contraggono rapporti con le cellule che consentono tali movimenti.

VIE OTTICHE

La **visione stereoscopica** corrisponde ai tre quarti del campo visivo comuni ad entrambi gli occhi. A livello della retina si forma un'immagine invertita e capovolta. Le fibre ottiche arrivano al **chiasma ottico** (quella porzione di sostanza bianca situata davanti all'ipotalamo), quelle che si incrociano permettono la visione bioculare (3/4 del campo visivo). Il campo visivo è dominato dai **settori retinici**, che si distinguono in settori retinici nasali (mediali) e settori retinici temporali (laterali). I fasci provenienti dai settori retinici nasali sono gli unici crociati e giungono, come quelli dai setti temporali (che non si incrociano), ai **corpi genicolati laterali** (mnemonica: **L**aterali **L** = Luce) da cui parte la radiazione ottica che va ai lati della **scissura calcarina** (in cui ritroviamo l'area visiva primaria). In seguito ad una lesione del nervo ottico si ha una perdita parziale del campo visivo (1/3), che comunque compromette la visione stereoscopica. Una lesione interna del chiasma ottico, come un tumore che colpisce le fibre nasali, invece, causa la perdita dei due campi visivi temporali o **emianopsia eteronima bitemporale**: emianopsia perché interessa metà del campo visivo, eteronima perché si perde la metà destra del campo visivo dell'occhio destro e la metà sinistra del campo visivo dell'occhio sinistro, bitemporale perché interessa entrambi i lati temporali. La lesione provoca una restrizione del campo visivo. Il soggetto se ne rende conto solo in seguito al fatto che agli stop non vede le macchine che provengono dai lati. Tutte le lesioni che interessano le parti posteriori al chiasma sono lesioni **omonime**, in cui si perde lo stesso campo visivo di ciascun occhio.

Il nucleo lenticolare presenta una forma a prisma triangolare costituito da:

- una **faccia antero mediale** rivolta verso la testa del nucleo caudato;
- una **faccia postero mediale** che guarda il talamo;
- una **faccia laterale** che guarda al claustr; una faccia inferiore.

Anteriormente al corpo calloso troviamo le fibre del **forceps minor** che vanno al lobo frontale; troviamo invece, nella parte posteriore, le fibre del **forceps major** che costeggiano il lobo occipitale e la parete mediale del corno occipitale del ventricolo (visibile nel taglio di Flesching). Si è visto recentemente che dal tronco del corpo calloso ci sono delle fibre che uniscono i due emisferi piegandosi all'indietro, infilandosi tra il corno temporale e quello occipitale del ventricolo, formando il **tapetum**. Il Cattaneo ritiene invece che il **tapetum** derivi in parte del fascicolo occipito-frontale superiore.

Il **ginocchio della capsula interna** è situato tra la testa del nucleo caudato, il polo anteriore del talamo ed il margine mediale del nucleo lenticolare.

L'unica porzione del diencefalo che risulta visibile (non coperta dal telencefalo) è la parte tuberale dell'ipotalamo con l'ipofisi, composta da una porzione anteriore, che deriva dalla faringe e da una porzione posteriore che deriva dal diencefalo.

La **scissura perpendicolare interna** e quella **calcarina** sono distinte! La prima arriva in prossimità della seconda.

Il **lobo limbico** costeggia il corpo calloso, prolungandosi anche inferiormente ad esso. La circonvoluzione del limbico è data da: circonvoluzione del cingolo, circonvoluzione callosa e circonvoluzione dell'ippocampo.