

## L'OLFATTO

Si può essere portati indietro all'infanzia semplicemente sentendo un odore. Anche per il gusto e per l'olfatto come per gli altri sensi ci sono dei recettori specifici: per l'olfatto questi recettori sono localizzati nella cavità nasale. La parte anteriore inferiore del (in contatto con la cavità nasale) riporta dei bulbi olfattivi. Quando attraverso quest'area vengono portate nel naso delle particelle di sostanze chimiche, succede che queste entrano in contatto con l'epitelio olfattivo, che è quella zona di membrana di mucosa dove queste sostanze si sciolgono e la loro presenza viene rilevata dal cervello grazie a dei neuroni che agiscono come recettori specifici. Vi è un osso che divide la scatola cranica dalla cavità nasale: questo osso ha diversi pori che servono come punti di passaggio. Vi sono quindi recettori che sono al di fuori della cavità nasale che sono appunto immersi in questa mucosa che costituisce l'epitelio olfattivo. Questi recettori hanno i loro assoni che vanno verso i bulbi olfattivi (c'è un bulbo per ogni emisfero), e al loro interno il recettore invia assoni in ammassi di cellule chiamati glomeruli. Dai glomeruli partono degli altri assoni che vanno verso la corteccia olfattiva. Il tipo di stimolo olfattivo viene determinato dalla sostanza chimica che invia l'informazione; quindi il tipo di profumo che noi sentiamo viene determinato dalla sostanza chimica che interagisce con un certo tipo di recettore. Un profumo può essere percepito in maniera più o meno intensa a seconda della quantità, quindi l'intensità dell'energia chimica della sostanza odorosa determina l'intensità della sensazione percepita (elevate concentrazioni di sostanze chimiche danno sensazioni più forti), e permettono di capire meglio di che cosa è composto un profumo. In alcuni casi si possono individuare sostanze diverse in un odore specifico. Chi fuma ha una percezione olfattiva migliore.

L'epitelio olfattivo è costituito da recettori specifici: c'è un ciclo regolare per il quale ogni circa 60 giorni si ha una rigenerazione dei recettori specifici. Ci sono delle cellule chiamate "cellule basali", che diventano cellule recettrici. Quindi ogni 60 giorni recettori diversi e neurosi nuovi vengono generati e la loro funzione è subito quella di inviare i loro assoni dall'epitelio al bulbo, trasmettendo sempre la stessa informazione odorosa, questo è importante perché altrimenti si percepirebbero odori diversi. Questi neuroni sono molto plastici, ogni 60 giorni i nuovi neuroni sanno già dove andare a prendere contatto. Le cellule recettrici inviano l'informazione ai glomeruli, i quali sono in contatto con le cellule mitrali. Ci sono quindi 2 tipi di cellule, cellule mitrali e granuli, oltre ai glomeruli. Le fibre che partono dalle cellule mitrali vanno verso l'emisfero cerebrale in 2 momenti: una parte va da un bulbo all'opposto (mettendo in comunicazione tra di loro i 2 bulbi), mentre l'altra parte va all'indietro al proprio emisfero (quindi attraverso una proiezione ipsilaterale).

La commessura anteriore<sup>1</sup> è un fascio di fibre che si trovano anteriormente al corpo calloso, ed ha la stessa funzione del corpo calloso perché mette in comunicazione un bulbo con l'altro e quindi un emisfero con l'opposto.

Si può percepire un odore o un profumo anche quando questo è provocato da sostanze chimiche presenti solo in minima quantità. L'epitelio olfattivo è una struttura grande: c'è una relazione tra la grandezza dell'epitelio e la quantità di cellule che può contenere e la capacità di discriminare un odore. Le molecole delle sostanze chimiche che portano l'informazione entrano in contatto con le cellule dell'epitelio olfattivo. Le fibre di questi neuroni mandano contatti con i glomeruli che stanno all'interno dei bulbi. All'interno dei bulbi ci sono vari tipi di cellule, delle quali 2 tipi sono i più importanti: le cellule a pennacchio e le cellule mitrali. Dall'epitelio, i corpi delle cellule mandano assoni che vanno alla corteccia olfattiva. All'interno della cavità nasale ci sono dei canali che consentono alle cellule di inviare i loro assoni e di formare i nervi olfattivi. C'è come detto un ciclo vitale di questi neuroni. Nell'epitelio ci sono anche delle cellule nasali che si trasformano in cellule recettrici.

I bulbi sono in contatto tra di loro attraverso la commessura anteriore, quindi un odore viene inviato ad entrambi gli emisferi. Le cellule mitrali sono le principali cellule di proiezione dell'informazione olfattiva e ricevono le informazioni da recettori specifici. Ci sono zone dell'epitelio che sono specifiche per un certo tipo di odori. Così come per la vista, anche per l'olfatto ci sono alcuni odori

<sup>1</sup> *Commessura* significa comunicazione tra 2 parti.

di base che ci permettono di percepire una certa varietà di odori e di profumi. Le cellule onorifiche trasportano inoltre l'informazione circa l'intensità della sensazione odorosa in funzione della scarica di neuroni. Si hanno quindi dei potenziali generatori che sono delle variazioni del potenziale d'azione che viene comunque trasmesso (l'intensità odorosa percepita è già codificata al livello dei recettori periferici). Le cellule a pennacchio e le cellule mitrali costituiscono le connessioni dirette (che portano al SNC), mentre invece i granuli e altre cellule che stanno attorno ai glomeruli costituiscono una connessione orizzontale (come per la visione, sono inibitorie).

Rispetto agli altri sistemi sensoriali, nell'olfatto c'è quindi una proiezione diretta alla corteccia che avviene attraverso 2 vie.

Struttura connessioni: dal bulbo olfattivo si ha il tratto olfattivo che esce (cellule mitrali), una parte va all'altro bulbo. Un primo contatto si ha con il nucleo olfattivo anteriore che consente il passaggio tra i 2 bulbi. Le proiezioni più importanti sono 2: la prima al tubercolo olfattivo (è da qui che l'informazione va talamo dorso-mediale), la seconda dal talamo l'informazione ritorna da dove è venuta, cioè alla corteccia frontale (che si trova sopra i bulbi).

L'aspetto percettivo dell'odore è localizzato nella corteccia triforme, quindi è qui che vi è l'altra via intrapresa.

Spesso si ricordano dei fatti del passato grazie a degli odori particolari dati dalle informazioni dell'ippocampo. Vi sono diverse categorie di odori percepibili dati da 7 odori specifici principali, tra i quali vi sono l'odore di canfora, di muschio, floreale, di menta, e pungente.

Si possono avere disturbi che alterano la percezione di questi 7 odori principali. Un primo disturbo è dato dalla iposmia, sintomo per cui si ha una capacità ridotta di percepire l'odore a seguito di una lieve infiammazione. L'esempio classico è dato dal raffreddore per il quale non siamo in grado di percepire gli odori.

Si possono avere poi delle anosmie, che sono delle incapacità totali di percepire odori. Esistono *anosmie specifiche*, che portano alla perdita di percezioni di determinati tipi di odori, ma questi sono rari. Diverso è il caso delle *anosmie totali*, che portano alla perdita totale delle percezione olfattiva, a causa di lesioni permanenti del nervo e del tratto olfattivo.

C'è poi un disturbo di allucinazioni onorifiche: un caso è la cacosmia, che è la percezione di odori ripugnanti e può sorgere per esempio in alcuni casi di crisi epilettiche, dove l'origine delle crisi è nella corteccia della percezione onorifica.

Le informazioni olfattive vengono prima inviate in una zona di corteccia detta "paleocortex" che è molta antica, così come lo sono tutte le strutture del sistema olfattivo.

**Rip:** l'intensità della stimolazione odorosa può essere già codificata a livello delle cellule recettoriali periferiche. La presentazione di sostanze odorose in concentrazione maggiore determina delle risposte recettoriali sempre più intense con una frequenza di potenziale che aumenta (potenziale generatore). A livello dell'epitelio quindi si ha l'informazione circa l'intensità della sostanza odorosa che percepiamo. Le cellule recettrici inviano l'informazione ai glomeruli dove prendono contatto o con le cellule mitrali o con le cellule a pennacchio.

## IL GUSTO

Un senso diverso è il gusto, che però deriva dall'olfatto. C'è una categoria gustativa nuova che è raggruppata col nome di UMAMI. Gli organi sensoriali sono i bottoni gustativi presenti sulla lingua e nella cavità orale (faringe, etc). ci sono diversi tipi di papille: *papille fogliate* (che sono localizzate nella parte laterale-posteriore della lingua), *papille fungiforme* (nella parte anteriore) e le *papille circumvallate* (localizzate nella zone posteriore). Queste ultime sono avvallamenti nella mucosa della lingua lungo i quali ci sono dei calici gustativi. Nella mucosa c'è un poro all'interno del quale le sostanze possono essere disciolte: l'estremità contiene delle cellule del gusto e finiscono con dei microbilli, che servono a conservare la sostanze chimiche, e che portano variazioni di potenziale. All'interno di una pupilla ci sono molti calici gustativi. Vi è una suddivisione delle lingua, per la quale vi sono bottoni gustativi specifici: l'*amaro* (che è localizzato nella parte posteriore della lingua), poi vi è l'*aspro* (parte laterale destra), il *salato* (parte laterale sinistra) e il *dolce* (che si

trova sulla punta della lingua). Studi recenti hanno però dimostrato che non vi è proprio esattamente una suddivisione così specifica. Le papille (fogliate, fungiformi e circumvallate) sono distribuite in varie posizioni differenti nella lingua. I bottoni gustativi sono localizzati nelle papille gustative e alcune zone della lingua hanno una soglia minore per i diversi gusti. Il bottone gustativo è in contatto con neuroni afferenti che ricevono delle informazioni dai calici gustativi. Come nell'epitelio olfattivo, anche nell'epitelio gustativo vi sono 3 tipi di cellule: cellule basali, cellule recettrici e cellule di sostegno. Il principio è lo stesso: le cellule basali piano piano si trasformano in cellule recettrici per poi diventare cellule gustative mature.

Aspetto funzionale dei gusti: l'amaro di solito viene associato alla presenza di stimoli nocivi, e con il dolce viene provocato in modo indiretto (attraverso delle proteine di membrana), mentre invece l'aspro ed il salato vengono azionati in maniera diretta (tramite il passaggio diretto attraverso la membrana delle cellule recettrici).

Struttura connessioni (come l'informazione arriva in corteccia): si ha una proiezione che arriva al talamo. A differenza degli altri sensi, nel gusto non c'è una rappresentazione crociata, quindi l'informazione nella maggior parte dei casi è bilaterale. L'informazione una volta che esce dal talamo arriva in una zona dell'area somatosensoriale primaria, che è la corteccia dell'insula (zona che si trova dietro al lobo temporale).

La sinapsi è chimica.

## L'UDITO

Nell'udito si ha una forma di energia che viene tradotta in modo particolare. L'energia sonora è costituita da aria, che si comprime e si rarefa. Quindi si hanno delle vibrazioni che sono prodotte dal movimento di un qualche oggetto. Dal punto di origine, queste onde di compressione dell'aria si irradiano in tutte le direzioni e si hanno onde che possono essere caratterizzate da una frequenza di compressione dell'aria che può essere più o meno elevata (si ha quindi un ciclo con 2 picchi, più cicli si hanno e più elevata è la frequenza di queste onde). La frequenza quindi è data dal numero di picchi che si hanno in una data unità di tempo, e determina la totalità del suono che percepiamo. Ad alte frequenze corrispondono toni elevati, a basse frequenze toni bassi. Come nella visione si ha una gamma del visibile (cioè una certa lunghezza d'onda dell'energia luminosa che riusciamo a vedere), così anche nell'udito si può avere una gamma di suoni (i suoni bassi o alti che riusciamo a sentire).

La conformazione del padiglione auricolare serve a capire da dove arriva un suono (se arriva dall'alto o dal basso). Ognuno di noi ha un modo in cui il cervello associa la posizione di uno stimolo sonoro con l'attività inviata all'organo dell'orecchio interno del padiglione auricolare.

Arrivata al timpano, l'onda sonora viene deformata dal padiglione auricolare e poi continua a percorrere il meato acustico interno fino a giungere alla membrana del timpano. Quando la raggiunge, la scuote con suoni molto bassi. Questo spostamento-scossa avviene grazie ad una catena di elementi meccanici che si chiama "catena di ossicini", costituita da martello, incudine e staffa. Nel meato acustico arriva l'onda sonora, colpisce la membrana del timpano, sposta il martello che colpisce l'incudine spostando la staffa. La coclea (organo a chiocciola) è la parte cruciale della percezione uditiva. La staffa è in contatto con la coclea, e all'interno della coclea ci sono 3 cavità che contengono del fluido. Qui c'è una specie di corridoio detto "scala vestibolare", che percorre tutta la lunghezza della coclea, arrivando alla "scala timpanica" e tornando poi indietro fino ad arrivare sotto la staffa in un punto dove vi è una "finestra rotonda". Questo corridoio doppio contiene un fluido, quindi quando la staffa viene mossa dall'incudine ed a sua volta mossa dal martello e dalla membrana timpanica, succede che la staffa muove la finestra ovale verso l'interno di questo corridoio. Il liquido percorre interamente questo corridoio e ritorna lungo la scala timpanica a colpire la finestra rotonda, che attutisce il colpo. Quindi si ha un'onda fluida di questo liquido contenuto nella coclea. Si ha poi una modificazione che coinvolge il corridoio scentrale (la scala media), dove vi è l'organo del corti, che è l'organo che ci permette di percepire il suono e quindi di sentire.

Si ha perciò un meccanismo di trasmissione meccanica: c'è l'onda che percuote la membrana timpanica, sposta la catena di ossicini e la staffa che sposta la finestra ovale, provocando all'interno della coclea uno spostamento di fluido che poi si percuote sulla finestra rotonda.

Se si fa una sezione all'interno della coclea, si vede la scala vestibolare, la scala timpanica e la scala media, quindi le 3 cavità all'interno delle quali scorre il fluido. Quando questo scorre, si deforma il corridoio in mezzo (la scala media) che contiene delle cellule (cellule ciliate) che registrano questo spostamento di fluido e lo trasformano in percezione sonora.

Lungo la scala media ci sono delle cellule ciliate dotate di stereo-ciglia che possono essere mosse in 3 direzioni. Queste ciglia sono ancorate ad una membrana (membrana tectoria) che fa da tetto a queste ciglia. Quando questa membrana viene spostata, le ciglia vengono ripiegate ed è questo ripiegamento, che noi trasformiamo in segnale nervoso, che ci permette di udire.

La catena quindi è lunga e funziona così: la membrana tettoia ricopre le ciglia, quando poi viene fatta vibrare la scala timpanica per la presenza di un suono, succede che la scala media si sposta e questo spostamento piega le cellule verso l'alto provocando un allungamento delle ciglia che quindi si piegano (questo perché le ciglia sono attaccate alla membrana tectoria).

A seconda di dove si piegano le ciglia, noi percepiamo suoni che hanno una tonalità diversa (più alta o più bassa). Nella coclea quindi si ha una parte distante che si flette in modo ampio e che viene mossa anche a basse frequenze e si ha una zona rigida che risponde alle alte frequenze che sono vicine alla staffa. Questa rigidità consente di rispondere a suoni diversi.

RIP: se si fa una sezione della scala media, si vede che il fluido passa attraverso la scala vestibolare e la scala timpanica. Quando il flusso passa, le cellule cigliate si piegano e si genera il potenziale d'azione.  
 Meccanismo: a causa del passaggio del flusso di un'onda all'interno delle 2 scale, la scala media viene spostata e questo comporta che le ciglia si spostano (da una posizione verticale diventano oblique, lungo tutta la membrana della coclea). A seconda della posizione in cui viene mossa, occorrerà un suono a bassa o ad alta frequenza per ottenere degli spostamenti.

Vi sono zone più rigide e zone invece più flessibili: questo comporta che ci sono zone diverse a seconda dei punti della membrana che possono essere messi in movimento. Per cui le cellule cigliate corrispondono maggiormente a suoni di un certo tipo di frequenza.

Mentre per il gusto non c'è una rappresentazione ordinata a livello della corteccia, c'è invece una rappresentazione molto precisa dei suoni a livello periferico (coclea) grazie alle proprietà della membrana. Se si mandano stimoli di frequenze diverse, l'onda sarà in posizioni diverse lungo la scala media, e questo dimostra la sua flessibilità. Man mano che si abbassa la frequenza, il punto massimo di movimento si sposta e si allontana dalla staffa verso l'apice.

C'è una rappresentazione tono-topica per cui vi sono aree diverse della coclea e della corteccia che mandano informazioni specifiche circa frequenze diverse, per cui ci sono fibre che sono attivabili preferibilmente da un tono di una certa frequenza piuttosto che frequenze più alte o più basse.

**Anatomia:** si parte dal nucleo della coclea che invia gli assoni, l'informazione va al corpo genicolato mediale che riceve l'informazione uditiva, e si ha la proiezione alla corteccia uditiva primaria (lobo di sinistra). Vicino a questa c'è l'area di Wernicke che riceve l'informazione ed elabora la comprensione di ciò che si sente. L'area di destra serve invece per acquisire suoni ambientale. Anche qui la rappresentazione tono-topica è organizzata in colonne che rispondono ad entrambe le orecchie.

Nel sistema uditivo ci sono dei *rilevatori di sincronia* del tempo di arrivo degli stimoli sonori, quindi quando gli stimoli arrivano nello stesso momento alle 2 orecchie vengono interpretate come un suono unico. I rilevatori di sincronia sono localizzati nel nucleo dell'oliva superiore. L'assone in alto arriva dall'orecchio sinistro, mentre quello in basso dall'orecchio destro. Entrambi gli assoni provocano sinapsi solo se il segnale viene da entrambe le orecchie.

Nel caso in cui il segnale arriva solo da uno dei 2 orecchi, succede che i bottoni terminali in alto si attivano producendo potenziali post-sinaptici eccitatori, che però non sono sufficienti a creare un potenziale d'azione. I dendriti dei rilevatori di coincidenza non si eccitano abbastanza da creare un potenziale d'azione.

Quando i suoni arrivano simultaneamente alle 2 orecchie si scatena un potenziale d'azione nell'assone rilevatore di coincidenza. Quindi se i rilevatori di coincidenza arrivano da neuroni diversi significa che l'informazione arriva prima all'orecchio sinistro.

Ogni rilevatore di coincidenza indica la posizione spaziale del suono. Quando 2 dendriti dello stesso rilevatore di coincidenza sono stimolati nello stesso punto nello stesso momento, si scatena un potenziale d'azione. Il tipo di percezione che avremo dipenderà da quale dei 2 dendriti si attiva.

## L'ATTENZIONE

L'attenzione è una componente delle funzioni cognitive che è presente nella memoria. Il sistema di percepire degli stimoli ha dei limiti. Una parte del cervello si occupa di filtrare informazioni irrilevanti. Quindi l'attenzione, facendo da filtro, può regolare diverse attività mentali (sia per informazioni esterne, sia interne) e serve per determinare quale deve essere il comportamento di risposta più adatto agli stimoli. Esiste un fenomeno di cecità dovuto alla mancanza di attenzione e chiamato "inattention blind". In situazioni normali alcuni soggetti non vedono cose evidenti, e questo dimostra che il filtro dell'attenzione può essere stato attivato troppo precocemente (vi sono situazioni evidenti che possono non essere visti).

Attenzione e coscienza non sono la stessa cosa.

L'attenzione è legata ad una componente energetica: il cervello ha una capacità limitata di elaborare un certo numero di informazioni: c'è una risorsa energetica che quando viene utilizzata tutta impedisce alle altre informazioni di essere percepite dal nostro sistema.

L'attenzione può *selezionare* una delle diverse attività cognitive (il tatto, la vista..) e quindi si può prestare un'attenzione selettiva mentre si tocca qualcosa o mentre si guarda un oggetto.

Ci sono diversi tipi di selezione dell'attenzione: un esempio molto importante è l'**AROUSAL**, che ha un livello di preparazione fisiologica a ricevere e rispondere a stimoli esterni (**ATTIVAZIONE FISIOLÓGICA**).

C'è un livello di *arousal* che è normale (un livello di attivazione standard più o meno uguale per tutti), e poi a seconda delle situazioni ci sono vari livelli (x es. in caso di forte paura il livello di *arousal* si attiva fortemente).

C'è un altro tipo di attenzione, e cioè la **vigilanza** (o **attenzione sostenuta**), che è la capacità di mantenere un buon livello di attenzione per lunghi periodi di tempo (l'es. classico è quello del controllore radar della torre di controllo dell'aeroporto, che deve tenere sotto controllo molti aspetti e quindi deve prestare un'attenzione costante e sostenuta nel tempo; i controllori di aerei fanno turni molto corti perché non riescono a mantenere l'attenzione sostenuta molto a lungo).

Un ulteriore tipo di attenzione è l'**attenzione selettiva**, che è un tipo di attenzione fasica e che serve a selezionare un'informazione specifica in un canale sensoriale (per es. all'interno dell'informazione visiva), in presenza di eventi più rilevanti degli altri. Ad es., se siamo a Londra e dobbiamo cercare un taxi, prestiamo attenzione sulle auto che passano che hanno il colore del taxi (quindi non ci accorgiamo se nel frattempo è passata una macchina dei pompieri).

Un esercizio che fa capire che l'attenzione serve ad aumentare la nostra capacità visiva è: si fissa al centro di uno schermo e si chiede di ignorare tutti gli stimoli che ci sono intorno. Poi si chiede di tenere gli occhi in un punto e rivolgere l'attenzione su un altro punto (a basket x es. è una finta molto utile quella di guardare da una parte e passare la palla dall'altra parte).

Il nostro sistema cognitivo dà molta importanza a ciò che l'altro sta guardando (ad es., se stiamo parlando con la Lisa e lei nel frattempo continua a guardare qualcosa di specifico, la nostra attenzione ci sposta e ci viene da dire: che stai a guardare? – e quindi ci distraiamo); abbiamo la possibilità di tenere gli occhi su un punto specifico e prestare attenzione su un'altra cosa perché queste sono 2 capacità dissociate.

Si può chiedere ad un soggetto di premere un pulsante ogni volta che compare uno stimolo e si misura il tempo che impiega il soggetto a vedere lo stimolo (questo tempo si chiama **TEMPO DI REAZIONE**).

C'è un fenomeno, detto **PARADIGMA DI CORNA**: sullo schermo c'è un punto di fissazione centrale e si devono ignorare i quadrati che stanno ai lati. Nel corso del tempo, si fa apparire una freccia che ha la punta orientata verso uno dei quadrati che stanno a destra. Questa freccia è l'indizio che dice al soggetto che nell'80% dei casi lo stimolo successivo si presenterà a destra, mentre nel 20% a sinistra. Succede che il soggetto orienta l'attenzione a destra senza spostare gli occhi. Quando lo stimolo compare lì dove l'indizio-freccia l'aveva indicato, si ha una **SITUAZIONE VALIDA** (cioè l'indizio ha dato un'informazione valida). Oppure si può avere una **SITUAZIONE INVALIDA** quando lo stimolo compare nella parte opposta a quella indicata dall'indizio. Se si notano i tempi di reazione, si vede che nella situazione valida i tempi sono più veloci perché il soggetto sapeva già che lo stimolo sarebbe arrivato a destra.

Questo che comporta che c'è una funzione dell'attenzione che è svincolata da dove guardiamo (quindi l'attenzione favorisce una porzione dello spazio rispetto ad un altro).

Quindi si ha una **DETEZIONE** dello stimolo (che significa rilevazione, cioè essere consapevoli della presenza dello stimolo), che è più accurata per gli stimoli che sono nella posizione indicata.

È possibile quindi vedere come funzione la nostra capacità cognitiva di orientare l'attenzione nello spazio.

Si può avere anche un altro fenomeno, detto **INIBIZIONE DI RITORNO**: se quando poniamo l'attenzione sulla freccia e dopo un po' di tempo non succede niente, l'attenzione ritorna sul punto di fissazione al centro. Se ora la freccia indica là a destra di nuovo e dopo un po' lo stimolo si presenta lì, si ha un tempo di reazione più lungo (anche più lungo della situazione in cui la freccia si presenta dalla parte sbagliata), perché occorre tutto il tempo per cui l'attenzione venga riportata a destra per dare poi la risposta.

Quindi in *sintesi* c'è un **FENOMENO di FACILITAZIONE** se il tempo è breve, e un **FENOMENO di INIBIZIONE** se il tempo è lungo.

---

## LA COSCIENZA

Col passare del tempo si arriva a dare una migliore spiegazione di ciò che è la coscienza.

Un tipo di coscienza, la metacoscienza, è una fase in cui non si è consapevoli.

A volte l'attenzione è paragonata alla coscienza, anche se questi 2 processi cognitivi non sono la stessa cosa. Vi è però un aspetto che hanno in comune, e cioè che entrambe hanno una *capacità limitata*.

Ci sono dei pazienti che hanno perso la capacità di essere consapevoli di varie cose (di percepire qualcosa, come x es. che non sono in grado di riconoscere un microfono); ci sono varie lesioni che possono mutare la capacità di essere consapevoli di qualcosa.

## TEORIE DELLA COSCIENZA

Vi sono diverse **teorie** della coscienza.

La teoria più importante è la teoria del sistema supervisore di **SHALLICE** per cui ci sarebbero vari sottosistemi che si occupano di attuare schemi di comportamenti automatici e ci sarebbe un sistema supervisore centrale che si occupa di gestire temi e ritmi dell'attività di questi sottosistemi.

Poi vi è la **teoria CRICK e KOCH**: questa teoria dice che si è consapevoli del prodotto dell'attività neuronale (cioè è possibile identificare nel cervello un certo tipo di attività dei neuroni che danno la coscienza – questa attività avverrebbe nei lobi frontali).

Possiamo perdere consapevolezza di porzioni specifiche della nostra percezione (non esiste un'area precisa nel cervello dove è localizzata la coscienza, perché essa è distribuita e diffusa in tutto il cervello ed è costituita da vari componenti).

A volte possiamo elaborare informazioni anche senza essere consapevoli (**PERCEZIONE IMPLICITA**). Possiamo quindi utilizzare un'informazione che viene memorizzata nel nostro sistema e apprendere in *modo implicito* (cioè senza essere consapevoli di apprendere qualcosa).

Ad es., durante il sonno la memoria viene rinforzata e noi non siamo consapevoli di questo.

Il fatto che si può elaborare un'informazione anche se siamo inconsapevoli ci fa capire che il filtro dell'informazione potrebbe venire attivato in ritardo (e quindi fa passare troppe informazioni).

Ci sono diversi tipi di operazioni che si possono fare senza essere consapevoli e che facciamo in modo automatico (come ad es. guidare, lavarsi, etc).

A volte non c'è consapevolezza anche quando si decide qualcosa. Se si presenta uno stimolo, lo si può mascherare e far sembrare che non lo si è mai visto. Un autore (*Marcel*) ha dimostrato che anche uno stimolo che non si è consapevoli di percepire, in realtà può essere elaborato dal processo cognitivo (per es. una parola che non abbiamo visto, il nostro sistema cognitivo può leggerla e capirla). C'è a riguardo un fenomeno importante: il **FENOMENO della PUBBLICITA' SUBLIMINALE**: si tenta di inserire un'immagine o una scritta in una pubblicità in maniera molto rapida da sembrare di non essere percepita, mentre invece viene percepita dal sistema cognitivo.

In una situazione di **PERCEZIONE SUBLIMINALE di una PAROLA**, si può dimostrare che siamo più rapidi a rispondere ad una parola se questa è preceduta da una parola simile che non abbiamo visto (un es. si può fare con un **COMPITO di DECISIONE LESSICALE**, con il quale cioè si deve decidere se una parola che ci viene presentata appartiene al lessico o se è invece una parola non presente nel lessico: se ad es. la parola è **ARANCIA**, appena il soggetto vede la parola sullo schermo deve premere il tasto destro se è una parola o il tasto sinistro se non è una parola vera.

Se questa parola è preceduta da una parola a questa legata -es. mela- si è più veloci a decidere se **ARANCIA** è una parola del lessico (è come se ci fosse una **facilitazione** per cui attivare in modo subliminale una categoria -in questo caso la categoria della frutta- ci rende poi più veloci nel rispondere).

C'è poi il **PARADIGMA di STRUNT**: si presenta una parola, si presenta poi un oggetto che maschera la parola (si sovrappone in modo che non si vede più in modo rapido). Poi si presenta un colore e il soggetto deve dire qual è il colore: si ha così il cosiddetto effetto strunt: x es, ci viene presentata la parola ROSSO scritta con un colore e il soggetto deve dire di che colore è la parola (il soggetto dirà più in fretta che la parola è **ROSSO** se è scritta con il colore rosso -**congruente**, mentre ci vorrà più tempo se è scritta con un altro colore -**incongruente**). Questo effetto si ha anche quando non si è consapevoli della parola presentata (questa è una percezione subliminale).

In *sintesi*: si risponde più velocemente quando vi è un elemento congruente!

## LESIONI

Un paziente che ha una lesione alla corteccia visiva primaria (V1), se fa una lastra si nota una parte più scura che ci mostra una lesione (cioè che manca una parte di tessuto cerebrale). Questo paziente può avere il disturbo dell'**EMIANOPSIA** (lesione dell'emisfero destro) che comporta la mancanza di visione di tutto il campo visivo sinistro.

Esiste poi il fenomeno di **BLINDSIGHT (visione cieca)** per il quale alcuni soggetti che affetti dall'emianopsia sono in grado di localizzare gli stimoli visivi presentati nel campo visivo cieco (cioè non vedono cos'è, ma sanno dov'è lo stimolo). Anche se ci sono sistemi del cosa e del dove, in caso di lesione questi non funzionano più. Questi pazienti sono inconsapevoli del fatto che sanno cosa sono questi stimoli e dove sono presenti: questo perché c'è un via del cervello che risponde allo stimolo portando l'informazione fino al collicolo superiore e alle aree visive. In caso di emianopsia la parte di addensamento scuro è la **MACULOCIECA**. Se si presentano degli stimoli (x es. quadrati o cerchi) in questa parte del campo visivo, il paziente dice che non vede niente (questi pazienti sono restii a dare una risposta, allora spesso si tenta di forzare il paziente a dare comunque una risposta chiedendogli di provare a dire a caso dove secondo loro stavano gli stimoli - questo avviene secondo il **PARADIGMA A SCELTA FORZATA**).

Se al paziente si presentano diversi stimoli, egli puntando il dito (operazione di pointing) riesce a dire più o meno dove si trova lo stimolo (ciò vuol dire che in qualche modo il sistema che guida il braccio ha ricevuto l'informazione). C'è poi un aspetto importante: se si chiede al soggetto di tenere sempre gli occhi fermi sul punto di fissazione anche quando muove la mano, il paziente non riesce più a localizzare lo stimolo. Questo può essere dovuto al fatto che l'informazione che guida la mano lo riceve. Quindi l'informazione fondamentale è quella data dal sistema oculare (l'informazione che

arriva al collicolo). E' per questo che è importante distinguere la via retino-collicolo-extrastriata perché è la base di questo fenomeno detto cecità – visione cieca. Quando si lascia il paziente libero di lavorare, succede che lasciamo lavorare il suo collicolo superiore, che programmerà il movimento degli occhi. Il collicolo fa una mappa, fa cioè le coordinate di tutto il braccio. La visione cieca non è un fenomeno molto diffuso (infatti non tutti i pazienti con emianopsia soffrono del fenomeno di visione cieca, ma dipende dal tipo di lesione).

## IL NEGLECT

C'è un altro fenomeno distinto dall'emianopsia e che è un disturbo di consapevolezza (di mancata coscienza), che si chiama **NEGLECT** (neglect significa negligenza ed è causata da un difetto spaziale). Spesso questi pazienti non riescono più a rispondere a stimoli che stanno nel lato controlaterale (essi omettono delle informazioni che provengono dalla corteccia visiva sinistra). Oltre a questo, i pazienti sembrano anche incapaci di ricordarsi che esista un mondo a sinistra (non concepiscono più lo spazio a sinistra). Se ieri si è avuta la lesione, già oggi non percepiamo più la sinistra. Il neglect è provocato da una lesione che colpisce quasi sempre il lobo parietale destro. Al contrario dei pazienti colpiti da emianopsia, i pazienti colpiti da neglect non sono ciechi, ma è che non percepiscono lo stimolo visivo sinistro).

L'emisfero destro è specializzato per lo spazio, quello sinistro per il linguaggio.

Immaginiamo di avere un paziente colpito da neglect. Mettiamo davanti a lui un foglio diviso da una linea e chiediamo al paziente di indicarci il centro di questa linea. Succede che non percependo la parte sinistra della linea, immagina il centro nella metà della parte destra.

Questi pazienti non sanno che non riconoscono la parte sinistra, per loro va tutto bene. Davanti allo specchio loro vedranno solo la parte destra del loro corpo, senza rendersi conto di ciò, così come se ci mettiamo sulla sua destra, egli non ci vede.

Quando al paziente si mostra una faccia, egli sa che quella è tonda, ma descrive solo la parte destra del suo interno.

Il neglect può essere specifico per un organo particolare (es. neglect visivo, del movimento), oppure omogeneo per tutto il corpo.

Esistono 3 tipi di attenzione: l'*arousal* (livello di attivazione fisiologica), l'*attenzione sostenuta* e l'*attenzione selettiva*. In soggetti che hanno emianopsia (cecità in una metà visiva), se viene loro presentato un oggetto nella parte cieca, essi riescono a indicare il punto che è più o meno vicino a dove viene presentato.

Il fenomeno di neglect invece si verifica nella parte spaziale sinistra e porta un disturbo di cognizione. C'è anche un altro disturbo spaziale che è l'*estinzione*. In un paziente con estinzione, se viene presentato lo stimolo da solo nella parte estinta, il paziente lo vede, se però viene presentato anche un oggetto nella parte destra egli non lo vede. L'emisfero controlaterale è l'emisfero opposto all'emisfero leso, quindi in questo caso è l'emisfero sinistro. Se viene invece presentato un oggetto nello stesso campo visivo (sinistro) dell'emisfero leso si ha uno stimolo ipsilaterale, e quindi il paziente non ha problema nel riconoscerlo.

L'informazione neglecta (l'informazione che scompare, cioè che il soggetto non vede), subisce un'elevata elaborazione. Se a soggetti con neglect si presenta un foglio bianco, con in mezzo una linea orizzontale, e si chiede a loro di indicare il centro, succede che essi indicano un punto molto più a destra della metà effettiva, e questo dimostra che il soggetto non vede assolutamente la parte sinistra. Se invece si presenta sempre a questi soggetti un foglio con tante linee (*test di Albert*) e si chiede di cancellare tutte le linee che vede, succede che egli cancella solo quelle nella metà destra.

Il neglect non è un fenomeno tutto o nulla, cioè non è che tutta la parte sinistra non viene percepita, ma è una sinistra relativa (il soggetto può omettere anche linee che sono a destra). Più il soggetto non riconosce gli stimoli e più è grave la sua lesione e il suo problema di cognizione spaziale.

Se viene presentato al paziente un disegno con una casa e affianco a destra un albero, e gli viene chiesto di copiare questo disegno in un altro foglio, succede che un paziente abbastanza grave ricopia l'albero quasi interamente e nient'altro.



Alcuni pazienti possono migliorare la loro visione a sinistra, quindi il neglect non è disturbo assoluto (quindi un disturbo retinico). Ci sono pazienti che spostando gli occhi a sinistra migliorano. Un'interpretazione classica di questo disturbo è quella di collegare il neglect all'attenzione: si pensa che vi sia una maggiore attenzione a destra e questo comporta che i soggetti impiegano più tempo nel riconoscere lo stimolo a destra, avendo così meno attenzione allo stimolo a sinistra.

In soggetti con neglect inoltre vi possono essere associati anche disturbi di vista e quindi disturbi di emianopsia.

Un test particolare si ha facendo disegnare ai soggetti un orologio. I soggetti di solito disegnano un tondo con tutti i 12 numeri nella metà destra del tondo. Se a questi soggetti viene chiesto di inserire in un tondo solo determinate cifre (per es. le ore 3 o le ore 10), loro in questo caso riescono a inserirle nella posizione corretta.

Un altro compito è quello di far disegnare una margherita: egli disegna un fiore con petali solo a destra; egli disegna con la mano sinistra, perché è la mano collegata all'emisfero sano (ipsilaterale). Se si chiede al paziente un giudizio sul disegno che ha fatto, egli risponde che non è bravo a disegnare, però è convinto che il disegno sia completo.

Il neglect può migliorare col tempo, una dimostrazione è stata vista in un pittore con neglect che col tempo ha migliorato sempre di più i propri disegni (completandoli sempre meglio).

Oltre a far disegnare, si può chiedere ai soggetti anche di immaginare qualcosa. Per es. si può chiedere ai soggetti di immaginare una piazza tonda. Alcuni non riescono nemmeno ad immaginarla.

I pazienti con neglect poi possono avere anche problemi di lettura: ci può essere una **dislessia** da neglect per cui il paziente dice solo la parte destra di una parola. Per esempio, se viene presentata la parola **MACERO**, egli dice solo **-ERO**. Oppure può capitare che dice una parola che ha lo stesso numero di lettere, però solo le ultime lettere della parola sono corrette, magari una parola che abbia anch'essa senso: sempre nell'esempio della parola **MACERO** possono dire **POVERO**.

Un altro compito è quello di far dire qual è il numero di mezzo tra 1 e 19: il paziente di solito dice 14, invece di dire 10.

Se si presente una parola composta, come per esempio **AUTOCARRO** (la si può proporre anche in verticale), il paziente dirà solo **CARRO**.

Nel neglect ci sono anche sintomi diversi: per esempio i pazienti possono negare che la loro gamba o braccio sinistro sia un arto loro, perché non lo sentono e non lo riescono neanche a muovere. Essi non si rendono nemmeno conto di avere la lesione e di essere affetti da neglect (hanno una mancanza di conoscenza detta **ANOSIONOSIA**).

In alcuni casi essi hanno sentimenti di **MISOPLEGIA**, cioè hanno un vero e proprio odio verso l'arto che non si sentono come del proprio corpo e possono arrivare a chiedere l'amputazione.

In caso di lesione del lobo temporale destro, il soggetto vede sia l'oggetto a destra, sia l'oggetto a sinistra, se questi non vengono presentati insieme. Se vengono presentati entrambi contemporaneamente invece vedono solo l'oggetto di destra. Egli poi riesce a fare un confronto anche tra i 2 oggetti dicendo che sono diversi, ma non riesce ad identificare più di tanto l'oggetto di sinistra.

Esistono 2 tipi specifici di attenzione: attenzione volontaria (quando per esempio si chiede al soggetto di volgere lo sguardo verso un punto specifico) e attenzione automatica (quando invece il soggetto viene attirato da un suono o da un oggetto che attira la sua attenzione in modo automatico). Nei casi di neglect il disturbo è a livello dell'attenzione spaziale di tipo automatico, infatti i soggetti non sono in grado in modo automatico di farsi attirare da uno stimolo che proviene da sinistra.

L'attenzione può essere orientata oltre che su posizioni spaziali, anche su oggetti specifici. Nel fenomeno del blindsight l'oggetto viene presentato per pochi m/s e i soggetti non fanno in tempo a spostare lo sguardo per provare a vedere a sinistra.

Oltre all'interpretazione che motiva il neglect come disturbo dell'attenzione, c'è anche un'altra interpretazione che lo spiega come disturbo della rappresentazione nello spazio (viene disturbata la mappatura fatta a livello cerebrale). Come detto il neglect è un disturbo che deriva dalla lesione del lobo parietale destro. La stazione di arrivo della "via del dove" è proprio il lobo parietale, ed infatti

è la via del dove che è disturbata (disturbo di percezione, se infatti il soggetto deve indicare per esempio il centro di una linea, è la linea del dove che gli permette di trovare questo centro), mentre la via del cosa (lobo temporale) è sana.

Se a un soggetto con neglect si chiede di leggere un brano, quando deve andare a capo ogni volta va sempre più a destra e quindi leggendo peggiora sempre di più.

L'**anosionosia** (non consapevolezza della malattia) è il sintomo legato al neglect più importante.

C'è un tipo particolare di anosionosia, che è l'aniosionosia per l'emiplegia, nel caso per esempio di un soggetto che ha avuto un ictus con la paralisi di una parte del corpo, essi sono convinti di stare bene.

Una tecnica introdotta recentemente, efficace nel trattamento del neglect, è quella di utilizzare dei **prismi**, che sono delle lenti prismatiche che inducono una deviazione del campo visivo, cioè sono lenti che hanno un bordo più spesso formando una lente a trapezio. Mettendo questi prismi, si ha una deviazione del campo visivo di circa 10° a destra, quindi un soggetto normale per vedere un oggetto che è davanti a sé deve guardare a destra: egli sa che sta guardando in un punto diverso e quindi cerca di correggersi guardando verso sinistra. Quando gli si tolgono i prismi, se gli viene chiesto di indicare di indicare dove si trova un oggetto, egli punta più a sinistra di dove si trova. Nei pazienti con neglect, usando i prismi si hanno l'effetto "postumo" che porta i soggetti a vedere più a sinistra. I prismi quindi vengono utilizzati come esercizio nella riabilitazione del neglect.

Ci sono poi altre tecniche per migliorare il neglect: una è la "tecnica cognitiva" con la quale si richiama l'attenzione del paziente a sinistra.

Alcuni pensano che l'estinzione sia la forma meno grave del neglect, ma spesso i pazienti possono avere insieme sia il neglect, sia l'estinzione. L'estinzione esiste per tutte le modalità sensoriali, tranne che per il gusto, che come detto ha una rappresentazione meno crociata.

Domanda da esame: **blainsight**

- Come si manifesta il blainsight? Occorre una lesione visiva da emianopsia, in quel campo visivo il paziente è cieco.
- Qual è la variabile nel blainsight? Gli occhi dei pazienti possono essere mossi.
- Qual è la via che permette che il blainsight si manifesti? È la via retino-colicolo extrastriata.

C'è un disturbo per il quale alcuni autori ritengono ci sia un'iper-attenzione a destra e una a sinistra. Con l'**ADATTAMENTO PRISMATICO** (dei prismi) è possibile ristabilire parte delle funzioni perse in questi pazienti. La **DIVERSIONE PRISMATICA** consiste nell'indossare dei particolari occhiali che permettono di vedere qualcosa in un punto diverso da dove si trova (circa 10° verso destra nel campo visivo). Questo comporta un errore visivo che fa indicare un oggetto più a sinistra, e si ha così una correzione senso-motoria per il movimento. Se in seguito vengono tolti i prismi, il soggetto nota una differenza nella vista (dopo tolti gli occhiali il soggetto si accorge che stava guardando un determinato oggetto da un'altra parte).

C'è poi un tipo di patologia che si sovrappone al neglect e che è l'**ESTINZIONE**, che considerata spesso l'evoluzione meno grave del neglect. Quando due stimoli vengono presentati contemporaneamente ad un soggetto che ha una lesione a destra e un'estinzione a sinistra, egli può vedere solo parte del destro. L'estinzione, a differenza del neglect, è un problema di sinistra relativa e non assoluta.

I due emisferi cerebrali non sono uguali, né da un punto di vista anatomico, né da un punto di vista delle funzioni cognitive. L'emisfero sinistro si occupa del linguaggio, quello destro dello spazio. La porzione del lobo temporale (planum) che contiene le funzioni linguistiche è più estesa a sinistra piuttosto che a destra (che quindi ha un planum temporale più ristretto).

Uno dei primi modi utilizzati per scoprire quale fosse l'area dedicata al linguaggio fu il **TEST DI WADA** (provato su pazienti con afasia, cioè con disturbo del linguaggio). Il test consisteva nell'immettere un anestetico in una delle due cortecce, addormentando una metà del cervello. Veniva quindi chiesto al soggetto di cantare: se quando l'anestesia incominciava a fare effetto il soggetto continuava a cantare voleva dire che l'emisfero impegnato per il linguaggio era quello non

anestetizzato. Si è scoperto così che l'emisfero sinistro è quello che si occupa del linguaggio, con qualche eccezione però: infatti nei soggetti *distramani*, il 96% ha il linguaggio a sinistra ma il 4% a destra (nessuno bilaterale). Nei mancini e negli ambidestri questo dato è ancora più rilevante: infatti una parte ha entrambi gli emisferi che si occupano del linguaggio e il 15% hanno l'emisfero destro che si occupa del linguaggio.

Dal test si nota poi che ci sono anche alcuni aspetti legati all'umore che sono rappresentati in modo diverso nei 2 emisferi: infatti usando sempre l'anestesia in uno dei 2 emisferi si può registrare una variazione dell'umore dei soggetti (un'iniezione a sinistra evidenzia una depressione, mentre a sinistra euforia). Questo si può notare per es. nei pazienti con neglect i quali non sono né consapevoli di avere una lesione, né sono depressi.

Il corpo calloso mettendo in comunicazione i 2 emisferi non fa distinguere il lavoro svolto da un emisfero o dall'altro. Ci sono fibre che collegano aree simili dei 2 emisferi: queste zone sono dette **OMOTOPICHE** e vengono messe in comunicazione attraverso fibre callosali. Per es. la zona della mano destra dell'Homunculus può essere messa in collegamento con quella sinistra e lo stesso può accadere per la faccia e queste sono zone omotopiche. Alcune fibre però possono mettere in comunicazione anche parti che non sono le stesse: per es. alcune fibre del corpo calloso possono collegare la parte destra della mano con la faccia dell'altro lato. Queste zone sono dette **ETEROTOPICHE** (collegano comunque sempre aree con funzioni simili, in questo caso con funzioni sensoriali).

Nella funzione uditiva le vie acustiche sono sia crociate, sia ipsilaterali (si ha un'informazione acustica che dall'orecchio destro va sia all'emisfero ipsilaterale, sia a quello controlaterale, ci sono però più vie crociate). Quindi quando l'informazione arriva all'orecchio destro, essa viene elaborata in modo preferenziale in quello sinistro (controlaterale). È per questo che si dice che le vie crociate hanno una dominanza funzionale su quelle non crociate (ipsilaterali).

Si possono inviare quindi informazioni differenti ai 2 orecchi secondo un metodo detto stimolazione **DICOTICA** (x es. vengono dette 2 frasi differenti contemporaneamente nei 2 orecchi). Funziona in questo modo l'esperimento dell'ascolto dicotico: a un soggetto con le cuffie vengono presentati contemporaneamente 2 brani differenti nei 2 orecchi, e attraverso un compito di **SHADOWING** il soggetto deve cercare di prestare attenzione solo uno dei 2. Quando lo stimolo è dato da parole, quindi linguaggio, si tende a preferire l'informazione che arriva all'orecchio destro (collegato all'emisfero sx del linguaggio), mentre quando è dato da un suono si privilegia l'orecchio sinistro.

Se si fa una sezione del corpo calloso (e quindi se il collegamento delle topiche e omotopiche viene diviso), si disconnettono le 2 metà del cervello e si ottiene un soggetto con il "*cervello diviso*" (**SPLIT- BRAIN**). Ci sono zone di connessione tra un emisfero e l'altro: queste zone sono dette **COMMESSURE TELEENCEFALICE**.

Alcune persone possono nascere senza corpo calloso, ma senza saperlo (perché questo non comporta disturbi gravi, ma alcune condizioni limite).

Le diverse funzioni cognitive sono localizzate in modo diverso nei 2 emisferi (spesso si dice che quello dominante è l'emisfero sinistro, ma non lo è per tutte le funzioni).

Il linguaggio è specifico nell'emisfero sinistro, ma per alcune funzioni verbali interviene la funzione verbale dell'emisfero destro. Ci sono però anche differenze anatomiche. Il planum temporale (nel lobo temporale) per esempio è più esteso nell'emisfero sinistro, così come l'area di Brocka, anche se l'emisfero destro pesa di più. Il test di Wada ha dimostrato che ci sono differenze tra gli emisferi anche per quanto riguarda l'umore.

Il corpo calloso collega aree simili. Le parti posteriori del corpo calloso trasportano da un emisfero all'altro informazioni visive. Nella parte anteriore del corpo calloso c'è il controllo sensoriale e motorio. Oltre al corpo calloso, c'è la commessura anteriore che trasporta informazioni olfattive da un emisfero all'altro. Se ad un soggetto con il corpo calloso reciso gli viene presentato un oggetto nel campo visivo sinistro l'emisfero vede l'oggetto, però a causa della recisione l'emisfero destro non può dire all'emisfero sinistro ciò che ha visto. Se vengono presentati oggetti all'emisfero destro, anche se questo non può comunicare, esso elabora comunque gli oggetti: l'emisfero destro

vede ma non riesce a dire ciò che vede. Allora si può chiedere al soggetto di scegliere con la mano sinistra tra diversi oggetti propostigli, quello che ha visto. Egli sceglierà con la mano sinistra (che è regolata dall'emisfero destro) l'oggetto che ha visto. Quindi i 2 emisferi lavorano in modo indipendente. C'è anche un compito di confronto: viene presentato prima un oggetto in uno dei 2 spazi visivi e poi in entrambi gli emisferi (in questo caso non essendo in contatto i 2 emisferi non si può fare un confronto). Nel caso del tatto, il paziente può fornire la risposta correttamente: l'emisfero destro, controllando la mano sinistra, sceglie l'oggetto corretto.

Se ai soggetti con split-brain si fa vedere un volto chimerico (cioè un volto inventato metà uomo a sinistra e metà donna a destra), il soggetto con la mano indica di vedere una donna, mentre verbalmente dice di vedere un uomo.

C'è un fenomeno particolare, detto "fenomeno di facilitazione crociata" o "crosscrowing", per il quale si avvantaggia il soggetto (per esempio gli si può permettere di scrivere sulla mano ciò che sta vedendo).

Anche con l'udito, attraverso la stimolazione di cotica, si possono mandare informazioni diverse ad un orecchio o all'altro. Il soggetto dirà solo ciò che ha sentito nell'orecchio collegato all'emisfero sinistro e non potrà fare un confronto tra suoni sentiti nei 2 orecchi separatamente.

La parte anteriore del corpo calloso manda informazioni sull'attività dei lobi frontali, che hanno funzioni specifiche di pianificazione e del movimento nell'uomo.

Se si ha una lesione delle aree frontali si possono avere diversi disturbi: aree diverse dei lobi frontali hanno compiti diversi. Alcuni disturbi riguardano anche la memoria.

Un primo disturbo è la "*sindrome frontale*". Un altro disturbo è quello della perseverazione, infatti spesso i soggetti perseverano negli errori che fanno.

C'è poi un disturbo che colpisce la porzione inferiore dei lobi frontali. Un caso famoso di una particolare specie di sindrome prefrontale è data dal caso di **PHINEAS GAGE**, un soggetto che ha avuto una barra infilata nel cranio e una parte del lobo frontale gli si è danneggiata. La cosa particolare è che egli è sopravvissuto nonostante questo. Egli da quel momento è diventato più collerico e violento ed ha modificato completamente il proprio comportamento.

Ci sono diverse funzioni cognitive collegate ai lobi frontali: anche i lobi frontali si possono disconnettere attraverso la *lobotomia*.

Un effetto diverso è quello provocato da una disconnessione (sindrome da disconnessione), per esempio se c'è una sezione del corpo calloso vi è una disconnessione interemisferica. Ci possono essere poi delle disconnessioni anche intraemisferiche (quando all'interno di un emisfero vi sono aree che non sono più funzionali).

Una lesione del lobo frontale altera il comportamento. Un'area importante per l'aspetto gestionale del lobo frontale è l'area della corteccia del cingolo: si pensa che questa corteccia sia la sede del sistema attentivo supervisore, cioè quell'area che regola l'attenzione. Un'attività importante di questa corteccia è quella di accorgersi di quando sbagliamo (per esempio mentre facciamo un compito se sbagliamo qualcosa).

Il tempo di presentazione di uno stimolo in una delle 2 aree visive (come avviene per il blindsight) deve essere molto breve (circa 50 o 100 ms), questo per impedire che si abbiano movimenti oculari saccadici (che si attivano dopo circa 150 ms che guardiamo qualcosa), che permettono di inviare l'informazione anche all'altro emisfero.

L'emisfero destro ha competenze linguistiche limitate. Nel caso in cui venga presentato un oggetto nella mano che è controllata dall'emisfero destro, l'oggetto non può essere nominato, se ci sono 2 oggetti contemporaneamente non può nemmeno essere fatto un confronto tra i oggetti.

La "*logognosia tattile intermanuale*" è la capacità di localizzare un oggetto tattile. Per esempio se si chiede ad un soggetto bendato di indicare con il pollice dove è stato toccato nella mano (per esempio se gli si tocca il mignolo deve indicare con il pollice il mignolo). Vi è quindi il fenomeno della *blucognosia*, che è la conoscenza dell'area che è stata toccata.

Se ad un soggetto split-brain gli si chiede di indicare con il pollice il dito toccato dalla stessa mano, egli è in grado di farlo, ma se gli si chiede invece di indicarlo nell'altra mano egli non riesce a farlo.

Se si ha una sezione parziale del corpo calloso (per esempio solo la parte posteriore viene sezionata), si può avere un soggetto che non riesce a fare nessun confronto visivo, mentre se gli si dà un compito tattile, egli quel compito riesce a farlo (perché ci sono fibre che trasportano informazioni sul tatto che stanno al centro del corpo calloso).

C'è una evidente differenza tra la grandezza dei lobi frontali nell'uomo e quelli degli animali. I lobi frontali non sono proprio come si dice la sede dell'intelligenza. I lobi frontali contengono la memoria di lavoro. Si possono avere disturbi specifici di questa memoria. Alcuni di questi disturbi sono disturbi di **perseverazione**, cioè il soggetto davanti ad un problema sceglie una soluzione possibile e continua a perseverare per quella scelta anche sapendo che è la soluzione sbagliata.

La parte prefrontale contiene diverse aree, tra le quali l'area motoria primaria.

La lesione frontale non provoca disturbi intellettivi, ma disturbi per esempio di pianificazione e di attenzione. Vi sono 5 categorie di disturbi principali:

1) **deficit di valutazione e di pianificazione di strategie per l'esecuzione di un compito**: vi sono diversi test che mettono in evidenza questo disturbo. Un test è il "**test di fluenza fonemica**" con il quale si richiede per esempio ai soggetti di recuperare tutte le parole che ricordano che iniziano con la lettera **F**. Si possono fare paragoni tra soggetti simili (che hanno circa la stessa età e le stesse conoscenze culturali), che differenziano perché uno con lesione e l'altro sano. Si vede che il soggetto con lesione frontale riesce a recuperare pochissime parole. Una variazione è quella di chiedere di ricordare le parole che iniziano per **F** solo di una determinata categoria (per esempio per la categoria degli animali). In questo caso il soggetto riesce a recuperare un maggior numero di parole che iniziano con la lettera **F** (questo vale anche per i soggetti sani). Un test diverso è il "**test di fluenza semantica**" con il quale il soggetto deve trovare parole che hanno una certa relazione tra di loro: in questo caso il soggetto riesce ad effettuare bene il compito. Questo evidenzia che il disturbo riguarda in specifico la pianificazione e il ragionamento.

2) **disturbo nel passare da un compito ad un altro**: un test è il "**labirinto di Porteus**", che è un labirinto semplice dove c'è da seguire qualche regola. Spesso il paziente sceglie una strada, e anche se vede che la strada scelta non è la migliore egli persevera per quella scelta. Un altro test è dato dalla composizione che si può fare con i "**Cubi di Khos**": in questo test il soggetto deve mettere insieme 4 cubetti che hanno facce diverse per formare una figura unica. Questi pazienti non riescono a farlo anche se sembrerebbe un test semplice, perché occorre una strategia per trovare la soluzione. Un altro test è il "**Wisconsin Card Sorting Test**" che consiste nel dare al soggetto un mazzo di carte tutte diverse che hanno sopra disegni che variano in 4 categorie per forma, colore numero di disegni. Al soggetto viene chiesto di dividere le carte in file secondo un ordine logico che egli deve scoprire. Il soggetto riesce a mettere le carte in fila per la forma, quindi correttamente. Se poi gli si chiede di scegliere un ordine diverse secondo un altro criterio, egli persevera a metterli in ordine per la forma;

3) **incapacità di inibire risposte automatiche** (vi sono risposte automatiche che normalmente evitiamo di mettere in atto perché vi è un controllo inibitorio da parte dei lobi frontali che regola i comportamenti): per esempio se si ha il paziente davanti allo sperimentatore e ci sono sul tavolo un bicchiere vuoto ed una bottiglia piena d'acqua, succede che mentre i 2 parlano il paziente all'improvviso versa l'acqua nel bicchiere e beve, forse solo perché vede la bottiglia sul tavolo. Questo avviene perché manca un controllo inibitorio e quindi fa un comportamento che per lui è naturale. Un altro comportamento è quello di imitare tutto quello che fa lo sperimentatore (per esempio se lo sperimentatore muove la testa anche lui muove la testa);

4) **deficit di inibizione delle reazioni emotive inadeguate**: l'esempio è quello di **PHINEAS GAGE**, uomo tranquillo prima dell'incidente, poi irritabile, irrequieto e scontroso. Ci sono 2 possibili sindromi di disturbi: una pseudo-depressiva (il soggetto diventa apatico e depresso), e una pseudo-psicotica (il soggetto diventa euforico e scherzoso);

5) **disturbi dell'attenzione volontaria e sostenuta**.

## **STRUMENTI E METODI**

Si può studiare a seconda di dove è localizzata la lesione qual è il comportamento che risulta disturbato e quali sono le strategie che il soggetto mette in atto per far fronte al problema.

Più la lesione cerebrale è cronica e più è possibile che il cervello abbia una formazione diversa.

Uno studio adeguato si ha quando si studia un gruppo di pazienti che hanno tutti lo stesso disturbo, per vedere se hanno tutti la stessa lesione. Il metodo classico che è stato utilizzato più spesso è stato il “**metodo della dissociazione**”: si hanno 2 pazienti con 2 lesioni in aree diverse (per es. nell’area 1 e nell’area 2) e con 2 comportamenti diversi (che riguardano la funzione linguistico e visiva). Si può allora ipotizzare che l’area 1 è responsabile delle funzioni linguistiche.

Un metodo più sicuro è però il “**metodo della doppia dissociazione**”, quando si ha una situazione nella quale i pazienti hanno una lesione in 2 aree diverse e 2 problemi diversi della stessa funzione però, quindi un’area può essere responsabile di 2 funzioni simili.

Un modo per mettere in relazione l’area lesa ed il disturbo mostrato dal paziente è dato dagli strumenti che permettono di visualizzare il cervello. Uno strumento è la **TAC**, che è una topografia che permette di visualizzare la struttura del cervello attraverso dei raggi. Su una lastra si ha l’immagine delle diverse densità che si hanno nel cervello. La parte più bianca è la scatola cranica, quelli più scura sono i ventricoli. Un’area molto scura segnala le lesioni.

Ci sono altre tecniche che danno un dettaglio migliore della struttura cerebrale, come per esempio la **risonanza magnetica**, che anch’essa misura come la tac la densità dei tessuti, e la differenza è che però è molto più precisa e dettagliata, però allo stesso tempo anche più costosa.

Ci sono altri metodi che consentono di vedere il cervello in azione, e sono la **PET** e la risonanza magnetica funzionale. Si basano sul fatto che il cervello è un organo. Se si fa fare ad un soggetto un compito di calcolo o di memoria, ci sarà una zona nel cervello (quella che fa il calcolo) che è più attiva delle altre. Si possono quindi visualizzare le funzioni cognitive mentre queste sono in svolgimento. Un altro strumento è l’**elettroencefalogramma**, che studia i potenziali provocati dall’elettrostimolazione indotta dagli elettrodi collegati alla macchina. Se il soggetto sta facendo un compito, ci sarà una zona più attiva delle altre. Un altro metodo più recente è la **magnetoencefalografia**, che si basa sull’attività magnetica (data dai neuroni che inviano corrente elettrica nel cervello che forma campi magnetici).

## IL MOVIMENTO

Nel controllo del movimento, l’informazione parte dal cervello e si dilata per tutto il corpo. Per il controllo motorio c’è una legge fondamentale, che è la **legge dell’equivalenza motiva**, per la quale ogni movimento che si fa con un arto può essere fatto allo stesso modo con l’altro arto (così per esempio se si scrive con la mano destra, allo stesso modo possiamo scrivere con la sinistra). Questo dimostra che vi sono **programmi motori** che programmano i movimenti che dobbiamo fare. I programmi motori vengono programmati da zone premotorie che danno l’informazione alle zone motorie e che si incaricano poi di mandare le informazioni al midollo spinale dove vi sono i motoneuroni che controllano i muscoli per l’esecuzione del movimento. Esiste quindi una specie di gerarchia nel programma motorio. Il programma motorio è una rappresentazione astratta, perché è un programma generico che può essere utilizzato nello stesso modo da qualsiasi effetto. Vi è una scala gerarchica per cui vi sono dei controlli più elevati, dei controlli intermedi e dei controlli più bassi. Di solito un programma motorio include lo scopo dell’azione motoria (cioè ciò che si vuole fare per esempio con il braccio). Le azioni possono essere organizzate in 3 livelli gerarchici: si ha, partendo dal basso: il **midollo spinale**, il **tronco encefalico** e la **corteccia motoria**. Il midollo spinale ha un controllo più limitato, mentre man mano che si va al tronco encefalico e poi alla corteccia motoria si hanno controlli più elevati.

Nella corteccia motoria vi sono diverse aree motorie che includono: l'**area motoria primaria**, l'**area premotoria** e l'**area motoria supplementare** (che è molto importante per la programmazione del movimento). Queste funzionano grazie al contributo del cervello, dei nuclei della base, del talamo e dei recettori del movimento. Quando si svolge un'azione di raggiungimento di qualcosa (per esempio quando si deve afferrare un oggetto), si hanno informazioni che sono anche tattili, che sembrerebbero informazioni secondarie ma che in realtà si è scoperto che sono importanti già prima dell'esecuzione di un movimento (quindi già nella fase di programmazione). Il senso di posizione degli arti (**propoccezione**), è data dagli organi recettoriali che ci dicono dove sono disposte le parti del corpo nello spazio, quindi si pensa che se per esempio si anestetizzano i polpastrelli, si annulla il contributo tattile e quindi poi essendoci meno informazione tattile il soggetto impiega più tempo per programmare il movimento. L'informazione tattile l'abbiamo anche quando muoviamo la mano nello spazio. Il controllo del movimento utilizza una quantità di informazioni che vengono dalla periferia per avere un controllo migliore, questo a 3 livelli diversi.

Si hanno come movimento più semplice le **risposte riflesse**. Vi sono 3 tipi di riflessi: **riflesso rotuleo** (riflesso del ginocchio), **riflesso di retrazione** (in caso di stimolo doloroso) e **riflesso di deglutizione** (quando si deglutisce un cibo). Queste risposte riflesse vengono eseguite molto rapidamente e si manifestano sempre nello stesso modo. Inoltre sono movimenti involontari ed esistono diversi modi per modulare questi riflessi (sono modulabili dal livello di eccitabilità della corteccia motoria).

Vi sono poi anche **attività ritmiche**, come camminare, correre e masticare. Camminare non richiede un controllo volontario (quando lo si è già appreso), come altre attività quando vengono apprese, come per esempio andare in bici. Queste attività ritmiche vengono regolate automaticamente.

Vi sono poi i **movimenti volontari**, che sono comportamenti appresi (come per esempio suonare la chitarra). Maggiore è il grado di apprendimento di queste, tanto minore è il controllo necessario per effettuarle. La presenza di livelli gerarchici comporta che si possono mettere in esecuzione controlli motori diversi in modo parallelo.

Esiste un ordine di rappresentazione corticale e vi sono dei fasci di fibre che dalla corteccia scendono nel midollo spinale (esiste quindi un ordine a livello del midollo spinale).

I motoneuroni sono distribuiti in 2 gruppi:

- **gruppo mediale** (sta nella parte centrale del midollo spinale e contiene motoneuroni che innervano i muscoli dell'asse corporea – collo, schiena e tronco);
- **gruppo laterale** (dove vi sono i motoneuroni che anch'essi escono dalle radici ventrali, ma che innervano muscoli che vanno verso le parti laterali e distali, come per esempio le spalle e le braccia).

Vi sono poi i muscoli estensori, che vengono innervati da motoneuroni che si trovano nella parte più ventrale.

Il tronco encefalico controlla l'attività del midollo spinale attraverso 2 **sistemi**: uno laterale e uno mediale. Il sistema laterale si occupa tra l'altro anche delle funzioni di manipolazione.

Dalle vie mediali (che controllano la parte assiali) partono dal tronco 3 tratti diversi: il **tratto tectospinale**, il **tratto reticolospinale** (a struttura reticolare) e il **tratto vestibolospinale** (che si trova vicino all'apparato uditivo e che è importante per il controllo dell'equilibrio, infatti se questo tratto è disturbato si perde il controllo e si cade).

I 3 tratti prendono quindi contatto con il gruppo mediale. La via laterale ha un'origine principale che è il **nucleo rosso** ed è una via crociata (l'informazione viene condotta dalla parte opposta e si incrocia), mentre la via mediale ha una proiezione bilaterale (cioè controlla entrambi i lati del corpo).