

Network funzionali dei segnali molecolari in Fisiologia

Il linguaggio

Prof. Angelone Tommaso – 8/11/2022- Autori: Borello, Mannarino - Revisionatori: Carleo

IL LINGUAGGIO:

Il linguaggio permette di produrre un numero illimitato di frasi tramite la combinazione di un vocabolario finito. Esso può essere paragonato al codice genetico che può produrre un numero illimitato di proteine. Di fatti, l'essere umano è in grado di pronunciare dei suoni che hanno come fine la comprensione, il commento o la lettura di qualcosa che conosce e, se chi ascolta conosce la pronuncia e l'articolazione del suono, è in grado di comprenderne il significato.

Ad esempio, il “nostro” cervello è abituato fin da subito a comprendere la lingua italiana e non riesce a comprendere altre lingue che hanno una fonetica diversa dalla nostra. Ovviamente, queste lingue possono essere imparate, ma bisogna allenare il cervello alla comprensione di questi nuovi suoni. Molto spesso, ci si rende conto che imparare una lingua nuova, soprattutto se è una lingua neolatina, è più facile in quanto le pronunce sono simili. Se, invece, si tratta di una lingua diversa, è più difficile dato che la pronuncia, se non eseguita correttamente, può ostacolare la comprensione.

Il cervello possiede due sistemi specifici:

- Sistema di **comprensione**: volto a capire i suoni
- Sistema di **articolazione**: volto a riprodurre i suoni

La cooperazione di questi due sistemi è fondamentale affinché ci sia una trasmissione dell'informazione.

Il linguaggio è un sistema di comunicazione fondamentale. In generale:

Permette di trasmettere informazioni da un individuo all'altro attraverso una serie complessa di segnali. Sia colui che trasmette sia colui che riceve devono essere dotati di:

- sistemi in grado di produrre il segnale
- sistemi in grado di comprendere il segnale

Le funzioni sono legate all'importanza dell'interazione con i nostri simili in termini di:

- Sopravvivenza
- Socialità

COMPORTAMENTO COGNITIVO COMPLESSO:

La comunicazione verbale implica diverse abilità fondamentali collegate tra loro:

- **Acquisizione di informazioni sensoriali** (uditive e visive)
 - o Quelle uditive sono importanti perché, al fine di pronunciarle, è necessario imparare i suoni delle lettere e delle parole.
Le persone sorde riescono a pronunciare la parola ma con un suono più cupo perché imparano solo dal labiale.
- **Loro interpretazione ed elaborazione**
- **Coordinazione dell'attività motoria per la vocalizzazione o scrittura**
 - o La coordinazione dell'attività motoria comprende anche l'articolazione dell'apparato buccale perché riusciamo a pronunciare bene se riusciamo a muovere bene il (???) motorio che è deputato alla vocalizzazione

Richiede un flusso di informazioni che interessano gran parte del cervello.

ORIGINI DEL LINGUAGGIO:

Le origini del linguaggio possono essere varie.

Gli animali usano i versi che, per la loro specie e la loro evoluzione hanno un preciso significato.

Gli animali più simili a noi sono le scimmie che riescono a compiere delle **vocalizzazioni**.

Per **vocalizzazione** s'intende il non riuscire ad articolare le parole ma allo stesso tempo essere in grado di trasmettere un significato comunicativo come il pericolo.

Esiste un codice universale nel linguaggio legato alla **tonalità** delle parole, perché, sebbene possano essere usate lingue diverse e non essere completamente capiti da persone che parlano altre lingue, la tonalità con cui si chiede qualcosa (come un aiuto) è universale, per cui, la comunicazione è immediata.

La tonalità non è altro che un aspetto di sopravvivenza per comunicare pericolo, gioia o tristezza agli altri a prescindere dalle lingue che parlano.

Anche gli **insetti** comunicano tra loro ma, a differenza degli altri esseri, lo fanno attraverso:

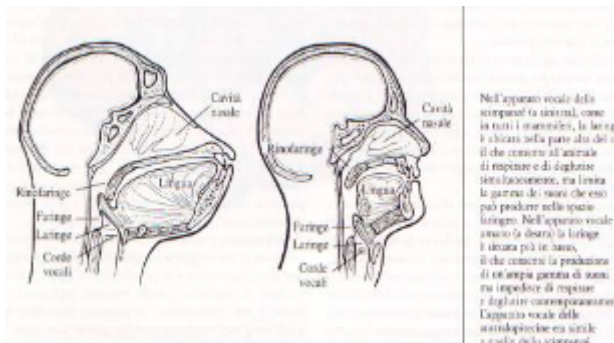
- Tatto e vista (api)
- Suono (grillo)
- Feromoni: (altri animali; l'uomo ha perso questa capacità)

Quindi, riescono a trasmettere l'informazione con dei segnali specifici.

Gli **uccelli**, invece, attraverso il linguaggio difendono il territorio e selezionano il compagna/o; per cui, hanno una sequenza di suoni che viene ripetuta anche con una certa ritmicità da permettere alla stessa specie il riconoscimento.

Il canto, per l'uccello, vuol dire produrre fedelmente un suono. Gli uccelli possono essere allenati a riprodurre i suoni, dunque, la riproduzione avviene perché si attivano dei circuiti che vanno a decifrare non solo il suono ma anche il movimento che riproduce il suono.

ESISTE UN LINGUAGGIO NEI PRIMATI NON UMANI?



Nella semplicità dell'azione rientra anche il linguaggio dei primati che, a differenza delle altre specie, ha un repertorio più ampio perché esistono vocalizzi (grida, schiamazzi, pigolii e grugniti) con varie variazioni. Si è in grado, quindi, di dare alla stessa parola tonalità e significati diversi in base anche a come la si pronuncia.

Funzione dei vocalizzi:

- Adattamento
- Riproduzione
- Avvertire il branco della presenza di pericolo

Non richiede corteccia ma strutture legate a circuiti emotivi. Si tratta di stimolazioni di aree sottocorticali (difesa, attacco, nutrimento, funzione sessuale).

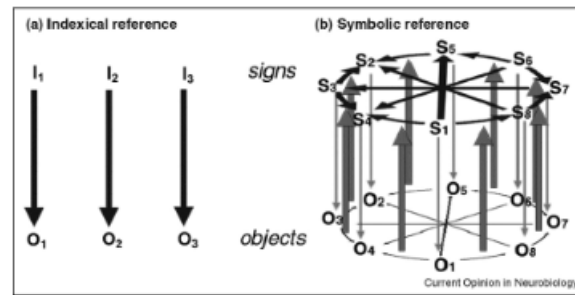
Tutti questi suoni prodotti dai primati servono a creare una comunicazione fra loro.

I primati non parlano il linguaggio umano, sebbene abbiamo un apparato vocale che potrebbe consentirgli di farlo ma non hanno una capacità di modulare finemente le parole come fanno gli umani, però sono in grado di apprendere il significato del linguaggio e **usano sia il linguaggio sia i simboli ad esso associati**. Quindi esistono delle aree in grado di capire e di associare il suono al linguaggio ed alla capacità di produrre il linguaggio stesso.

L'USO DEI SIMBOLI NEGLI ANIMALI E NELL'UOMO:

Uno degli esperimenti condotto sull'uso dei simboli, illustra un indice di referente: come si associa la capacità di un soggetto con i simboli al suono e come si associa la capacità del soggetto di riconoscere il suono ad un simbolo.

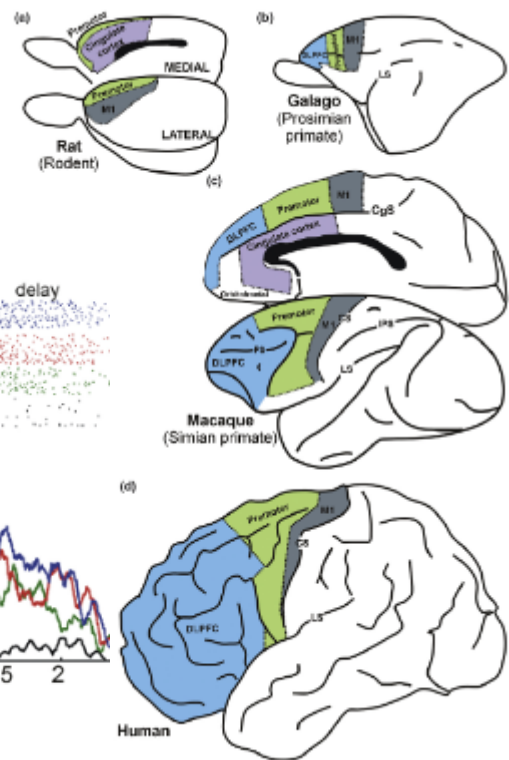
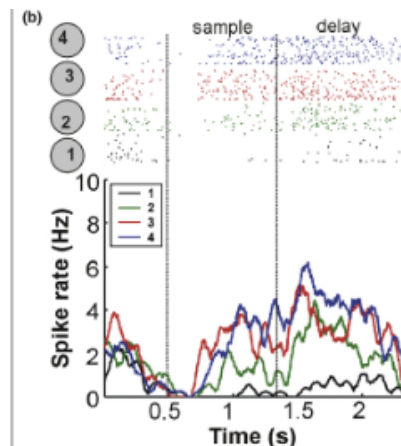
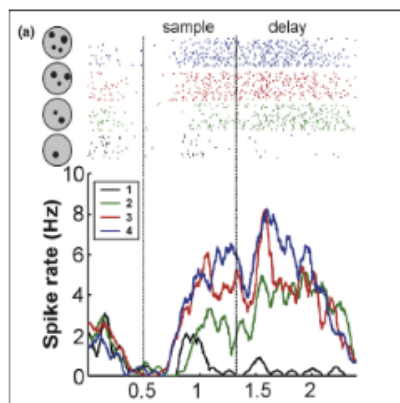
Figure 1



Graphic illustration of the difference between indexical and symbolic reference. (a) In indexical reference, associative links between signs and objects are one-to-one and essentially independent of one another. (For numerical entities, such as numerosities, inherent relationships between numerical objects may already be present.) (b) Symbolic reference, on the other hand, is based upon a combinatorial system of sign-sign relationships (upper horizontal black arrows); the remaining transitively indexical links between objects and symbols (gray downward directed arrows) become secondary. Strategy shifts (thick upward pointing arrows) to rely on relationships between signs ('semantic space') to pick out objects indirectly via relationships between objects (lower horizontal arrow system). Adapted from [12,15].

Questo esperimento servì a capire l'evoluzione della corteccia dai primati all'uomo, in particolare della corteccia dorsolaterale prefrontale. Nell'uomo ha fondamentale importanza anche la corteccia premotoria perché i movimenti dei muscoli sono necessari per la corretta riproduzione del suono stesso.

Figure 3



Nella registrazione di neuroni della corteccia dorso-laterale prefrontale **del macaco**, si vede la presenza di spike di riproduzione che indicano delle attivazioni di quest'area nel riconoscimento e nella riproduzione del suono, sia nella parte destra che nella parte sinistra del cervello.

COSA ACCADE NELL'UOMO?

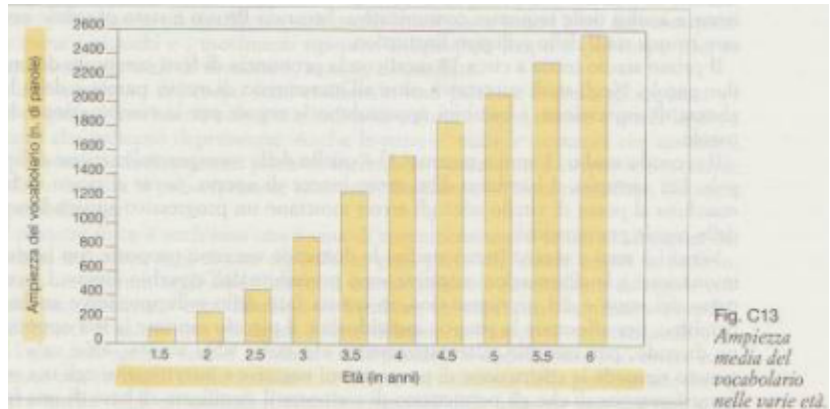
Sin da piccoli gli esseri umani sono in grado di sviluppare linguaggi complessi, sebbene il bagaglio lessicale che li contraddistingue da piccoli sia apparentemente molto povero. I bambini imparano un lessico composto da accoppiamenti bidirezionali ed arbitrari di suoni e significati e da diverse regole grammaticali.

Essi inizialmente comunicano con i gesti: sin dai primi anni iniziano a decifrare e interpretare i gesti e le parole, sebbene non le sappiano riprodurre completamente, sono in grado di associare sin da subito le parole al linguaggio e a riprodurre i suoni (sgrammaticati) grazie ai neuroni a specchio, osservando il movimento delle labbra della madre (che rappresenta la loro prima interazione).

ACQUISIZIONE DEL LINGUAGGIO:

Avviene gradualmente in più fasi:

- Dai tre agli undici mesi vi è il balbettio (“ma”, “na”, “da”, “go”), poi lallazione o ripetizione dello stesso suono più volte (“ma-ma-ma-ma”)
- Nei primi sei mesi: imitazione generalizzata dei suoni. Il bambino non imita suoni specifici, ma imita l’attività di produzione dei suoni, fa eco alle frasi dell’adulto (ecolalia);
- Dopo i sei mesi si ha l’imitazione di alcuni semplici suoni pronunciati dagli altri, ma che fanno parte del repertorio del bambino;
- A dodici mesi imita suoni specifici e nuovi, anche non presenti nella fase del balbettio;
- A diciotto mesi vi è un incremento nell’uso del linguaggio accompagnato ad un aumento del numero dei vocaboli;
- A ventiquattro mesi il bambino conosce un po’ più di 200 parole e parla con frasi di struttura complessa, cioè inizia a capire come si pronuncia una parola, il significato della parola stessa e riesce ad articolare una frase. Quando un bambino a quest’età forma una frase completa significa che sa interporre i giusti suoni e i giusti vocaboli per dare un significato a ciò che vuole esprimere, cioè sa farsi comprendere.



Curiosità: un gruppo di bambini sordomuti del Nicaragua ha sviluppato spontaneamente un linguaggio dei segni dotato di regole grammaticali e semantiche. In questo caso i bambini non sanno né ascoltare né pronunciare suoni; dunque, hanno problemi sia di comprensione che di articolazione del linguaggio tradizionale; perciò, sviluppano un altro tipo di linguaggio: riconoscono i vocaboli dal labiale e vi associano i segni. Questo processo fa comunque parte del processo comunicativo.

Il linguaggio dei segni è efficace se non viene adottato sin da subito nei bambini sordomuti?

Nei bambini sordomuti, prima si adotta il linguaggio dei segni *meglio* è. Si ripete il discorso della plasticità sinaptica: prima i bambini si abituano a comunicare con questi segni, più facile e spontaneo sarà per loro questo tipo di comunicazione.

Il nostro cervello mantiene sempre la capacità di adattarsi (la plasticità), ma se da piccoli ci si abitua direttamente a questo tipo di comunicazione, il processo comunicativo sarà sempre più alto. Sicuramente da adulti non si avranno le stesse capacità adattative, perciò più tardi si comincia, più difficoltà si avrà.

Tutti i bambini che nascono con dei disagi, se educati sin da piccoli normalmente alla comprensione e al linguaggio, riescono ad avere una vita normale come tutti gli altri, perché riescono ad interagire senza problemi. Se l’educazione di questi bambini viene trascurata, e non vengono abituati ad un linguaggio normale, il recupero in fase tardiva sarà molto più difficile (sempre per il discorso della plasticità sinaptica). Il linguaggio viene compreso dal bambino, ma la capacità di apprenderlo è innata.

QUALI SONO LE STRUTTURE COINVOLTE NELL'ACQUISIZIONE DEL LINGUAGGIO?

Queste strutture sono state analizzate tramite lo studio di pazienti affetti da varie patologie con diverse metodiche:

- Analisi pazienti con **ictus** (afasia).
L'afasia è un segno di riconoscimento dell'**ictus**; se l'ictus coinvolge un'area motoria (particolarmente i muscoli della bocca), la parola che esce non è capita da chi ascolta sebbene la persona che la pronuncia sia convinta di averla pronunciata bene.
- Analisi pazienti con **epilessia** (stimolazione aree)
- Analisi PET e RNM

Siti in cui la stimolazione elettrica cerebrale influenza il linguaggio. La stimolazione della corteccia motrice causa vocalizzazioni o arresto del discorso attraverso l'attivazione dei muscoli facciali. In altri siti, la stimolazione provoca un arresto afasico in cui il linguaggio è sgrammaticato o si osserva anomia. (Fonte: adattata da Penfield e Rasmussen, 1950, Fig. 56)

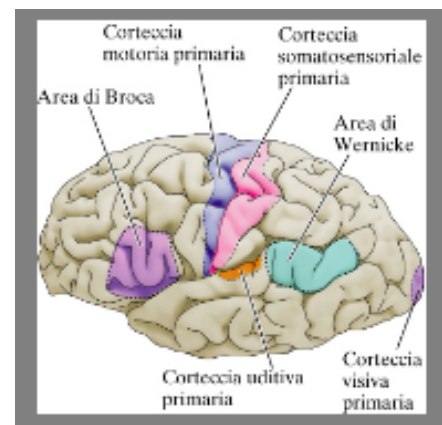


Ritornando all'afasia: l'afasia è dovuta al danno di specifiche regioni dell'encefalo ed è un disturbo dei sistemi preposti:

- alla comprensione del linguaggio (capacità di cogliere i significati presenti in un messaggio)
- alla formulazione del linguaggio (capacità di produrre i segnali del messaggio)

Le aree più importanti coinvolte nel processo del linguaggio sono:

- **L'area di Broca** (1861)
 - o localizzata nella terza circonvoluzione frontale sinistra
 - o ruolo: articolazione del linguaggio
 - o Centro verbo-motorio
- **L'area di Wernicke** (1874)
 - o Localizzata nella prima circonvoluzione temporale sinistra
 - o Ruolo: comprensione del linguaggio
 - o Centro uditivo-verbale



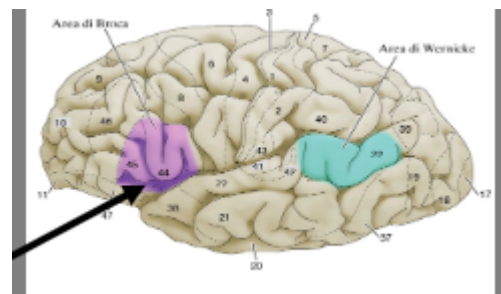
Alcune tipologie di afasia:

L'AFASIA DI BROCA:

Si tratta di un'afasia espressiva/afasia motoria in cui si ha un deficit nella produzione del linguaggio.

- È causata dalla lesione del lobo frontale sinistro
- È caratterizzata da un linguaggio non fluente, lento e laborioso, per cui una parola apparentemente semplicissima diventa difficile ed articolata
- Ipotesi: l'area di Broca contiene memorie delle sequenze dei movimenti muscolari necessari per articolare le parole; perciò, la persona riesce a pensare alla parola da dire, ma presenta difficoltà nelle modalità di espressione della parola stessa. Si ipotizza dunque che in quest'area sia conservato un "pannello" di informazioni su come si articola la bocca nel pronunciare le parole.

Ad esempio, quando si impara l'inglese, che ha una modalità di pronuncia del suono diversa rispetto all'italiano, si fa difficoltà perché bisogna abituare il cervello ad articolare i suoni diversamente rispetto a come si è stati abituati da bambini. Proprio per questo motivo non si avrà mai una pronuncia perfetta perché ci si abitua da piccoli ad una determinata pronuncia.

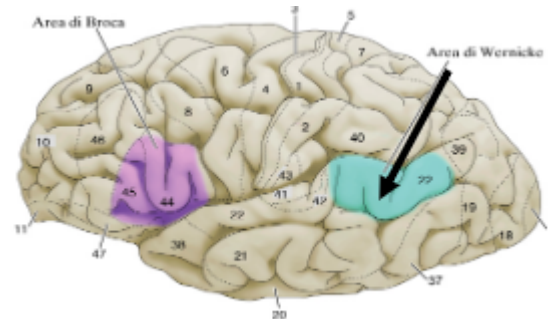


Il processo di memorizzazione muscolare è tipico del cervelletto, che è in grado di memorizzare tutti i processi motori, mentre l'area di Broca è specializzata nel processo comunicativo dal momento che conserva una sequenza di movimenti che ci permettono di pronunciare le parole in modo fluido.

L'AFASIA DI WERNICKE:

È un'afasia recettiva/afasia sensoriale in cui si ha un deficit nella comprensione del linguaggio.

- È causata dalla lesione della parte posteriore del lobo temporale sinistro (corteccia associativa uditiva);
- È caratterizzata da:
 - o carente comprensione del linguaggio
 - o linguaggio fluente, senza senso
 - o L'individuo è inconscio delle sue incapacità
- Ipotesi: nell'area di Wernicke risiede un centro della comprensione delle parole udite.

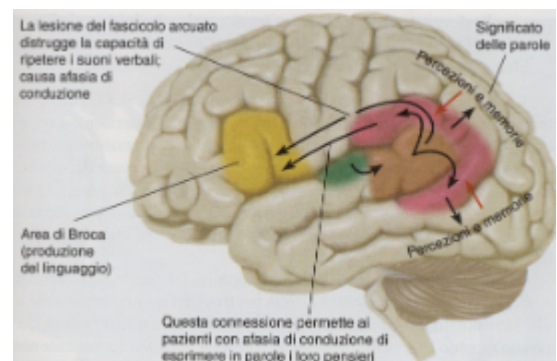


L'AFASIA DI CONDUZIONE:

Si ha difficoltà nel ripetere parole e frasi

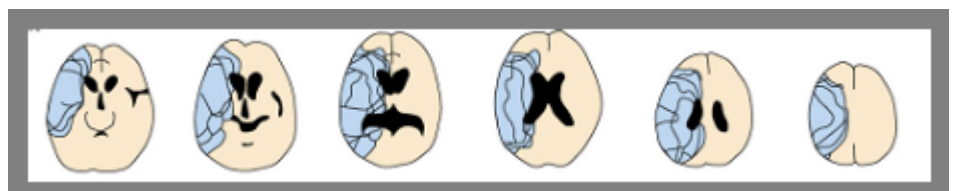
- Causata da una lesione al fascio arcuato, che connette l'area di Broca e l'area di Wernicke
- È caratterizzata da:
 - o Linguaggio comprensibile e fluente
 - o Comprensione buona
 - o Difficoltà nel ripetere alcune parole pronunciate dall'esaminatore
- Ipotesi: esistono più vie che connettono le aree di Broca e Wernicke:
 - o Via indiretta, che media le parole di senso compiuto
 - o Via diretta (fascio arcuato), che trasporta i suoni del linguaggio
- Esempio di analisi di un paziente affetto da afasia di conduzione:
 - esaminatore: "casa"
 - paziente: "abitazione"

 - esaminatore: "sedia"
 - paziente: "seduto"



AFASIA GLOBALE:

- Causata dalle delezioni di grosse porzioni corticali sinistre comprese area di Wernicke, Broca e fascio di conduzione
- È caratterizzata dalla perdita totale della capacità di comprendere il linguaggio e di parlare
- Nei pazienti affetti da afasia globale restano solo le espressioni emotive ed il linguaggio automatico.

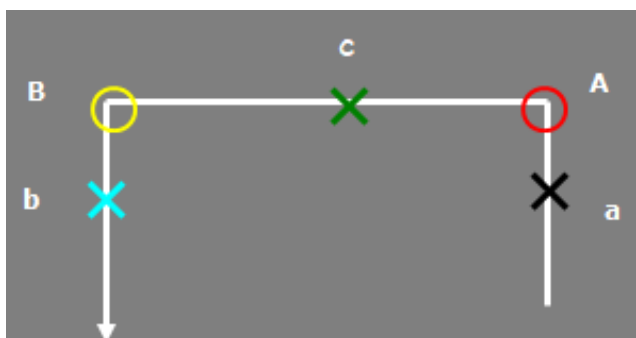
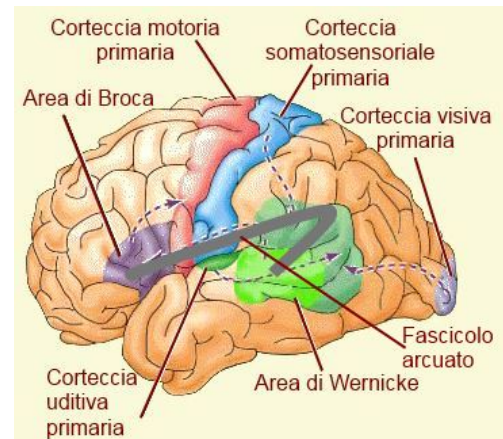


Wernicke propose un modello che prevedeva:

- due centri del linguaggio (area di Broca e di Wernicke);
- una via di comunicazione unidirezionale (fascicolo arcuato);

Il **fascicolo arcuato** è un fascio di assoni che fa parte del *fascicolo longitudinale superiore*, il quale è composto da fibre di associazione.

Questa connessione neurale del cervello collega bidirezionalmente la corteccia temporale caudale e la corteccia parietale inferiore al lobo frontale e, connette i due centri del linguaggio: l'**area di Broca** e l'**area di Wernicke**.



Nell'immagine a lato è rappresentato il circuito di conduzione unidirezionale

A e B rappresentano il modulo della **comprensione** e il modulo della **produzione**.

Una lesione dell'area di **Wernicke** (A) produce l'**afasia di Wernicke** (o sensoriale, perché legata agli aspetti di comprensione del linguaggio); mentre una lesione di **Broca** (B) porta all'**afasia di Broca** (o motoria, perché legata alla produzione linguistica).

La disconnessione tra area di **Wernicke** e area di **Broca** compromette la funzione linguistica in modo molto specifico.

Nell'**afasia di conduzione** i pazienti sono sia in grado di comprendere il linguaggio sia di produrlo, ma non riescono a riprodurre ciò che sentono: non sono cioè in grado di produrre ciò che è stato appena compreso, in quanto manca una connessione diretta tra A e B (c).

Altri deficit interessano rispettivamente la comprensione e la produzione del linguaggio:

- **sordità verbale** (a);
- **anartria pura** (b);

La classificazione tradizionale delle afasie presenta diversi problemi ed ha suscitato non poche contestazioni.

Non sempre è possibile sistemare un soggetto in una delle categorie tradizionali; inoltre i pazienti classificati come appartenenti ad uno stesso gruppo, possono differenziarsi, anche di molto.

Infine, in diversi casi la patologia del paziente evolve e ciò non permette più di posizionarlo all'interno della stessa sindrome e quindi anche classificazione iniziale.

Studi di PET, RMI e registrazioni elettriche, hanno consentito una migliore definizione delle aree coinvolte in mansioni linguistiche, mediante un approccio psicolinguistico all'**afasia**.

La moderna neuropsicologia cognitiva basa lo studio dell'**afasia** sul **sistema di componenti del linguaggio** elaborato dalla psicolinguistica → studio delle rappresentazioni linguistiche e dei meccanismi che sottostanno all'elaborazione del linguaggio parlato, scritto e letto; individuando, in questo modo, deficit specifici in relazione a **tre livelli**:

- livello **fonologico**;
- livello **sintattico - grammaticale**;
- livello **lessicale - semantico**;

La **struttura** del linguaggio si basa su **due componenti**:

1. **Parola**: associazione arbitraria tra un suono ed un significato;
2. **Grammatica**: sistema che specifica il modo in cui le singole unità del vocabolario possono venir combinate per produrre parole, frasi e periodi.
La grammatica prevede una *consecutio* di parole (verbi, soggetti, predicati...) in ordine preciso così da permetterne il riconoscimento;

La **grammatica** comprende **3 livelli** di analisi:

- **fonologico**: regole in grado di combinare i diversi suoni nella struttura stabile del linguaggio;
- **sintattico**: regole fondamentali per la combinazione di parole e suffissi necessarie alla costruzione di frasi e periodi;
- **semantico**: significato delle espressioni linguistiche;

Nonostante lo sviluppo linguistico presenti una notevole variabilità nei primi 36 mesi di vita, solitamente intorno ai 12 mesi compaiono le prime parole e, a 24 mesi, il bambino possiede già un vocabolario costituito da circa 100 parole ed è in grado di formulare le prime frasi.

Combinazioni di due parole come ad esempio: “mamma acqua” per intendere “mamma voglio dell’acqua”, le quali sono spesso associate a un gesto indicativo o simbolico.

Intorno ai 30 mesi di età avviene la vera “esplosione linguistica”, che interessa in particolare il vocabolario del bambino: il numero di parole aumenta in breve tempo ed il bambino inizia a formulare frasi di tre o più parole, le quali via via diventano frasi sempre più complesse.

I bambini hanno la capacità di apprendere costantemente; in base a ciò che ascoltano sono in grado di associare un significato alle varie espressioni che vengono ripetute più volte intorno a loro. Inoltre, la **plasticità sinaptica**, consente ai bambini l'acquisizione rapida di **competenze linguistiche**.

In età adulta questo meccanismo avviene molto più lentamente, se non è del tutto assente e, pertanto, lo studio di una lingua sconosciuta diventa più arduo, in quanto non si è abituati ad una differente articolazione dei suoni.

È fondamentale abituare i bambini all’uso di un linguaggio privo di associazioni NON corrette; in caso contrario si avrebbe, da parte dei bambini, una memorizzazione che comprenderebbe due tipi di articolazione differenti per la stessa lingua.

I bambini imparano prima il suono delle parole; il passaggio successivo consiste nello sviluppare la capacità di ripetere e pronunciare le parole apprese e, solo in un secondo momento, arrivano a leggerle ed a scriverle correttamente.

Lettura e scrittura dipendono quindi dalle capacità di comprensione verbale e di **produzione del linguaggio**.

IMPORTANZA DELLA GRAMMATICA

L’uomo è abituato ad avere una sequenza ben precisa di azioni da seguire e, ciò che si discosta da essa, crea disturbo.

Ad esempio:

sequenza logica di verbi (se + congiuntivo): una formulazione differente del costrutto, fa avvertire una sensazione di disagio; l'area del cervello deputata al riconoscimento evidenzia la presenza di una distorsione. Questo avviene perché il cervello memorizza una determinata sequenza logica grammaticale che associa alla corretta pronuncia ed interpretazione delle parole.

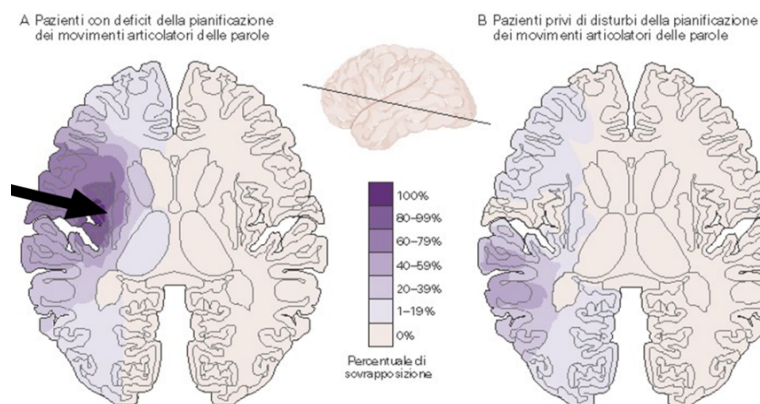
Analogamente *“una caduta”* è considerata distorsione dalla postura normale, che il cervello evidenzia come deficit.

AREA DI BROCA E AFASIA

La lesione dell'**area di Broca**, una regione del lobo frontale inferiore sinistro, causa difficoltà di produzione del linguaggio, il quale diventa non fluente, lento e laborioso.

L'**area di Broca** contiene le **memorie motorie** che consentono di attivare una serie di sequenze di movimenti necessari

all'articolare delle parole: la lingua, le labbra, la mascella sono coordinate con i movimenti delle corde vocali. richiede anche il coinvolgimento dell'**insula della corteccia cerebrale** nascosta dal lobo temporale.



Ciò

Lesioni in questa area cerebrale inducono difficoltà

grammaticali: utilizzo di regole grammaticali, di desinenze verbali ed ordine delle parole, nominare oggetti ed articolare parole.

I difetti riconducibili a lesioni dell'**area di Broca** e delle aree circostanti sono correlati, oltre che alla *corteccia dell'insula*, anche alla **sostanza bianca** sottostante ed ai **nuclei della base**.

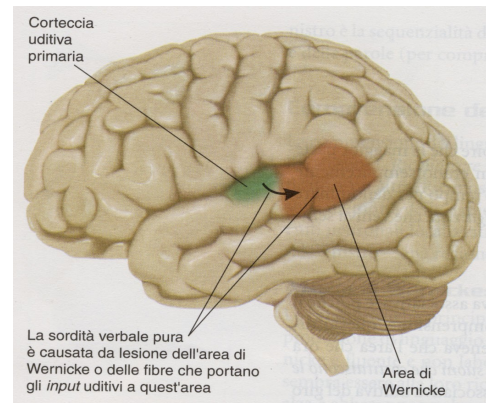
Nelle persone affette, l'**afasia di Broca** è responsabile di:

- **Anomia** (“Assenza di nomi”): difficoltà nel trovare la parola appropriata per descrivere un oggetto, un'azione o un attributo; sono presenti espressioni facciali che rendono evidente lo sforzo nel ricercare parole corrette.
- **Agrammatismo**: difficoltà nell'usare le informazioni grammaticali necessarie a decodificare il significato di una frase. In questo caso può esserci anche un deficit di comprensione. *(Ad esempio: nella frase “Il cavallo dà un calcio alla mucca” il paziente non è in grado di capire “Chi fa cosa a Chi” perché non comprendere l'ordine delle parole).*
- **Difficoltà di articolazione**: difficoltà nel pronunciare correttamente le parole, spesso alterando la sequenza dei fonemi. Si è in grado di riconoscere che la pronuncia è errata e si tenta di correggerla. *(Ad esempio: ROTTESSO anziché ROSSETTO).*

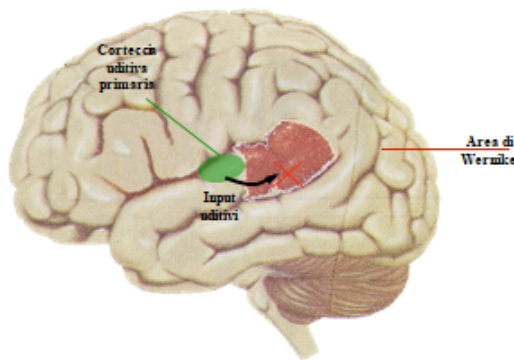
Nonostante queste conseguenze, l'**afasia di Broca** NON intacca l'intelligenza del paziente.

L'**area di Broca** è responsabile:

- della selezione del programma per la pianificazione dei suoni delle parole. (Lesioni provocano **anomia**)
- della selezione della struttura grammaticale (ordine delle parole, uso di parole, funzioni e desinenze). (Lesioni provocano **agrammatismo**)
- del controllo della sequenza dei movimenti dei muscoli del linguaggio. (Lesioni provocano **difficoltà di articolazione**).



AREA DI WERNICKE ED AFASIA



L'**area di Wernicke** è situata nel lobo temporale (regione posteriore-superiore) della corteccia cerebrale e contiene le **memorie uditive** necessarie per la comprensione del linguaggio ascoltato.

La lesione dell'**area di Wernicke** e dell'**area posteriore del linguaggio** induce **sordità verbale pura** (difficoltà nel riconoscimento delle parole), ed è responsabile di **deficit di comprensione del linguaggio** parlato e scritto.

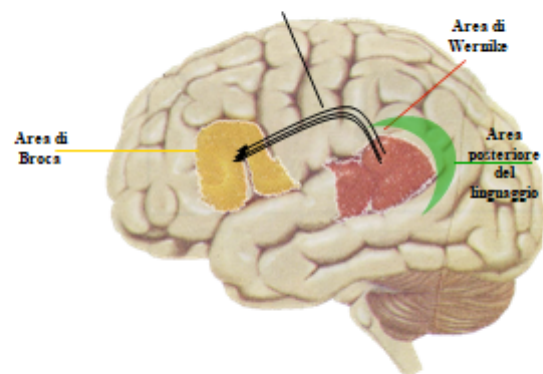
- La **sordità verbale pura** è la difficoltà nel riconoscere suoni verbali i quali consentirebbero la decodificazione delle parole necessaria alla comprensione. Non si tratta di un'incapacità a comprendere il significato delle parole, ma di decodificarne il suono.

I pazienti possono riconoscere l'emozione espressa dall'intonazione della voce e spesso riescono a comprendere il significato delle parole "leggendo" il movimento delle labbra.

I pazienti sono in grado di leggere e scrivere e riconoscono tutti i suoni NON verbali (*ad esempio lo squillo di un telefono*).

La **sordità verbale pura** è causata da lesione dell'**area di Wernicke** o delle **fibre** che portano gli input uditivi a questa area.

Inoltre, poiché la percezione della struttura melodica ed armonica della musica è eseguita dall'**emisfero destro**, il danneggiamento di questo emisfero può causare **amusia**, ossia perdita delle abilità musicali dell'individuo.



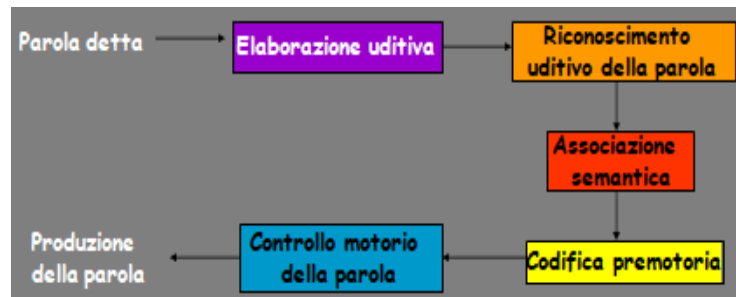
- Il **deficit di comprensione** coinvolge l'area posteriore del linguaggio e le afferenze con *cortecce associative visive e uditive*, all'interno delle quali, sono contenute le **memorie del significato** delle parole.

Esso si traduce dunque in difficoltà nel riconoscere i suoni verbali, abilità che consente di decodificare le parole per poi comprenderle.

AREA POSTERIORE DEL LINGUAGGIO

Essa circonda l'**area di Wernicke** e la parte posteriore della scissura temporale.

È un'area di interscambio tra la rappresentazione uditiva della parola all'interno dell'**area di Wernicke** ed il suo significato, immagazzinato come rappresentazioni, nella **corteccia associativa sensoriale** (corteccia cerebrale posteriore).

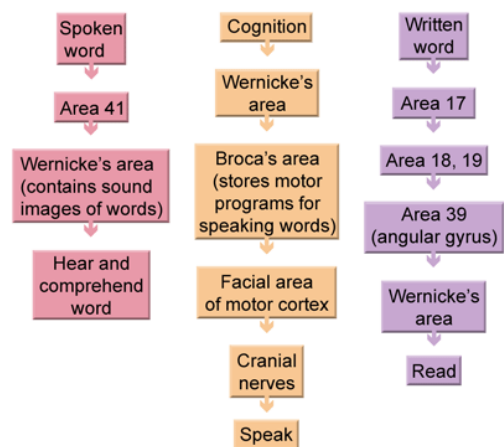


L'**afasia sensoriale transcorticale** è il disturbo linguistico per il quale non si è in grado di comprendere o produrre un linguaggio di senso compiuto e chiaro. La lesione dell'**area posteriore Broca** del linguaggio causa questo disturbo.

È possibile invece ripetere tutto ciò che viene detto grazie al **fascicolo arcuato**, il quale connette l'**area di Wernicke** all'**area di Broca** e che consente, appunto, di replicare i suoni verbali.

Esistono **diversi tipi di memoria**, localizzati in regioni differenti del lobo frontale, parietale e temporale:

- Memoria **grafica** (ortografia);
- Memoria **visiva** (immagine);
- Memoria **gutturale** (dovuta alla pronuncia della parola);



MODELLO DI WERNICKE-GESCHWIND

Secondo il modello di **afasia di Wernicke-Geschwind** o **teoria della disconnessione**, l'afasia è dovuta a un'interruzione nella rete di componenti interconnesse.

Descrizione (approfondimento Wikipedia)

Per l'ascolto e la comprensione di parole pronunciate, i suoni delle parole vengono inviati, attraverso il sistema uditivo, all'**Area di Brodmann 41**, ovvero alla corteccia uditiva primaria.

Da qui, la conduzione del segnale continua fino all'**area di Wernicke**, all'interno della quale viene estratto il "significato" delle parole.

Per la pronuncia delle parole, i significati di esse vengono inviati dall'**area di Wernicke** attraverso il **fascicolo arcuato** all'**area di Broca**, dove i morfemi vengono assemblati.

Il **modello** propone che all'interno dell'**area di Broca** venga *mantenuta una rappresentazione* per le parole da articolare.

Le istruzioni per il linguaggio vengono inviate dall'**area di Broca** all'**area facciale** della corteccia motoria e, da qui, passano ai **motoneuroni facciali** nel tronco encefalico, il quale rilascia gli ordini di movimento ai muscoli facciali. Per la lettura delle parole, le informazioni riguardanti il testo scritto vengono mandate dalle **aree visive 17, 18 e 19**, al **giro angolare** (area 39) e da qui all'**area di Wernicke** per la lettura *silenziosa* o contemporaneamente all'**area di Broca**, per la lettura *ad alta voce*.

Questo **modello** è oggi **obsoleto**.

Tuttavia, è stato molto utile nella ricerca e nell'organizzazione di risultati ottenuti, in quanto è basato sull'idea che il **linguaggio** consista di **due funzioni basilari**:

- **Comprensione**: funzione sensoriale/percettiva;
- **Articolazione**: funzione motoria;

È evidente che, l'**organizzazione neurale del linguaggio** sia più complessa di quanto il **modello** del linguaggio di Wernicke-Geschwind suggerisca.

In particolare, la localizzazione del linguaggio nell'**area di Broca** è uno dei punti più deboli di questo modello.

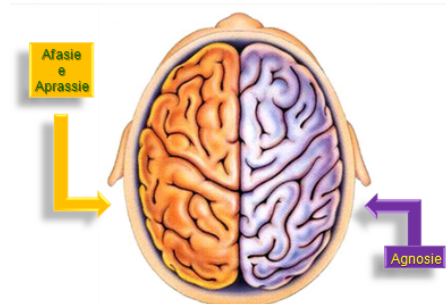
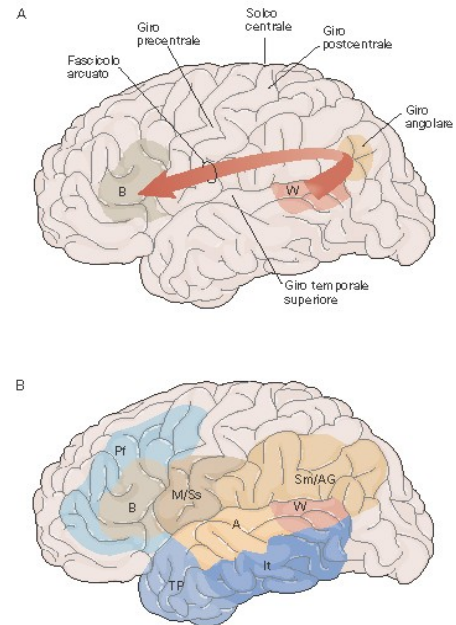
IPOTESI MODERNA

Secondo l'ipotesi moderna esistono 3 sistemi funzionali dedicati al linguaggio:

1. **Sistema di implementazione**: analizza segnali uditivi, attiva la conoscenza concettuale, provvede alla costruzione dei fonemi e delle regole grammaticali e all'articolazione delle parole;
2. **Sistema di mediazione** (area blu): circonda il sistema di implementazione formato da regioni distinte localizzate nelle cortecce associative dei lobi frontale, temporale e parietale che agisce come un "agente per conto terzi" fra sistema di implementazione e concettuale.
3. **Sistema concettuale** (area rosa): rappresentato da un gruppo di regioni distribuite nella parte restante delle cortecce associative di ordine superiore che sono di supporto alla conoscenza concettuale;

(Legenda immagine- B: Broca; W: Wernicke; A: cortex uditiva; M: cortex motrice; AG: giro angolare; TP: polo temporale; It: corteccia infero- temporale; Pf: corteccia prefrontale)

Con gli sviluppi più recenti delle neuro-scienze, non si parla più di correlazione diretta tra una funzione e una specifica area cerebrale, bensì si utilizza il concetto di **SISTEMA FUNZIONALE** secondo il quale una funzione risulta il prodotto dell'attività congiunta di regioni cerebrali diverse, corticali e sottocorticali collegate anatomicamente e/o funzionalmente in complesse reti neurali.



Le diverse forme della patologia possono essere ricondotte ad alterazioni e/o disfunzioni di processi dinamici altamente distribuiti o “diffusamente localizzati”.

Nell'immagine a lato sono evidenziate le aree coinvolte e che si attivano nei casi proposti. Per la pronuncia, l'ascolto e la generazione di parole vi è il coinvolgimento di varie aree, per la visione passiva, invece, soltanto dell'area occipitale.

Categorie di informazioni diverse sono contenute in regioni diverse. Dunque, regioni diverse del lobo temporale, frontale e parietale, si attivano in risposta a categorie diverse di parole.

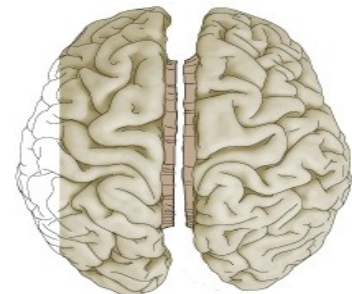
Lateralizzazione del linguaggio (approfondimento: studio split brain)

I due emisferi sono alquanto simmetrici rispetto alle funzioni sensoriali e motorie fondamentali: ciascun emisfero compie quindi le stesse attività, ma queste sono dirette a una diversa metà del corpo.

Tale simmetria viene però meno nelle **aree associative**.

Nell'essere umano, certe aree associative dell'emisfero sinistro sono specializzate per il linguaggio, mentre le aree analoghe dell'emisfero destro sono specializzate per l'analisi non verbale, visivo-spaziale, dell'informazione.

Proprio per questo le afasie interessano per il 95% l'emisfero sinistro.

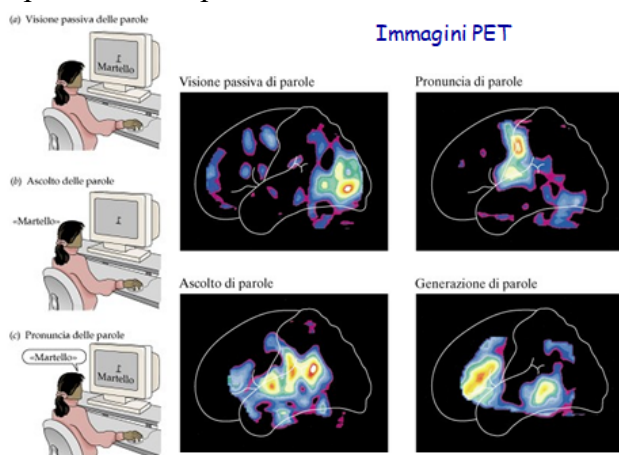


Le prove che i due emisferi sono specializzati in attività distinte cominciarono ad emergere con grande evidenza negli anni '60, quando Roger Sperry (1913–1994) e Michael Gazzaniga (1939-) iniziarono a studiare soggetti sui quali, come rimedio estremo per trattare l'epilessia, era stato sezionato chirurgicamente il corpo calloso (**callosotomia**).

Alcune funzioni dell'emisfero sinistro	Alcune funzioni dell'emisfero destro
Analisi del campo visivo destro	Analisi del campo visivo sinistro
Stereognosi (mano destra)	Stereognosi (mano sinistra)
Linguaggio lessicale e sintattico	Arricchimento emotivo del linguaggio
Scrittura	Abilità spaziali
Linguaggio verbale	Linguaggio verbale rudimentale

In genere, l'operazione riusciva effettivamente a ridurre o a eliminare del tutto gli attacchi epilettici, e questi pazienti, terminato il periodo di convalescenza, di solito non manifestavano alcuna caduta nel punteggio dei test del QI, né difficoltà a sostenere una conversazione o a coordinare le due metà del corpo per eseguire compiti che richiedevano una certa destrezza.

Ma Sperry e Gazzaniga dimostrarono che, sottoposti a test particolari, in cui s'inviava un'informazione a uno solo degli emisferi, i soggetti si comportavano come se avessero due menti separate, con capacità distinte.



William Van Wagenen (1897-1961), neurochirurgo, nel 1940 per la prima volta sezionò un corpo calloso, in seguito alla constatazione che uno dei suoi pazienti con gravi crisi epilettiche aveva ottenuto un miglioramento dopo lo sviluppo di un tumore al corpo calloso. Non tutta la connettività tra i due emisferi è recisa. Entrambi gli emisferi sono ancora collegati dal tronco cerebrale, che alimenta i livelli di eccitazione, cosicché entrambi gli emisferi dormano e si sveglino nello stesso momento.

Le vie sottocorticali rimangono intatte ed entrambe le parti ricevono gran parte delle stesse informazioni sensoriali dai nervi del corpo relativi ai cinque sensi e le informazioni propriocettive dai nervi sensoriali dei muscoli, articolazioni e tendini circa la posizione del corpo nello spazio. A quel tempo non si sapeva se entrambi gli emisferi potessero avviare indipendentemente i movimenti oculari e se ci fosse un solo sistema integrato di attenzione spaziale, che permettesse la selezione di alcuni stimoli rispetto ad altri.

L'attenzione selettiva continua ad essere unifocale dopo che il cervello è stato diviso, pertanto, l'attenzione non può essere distribuita in due posizioni diverse nello spazio. I pazienti vennero definiti “**split brain**” (corpo calloso e commessura anteriore recisi).

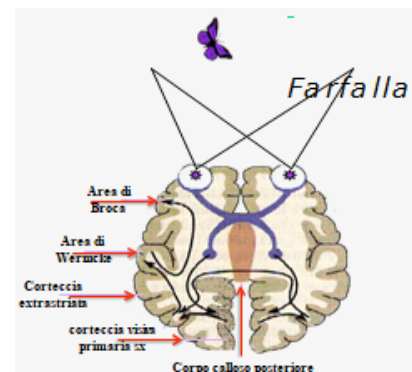
DISTURBI DI LETTURA E SCRITTURA

Cosa si può dire per la lettura e scrittura?

Quasi tutti i pazienti afasici mostrano compromissione della scrittura e della lettura.

Leggere e scrivere, ascoltare e parlare, sono attività strettamente correlate ed hanno in comune molti meccanismi cerebrali. Studi delle basi neurali dei disturbi di lettura e scrittura forniscono informazioni utili alla comprensione degli stessi processi.

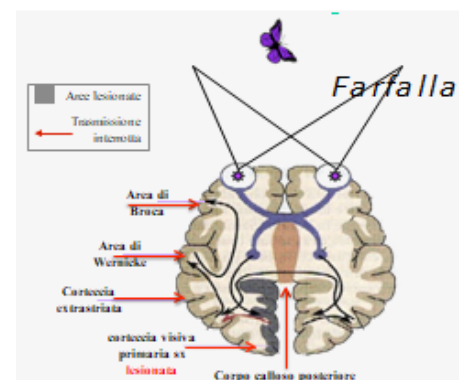
Immagine a destra: Modello semplificato dei processi neurali di lettura: non ci sono lesioni cerebrali. L'individuo legge la parola “farfalla”, sa ripeterla ad alta voce ed è in grado di scriverla.



Lesioni di alcune aree cerebrali possono rallentare o interrompere la capacità di leggere. Un danno alla corteccia visiva primaria sinistra causa cecità dal campo visivo destro. In questo caso la persona può ancora leggere, anche se più lentamente, grazie all'informazione trasmessa dal campo visivo sinistro attraverso il corpo calloso posteriore.

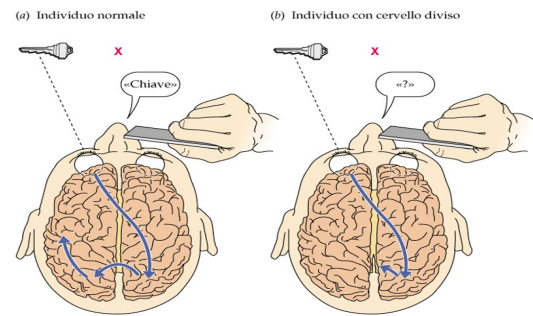
Immagine a destra: Modello semplificato dei processi neurali di lettura: vi è una lesione della corteccia visiva primaria sinistra. L'individuo legge la parola “farfalla” grazie al campo visivo sinistro che trasmette l'informazione attraverso il corpo calloso posteriore.

Può ripeterla ad alta voce ed è in grado di scrivere.



Tipologie di deficit di lettura e scrittura:

- Alessia: la lesione della corteccia visiva primaria sinistra e la lesione del corpo calloso posteriore impediscono alle informazioni provenienti dalla corteccia extrastriata destra di raggiungere l'emisfero sinistro, causando incapacità di leggere, pur conservando la capacità di scrivere.
- Agrafia: incapacità a scrivere;
- Dislessia: difficoltà ad apprendere a leggere;
- Disgrafia: difficoltà ad apprendere a scrivere;



DISLESSIA

La dislessia rientra nei Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) e si manifesta con una minore correttezza e rapidità nella lettura ad alta voce rispetto a quanto ci si aspetta dall'età anagrafica e dall'istruzione ricevuta. È un disturbo dell'apprendimento con origine neurobiologica che si caratterizza da difficoltà nel riconoscimento preciso e/o fluente delle parole e da limitate abilità di spelling e decodifica.

È considerata un "disturbo evolutivo" o congenito, poiché inizia a manifestarsi già dall'infanzia. È dunque fondamentale saper riconoscere subito i sintomi nei bambini dislessici per avviare un intervento riabilitativo adeguato alle caratteristiche individuali.

Quindi, il bambino dislessico è in grado di leggere e scrivere, ma riesce a farlo solo impegnando al massimo le sue capacità e le sue energie, poiché non può farlo in maniera automatica. Ma, per questo motivo, si stanca rapidamente, commette errori, rimane indietro e ha difficoltà di apprendimento. La difficoltà nella lettura può essere più o meno grave e, generalmente, si associa a problemi nella scrittura e nel calcolo.

Come per tutti i disturbi specifici dell'apprendimento, le cause della dislessia non dipendono da un deficit cognitivo, da traumi o da blocchi emotivi, ma sono una condizione neurobiologica. Il cervello non riesce a collegare correttamente suoni e simboli (lettere). I motivi non sono ancora del tutto chiari e dipendono da alcune connessioni cerebrali.

Anche se le inversioni delle lettere, che spesso si manifestano in bambini dislessici, possono indicare problemi di vista, nella maggior parte dei casi sono correlate alla percezione del suono.

La lettura, la scrittura, la grafia e il calcolo richiedono normalmente degli automatismi che vengono appresi; se queste procedure non diventano automatiche risultano molto lente. La dislessia è un'incapacità molto comune. Esiste in vari gradi, talvolta così lievi da risultare difficili da diagnosticare.

Spesso le difficoltà di comprensione a livello scolastico vengono trascurate e associate a svogliatezza:

- 1,6 % viene diagnosticato;
- 4% valore reale sommerso;

È fondamentale una **diagnosi precoce**, attuata per mezzo di:

- Rapidità e/o correttezza di procedure;
- Messa in risalto delle difficoltà di pronuncia in prima elementare;

Il vissuto del dislessico può essere una ferita profonda dell'io, poiché potrebbe portarlo a pensare di non essere intelligente; bisogna quindi restituire la dignità cognitiva. Alcune difficoltà possono essere superate con l'uso ad esempio del computer, libri parlanti, sintesi vocali computerizzate, calcolatrice, videoscrittura.

I disturbi neurobiologici non scompaiono ma possono essere compensati. Si ritiene possano dipendere da alterazioni delle connessioni fra aree visive e del linguaggio.

Nelle prime fasi dell'apprendimento della lettura, la decodifica dell'immagine è più veloce della decodifica della parola scritta. Già in terza elementare la parola è ugualmente veloce. Nei dislessici c'è molta differenza nei vari tipi di testo (favola, testo giornalistico, testo letterario).

Leggere e scrivere sono procedure veloci. La velocità dell'apprendimento dipende anche dalla lingua, l'inglese, ad esempio, è più difficile dell'italiano. Se le procedure veloci non si apprendono si deve “*pensarci*” sopra. Inoltre, la frequenza di una parola nella lingua influenza la prestazione.

Il giapponese ha due sistemi di scrittura:

- Un sistema fonetico costituito da 71 simboli fonetici (grafemi);
- Un sistema ideografico (40.000 caratteri);

Entrambi i sistemi dipendono dai centri del linguaggio ma vengono elaborati da meccanismi intraemisferici diversi. Le **lesioni del giro angolare della corteccia associativa parieto-temporo-occipitale** alterano la lettura del sistema sillabico ma lasciano indenne la comprensione del sistema ideografico.

Considerazioni sulla lettura e la scrittura:

- *Il cervello funziona in modalità in parallelo;*
- *La lettura e la scrittura sono sequenziali;*
- *Rappresentano una sorta di strettoia (clessidra);*

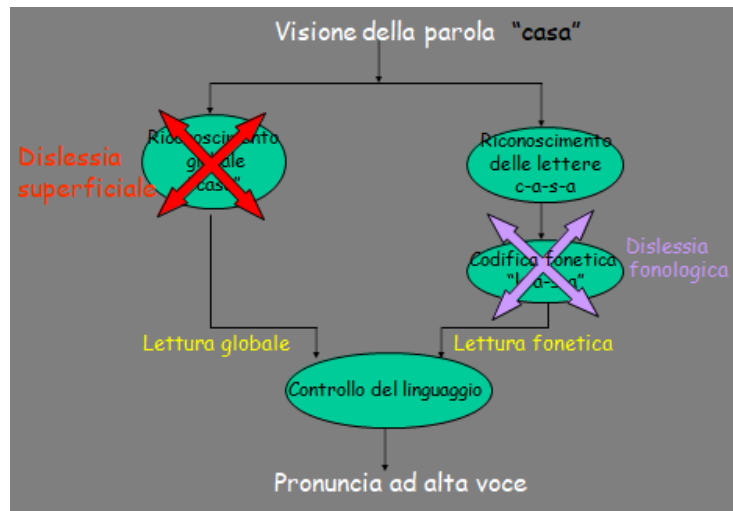
MODELLO SEMPLIFICATO DEI PROCESSI DI LETTURA

Lettura Globale:

- Brevi fissazioni;
- Campo ampio;
- Riconoscimento di una parola come un “insieme”, attraverso la sua forma.
- Utilizzato per parole familiari.

Lettura Fonologica:

- Lunghe fissazioni;
- Campo ristretto;
- Riconoscimento di una parola attraverso il suono delle singole lettere che la compongono;
- Utilizzato per parole non familiari;



Disturbi della lettura: anomalie o lesioni cerebrali delle aree dalle quali dipendono il riconoscimento delle parole ed il controllo del linguaggio possono precludere uno o entrambe i modi di lettura. La Lettura Globale e Fonologica coinvolgono meccanismi cerebrali diversi.

La **dislessia superficiale** è un *disturbo della lettura Globale*. La persona che ne è affetta è obbligata a sillabare le parole per riconoscerle e pronunciarle. Nel caso di anomalie o lesioni cerebrali, una o entrambe le vie di riconoscimento vengono interrotte. In questo caso resta il riconoscimento fonetico.

La **dislessia fonologica** è un *disturbo della lettura Fonetica*. La persona che ne è affetta non è in grado di leggere le parole non familiari bensì solo quelle che sono per lui già familiari, attraverso la lettura globale. Nel caso di anomalie o lesioni cerebrali una o entrambe le “vie” di riconoscimento vengono interrotte. In questo caso resta il riconoscimento globale.