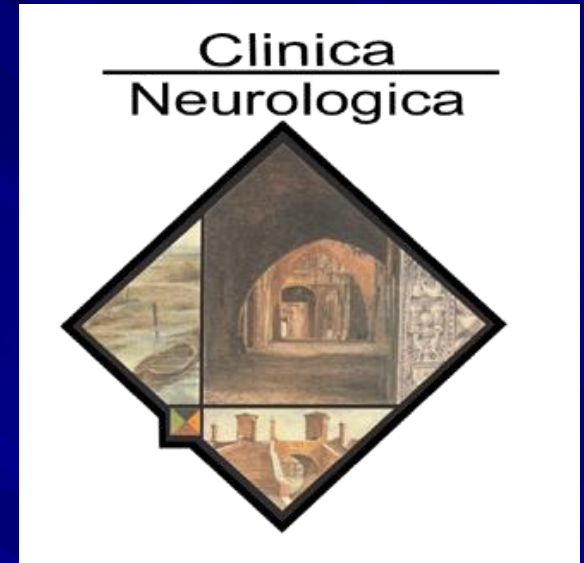


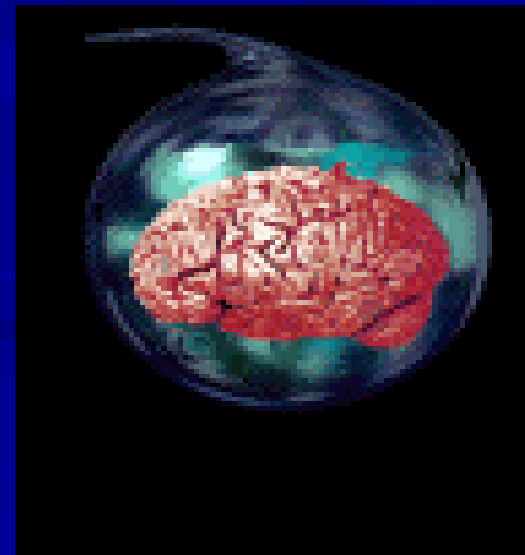
# LE AFASIE

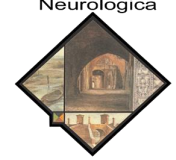
**Patrik Fazio & Enrico Granieri**

*Sezione di Clinica Neurologica  
Università di Ferrara*



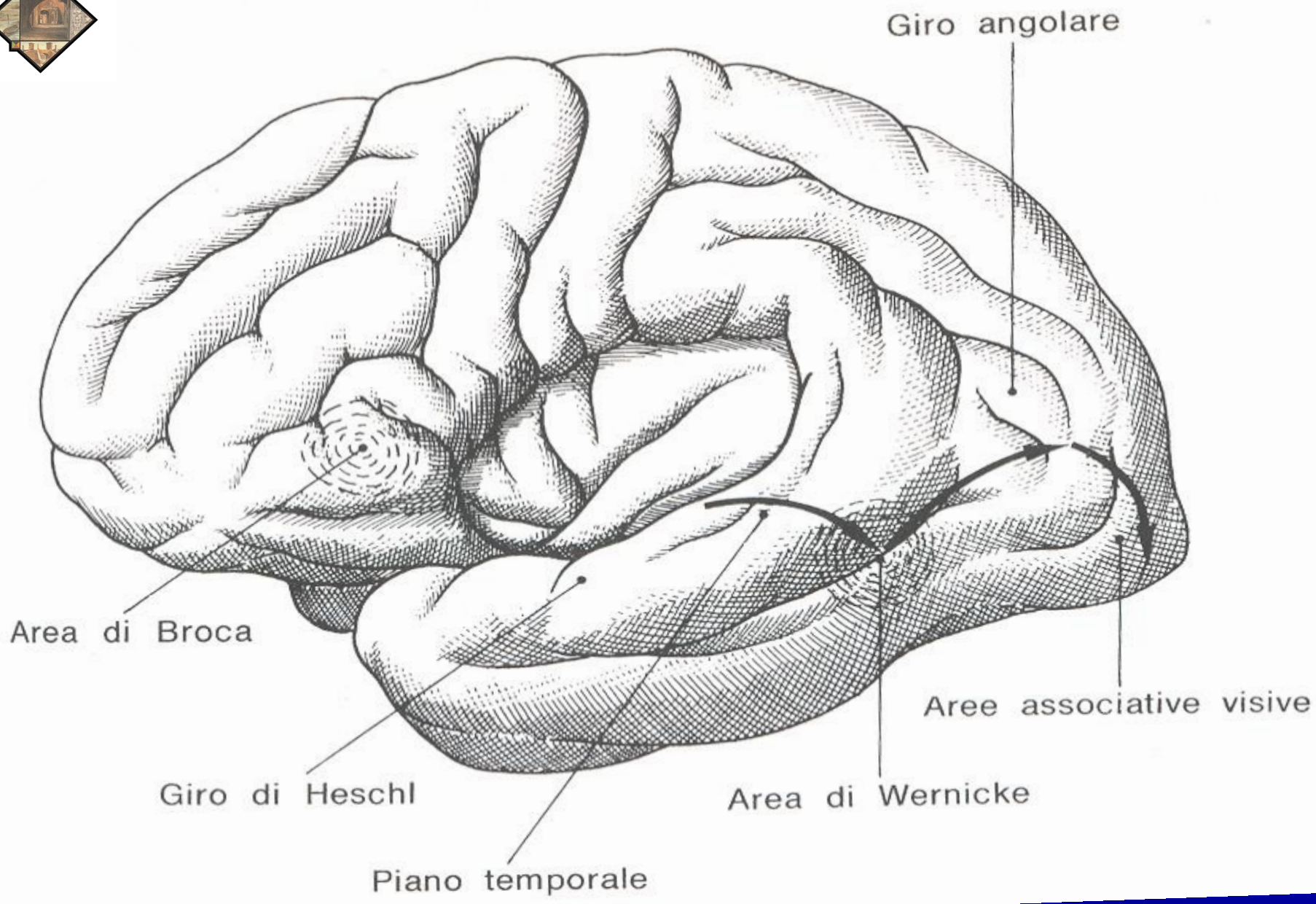
**Lezione  
per gli studenti  
3° anno di Medicina,  
12 Dicembre 2016**





# LE AFASIE

- Le afasie sono una perdita o alterazione della funzione del linguaggio causata da un danno cerebrale. Le **afasie** sono disturbi acquisiti del **linguaggio**, causati dal danno di determinate strutture dedicate degli emisferi cerebrali.
- Pertanto, non si possono chiamare afasie
  - i ritardi di sviluppo del linguaggio conseguenti a lesioni cerebrali insorte alla nascita o nei primi mesi di vita,
  - i discorsi incongrui dei dementi e dei confusi,
  - le alterazioni espressive degli psicotici, etc.
- La parola e il linguaggio sono funzioni fondamentali per l'uomo, sia nelle relazioni sociali sia per la vita intellettuale individuale.
- Quando tali funzioni vengono danneggiate in seguito ad una malattia cerebrale, le conseguenze sono superiori per gravità a qualsiasi altro disturbo funzionale compresa la cecità, la sordità e la paralisi.





- Afasie sono **disturbi acquisiti del linguaggio** conseguenti a lesione focale nelle aree competenti per il linguaggio stesso rappresentate cerebralmente nell'emisfero di sinistra per la maggioranza dei destrimani (92 – 96%) e per i  $\frac{2}{3}$  dei mancini.
- Potenzialmente qualsiasi patologia in grado di produrre una lesione focale può essere causa di afasia.



## Modello su cui si basa la clinica

■ In base alle alterazioni quantitative della espressione orale, gli afasici si dividono in due gruppi:

1) AFASIA NON FLUENTE (*motoria, anteriore, di espressione*)

2) AFASIA FLUENTE (*sensitiva, posteriore, di comprensione/espressione*)

Il modo in cui si svolge il discorso permette di distinguere le afasie fluenti e non fluenti.



# Il linguaggio

- Strumento attraverso il quale avviene **la comunicazione**, grazie alla possibilità di produrre e comprendere espressioni simboliche, costituite da sequenze di suoni articolati, segni grafici e gestuali.
- Utile concepire il linguaggio come capacità di utilizzare, ai fini della **comunicazione** orale o scritta,
  - gli elementi del codice linguistico,
  - vale a dire fonemi e parole della lingua,**selezionandoli e combinandoli in maniera appropriata nella espressione così da formare messaggi linguistici che trasmettano fedelmente il proprio pensiero, e**  
**identificandoli con precisione all'atto di ricevere i messaggi altrui così da cogliere le informazioni in esse contenute.**

# Il linguaggio

■ L'uso del codice permette all'uomo di **esprimere ciò che prova,**

- di dare un nome agli oggetti,
- di definire relazioni che constata,
- di descrivere l'azione che osserva.

Inoltre il linguaggio rappresenta **l'oggetto, l'azione e la relazione al di là del momento in cui sono percepiti.**

**DONA ALL'UOMO LA POSSIBILITA' DI PORSI NELLA PROPRIA STORIA.**

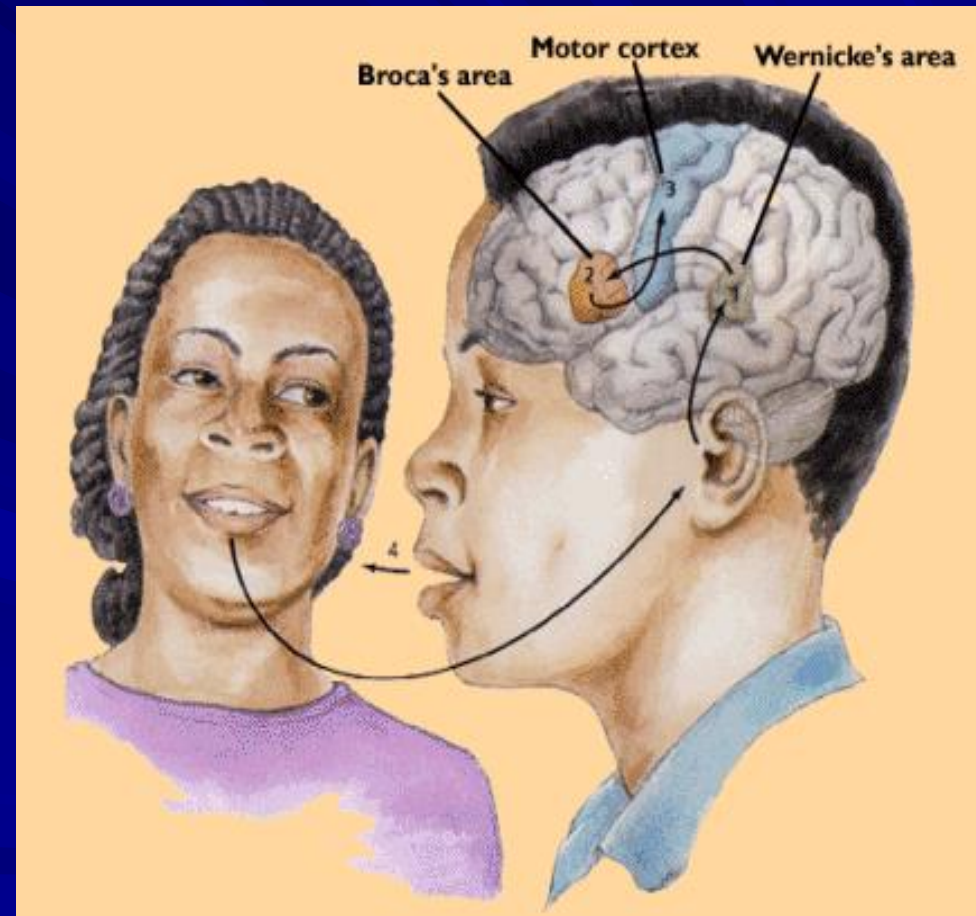
- Consente di passare dalla coscienza istantanea alla coscienza di sé.
- Conferisce alla relazione interumana una nuova dimensione: come depositario della culture,
- Rende ogni uomo erede del capitale cognitivo elaborato dalle generazioni che ci hanno preceduto.



# LINGUAGGIO E CERVELLO DELL'UOMO

Storia degli studi sul linguaggio:  
due principi fondamentali:

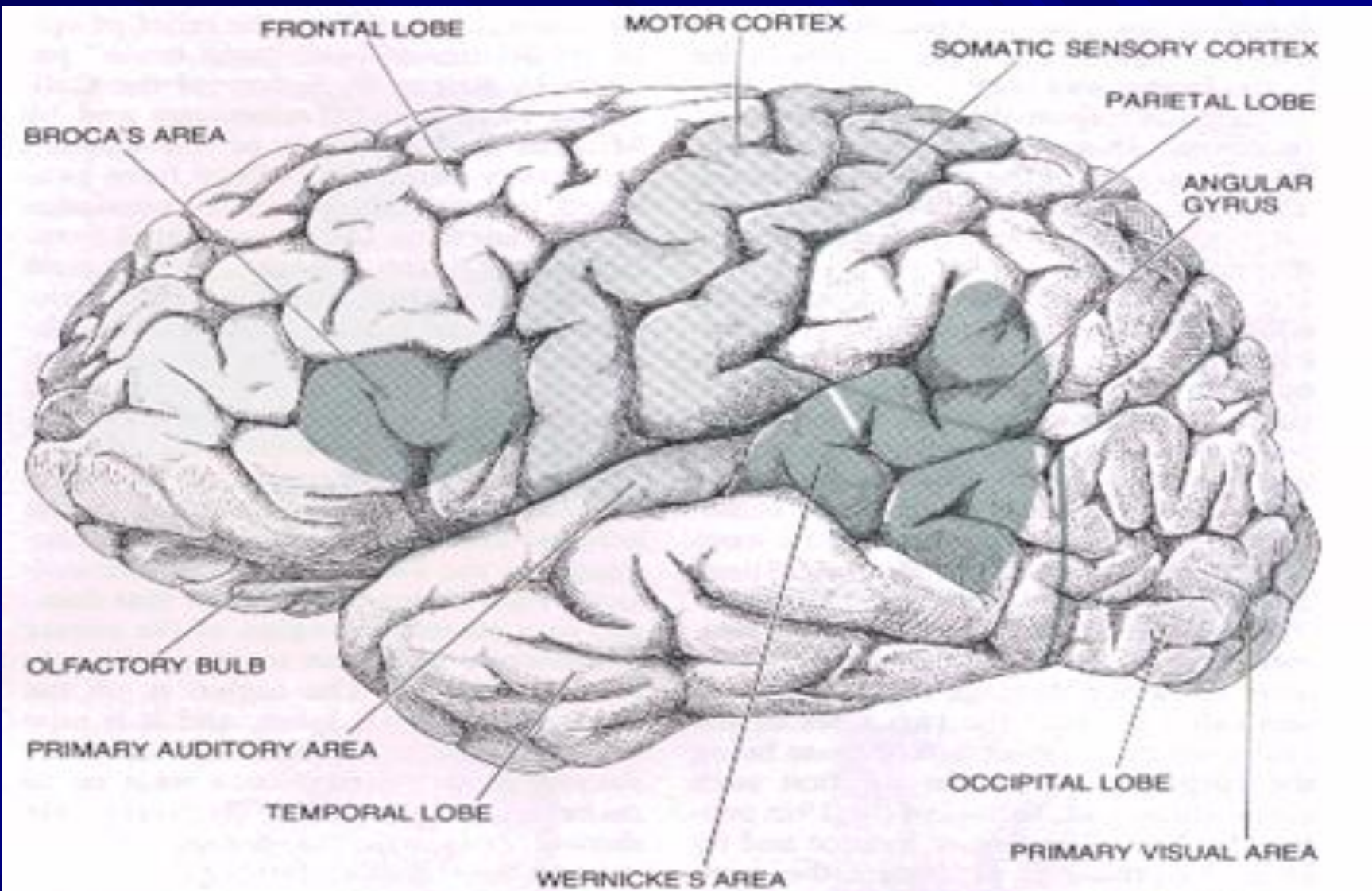
1. **Attività del linguaggio comporta l'intervento di tutto l'encefalo:** gli apparati elementari del tronco cerebrale e i collegamenti sinaptici estremamente elaborati della corteccia cerebrale.
2. Attività del linguaggio si fonda a tutti i livelli su di una relazione stabilita tra espressione e percezione. ***Questa relazione trova il suo commento nella neocortex associativa dell'uomo.***





# AREE DEL LINGUAGGIO

## Emisfero dominante: Sinistro



# Dominanza emisferica

- I due emisferi cerebrali **non partecipano in egual misura** alle attività che abbiamo descritto. La dominanza dell'emisfero sinistro per il linguaggio è **geneticamente programmata** come lo è la preferenza manuale.
- Il concetto di dominanza non implica che un emisfero governi l'altro, né che un emisfero presieda in maniera esclusiva a singole funzioni integrative.

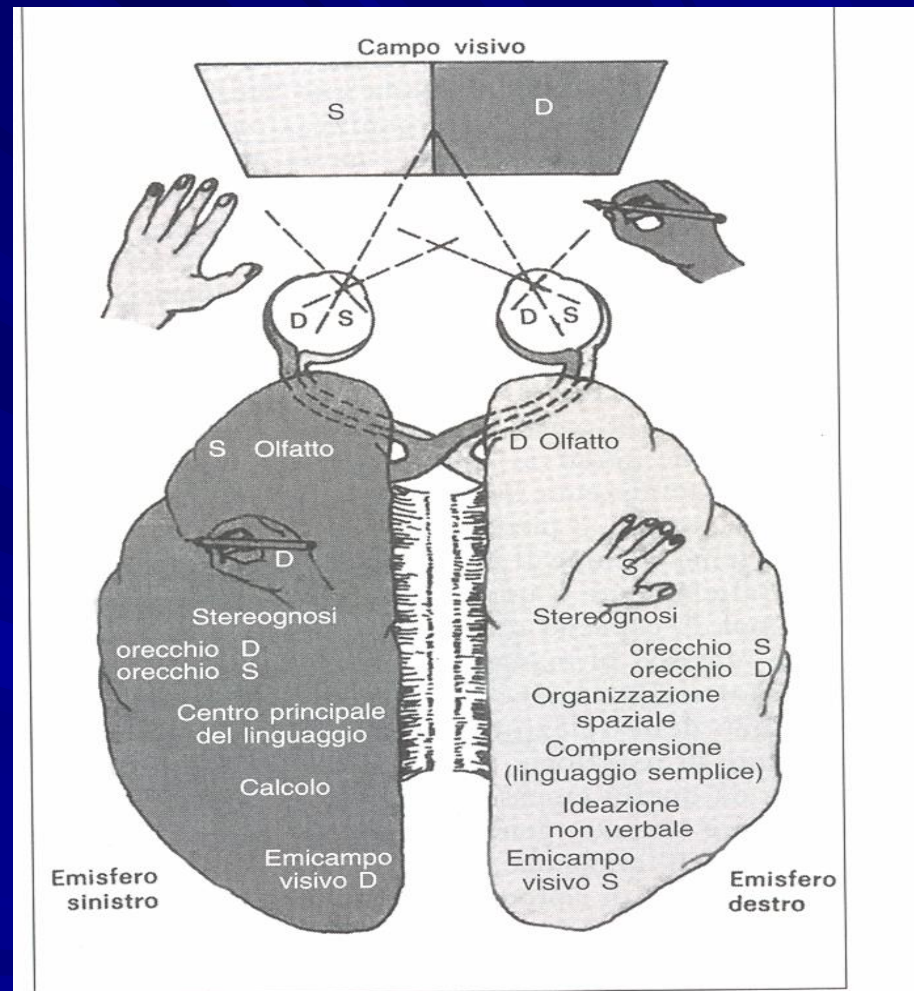


Figura 6.2. Le localizzazioni cerebrali (da R.W. SPERRY).

# Dominanza emisferica

- L'emisfero destro non è sprovvisto di capacità linguistiche: esso comprende le parole e frasi brevi. Decifra il linguaggio scritto. Viceversa non dispone che di una debolissima capacità di ritenzione del messaggio uditivo e soprattutto non ha accesso alla facoltà espressiva.
- Le lesioni cerebrali che determinano **AFASIA** sono localizzate nell'emisfero sinistro nella quasi totalità dei destrimani ed approssimativamente nel 60% dei mancini o degli ambidestri. In una piccola % dei destrimani tra il 1% e il 5% l'afasia può essere dovuta ad una lesione emisferica destra.

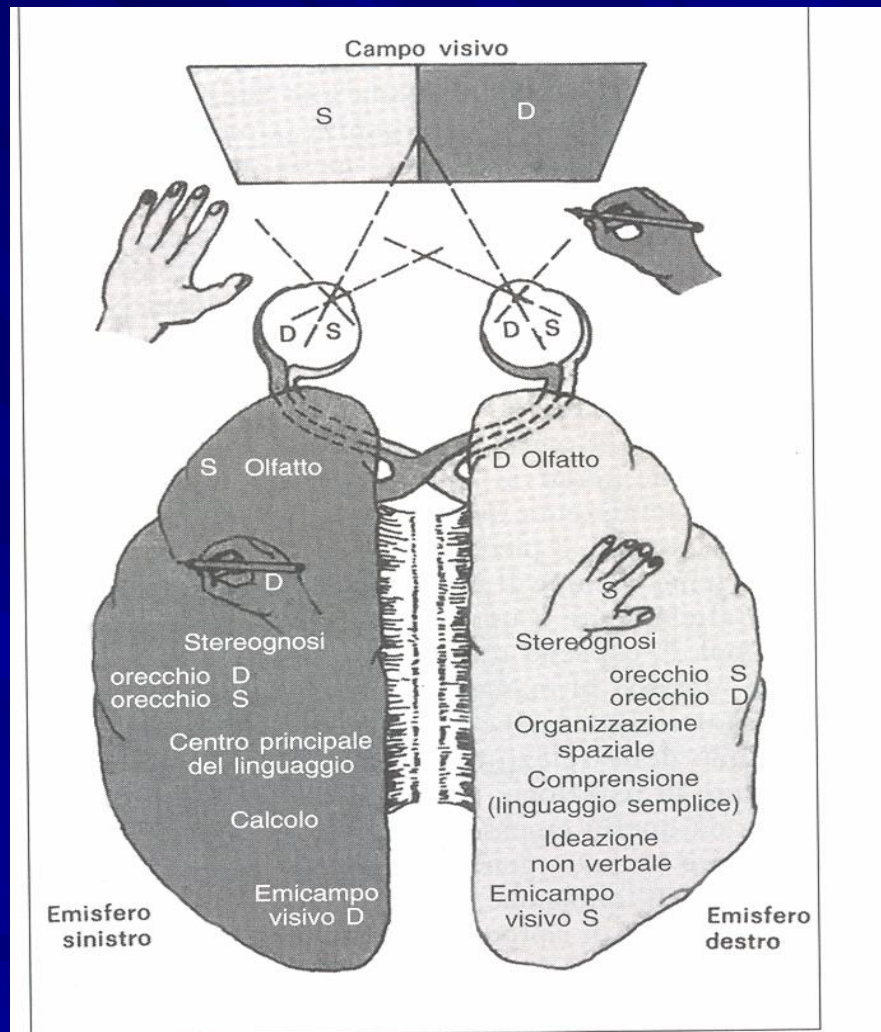


Figura 6.2. Le localizzazioni cerebrali (da R.W. SPERRY).



# I due emisferi

- Nel gioco di attivazione relativa dell'uno e dell'altro emisfero, c'è spazio per una partecipazione dell'emisfero destro.
- Il canto, l'enunciazione di serie automatiche, l'espressione di formule di cortesia e frasi fatte corrispondono a momenti nei quali gli aspetti attentivi e intenzionali della comunicazione si confondono.
- L'attivazione selettiva dell'emisfero sinistro non si produce e l'emisfero destro accede all'espressione. È legittimo porsi il problema dell'estensione di una simile partecipazione nel linguaggio normale.
- Alcune osservazioni sembrano indicare che gli aspetti "modalizzatori" del discorso, come gli avverbi, le locuzioni che esprimono una riserva o un'accentuazione, potrebbero costituire una specie di vocabolario, espressione di un dialogo tra i due emisferi

# I DUE CERVELLI

**Specificità di dominio:** Una funzione segue processi particolari (apprendimento, ricerca lessicale, elaborazione percettiva, ecc.)

Si sviluppa secondo tappe costanti nell'infanzia e adolescenza.

Ha specifici correlati cerebrali (aree, connessioni)

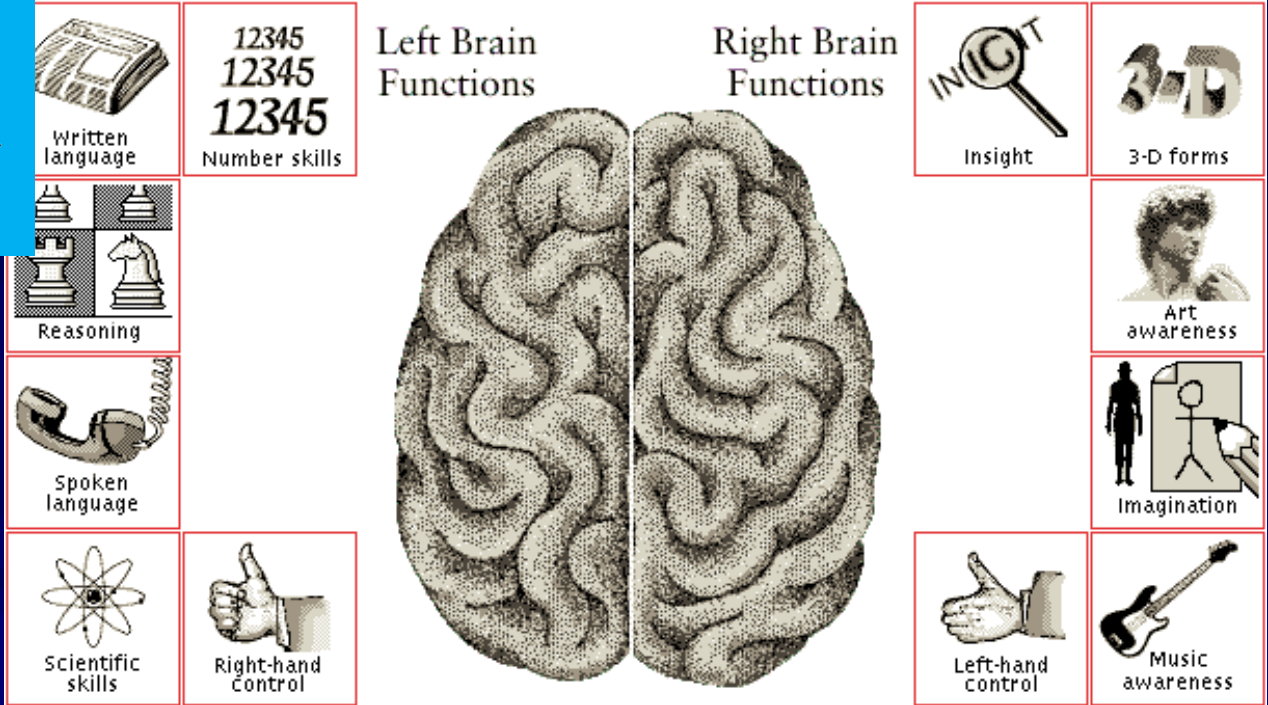
**Emisfero sinistro**

**CORPO CALLOSO**

**Emisfero destro**

- **Astrazione, ideazione**
- **Pianificazione**
- **Soluzione di problemi**
- **Elaborazione di sistemi di rappresentazione (codici)**
- **Processi espliciti**
- **Linguaggio**
- **Matematica Musica (scrittura e lettura)**
- **Prassie, Logica, Deduzione**

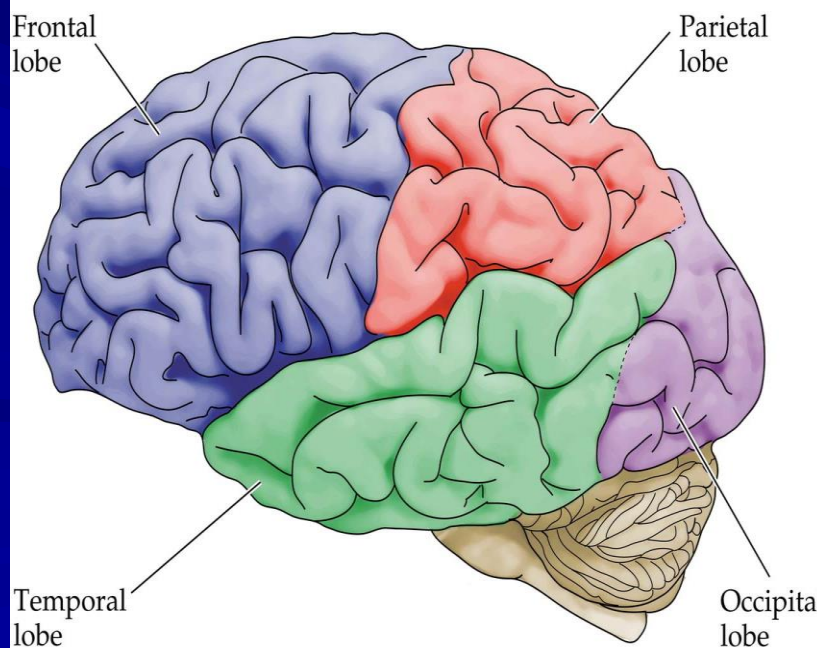
- **Percezione del sé (corporeo, psichico, sociale), confini del sé**
- **Relazione sé/ambiente**
- **Consapevolezza, senso della realtà**
- **Creatività**
- **Percezione globale/implicita**
- **Elaborazione di stimoli nuovi**
- **Iniziativa e fluidità non verbale**
- **Stima di grandezze e sequenze (motorie e temporali)**
- **Uso di regole,**
- **Automatizzazione di strategie**
- **Componenti emotive della musica**
- **Prosodia**
- **Percezione di volti,**
- **Imagery**

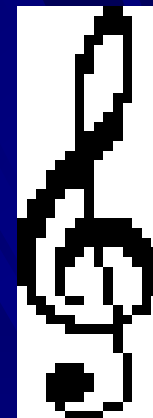
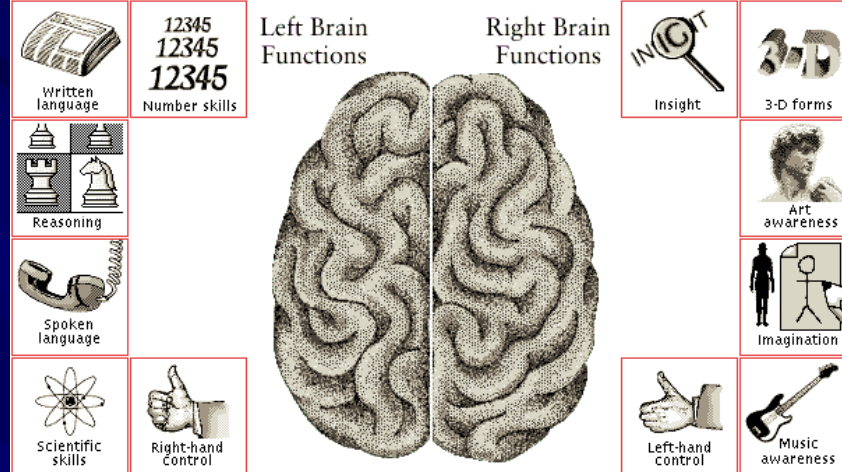


**Sinistra: funzioni analitiche e razionali**

Le **variazioni individuali riscontrate associando prestazioni musicali e aree cerebrali** apparivano molto più ampie di quelle legate alla perdita dell'elaborazione del linguaggio. Da questi dati e da quelli relativi a pazienti sottoposti ad intervento chirurgico per forme di epilessia farmaco-resistenti e dagli studi di risonanza magnetica funzionale (fMRI) sono emersi risultati importanti.

**Destra: funzioni innate e intuitive**





- Le capacità musicali possono venire a mancare sia che una lesione interessasse l'emisfero destro sia quello sinistro.
- Il problema si può presentare non solo se è danneggiata l'area uditiva del **lobo temporale**, ma anche se sono colpiti il **lobo frontale e quello parietale**.
- In linea di massima: oggi si ritiene che:

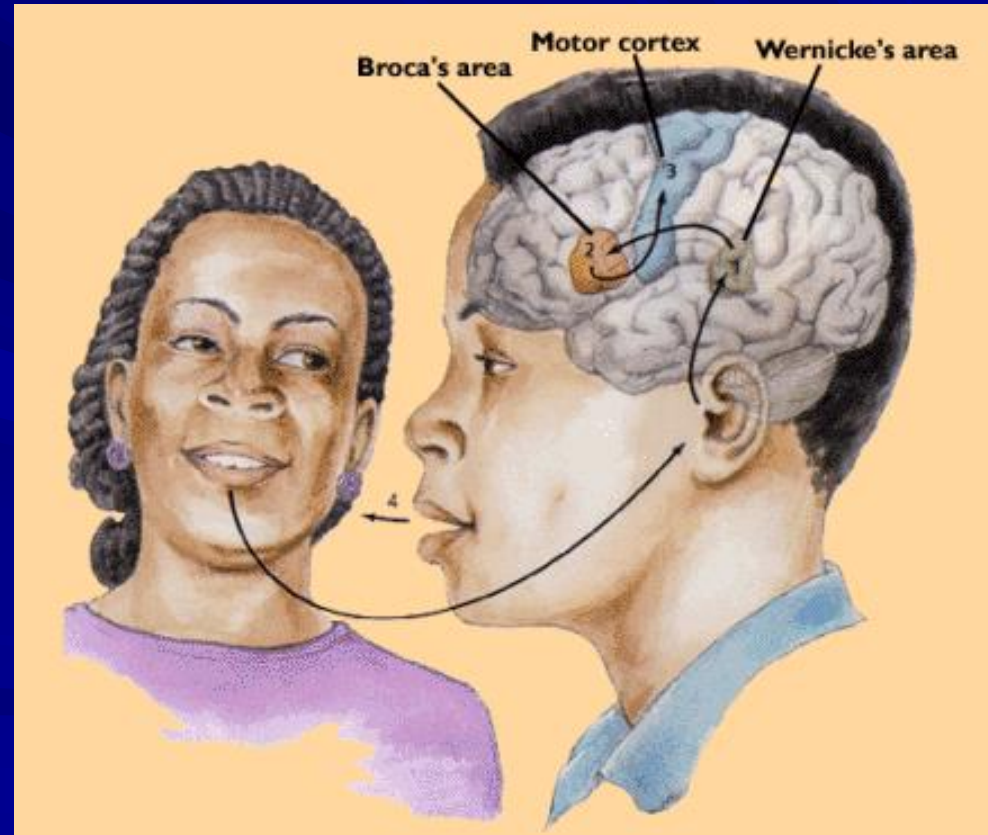
– *l'emisfero destro in un primo momento riconosce/capta la melodia nel suo complesso (le caratteristiche più complessive del tempo e della linea melodica).*

– *successivamente l'emisfero sinistro esegue un'analisi più precisa.*

# Localizzazione anatomiche delle aree del linguaggio

**Sistema anteriore: lobo frontale costituisce il più alto livello di controllo dell'attività verbale:**

- funzione riguarda l'evento espressivo;
- permette una corretta organizzazione degli schemi, evitando le perseverazioni fonemiche o verbali, le variazioni e le imprecisioni semantiche, assicurando coerenza nel discorso e fedeltà all'intenzione



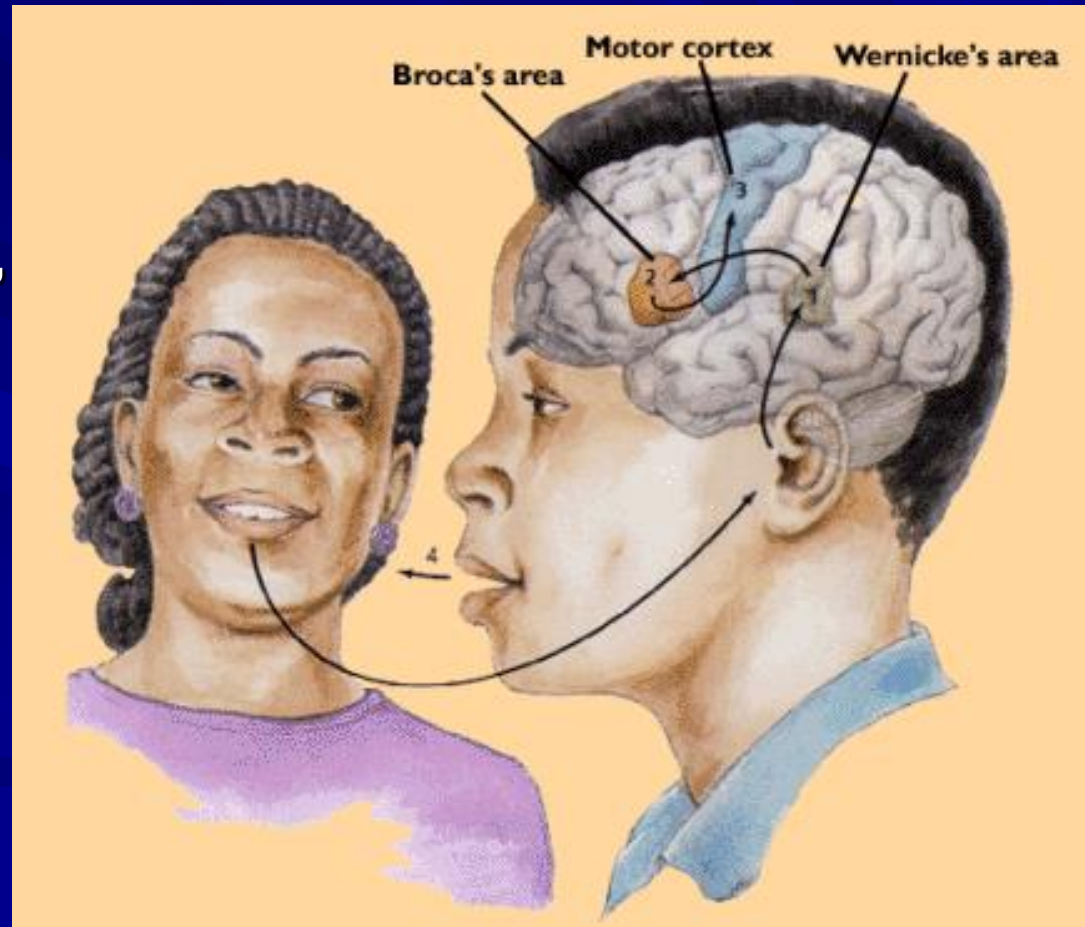


# Localizzazione anatomiche delle aree del linguaggio

**Sistema posteriore:**  
circonda la zona di Heschl.

Occupava il terzo posteriore delle circonvoluzioni temporali superiore e media, le circonvoluzioni sopramarginali ed angolare del lobo parietale inferiore.

Questo sistema assicura la ritenzione immediata del messaggio uditivo.



# Localizzazione anatomiche delle aree del linguaggio

Al sistema anteriore :

## ■ Area di Broca

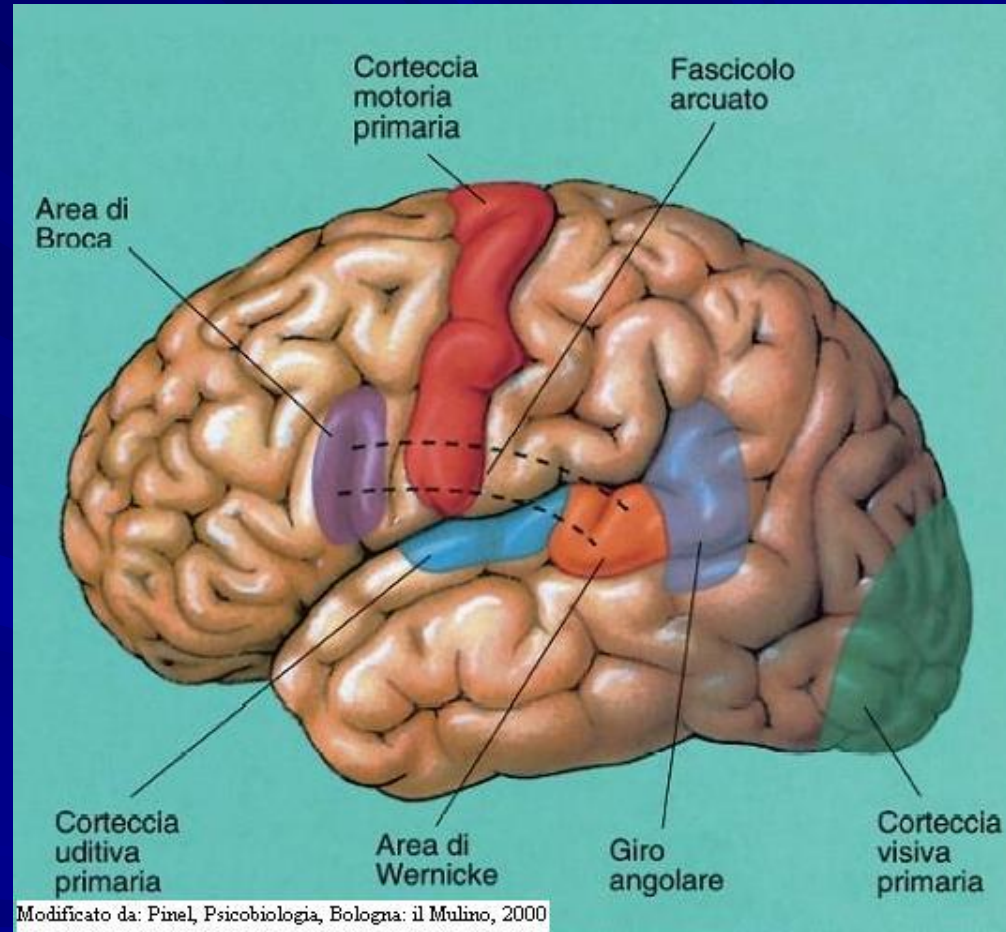
(parte posteriore del giro frontale inferiore).

Al sistema posteriore:

## ■ Area di Wernicke

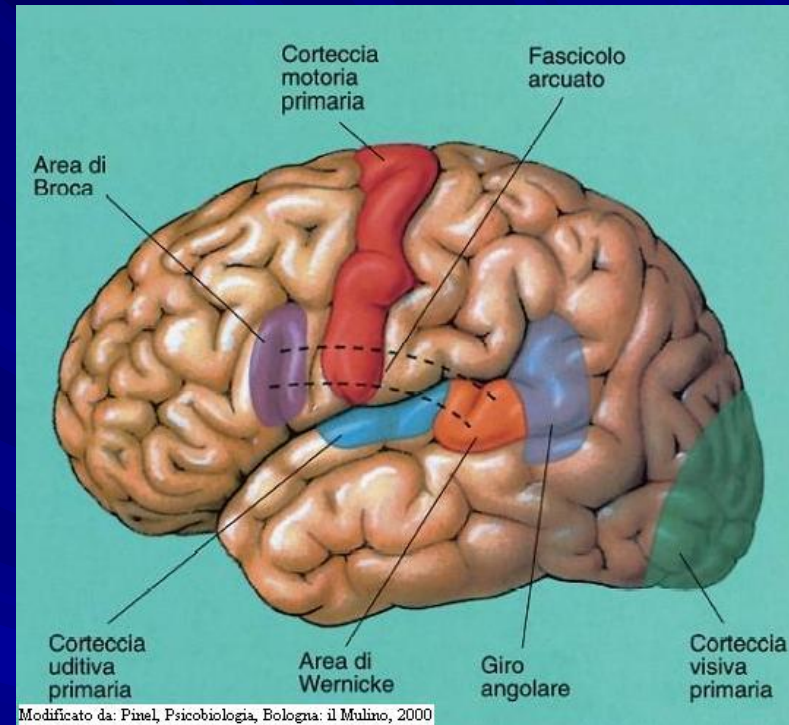
(lobulo parietale inferiore e prima e seconda circonvoluzione temporale )

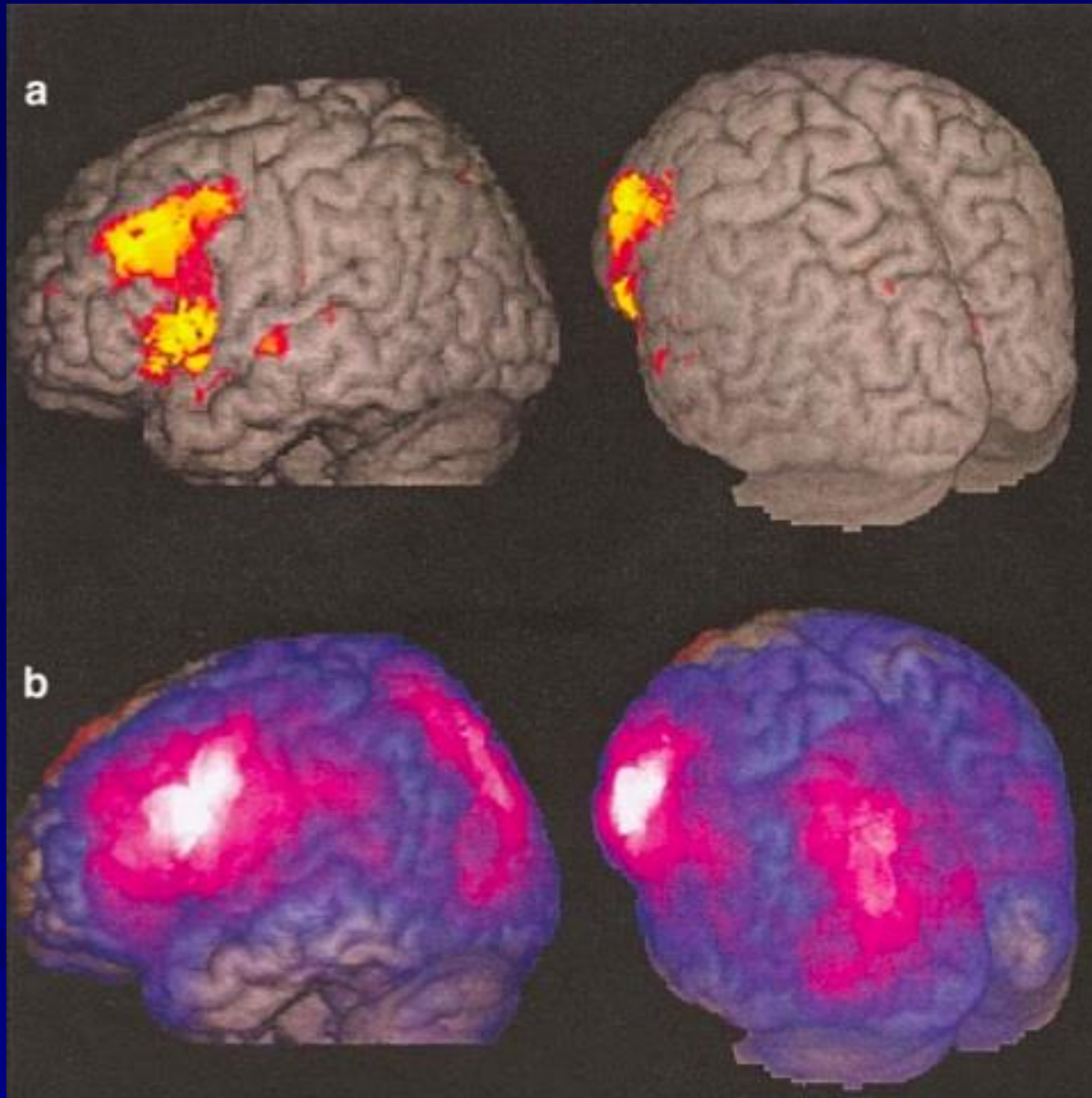
- Tra il sistema posteriore, percettivo, organizzatore del materiale verbale che costituisce la componente formale del linguaggio, e il sistema anteriore, espressivo,



# Localizzazione anatomiche delle aree del linguaggio

- Tra il sistema posteriore, percettivo, organizzatore del materiale verbale che costituisce la componente formale del linguaggio, e il sistema anteriore, espressivo, rivolto alla strategia della comunicazione, le relazioni sono incessanti.
- Iscrive le relazioni tra gli schemi percettivo-motori del linguaggio e gli schemi analoghi che sono serviti ad organizzare la conoscenza degli oggetti e dello spazio.
- Le connessioni con le regioni vicine della corteccia temporale, della corteccia parietale e della corteccia occipitale sono il supporto di tali acquisizioni.

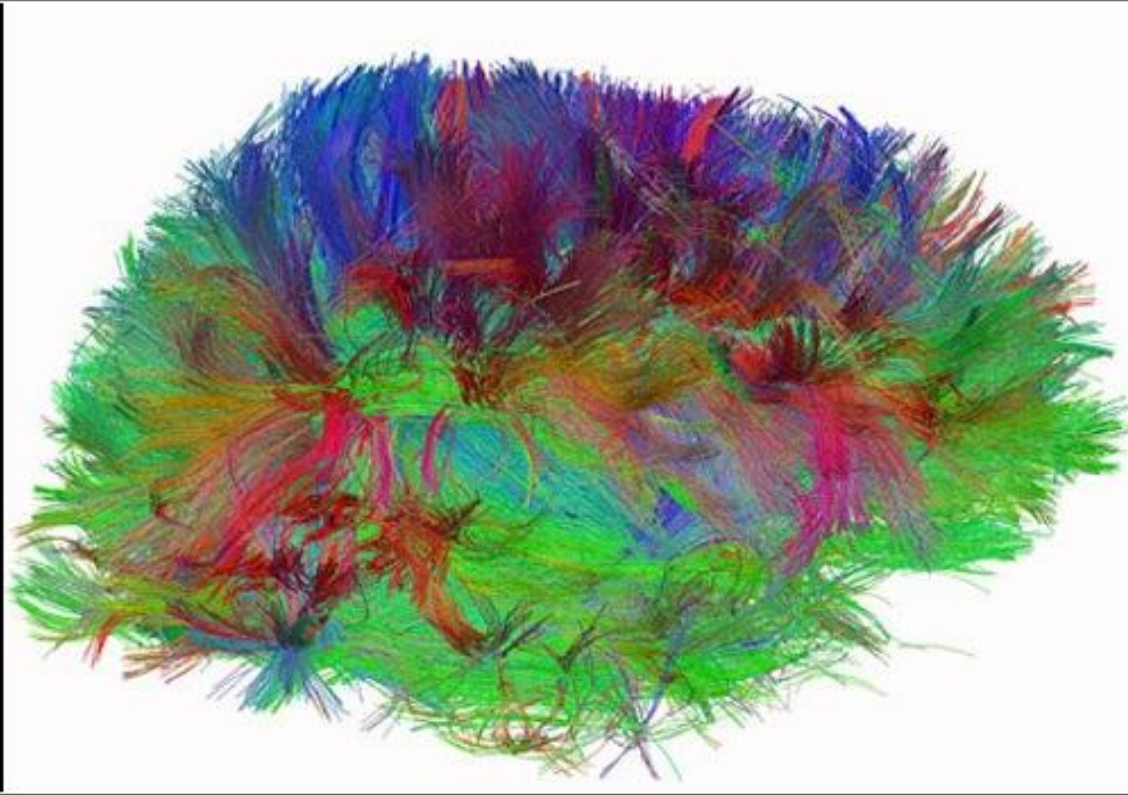




fMRI

MEG

Singh et al (2002)

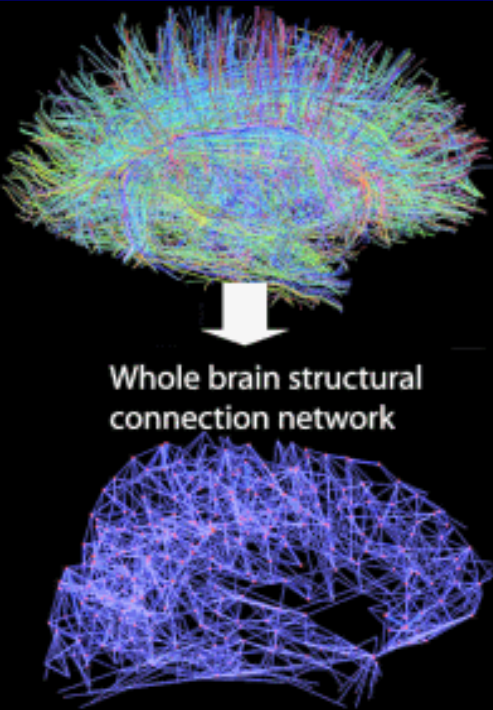


Intricata architettura cerebrale presentata in tutta la sua “connettività” e bellezza grazie a un potenziamento della RM.

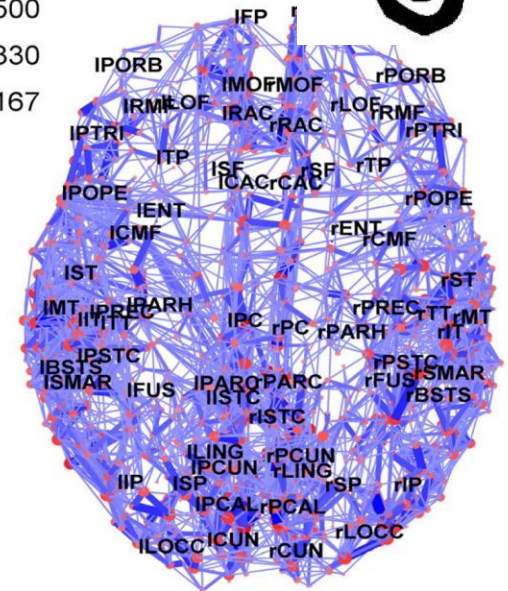
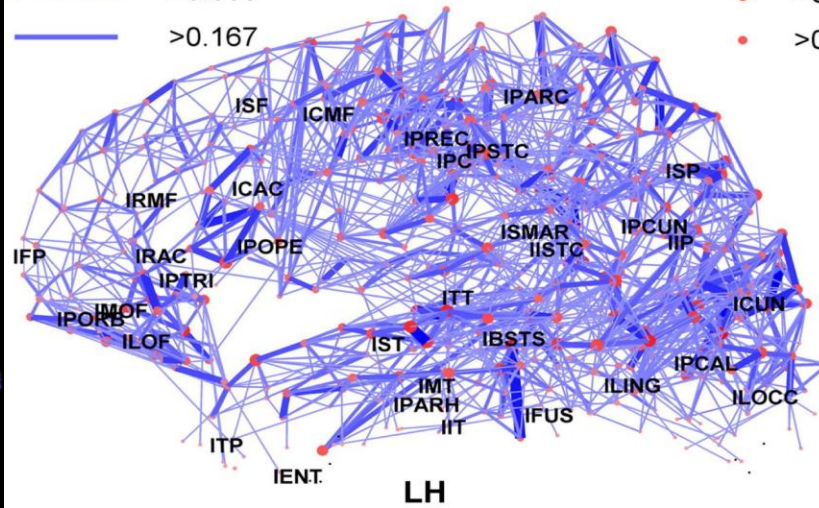
Il nuovo sistema permette di mappare i circuiti neuronali con estrema precisione: ogni fibra, caratterizzata da un colore diverso, rappresenta centinaia di migliaia di neuroni.



# Concetto di network specie in presenza di compiti complessi.



Whole brain structural connection network

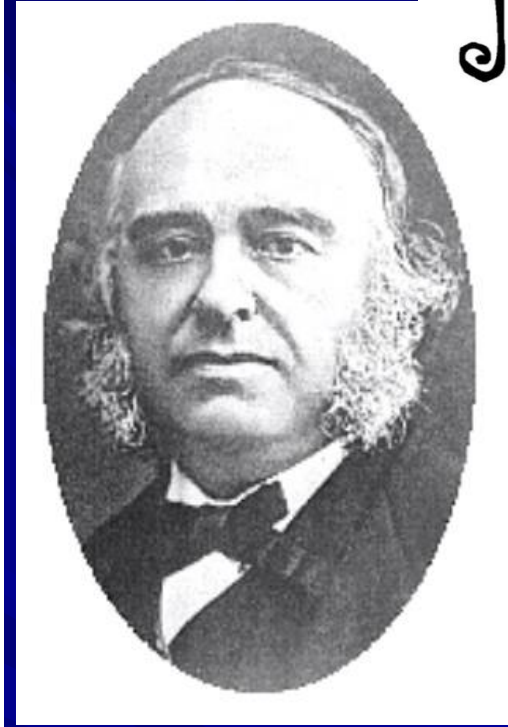
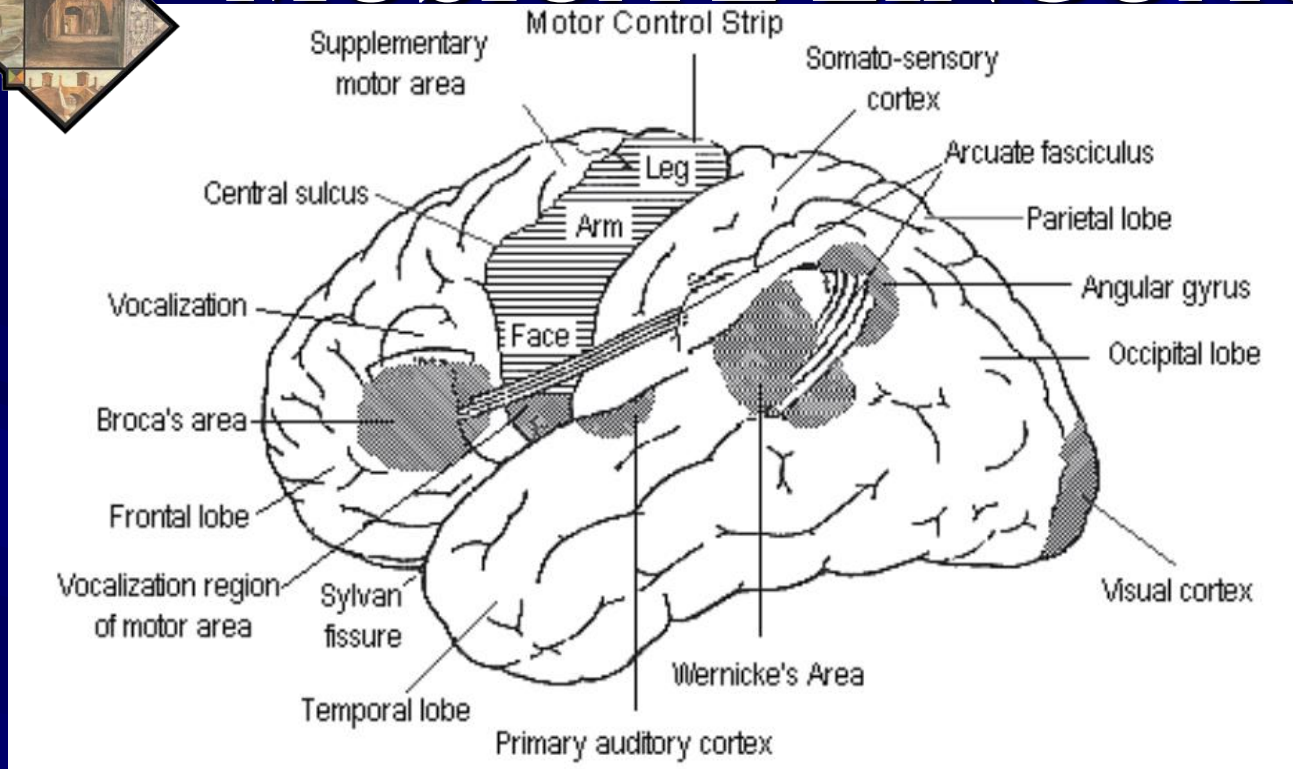


Sarubbo S, Latini F, Cavallo M.A. in preparation



Sarubbo S, Latini F, Cav

# MUSICA E LINGUAGGIO

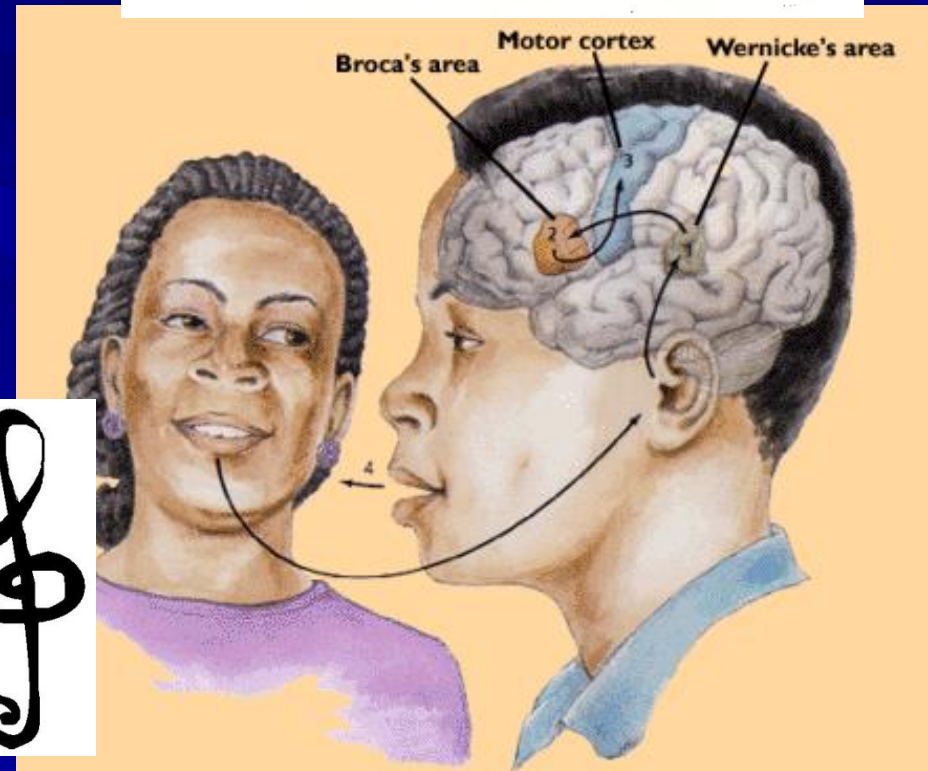
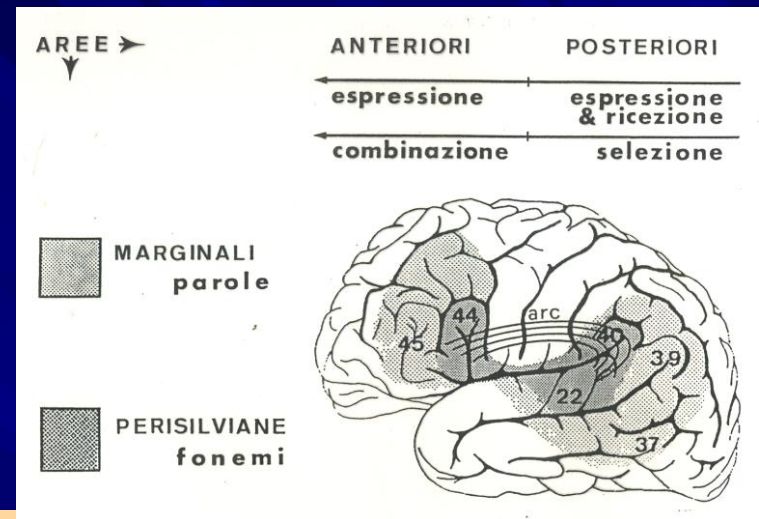


Musica e linguaggio: attività precipuamente umane  
attestate in tutte le culture

Lo studio delle competenze linguistiche e delle loro  
disfunzioni è oggetto primario della neurologia

# IL LINGUAGGIO MUSICALE

- **Linguaggio e musica:**
- entrambi i linguaggi usano, fondamentalmente, lo stesso canale uditivo-vocale;
- • ambedue possono produrre un numero illimitato di frasi;
- • i bambini imparano tutti e due i linguaggi, esponendosi agli esempi prodotti dagli adulti;







# Localizzazioni Anatomiche

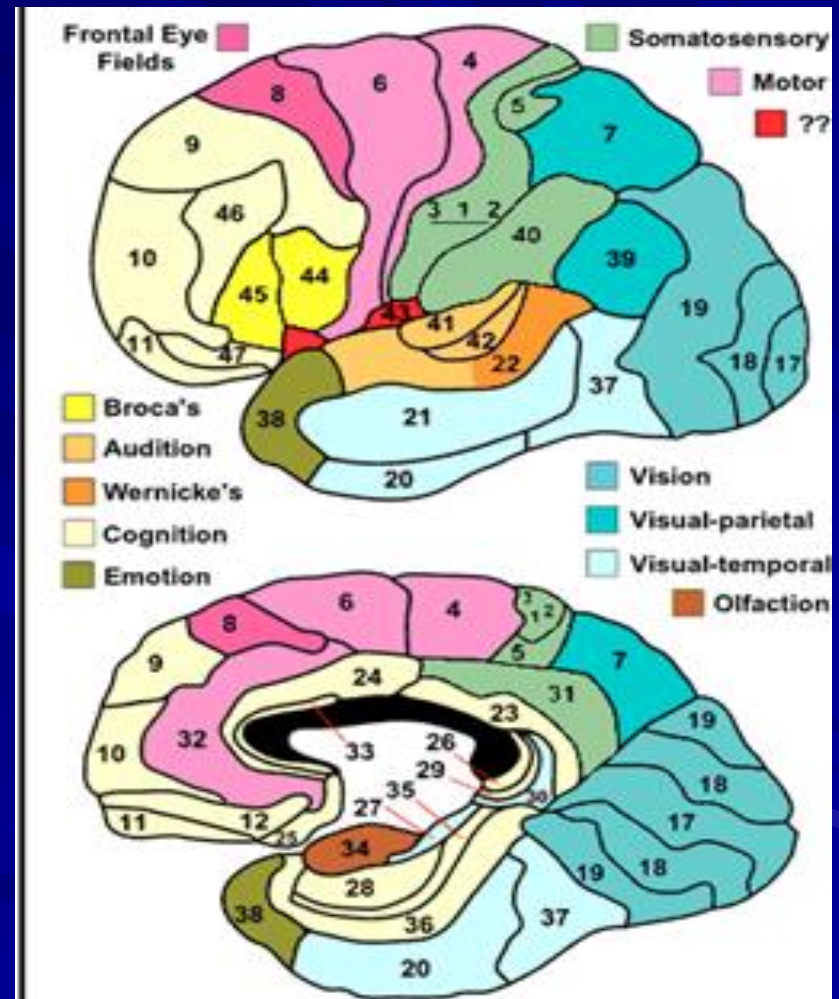
Aree di Brodmann

**Area di Broca:**

44,45,46

**Area di Wernicke:**

22

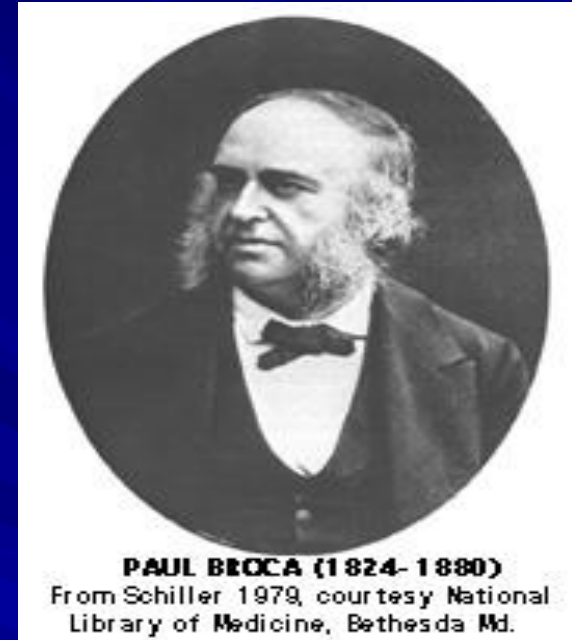




## Area di Broca:

una delle aree della corteccia che hanno subito nel corso del tempo più rivisitazioni dal punto di vista della funzione e dell'anatomia.

La sua scoperta e la relativa attribuzione funzionale risale al 1861 dalle osservazioni anatomo-cliniche di un neurologo francese "Paul Broca".





Broca descrisse il caso di un paziente "Leborgne" che era in grado di capire il senso del linguaggio, ma aveva perso la capacità di parlare.

- Altri 8 pazienti presentavano lo stesso difetto.
- Dagli studi autoptici emerse che i pazienti presentavano una lesione frontale dell'emisfero sinistro.
- Questa scoperta condusse Broca a formulare nel 1864 il famoso assioma relativo alle funzioni cerebrali : "***Nous parlons avec l'emisphere gauche!***"



# L'Area di Broca

## è solo un' area del Linguaggio?

L'IPOTESI o L'IDEA scaturita da tutta una serie di studi precedenti e lontana dall'essere definitiva è:

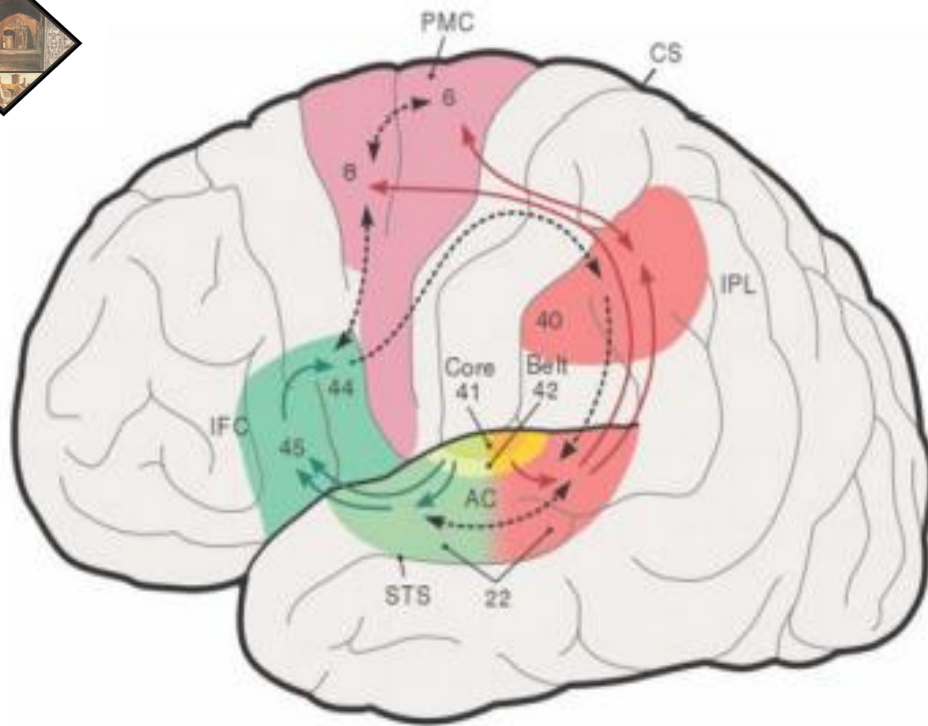
- L'area di BROCA sembra appartenere ad una corteccia di ordine superiore che cela la capacità di dare significati e ruoli ai precetti/stimoli condividendo con il sistema motorio simili strutture gerarchiche e sequenziali armonizzando il tutto attraverso una sintassi generale.
- Contiene le regole che combinano tutti gli elementi che servono a comporre ogni azione complessa: linguaggio, musica, movimenti complessi.



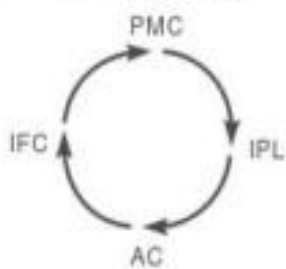
# Solo compiti relativi al linguaggio attivano l'Area di BROCA ?

Negli ultimi 30 anni numerosi sono stati i lavori che vedono un' attivazione (fMRI) dell'Area di Broca non solo per compiti di stretta produzione verbale :

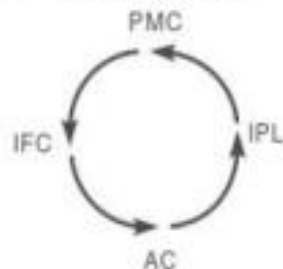
- ⑩ **MEMORIA**
- ⑩ **ARITMETICA E CALCOLO**
- ⑩ **MUSICA**
- ⑩ **FUNZIONI MOTORIE COMPLESSE E FINALIZZATE**



**b** Forward mapping



**c** Inverse mapping



**Postero dorsal (red) and anteroventral (green) language streams.**

**FORWARD MAPPING:**

speech, is decoded in inferior frontal cortex (Ba. 45), transformed into motor-articulatory representations (area 44 and ventral PMC), and transmitted to the IPL (and post. temp. c.) as efference copy.

**INVERSE MAPPING:** attention- or intention-related changes in the IPL 66,67 influence the selection of context-dependent action programs in PFC and PMC. Both types of dynamic model are testable by high temporal resolution (i.e. neurophysiological) techniques.

AC, auditory cortex; STS, superior temporal sulcus; IFC, inferior frontal cortex, PMC, premotor cortex; IPL, inferior parietal lobule; CS, central sulcus. Numbers correspond to Brodmann areas.

Aniruddh D. Patel

# La musica, il linguaggio e il cervello



GIOVANNI FIORITI EDITORE

Questo libro costituisce la migliore e indispensabile sintesi per il neuroscienziato e una stimolante e illuminante esplorazione delle basi cerebrali e mentali di musica e linguaggio per tutti quelli interessati al cervello umano.

OLIVER SACKS

Patel offre un'accurata analisi della cognizione della musica e della sua relazione con il linguaggio... Un lavoro di eccezionale erudizione e chiarezza.

*Nature*

Per gli studenti e i ricercatori delle scienze cognitive, questo libro è una risorsa accessibile e di valore inestimabile.

*Language and Cognition*

L'intento dichiarato di questo libro è quello di scoprire cosa vi sia in comune negli esseri viventi, a livello neurologico, nella percezione e nella produzione della musica e del linguaggio.

Dall'introduzione all'edizione italiana di  
ANDREA FOSSÀ e MARIA ROMANI

€ 38,00

info@fioriti.it  
www.fioriti.it  
www.clinicalneuropsychiatry.org

ISSN 1120-88-15930-61-3



9 788895 930893

# Encoding of human action in Broca's area

Patrik Fazio,<sup>1,2</sup> Anna Cantagallo,<sup>2</sup> Laila Craighero,<sup>1</sup> Alessandro D'Ausilio,<sup>1</sup> Alice C. Roy,<sup>3</sup> Thierry Pozzo,<sup>4,5</sup> Ferdinando Calzolari,<sup>2</sup> Enrico Granieri<sup>2</sup> and Luciano Fadiga<sup>1,5</sup>

1 DSBTA, Section of Human Physiology, University of Ferrara, Ferrara, Italy

2 Department of Neuroscience Rehabilitation, Hospital and University of Ferrara, Ferrara, Italy

3 Institute of Cognitive Science, CNRS, Lyon, France

4 INSERM-ERM 207 Motricité Plasticité, Université de Bourgogne, Dijon, France

5 Italian Institute of Technology (IIT), Genova, Italy

Correspondence to: Prof. Luciano Fadiga, DSBTA,

Section of Human Physiology,  
University of Ferrara,

Via Fossato di Mortara 17/19,  
44100 Ferrara, Italy

E-mail: [luciano.fadiga@unife.it](mailto:luciano.fadiga@unife.it)





# The Neurosciences and Music III

## Disorders and Plasticity



VOLUME 11 OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES

VOLUME 1100

### **Part VII. Music, Language, and Motor Programming: A Common Neural Organization?**

Part VII Introduction: Music, Language, and Motor Programming: A Common Neural Organization? <i>By</i> Katie Overy and Giuliano Avanzini .....	446
Broca's Area in Language, Action, and Music. <i>By</i> Luciano Fadiga, Laila Craighero, and Alessandro D'Ausilio .....	448
Studying Synchronization to a Musical Beat in Nonhuman Animals. <i>By</i> Aniruddh D. Patel, John R. Iversen, Micah R. Bregman, and Irena Schulz .....	459
Effects of Context on Electrophysiological Response to Musical Accents. <i>By</i> Caroline Palmer, Lisa R. Jewett, and Karsten Steinhauer .....	470



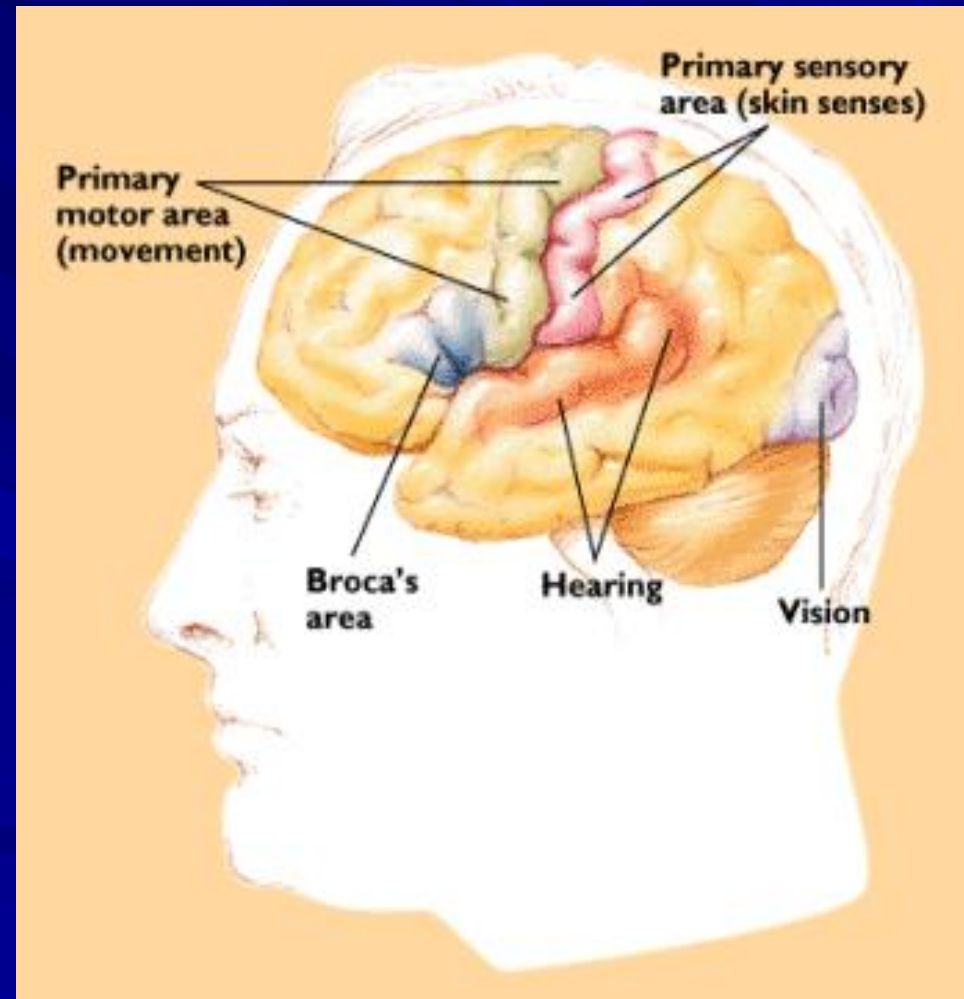
# EZIOLOGIA

- Causa più comune è la **malattia vascolare** (infarti o ematomi nel territorio dell'arteria cerebrale media); più raramente le afasie sono causate da **traumi, infiammazioni, tumori, malattie degenerative** (es. mal. di Alzheimer).
- Segni associati comuni: nelle forme da lesione a focolaio si osservano soprattutto deficit neurologici focali (emiplegia destra, più raramente emianestesia o emianopsia omonima destra); nelle forme degenerative l'afasia si associa a demenza.



# SEDE DELLE LESIONI

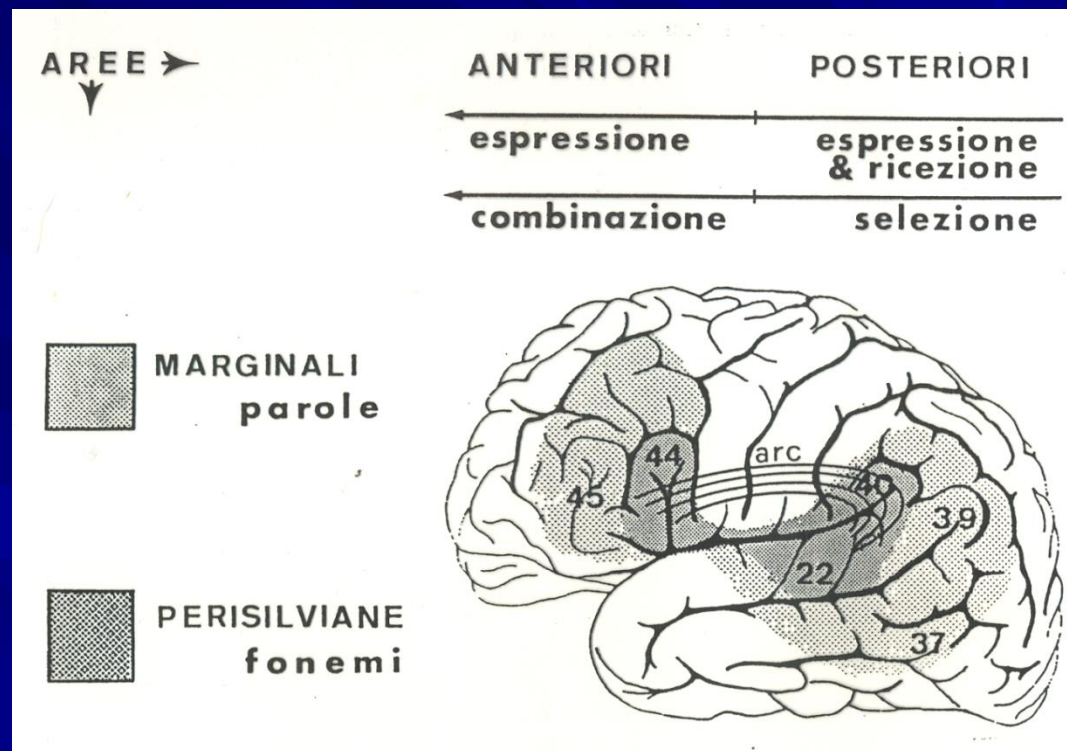
- **Emisfero sinistro:** in tutti i destrimani e anche in molti mancini.
- Nella maggior parte dei casi le lesioni occupano **la regione pre-silviana**, cioè quelle parti del lobo frontale, parietale e temporale che delimitano la Scissura di Silvio.



# MODELLO DI WERNICKE-LICHTHEIM E LA DICOTOMIA ESPRESSIONE RICEZIONE

Fino a tempi relativamente recenti, la descrizione dei deficit del linguaggio si è fondata sulla **dicotomia tra comprensione e produzione, contrapponendo** cioè **afasie espressive ad afasie recettive, oppure motorie a sensitive.**

Tale dicotomia trae origine dal modello di organizzazione del linguaggio proposto nel secolo scorso dal **neurologo tedesco Carl Wernicke** e successivamente modificato da **Lichtheim** e da **Wernicke** stesso.

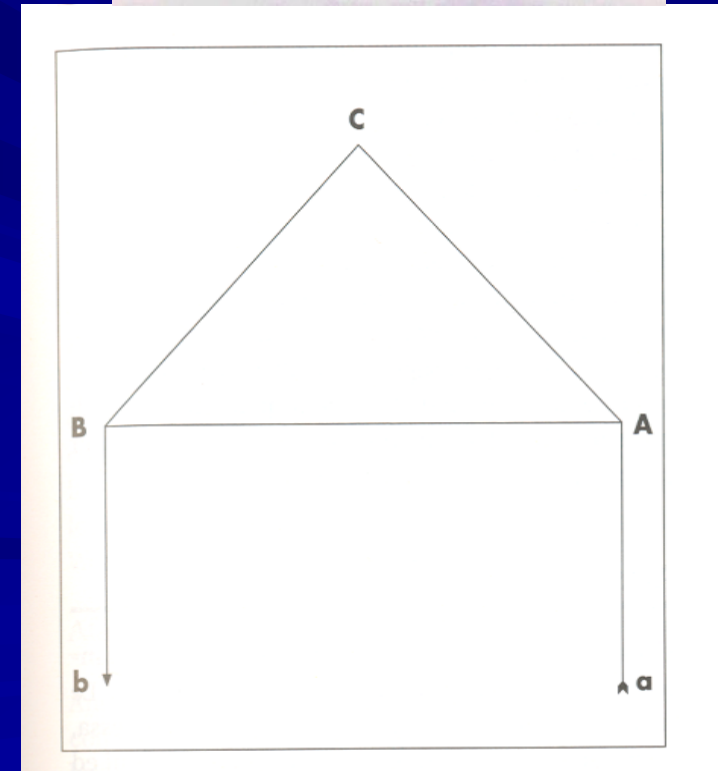
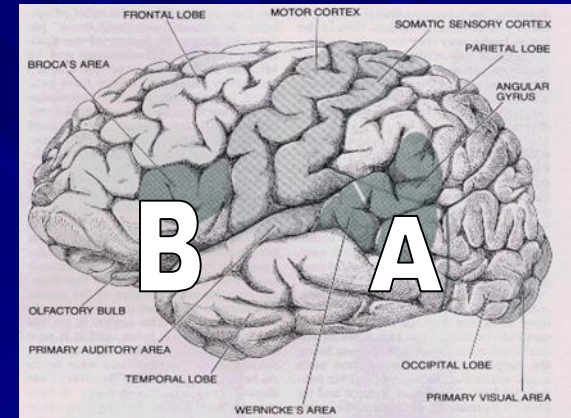


# MODELLO DI WERNICKE-LICHTHEIM E DICOTOMIA ESPRESSIONE RICEZIONE

Nell'emisfero di sinistra vi sono  
due centri,

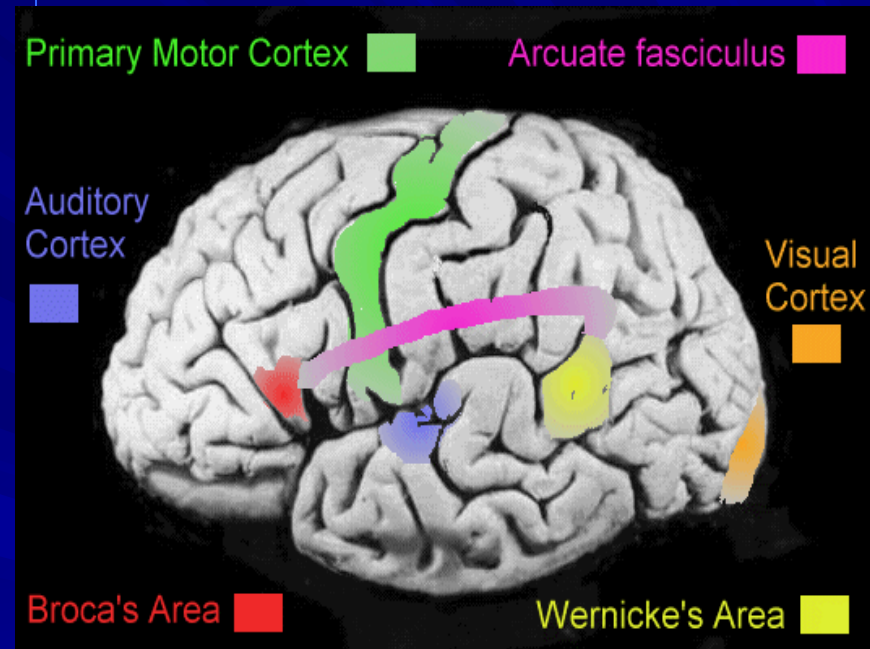
- **A:** deposito delle *immagini uditive*
- **B:** deposito *delle immagini motorie* delle parole.

I due centri sono localizzati a  
livello delle aree associative  
uditiv e motorie e sono  
connessi tra loro tramite un  
fascio di fibre **AB**.



# MODELLO DI WERNICKE-LICHTHEIM

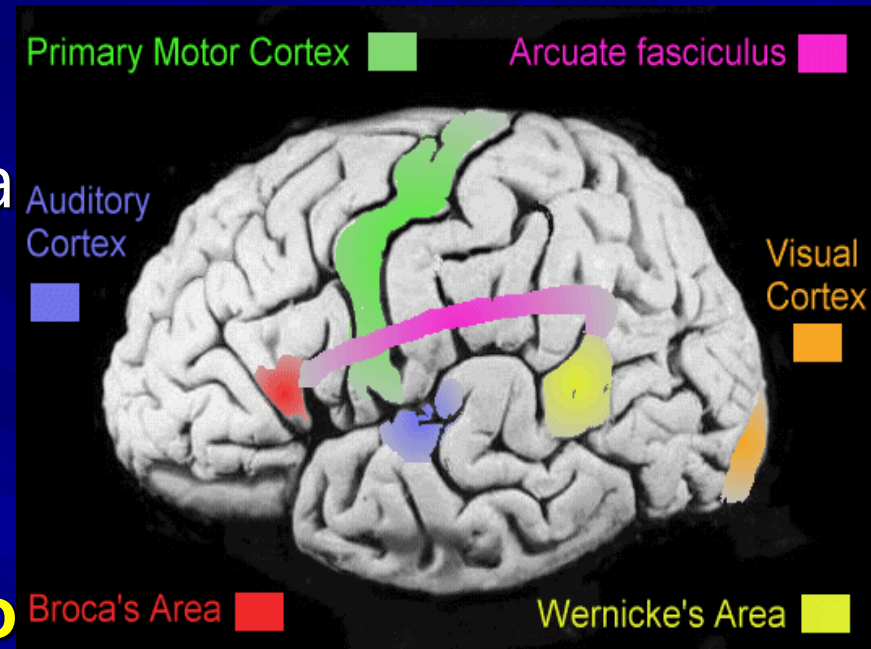
- Limite principale del modello: i centri **A** e **B** sono sì aree associative uditive e motorie tanto in senso *filogenetico* che *ontogenetico*,
  - Ma nel corso dello sviluppo esse perdono gran parte di questo aspetto modalità-specifico diventando **aree** del linguaggio prevalentemente **sopramodali**
- il cui coinvolgimento determina un disturbo di linguaggio fonologico e lessicale tanto in comprensione che in produzione.



# MODELLO DI WERNICKE-LICHTHEIM

*segue* Limite principale

Il fatto che lesioni dell'area posteriore determinassero disturbi anche in produzione, e viceversa, era stato già evidenziato da Wernicke stesso e spiegato come **il risultato di un'interazione tra i due centri così stretta, che l'eventuale danno dell'uno determinava impotenza funzionale di ambedue.**





# CLASSIFICAZIONE DELL'AFASIA E FORME CLINICHE

- In altre parole una distinzione dei disturbi di linguaggio per il danno di contrapposte modalità è spesso inadeguato a descrivere le caratteristiche dei deficit afasici:
- **la grande maggioranza dei soggetti afasici non presenta deficit esclusivamente motori o sensoriali,**
- bensì **deficit del linguaggio come sistema,** ovvero le modalità di entrata e di uscita e così pure il linguaggio orale e scritto, sono coinvolte in modo parallelo.





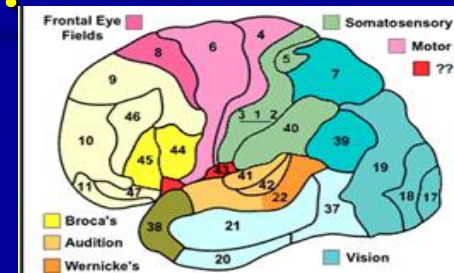
# *Glossario elementare del linguaggio*

- **Scala semiotica del linguaggio:**
- **FONOLOGIA:** si occupa di fonemi ( da considerare parte basilare del linguaggio). Singolarmente considerati sono privi di significato
- **MORFOLOGIA:** si occupa delle parti con significato derivate dall'accostamento di più fonemi (*es. parole*)
- **SINTASSI:** sequenza delle parole perché la frase abbia un significato congruo
- **SEMANTICA:** conoscenza enciclopedica delle parole e dei loro significati: *il nostro dizionario interno*
- **PRAGMATICO:** l'uso che il parlante fa del linguaggio, dipendendo dai contesti nei quali questo viene espresso. *Attribuisce valore alle metafore, interpreta i proverbi , ecc.*



- **Sviluppo del linguaggio nel bambino:**  
il meccanismo prevede l'acquisizione iniziale di singoli fonemi.
- Unione di fonemi in parole.
- Sistemazione di parole in sequenze
- Produzione di veri e propri discorso nei quali possiamo riconoscere tutti gli elementi della catena semiotica.
  
- Siamo in grado di costruire un modello che tenga conto di questi aspetti linguistici riportandolo alla funzionalità cerebrale.
- Possiamo virtualmente simulare uno degli aspetti che caratterizzano il linguaggio per capire il funzionamento delle varie componenti.

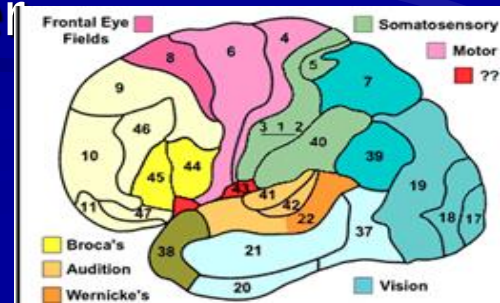
- **Esemplificazione:** si consideri la ripetizione di una stringa fonemica dotata di significato (la ripetizione funziona ugualmente per stringhe prive di significato).
- Fatta salva l'integrità della via sensoriale acustica, la parola che viene emessa e deve essere ripetuta (*es.: lucertola*) arriva alla corteccia uditiva primaria e da lì inviata all'area 21 e all'area 22 della mappa di Brodmann (Area di Wernike). In quest'area la sequenza di stimoli sonori viene decodificata attraverso un *meccanismo di tipo recursivo/esaustico*: **l/; l/u/; l/u/c/; l/u/c/e/; l/u/c/e/r/;** e così via attraverso un confronto obbligatorio con il modello di fonemi immagazzinati in un "deposito fonologico" fino al completamento della stringa **l/u/c/e/r/t/o/l/a/.**
- Quindi la stringa viene riassembleata nella parola "lucertola"



Essendo il compito quello di ripetere e trovandosi la parola in un'area posteriore (sensoriale), sarà necessario prevedere un meccanismo di trasferimento della stringa fonemica in un'area anteriore con competenze motorie.

Il trasferimento della stringa avviene classicamente utilizzando il fascicolo arcuato attraverso l'area 40 della mappa di Brodman in prossimità *del carrefour (crocicchio-incrocio) temporo-parieto-occipitale* (TPO).

La stringa viene trasferita con le stesse modalità di entrata all'area 45 e consegnata all'area 44 (area di Brocà) che si occuperà del planning motorio per innescare i problemi articolatori opportuni per la produzione della parola stessa.

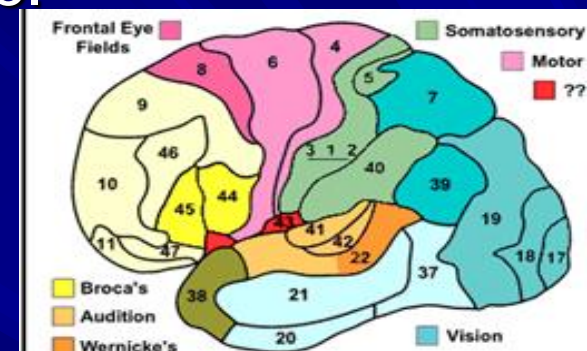


**Le aree perisilviane** (le più irrorate e mielinizzate alla nascita per merito dell'arteria cerebrale media) si occupano **dell'assemblaggio fonemico**, e della **strutturazione dei processi articolatori** necessari alla produzione verbale.

Le aree coinvolte sono: quella posteriore (Wernicke), il fascicolo arcuato che passa grosso modo attraverso l'area 40, e l'area anteriore di Broca.

La lesione di ciascuna di queste aree produrrà un diverso tipo di disturbo del linguaggio.

Lesione in corrispondenza dell'area 22 interferirà con i meccanismi di selezione/ricombinazione fonemica e potrà produrre una serie di errori specifici nella stringa: **omissione di uno o più fonemi**, **sostituzione di uno o più fonemi**, **anticipo di fonemi nella stringa**.

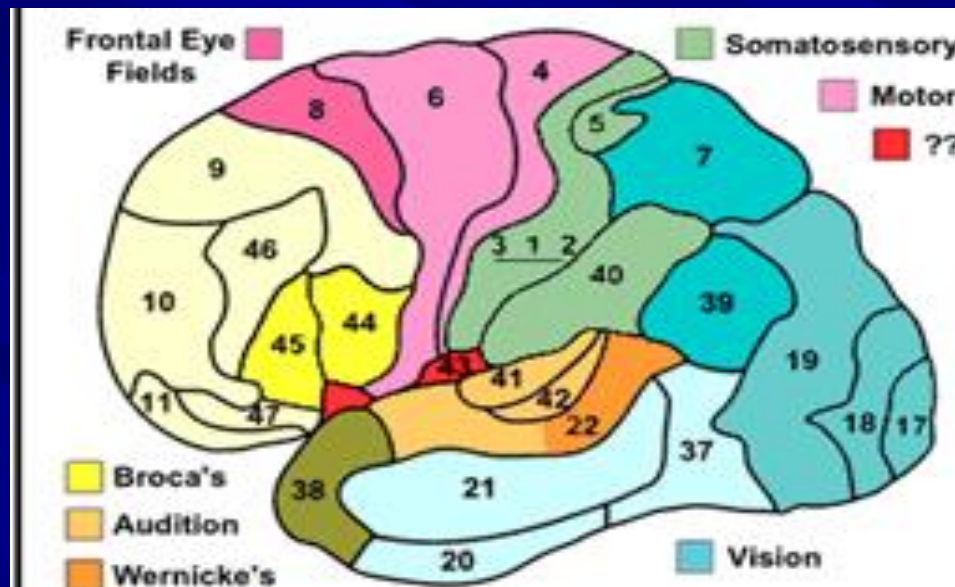


Il prodotto dell'errore (**stringa in cui ad esempio sono sostituiti due fonemi "tucerdola"**) verrà inviato nelle aree anteriori che si occuperanno della produzione della stringa senza eseguire correzioni.

- A questo punto la parola (anzi la non-parola) "**tucerdola**" verrà prodotta da un meccanismo funzionante attraverso processi articolatori congrui, quindi fluenti. Questo è il meccanismo di base che spiega le afasie perisilviane fluenti (**Afasia di Wernicke**).
  
- Allo stesso modo un danno dell'area di programmazione motoria (**Area di Broca**), essendo integra l'area posteriore di Wernicke **potrà modificare la produzione articolatoria**,
  - - deformando i fonemi,
  - - modificando le sequenze della stringa,
  - - creando una serie di errori articolatori (***assordamenti, elisioni, metastasi, accorpamenti fonemici***) che potranno rendere incomprensibile o poco comprensibile la parola emessa.

*Il disordine articolatorio è paragonabile in un certo senso al prodotto della presenza di emiparesi nel compimento di una manovra motoria complessa.*

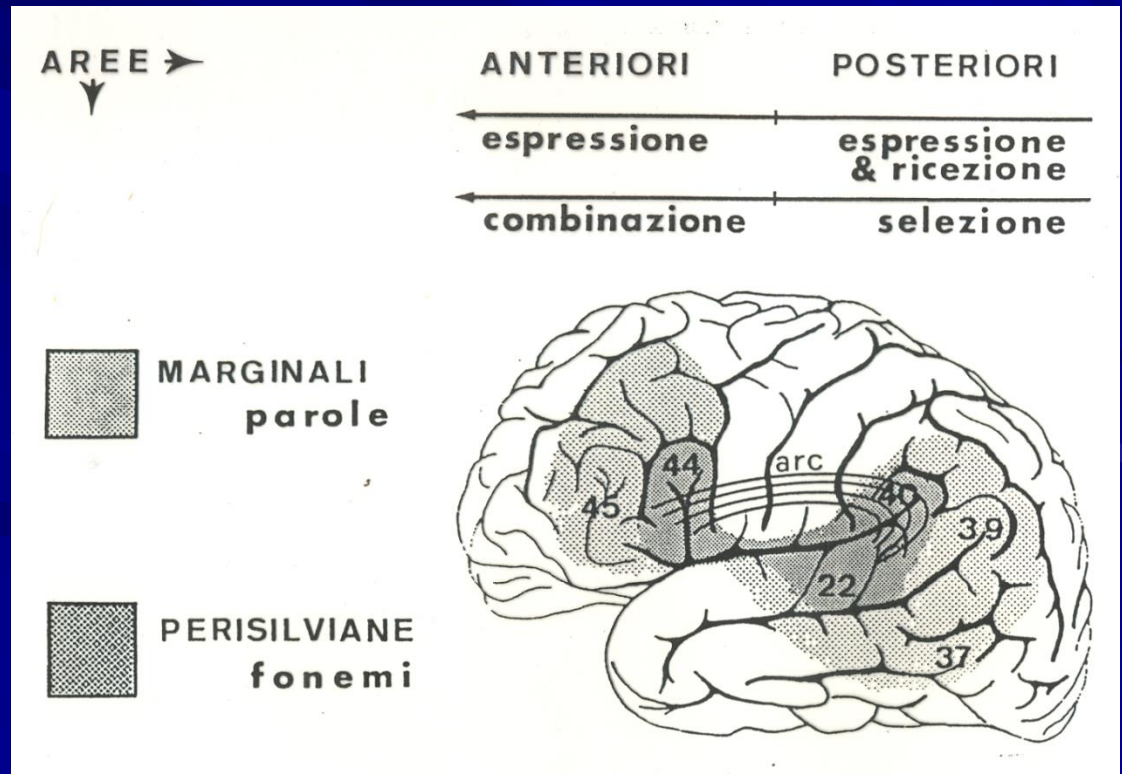
- Il gesto motorio, ed in questo caso l'uscita articolatoria, **sarà emessa con notevole sforzo.**
- Nel caso del linguaggio questo sforzo si tradurrà nella modificazione della fluenza dando luogo ad una emissione faticosa, monotona, ed in definitiva " **non fluente** ".



Un disordine specifico a carico della zona di trasferimento (**fascicolo arcuato**) darà luogo ad un disturbo selettivo dei meccanismi di ripetizione.

- Essendo l'area posteriore (Wernicke) e l'area anteriore (Broca) integre il soggetto che sa quello che dovrebbe dire e sentito quello che in effetti si dice produrrà una serie di tentativi di autocorrezione, chiamati " **conduzioni d'approccio** " che identificano questa forma di disordine come " **afasia di**

**conduzione**







- A questo punto è definito nei meccanismi il risultato della patologia focale a carico delle aree perisilviane.
  - I meccanismi coinvolti sono prevalentemente a carico delle componenti fonologiche e delle stringhe assemblate (parole).
  - In questo tipo di afasie la ripetizione, rispetto ad altre caratteristiche linguistiche, risulterà sistematicamente compromessa.
- 
- Dopo uno sviluppo iniziale delle componenti linguistiche in zona perisilviana in un periodo di tempo intorno ai 18-22 mesi (con ampia variabilità individuale) nel bambino si vengono a saldare, per un completamento della mielina, le aree perisilviane con altre aree coinvolte nella funzione linguistica.



Mentre lesioni dell'area 37 configurano un tipo di afasia possiamo definire **"amnesico"** con una prevalenza di disordini di recupero dei termini, lesioni congiunte si esprimono sotto il nome di **afasia transcorticale sensoriale** con un linguaggio incomprensibile che può **portare** al gergo neologistico o all'**omissione** di parole.

- Tutto questo emesso con normale fluenza e di solito con la conservazione della capacità di ripetere (essendo le aree perisilviane risparmiate).



# AREE MARGINALI POSTERIORI

AREE ➔  
▼

ANTERIORI

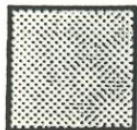
POSTERIORI

← espressione

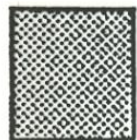
← espressione  
& ricezione

← combinazione

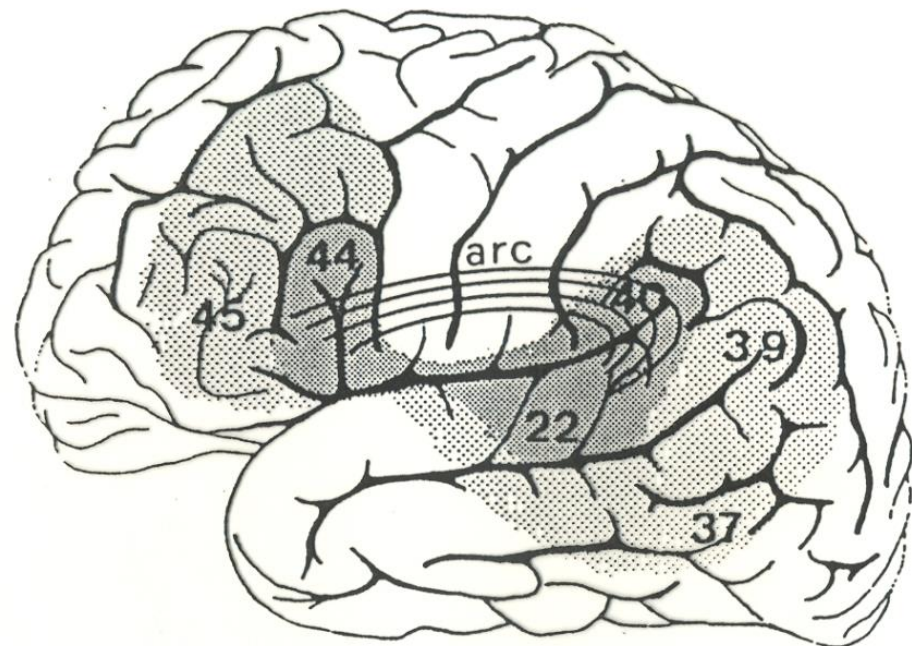
← selezione

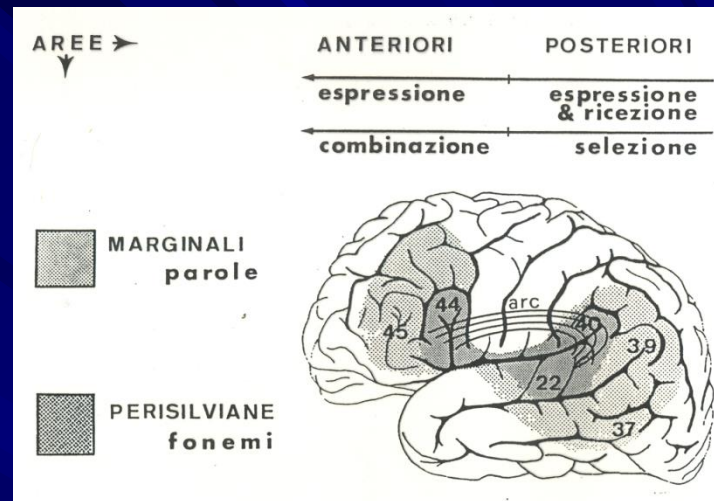


MARGINALI  
parole



PERISILVIANE  
fonemi





- **Aree marginali:** completamento della mappa delle aree corticali coinvolte nella funzione linguistica e nella possibilità di espressione verbale. **Aree marginali posteriori:** (sulla base dei riscontri nella patologia focale che le coinvolge) indirizzate all'utilizzo dei magazzini mnesici e semantici legati al reperimento delle parole e dei loro significati.
- Lesioni confinate all'area 37 solitamente aumentano la presenza di anomalie nel discorso.
- Se la lesione è più ampia e coinvolge l'area 37 e l'area 39 quello che viene prodotto è un confondimento semantico dei termini associati a gravi problemi di reperimento delle parole.

# EMISFERO SINISTRO/ EMISFERO DESTRO

- **Emisfero Sinistro:** linguaggio lessicale.

Esistono componenti aggiuntive (**prosodia e melodia**) che completano l'uso che noi facciamo di questo sistema di comunicazione.

- **Tali componenti, cioè il controllo prosodico sono prevalentemente sotto controllo dell'emisfero destro.**

- L'importanza di queste componenti è tale da contribuire a modificare i significati (in particolare i contorni prosodici)

- ***VIENI!***

- ***VIENI?***

- ***So che VIENI domani !***

- ***Uguali sotto il profilo lessicale modificano il significato in base all'intonazione.***



## ■ Emisfero destro e afasia

partecipa a pieno titolo alla produzione del linguaggio ed alla strutturazione dei significati.

■ **Disordini acquisiti della prosodia** per lesioni dell'emisfero destro sono riscontrabili in un grande numero di pazienti.

# Modello su cui si basa la clinica

■ In base alle alterazioni quantitative della espressione orale, gli afasici si dividono in due gruppi:

1) AFASIA NON FLUENTE

2) AFASIA FLUENTE

Il modo in cui si svolge il discorso permette di distinguere le afasie fluenti e non fluenti.



# AFASIA NON FLUENTE

- Riduzione del flusso verbale
- Eloquio spontaneo scarso (<30-40 parole al minuto),
  - parole prodotte con fatica, in assenza di struttura prosodica; frasi brevi e con struttura sintattica semplificata;
  - spesso deficit dell'articolazione o inerzia verbale.
- Al massimo grado, totale soppressione del linguaggio (detta anche **anartria**).
- Nei casi meno gravi emissione della parola lenta, faticosa, stentata; parole sono male articolate (**disartria**), separate da pause lunghe e frequenti; frasi brevi e semplici.
- In alcuni casi linguaggio ridotto a pochi fonemi privi di significato o a poche frasi automatizzate, usate a sproposito ad ogni occasione (**stereotipie verbali**).
- Casi più lievi caratteri dell'**agrammatismo**:  
Linguaggio costituito solo da sostantivi e verbi (spesso all'infinito), connessi in brevi frasi di "**stile telegrafico**". Con questo linguaggio ridotto all'essenziale, possibile comunicare il proprio pensiero, a differenza di quanto avviene con le stereotipie verbali.





# AFASIA FLUENTE

- Flusso verbale quantitativamente normale o anche aumentato (*fino alla logorrea*).
- Articolazione corretta, "melodia" normale (ascoltando da lontano senza percepire le parole, si ha l'impressione di un linguaggio normale). Alterato il **significato** delle parole e delle frasi: il malato parla molto ma in modo incomprensibile.
- Linguaggio costituito da parole sbagliate, simili a quelle giuste come suono (**parafasie**), da parole inventate prive di senso (**neologismi**), da perifrasi usate al posto di singole parole (**circumlocuzioni**).
- Spesso il malato ripete più volte una parola o una frase (**perseverazione**).
- Nei casi più gravi, il linguaggio è del tutto incomprensibile e si ha l'impressione di ascoltare un gergo o una lingua sconosciuta (**jargonafasia**).
- Di regola il malato ignora di parlare male (**nosoagnosia**),
  - si arrabbia perché non viene capito.



# ESAME DI UN AFASICO

## Espressione

- linguaggio spontaneo: nome, professione, storia della malattia
- ripetizione di parole, di frasi di lunghezza crescente;
- formulazione di serie: mesi dell'anno, giorni della settimana;
- denominazione di oggetti o immagini;
- descrizione di un'immagine complessa;
- recita di un racconto (Cappuccetto rosso)

## Comprensione

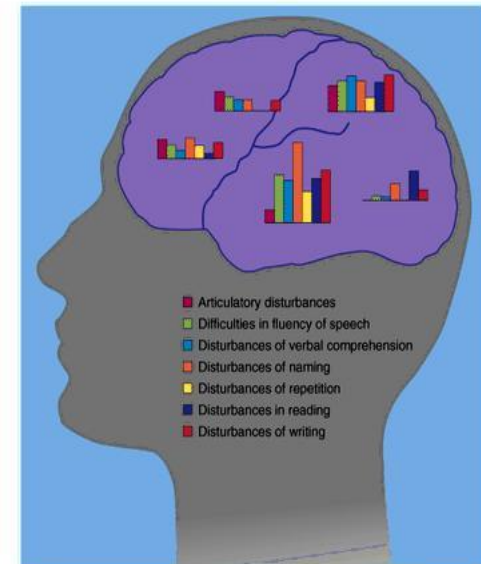
- designazione di oggetti, di immagini;
- esecuzione di ordini semplici: aprire gli occhi, chiudere la bocca
- esecuzione di ordini complessi: porre la mano destra sull'orecchio sinistro;
- prova dei tre fogli (consegna precisa assegnata su ciascun foglio)



# DISTURBI NEL LINGUAGGIO PARLATO

- Alterazioni fonetiche:  
Impediscono l'esecuzione motoria dei fonemi
- Disturbi di livello fonetico:  
Anomalie nella concatenazione dei fonemi per comporre una parola: fonemi omessi, aggiunti, spostati (es. colomotiva-locomotiva, casta da tellere-carta da lettere, Telemacchia-Cecoslovacchia)

► Effects of Cortical Lesions on Language Abilities



Source: Adapted from Hécaen & Angelergues, in de Reuck & O'Connor, CIBA Foundation Symposium on the Disorders of Language, 1964, Churchill Press, 222-256.



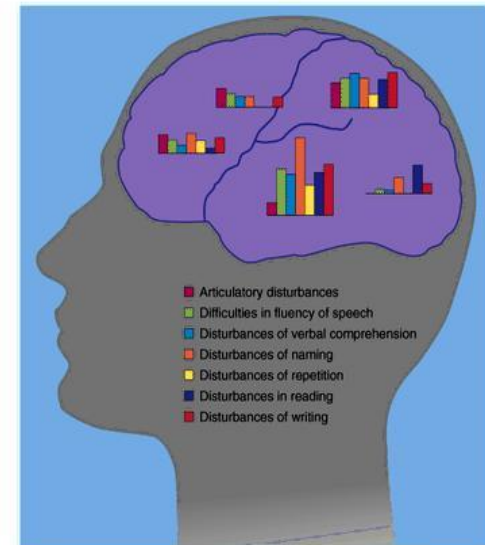
# DISTURBI NEL LINGUAGGIO PARLATO

## ■ Disturbi di livello semantico

Difficoltà nella scelta delle parole

- A) parola attesa sostituita da altre parole con relazione morfologica con la parola attesa: **bottone per bullone**;
  - B) parola compresa nello stesso campo semantico: **sedia per tavolo**;
  - C) perseverazione di parole o idee che sono già state espresse in uno stadio anteriore della conversazione
- 
- Mancanza di parola : ***“Ho quella parola sulla lingua”***

► Effects of Cortical Lesions on Language Abilities



Source: Adapted from Hécaen & Angelergues, in de Reuck & O'Connor, CIBA Foundation Symposium on the Disorders of Language, 1964, Churchill Press, 222-256.



# Deficit fonologici

- **deficit fonologico** presenza di parafasie fonemiche (*sostituzioni, omissioni, aggiunte e trasposizioni*) anche multiple che talvolta rendono le parole bersaglio irriconoscibili (*neologismi fonetici*).
- Spesso c'è il tentativo di correggere gli errori fonemici prodotti mediante correzioni spontanee talvolta in catena (*conduites d'approche*).
- In alcuni casi gli errori fonemici possono esitare in parole realmente esistenti e simulare in questo modo una sostituzione lessicale anziché fonologica.
- Si usa in questo caso il termine **parafasia formale** (per esempio *"cavolo" per "tavolo"*).

## *Deficit lessicali*

- Tra i deficit a livello *semantico-lessicale* innanzi tutto difficoltà a recuperare le parole, detta ***anomia***;
- un semplice ritardo nell'evocazione di una parola bersaglio ***latenza anomica***;
- parole non rievocate possono essere sostituite da ***circonlocuzioni***.
- Il deficit può manifestarsi con errore nella scelta delle parole,
  - sostituzioni con termini di significato affine **(parafasie semantiche;** per esempio: *"bicchiere" per "bottiglia"*)
  - parole senza relazione di **significato** **(parafasie verbali;** per esempio: *"tovaglia" per "telefono"*).



# *Elementi ricorrenti automatizzati*

- ***Perseverazioni*** altra forma di produzione incontrollata e ricorrente in cui un elemento lessicale appropriato ad un certo contesto viene prodotto in modo ripetitivo per un certo periodo di tempo. *per esempio "di-di" o "tan-tan"*
- ***ecolalia*** è ripetizione disinibita (una vera e propria eco) di quanto appena prodotto dall'interlocutore.

# *Presenza di difficoltà articolatorie*

- In seguito a lesioni cerebrali: deficit della realizzazione articolatoria del linguaggio.
- Tali deficit possono essere:
  - di natura paretica (**disartria**)
  - di natura più prettamente connessa alla produzione dei suoni del linguaggio.
- Primo caso, poiché i movimenti articolatori avvengono sempre sulla linea mediana e quindi poco influenzati da deficit stenici unilaterali, il disturbo paretico consegue quasi esclusivamente a lesioni emisferiche bilaterali o a lesioni bilaterali del tronco e del cervelletto.
- Caratteristica principale di questo disturbo è la ridotta articolazione dei suoni, che risultano di conseguenza ipoarticolati.





# Valutazione delle capacità linguistiche per le diverse modalità

- Una volta terminata la valutazione del linguaggio spontaneo, **si valutano le capacità verbali residue** mediante prove specifiche per le diverse componenti del linguaggio orale e scritto, e di prove per lo studio di diverse vie di elaborazione e delle relative sub-componenti.



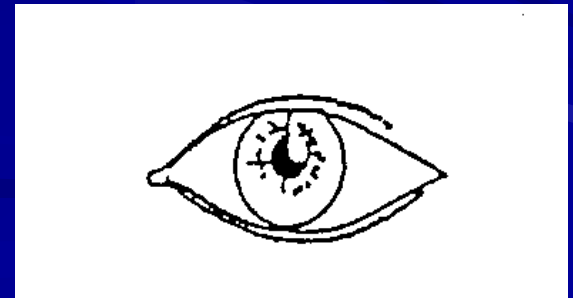
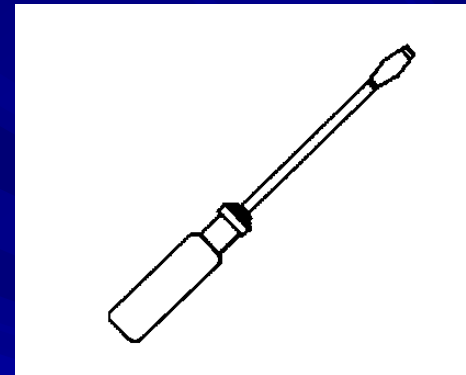
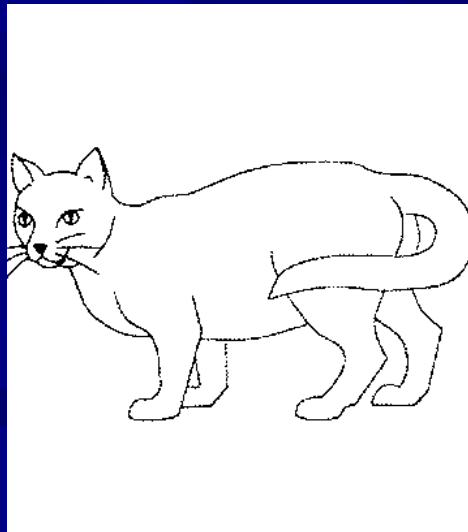
# Denominazione

- Allo scopo di studiare la capacità di recupero lessicale si usano solitamente prove di *denominazione* di oggetti o figure di oggetti.
- Tra i fenomeni qualitativi che si possono riscontrare ritornano le *anomie* e le circonlocuzioni, queste ultime possono essere più o meno adeguate.
- In generale, la parola non reperita non è persa in assoluto; *es. la parola non è accessibile al paziente in quel momento, ma può venire facilitata mediante frasi o espressioni più automatiche, oppure essere reperita in un'altra occasione.*



# Esame per valutare la denominazione

Che cosa rappresenta questa figura?





# Ripetizione

- Deficit di ripetizione riflette generalmente un primitivo disturbo di elaborazione fonologica, che si manifesta con un elevato numero *di parafasie fonemiche, neologismi fonemici e conduites d'approche*.
- Per l'esame della capacità di ripetizione si usano stimoli di diversa lunghezza e complessità: si inizia con parole bisillabiche a struttura semplice (alternanza consonante-vocale) e si prosegue con parole progressivamente più lunghe e complesse e frasi.
- La **memoria a breve termine fonologica** è testata tramite la ripetizione di stringhe di cifre o parole di numero progressivamente maggiore (span di cifre di parole).



# Comprensione orale

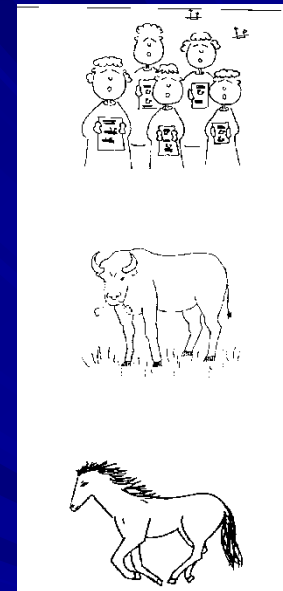
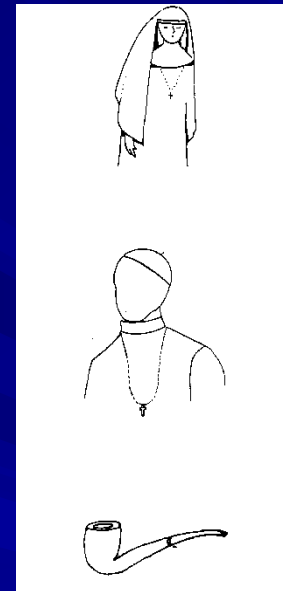
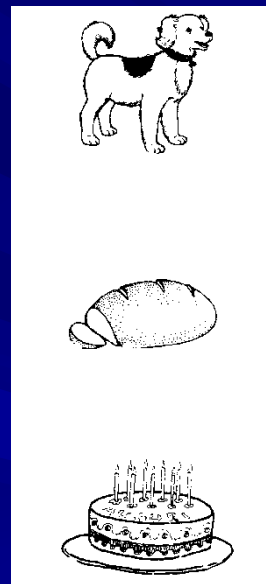
Viene valutata in modo specifico con tre semplici tests:

- 1) **Esecuzione di ordini verbali**: è bene evitare quelli più ovvi, che fanno parte di una visita medica e possono ottenere risposte casualmente corrette (*es. "Apra la bocca"*); è più opportuno dare degli ordini "artificiali" (*es. "Batta tre colpi sul tavolo"*), per essere certi che il malato abbia realmente riconosciuto e compreso il comando.
- 2) **Riconoscimento di oggetti**, denominati dall'esaminatore: al malato viene presentata una serie di oggetti comuni; l'esaminatore ne nomina uno e chiede al malato di indicarlo (*es. "Qual'è la chiave?", "Qual'è la penna?"*).
- 3) Ripetizione di parole e frasi, dette dall'esaminatore: per quanto concerne la comprensione orale, gli afasici si dividono in due categorie:
  - A) quelli con comprensione difettosa;
  - B) quelli con comprensione corretta.



# Esame per la comprensione uditiva delle parole

	Stimolo	Alt.fonologica	Alt.semantica
1	Pane	Cane	Torta
2	Mucca	Zucca	Pecora
3	Bastone	Balcone	Ombrello
4	Tazza	Mazza	Bicchiere
5	Timone	Limone	Ancora
6	Ragno	Bagno	Farfalla
7	Mani	Cani	Piedi
8	Papa	Pipa	Suora
9	Toro	Coro	Cavallo
1	Finocchio 0	Ginocchio	Pomodoro





# SCRITTURA

- Molti afasici presentano anche disturbi della scrittura (**agrafia**), non dipendenti da difetti motori: se il malato ha un'emiplegia destra, bisogna farlo scrivere con la mano sinistra.
- Per un esame della *scrittura* si ricorre al dettato di lettere isolate, parole e non-parole e alla denominazione scritta di figure.
- Nei casi più gravi, la scrittura è impossibile, sia quella spontanea che quella dettata e copiata.
- Nei casi meno gravi, la scrittura è possibile, ma presenta errori della stessa qualità dell'espressione orale (*deformazione delle parole, neologismo, agrammatismo*).



# Esempi di Agrafia

Ici le patient essaye  
d'écrire "la boutique"

\*sur dictée

la labande

\*après avoir  
épelé le mot

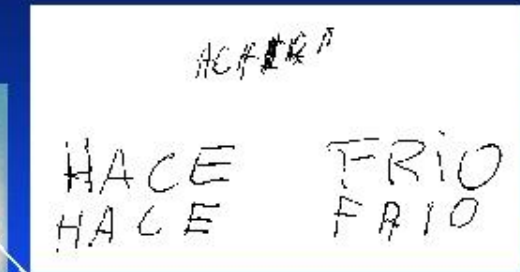
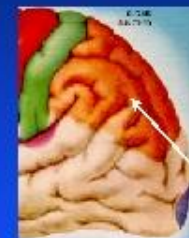
la poutiue

\*en copie

la boutique



Agrafia sin Alexia, Fronto-Parietal



Area terciaria

Imitar movimientos, dibujar, escribir, calcular

Apraxia, agrafia, acalculia





# LETTURA

- Molti afasici presentano anche disturbi della lettura (**alessia**), non dovuti a difetti visivi.
- L'integrità delle capacità di *lettura*, viene testata mediante compiti di decisione lessicale, lettura ad alta voce di parole, non parole e frasi, comprensione di parole e frasi (indicazione del bersaglio corretto tra due o più figure).
- Nei casi più gravi, l'alessia è totale e riguarda le lettere singole, le sillabe e le parole.
- Nei casi meno gravi, il malato riesce a leggere (meglio le parole intere, percepite come un tutto, che le singole lettere), ma ha difficoltà a capire il significato.
- Di ciò ci si rende conto se si danno ordini scritti.



# CALCOLO

- Pur essendo relativamente indipendenti, linguaggio verbale e lingua delle cifre sono nondimeno in connessione. E frequente negli afasici una ***acalculia***.
- Può interessare l'identificazione delle cifre, l'espressione (orale e scritta), ed anche l'elaborazione dei simboli in operazioni semplici o complesse.



# LE SINDROMI AFASICHE

Nella maggior parte degli afasici coesistono disturbi dell'espressione orale, della comprensione, della scrittura e della lettura.

Tuttavia, il grado di alterazione delle singole componenti del linguaggio è spesso disomogeneo, per cui è possibile identificare dei raggruppamenti di sindromi, di cui le più comuni sono :

Forme maggiori:

- **AFASIA GLOBALE**
- **AFASIA DI BROCA**
- **AFASIA DI WERNICKE**
- **AFASIA AMNESTICA**

Forme minori:

**AFASIA DI  
CONDUZIONE**



# AFASIA GLOBALE

- Afasia non fluente, associata a grave difetto della comprensione, della scrittura, della lettura.
- La sede della lesione può essere diffusa a tutte le aree del linguaggio che circondano la Scissura di Silvio, oppure può limitarsi alla parte pre-rolandica della stessa area (piede della 3a circonvoluzione frontale, detta anche "Area di Broca"; parte inferiore dell'area motoria primaria)

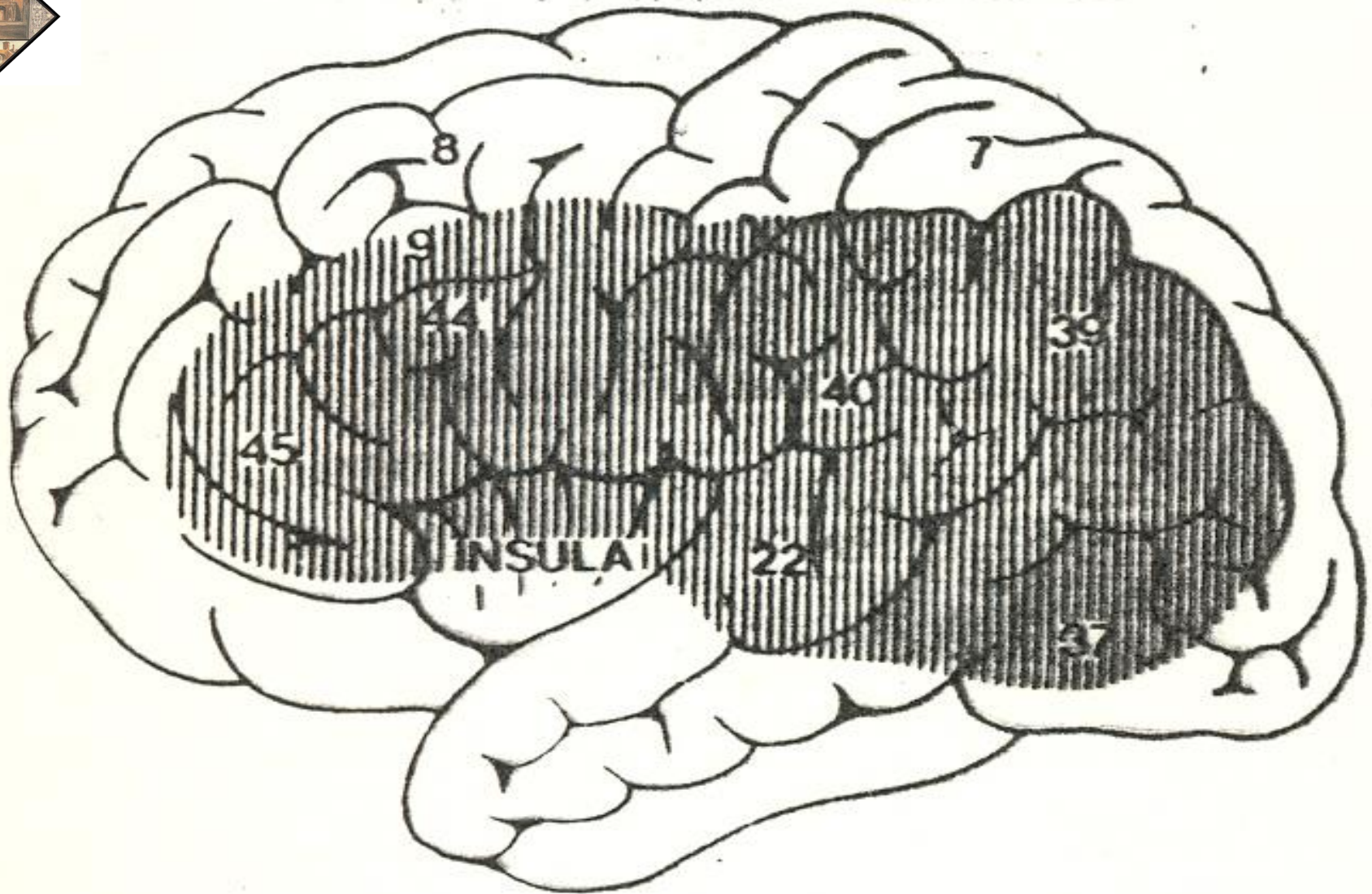


Fig. 9 - Sede della lesione nell'afasia globale.



# AFASIA DI BROCA

- Afasia non fluente, con comprensione normale o relativamente poco alterata.
- Scrittura generalmente alterata, in misura superiore alla lettura.
- Sede della lesione di solito l'area di Broca, la parte inferiore dell'area motoria primaria, l'insula e il nucleo lenticolare ("**quadrilatero di Pierre-Marie**").
- Talvolta la lesione è puramente limitata alle due ultime strutture.

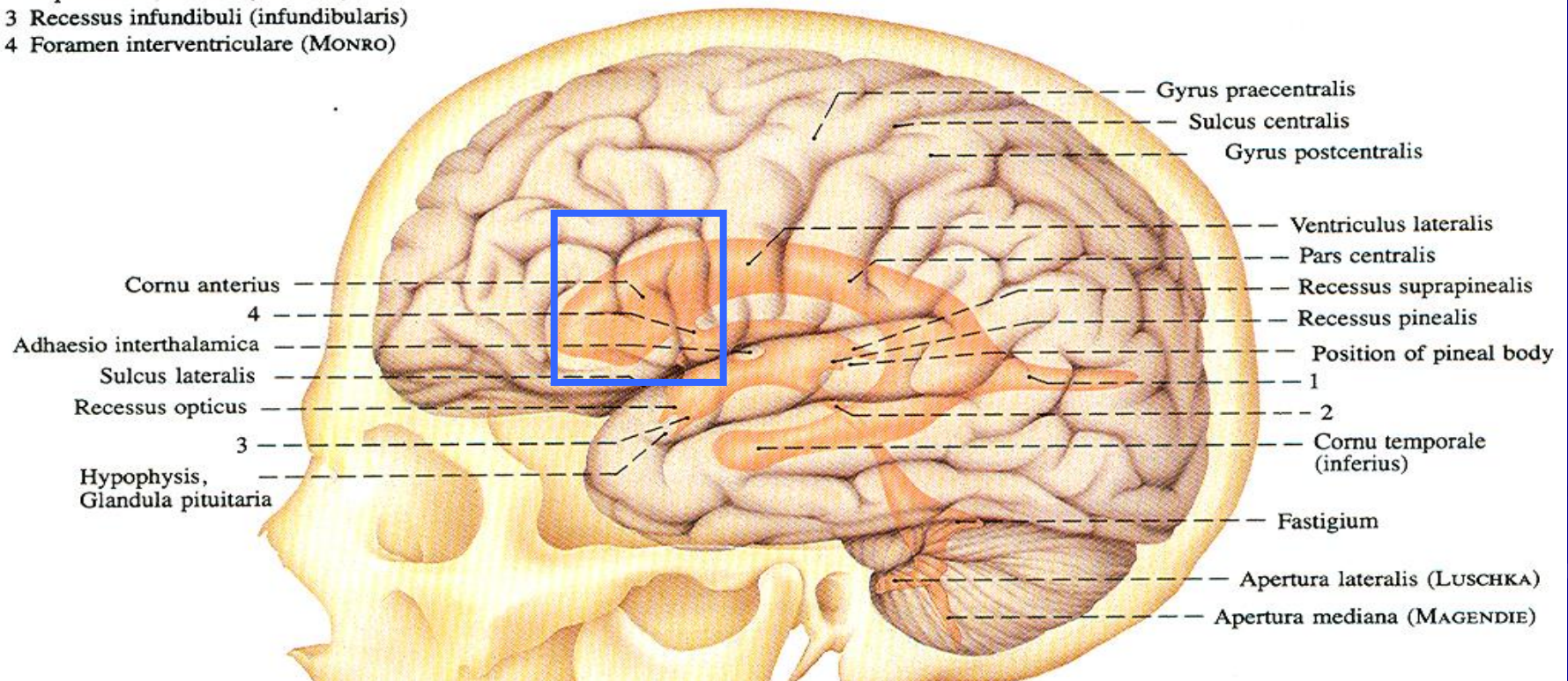


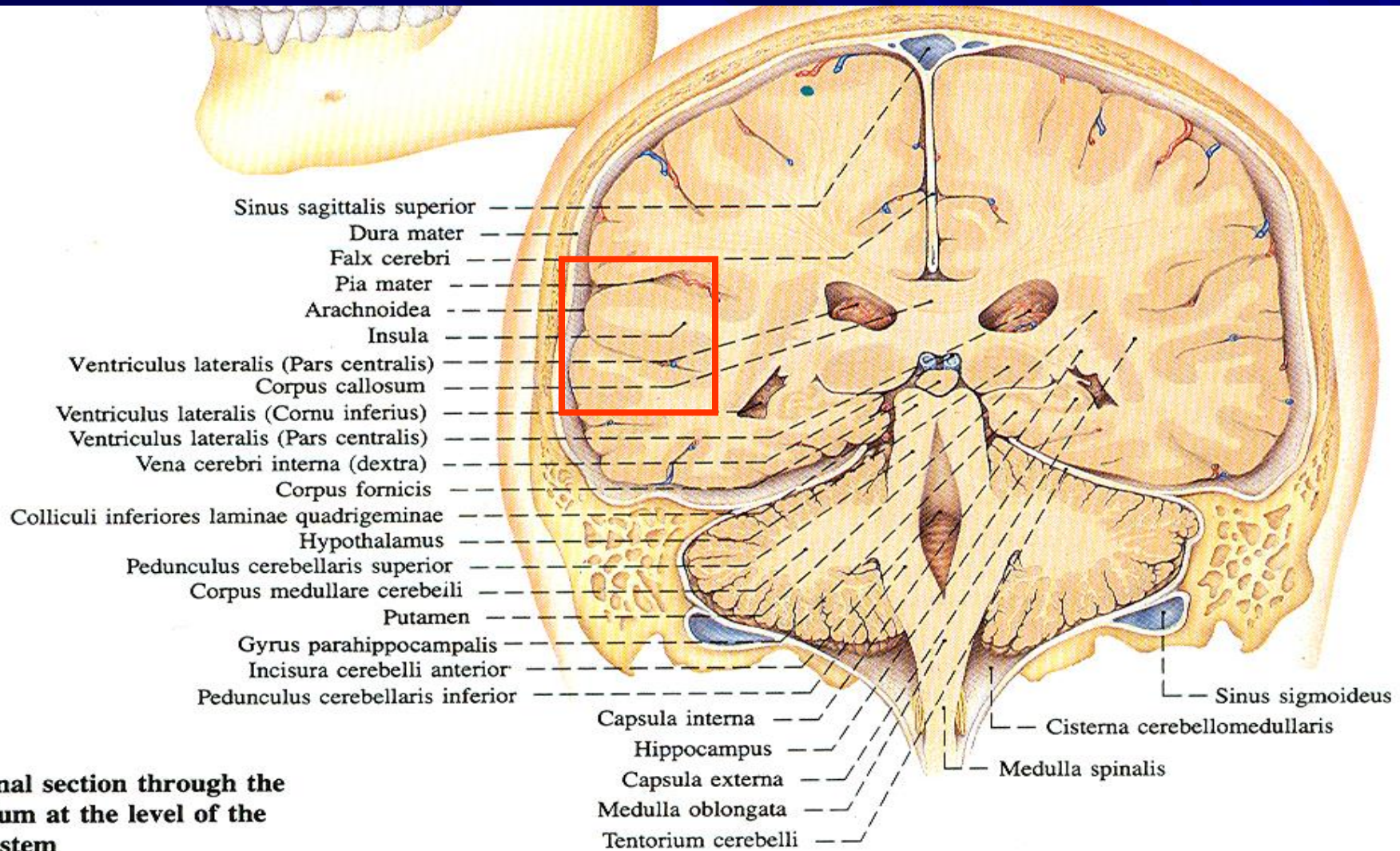


## Brain: telencephalon and frontal section

### Left hemisphere of the telencephalon showing sulci and gyri and ventricular system of the adult brain

- 1 Cornu occipitale (posterius)
- 2 Aquaeductus cerebri (SYLVIUS)
- 3 Recessus infundibuli (infundibularis)
- 4 Foramen interventriculare (MONRO)





**Coronal section through the cranium at the level of the brainstem**





# AFASIA DI BROCA

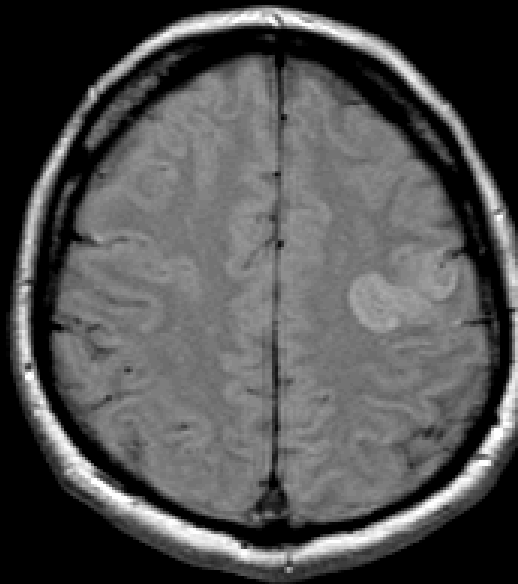


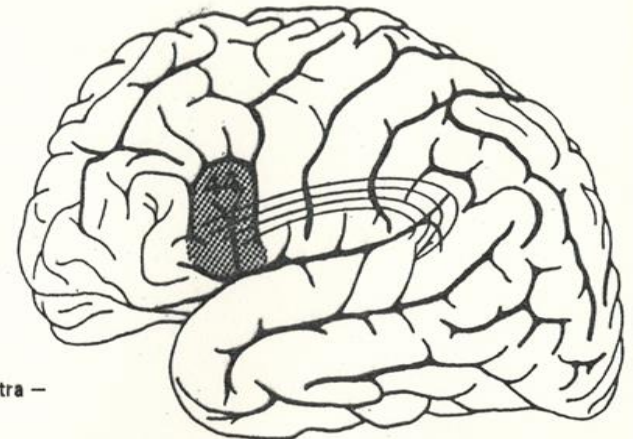
Fig. 6

## *Afasia di Broca*

Frequenza: 20 per cento  
Eloquio spontaneo: ridotto, lento, faticoso, con difficoltà articolatorie  
Ripetizione: come sopra  
Comprensione: relativamente buona

Scrittura: soltanto firma e copia  
Letture: comprensione talora compromessa  
Anoscgnosia -  
Sintomi associati: aprassia buccofacciale ++  
ideomotoria +  
ideativa -  
emiplegia destra ++  
emianopsia laterale omonima destra -

Sede della lesione: area 44





# BROCA'S APHASIA

- <http://www.bing.com/videos/search?q=broca+aphasia&qsn=&form=QBVRMH&pq=broca+aphasia&sc=0-0&sp=-1&sk=>
- <http://www.bing.com/videos/search?q=broca+afasia&FORM=HDRSC3>

The screenshot shows a Bing search results page for 'BROCA'S APHASIA'. The search bar contains the text 'BROCA'S APHASIA'. Below the search bar, there are tabs for 'Web', 'Images', 'Videos', 'Maps', 'News', and 'Explore', with 'Videos' selected. The search results are displayed in a grid of video thumbnails. Each thumbnail includes a video player preview, a title, a duration, a date, a source, and a view count. The first row contains four videos: 'Broca's Aphasia' (02:25, 18/09/2007, purepedantry, 520,000+ views), 'Broca's aphasia' (02:36, 27/01/2010, Canale di cogmonaut, 149,000+ views), 'Broca's Aphasia on Grey's Anatomy' (04:41, HD, 26/09/2015, EugeSalinas, 16,000+ views), and 'Update: Sarah Scott teenage stroke, Broca's Aphasia.' (06:04, 07/09/2010, SymphUK, 262,000+ views). The second row contains four videos: 'Wernicke's and Broca's Aphasia' (02:40, 13/12/2007, crazy22186), 'Mark's 22 years-old Stroke: Broca's Aphasia' (04:59, 14/04/2012, Mark Paulovich), 'Jack Hurley - Broca's Aphasia 2013 Update' (07:43, 04/05/2013, tom hurley), and 'Broca's Aphasia' (05:43, 20/11/2011, JuliaSPH, Feedback button).



# AFASIA DI WERNICKE

Afasia fluente, associata a grave difetto della comprensione, della scrittura e della lettura.

Sede della lesione è retro-rolandica.

- parte posteriore della prima circonvoluzione temporale e aree parietali adiacenti peri-silviane (Area di Wernicke).

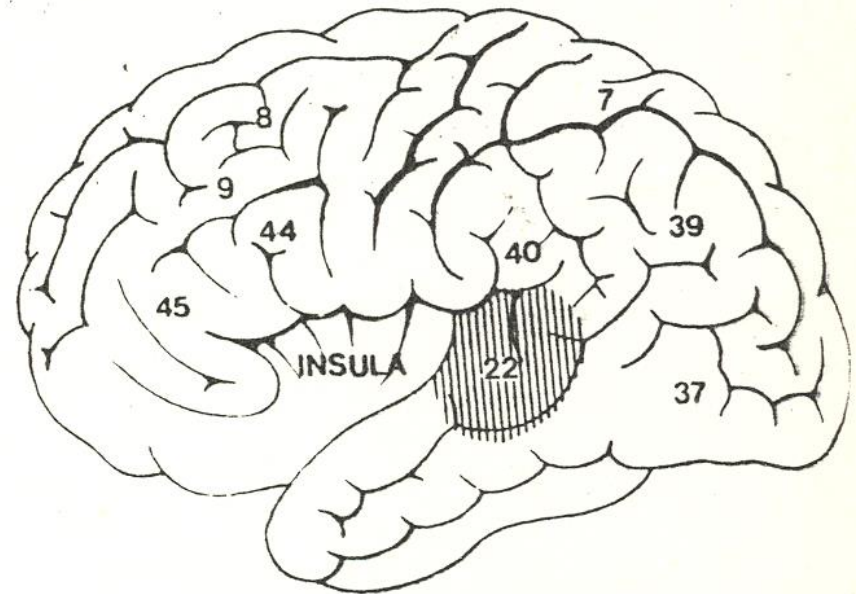


Fig. 6 - Sede della lesione nell'afasia di Wernicke.





## AFASIA DI WERNICKE





## AFASIA DI WERNICKE





## AFASIA DI WERNICKE





# AFASIA AMNESICA

- Detta anche **Afasia nominum**; espressione orale fluente.
- Comprensione normale.
- unico disturbo **"la mancanza di parola"**: il malato non riesce a trovare i nomi (soprattutto dei sostantivi) ed arresta il suo discorso, sforzandosi di ricordare.
- Dopo una pausa se non trova la parola ricorre ad una circonlocuzione più o meno precisa per esprimere il concetto.
- In forma leggera, l'afasia nominum si può osservare anche in soggetti normali come effetto della stanchezza o dell'età avanzata.
- Nei casi patologici la sede della lesione è la **regione temporo-parietale, ai margini dell'area di Wernicke**.

AFASIA AMNESICA  
AFASIA AMNESICA

8%

Èloquio spontaneo: fluente, con frequenti anemie

Ripetizione: conservata

Comprensione: conservata

Scrittura: compromessa dalle anemie


Letture: conservata

Onosognosie -

• Sintomi associati:

- apressia bucofaciale -
- ideomotrice -
- ideativa -
- emiplegia d. re -
- emianestesia lat. o. d. re ±

Sede della lesione: aree 38 e 37 (danno lieve)







# FORME PURE DI DISTURBO DEL LINGUAGGIO

- *Infine*
- forme in cui il danno avviene a livello periferico rispetto alle rappresentazioni fonologiche o lessicali, tanto in entrata che in uscita.
- Questi disturbi, erano già stati previsti e descritti da Wernicke ed etichettati dall'afasiologia classica come **"forme pure"**
- *sordità verbale pura,*
- *anartria pura,*
- *alesia pura,*
- *alesia con agrafia*
- *agrafia pura.*

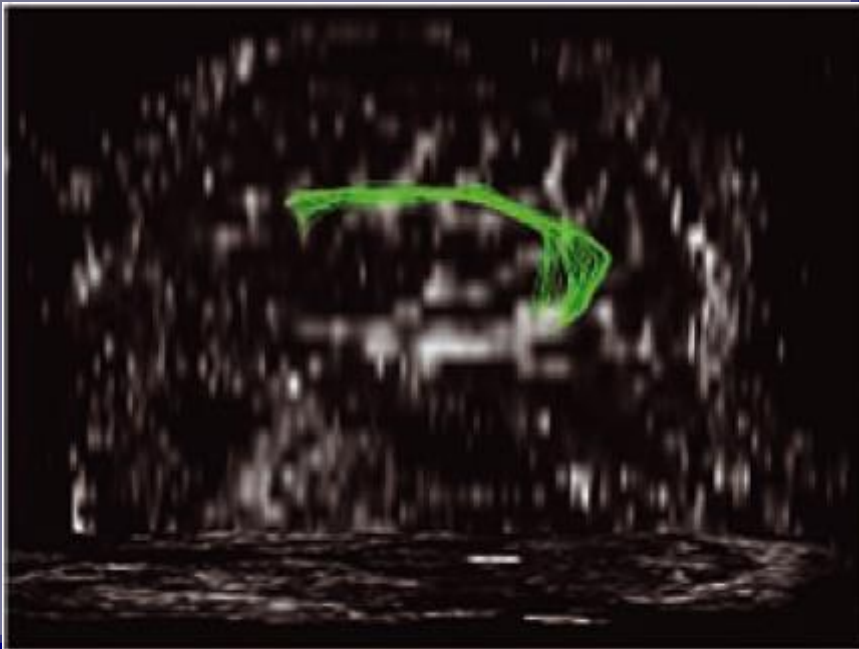


# LA RIABILITAZIONE DELLE FUNZIONI COGNITIVE

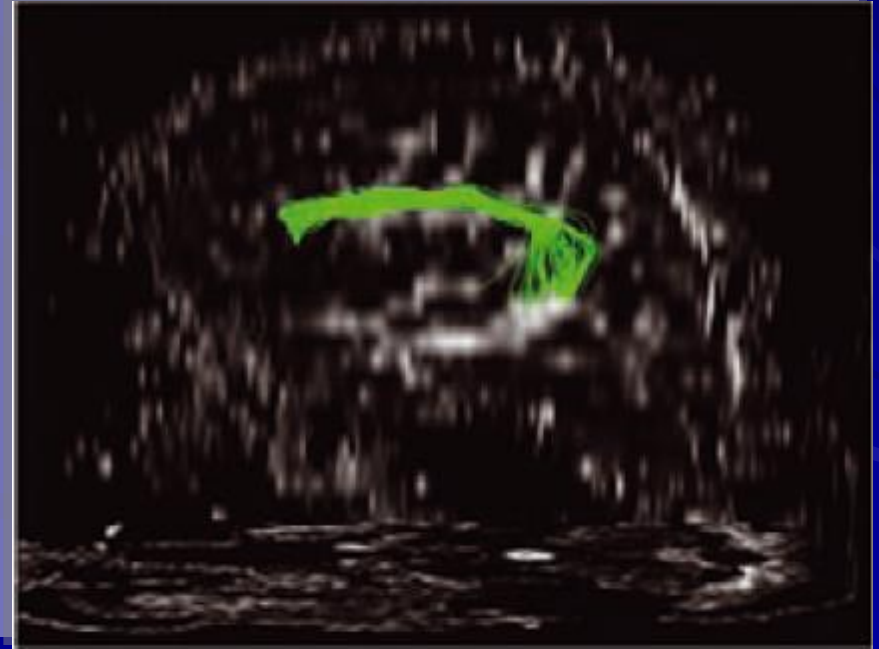


*Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic Broca's aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy. AF: Arcuate Fasciculus*

**right ARCUATE FASCICULUS**  
pre-treatment

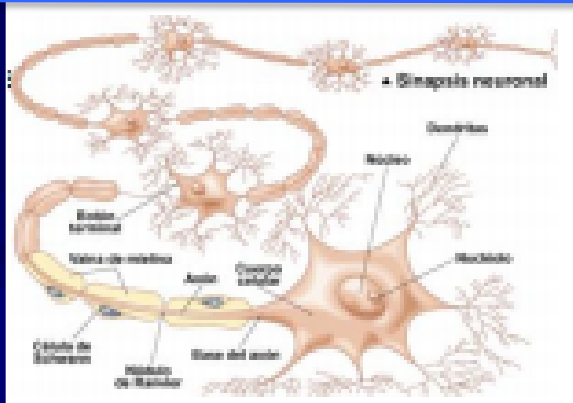


**right ARCUATE FASCICULUS**  
post-treatment

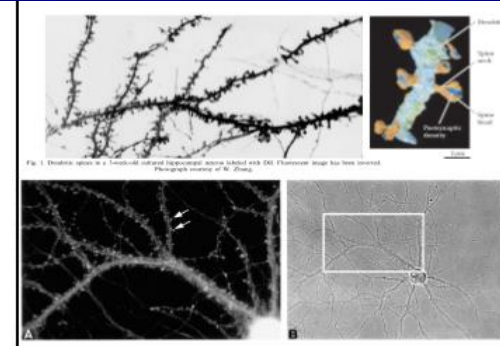




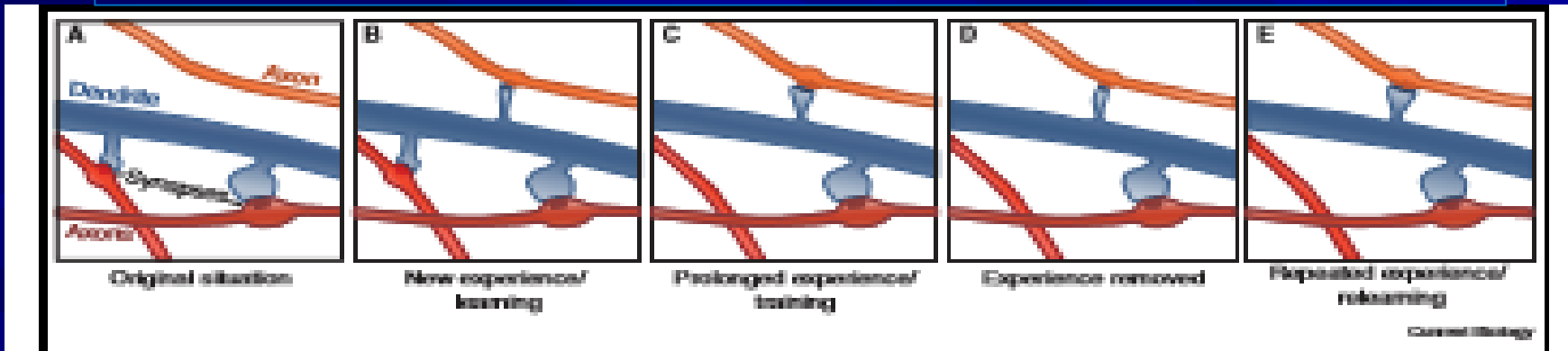
# SINAPSI



- Un neurone per comunicare con un altro (o con un muscolo) emette delle sostanze, che vengono catturate da "recettori", presenti nel neurone successivo.



Le spine dendritiche si modificano continuamente



Le connessioni fra le varie cellule costituiscono dei "circuiti" di cellule, cellule vicine collaborano alla stessa funzione di solito relativamente alla stessa parte del corpo.



# PLASTICITA' NEURALE



## *Plasticity:*

*Functional and structural adaptation of the nervous system to (extensive) processing of relevant (mostly complex) stimuli*

## **Plasticità:**

**Adattamento funzionale e strutturale del sistema nervoso per l'esteso processamento di stimoli rilevanti (spesso complessi)**



Secondi  
Minuti

Giorni

Settimane  
Mesi

Tempo

1.) Efficiency of Synapses

**Efficienza della sinapsi**

2.) Recruitment of Neurons

**Reclutamento dei Neuroni**

3.) Amount of Synapses

**Numero delle sinapsi**

4.) Amount and size of Dendrites

**Quantità e dimensione dei dendriti**

5.) Amount and size of Neurons

**Quantità e dimensione dei Neuroni**

6.) Degree of Myelination

**Grado di demielinizzazione**

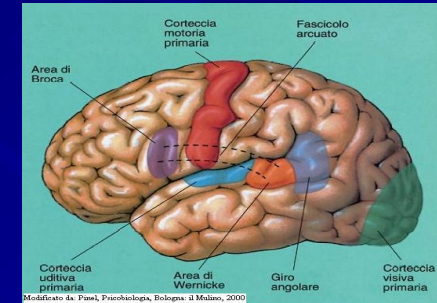
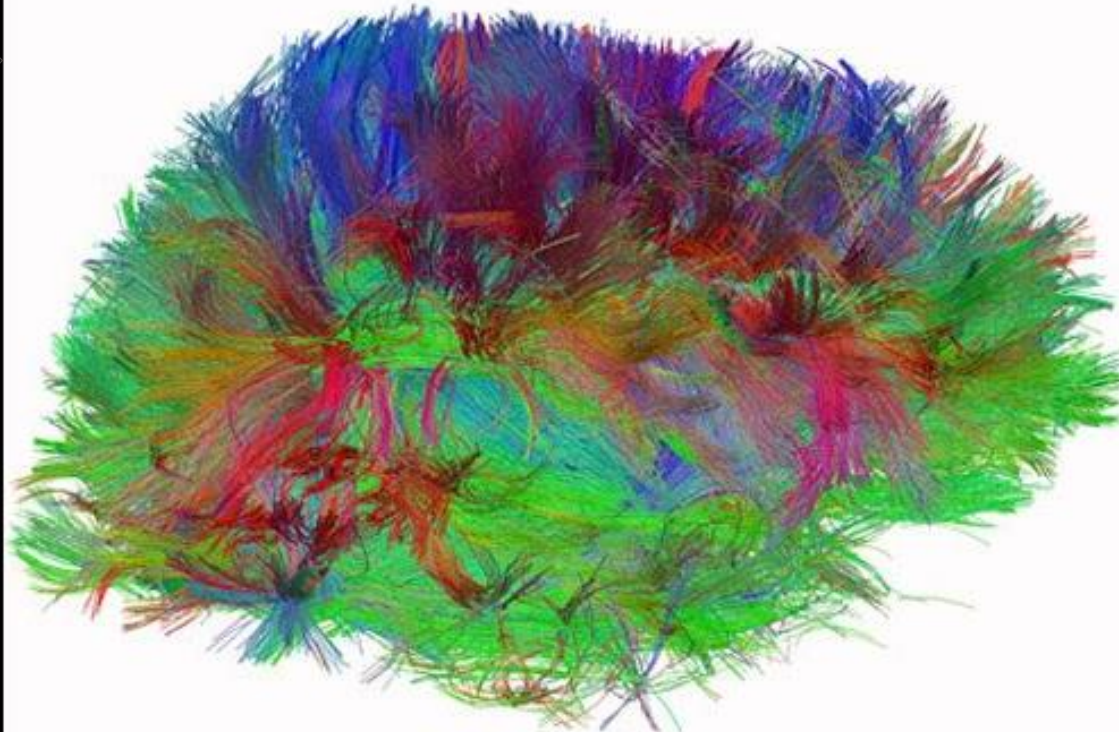
7.) Interaction with glial

tissue and capillarisation of brain tissue

**Interazione con tessuto gliale e capillarizzazione del tessuto cerebrale**



## Plasticità e connettività



## Plasticità Neurale

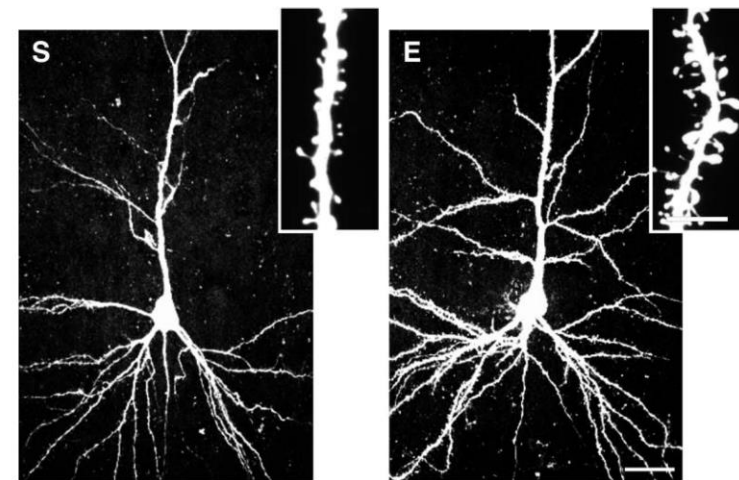
nuovi dendriti, spine e sinapsi

Intricata architettura cerebrale presentata in tutta la sua **“connettività”** e bellezza grazie a un potenziamento della RM.

I nuovi sistemi permettono di mappare i circuiti neuronali con estrema precisione: ogni fibra, caratterizzata da un colore diverso, rappresenta centinaia di migliaia di neuroni.

232

Johansson BB: Brain plasticity in health and disease



# Grazie dell'attenzione!!

- Spero che il vostro cervello ora non faccia così:

