

COME FUNZIONA IL NOSTRO CERVELLO

Proposta di un modello cognitivo integrato applicato all'apprendimento scolastico

Dr. Christian Savegnago
 Psicologo - Psicoterapeuta
 Perfezionato in Neuropsicologia Clinica -



ORGANIZZAZIONE DEL CORSO

MODULO 1 :

SVILUPPO E ORGANIZZAZIONE ANATOMO FUNZIONALE DEL SNC

MODULO 2 :

ARCHITETTURA FUNZIONALE ED ESAME DELLE FUNZIONI

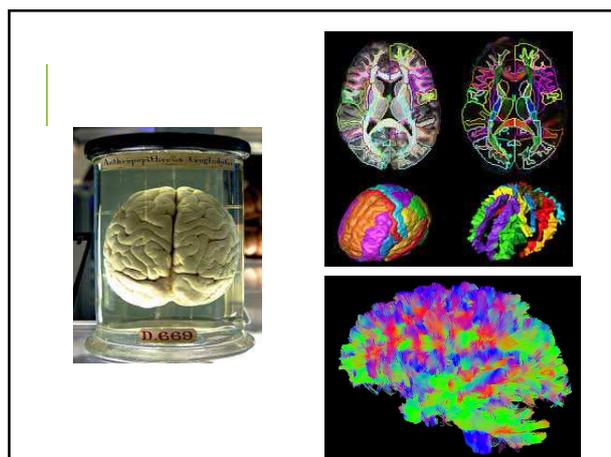
MODULO 3:

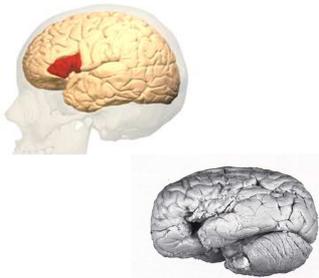
DISTURBI DEL NEUROSVILUPPO E SISTEMI DI APPRENDIMENTO PATOLOGICI




«Il legame fra biologia e comportamento è arbitrario e in continua mutazione. Ciò non dipende dalla natura stessa delle discipline, ma dalla carenza delle nostre conoscenze»

ERICH KANDEL 1985





Con le conoscenze attuali non si possono più separare le discipline psicologiche da quelle biologiche, neurologiche e genetiche.

A partire già dal 1800 gli studiosi hanno cominciato ad osservare gli effetti delle lesioni cerebrali sul comportamento (si pensi agli studi sull'afasia di Broca)

INTRODUZIONE ALLA NEUROPSICOLOGIA

NEUROPSICOLOGIA

- ❖ Fa parte delle scienze naturali
- ❖ Studia la BBR – Brain Behavior Relationship
- ❖ Si occupa del riconoscimento dell'entità di un danno e dei punti di forza

INTRODUZIONE ALLA NEUROPSICOLOGIA

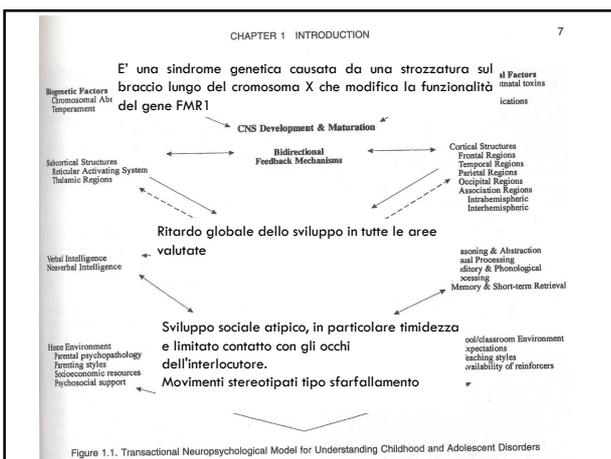
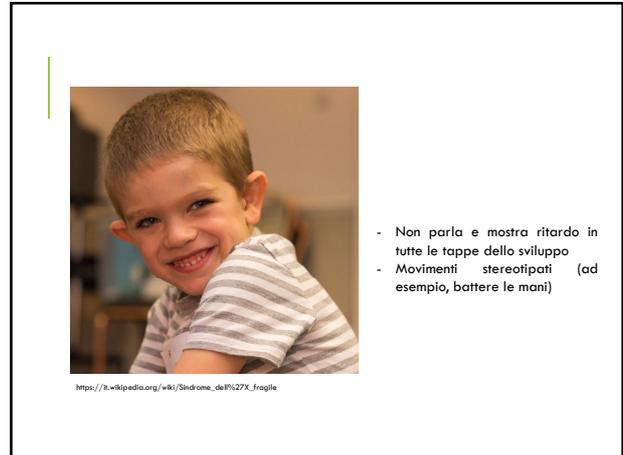
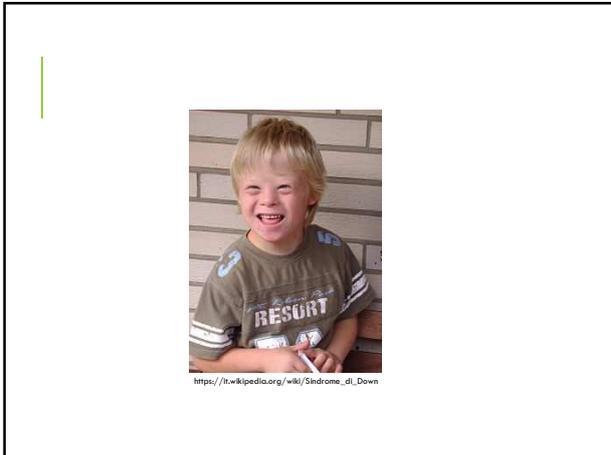


La neuropsicologia dello sviluppo si propone allora di studiare le influenze delle funzioni cerebrali sulla cognizione, sul comportamento, sull'apprendimento sull'adattamento psico-sociale, attraverso lo studio dei disturbi neuropsichiatrici e neuroevolutivi, genetici o acquisiti.

INTRODUZIONE ALLA NEUROPSICOLOGIA

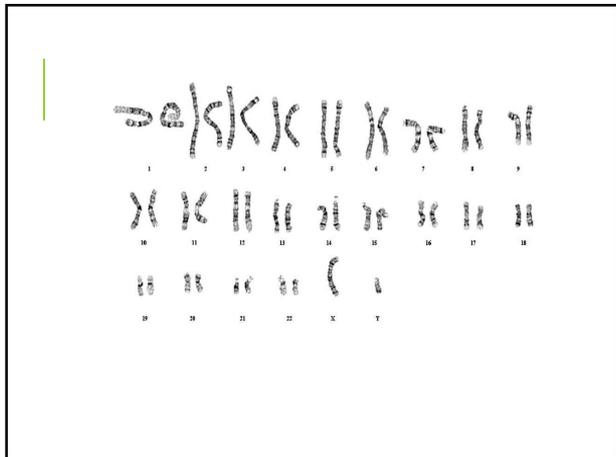
E' necessario considerare i disturbi neuroevolutivi attraverso una **prospettiva integrata** per capire meglio l'interazione dinamica fra biologia, neuroevoluzione, ambiente, come fattori che influiscono sull'apprendimento psicologico, emotivo e sociale.

Sposiamo quindi un orientamento "transteoretico".



INTRODUZIONE ALLA NEUROPSICOLOGIA

- ❖ Fattori biologici e genetici influenzano e determinano lo sviluppo precoce del cervello molto prima che intervengano fattori ambientali



NEXT GENERATION SEQUENCING ARRAY CGH - L'IBRIDAZIONE GENOMICA COMPARATIVA -

Diagram of the Y-chromosome showing the male specific region (MSY) with various markers like TDF, GRY, AZF, AZFb, AZFc, and AZFc.

RESEARCH IN PRACTICE
What is next generation sequencing?
OPEN ACCESS
Sam Behjani,^{1,2} Patrick S. Tarpey¹

PubMed

Format: Summary Sort by: Most Recent Per page: 20

Best matches for autism and genetic:
[Autism risk factors, genes, environment, and gene-environment interactions.](#)
 Chaste P et al. *Dialogues Clin Neurosci.* (2013).
[Autism genetics: opportunities and challenges for clinical translation.](#)
 Vorstman JAS et al. *Nat Rev Genet.* (2017).
[Translating genetic and preclinical findings into autism therapies.](#)
 Chahrouh M et al. *Dialogues Clin Neurosci.* (2017).

Search results
Items: 1 to 20 of 8188

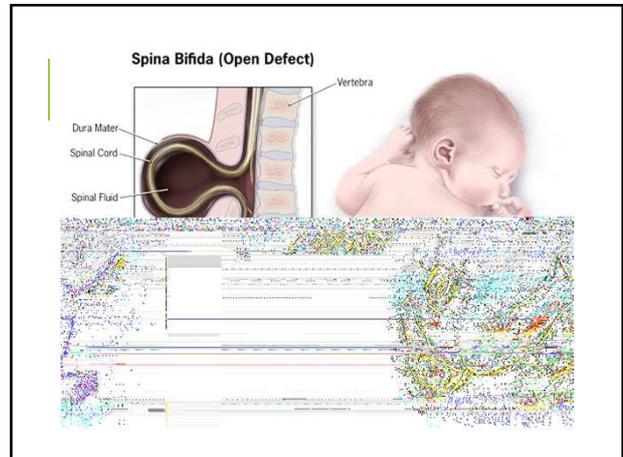
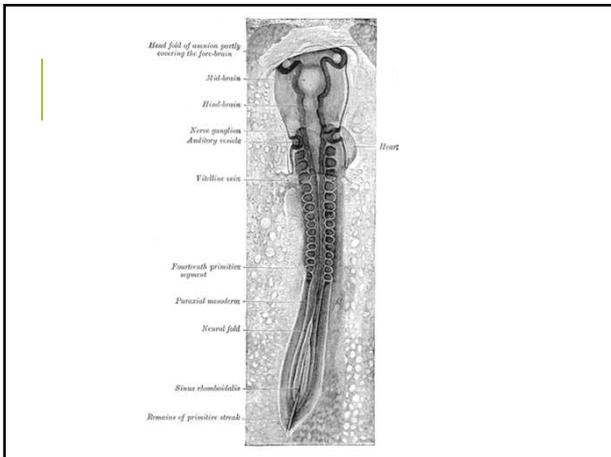
Brain
Branchial arch
Eye
Heart
Liver
Somites

Yolk sac
Placenta
Umbilical cord
Tail bud
Leg bud

SVILUPPO NEURONALE

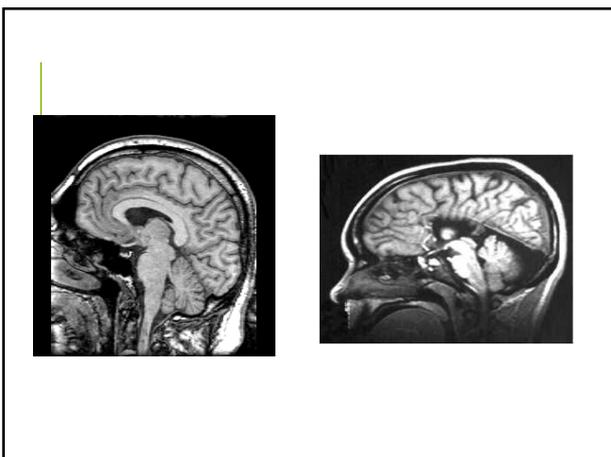
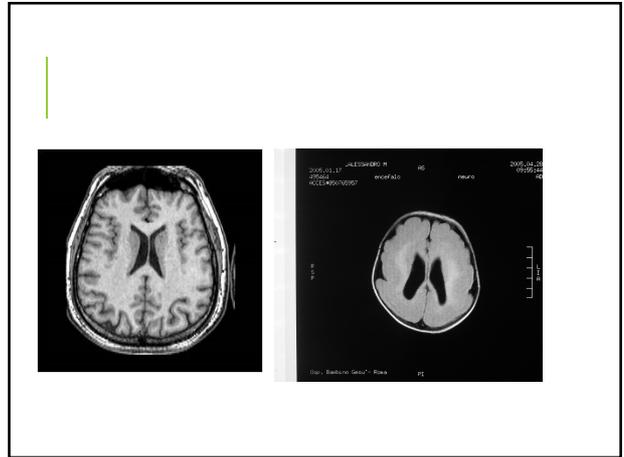
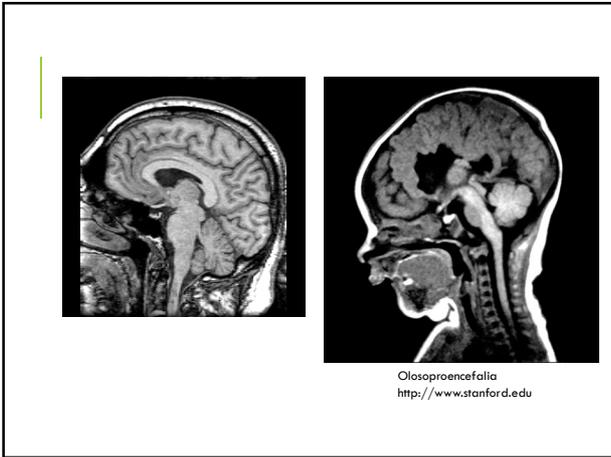
FASE PRENATALE

- Fase più rapida di accrescimento (250.000 cellule ogni minuto tramite mitosi) Fra la 25 e 40 settimana gestazione
- Grazie alla neurulazione si forma il tubo neurale (25 gg di gestazione)



Microcefalia	Encefalo più piccolo. Causa ritardo mentale, epilessia	Cause genetiche, malnutrizione, infiammatori, esposizione a radiazioni.
Megalencefalia	Cervello più grande. Intelligenza da borderline a insufficiente, deficit comportamentali	Genetiche
Olosoproencefalia	Difetto di crescita degli emisferi. Sono presenti o il singolo emisfero o i ventricoli. Problemi medici, ritardo mentale e motorio	Neurotossicità, genetica (Trisomia 13-15)
Agnesia del corpo calloso	Corpo calloso non presente. Problemi linguistici ed intellettivi. Di solito associato ad altri problemi neurologici (Idrocefalo)	Genetico
Lissencefalia	Non si sviluppo solchi e giri. Spesso riscontro di assenza di corpo calloso. Grava ritardo mentale. Epilessia morte precoce	Eziologia non è nota
Micropoligiria	Numerosi giri. Grava ritardo mentale	infezioni intrauterine





INTRODUZIONE ALLA NEUROPSICOLOGIA

- ❖ Nondimeno alterazioni nella proliferazione e migrazione cellulare e/o nella mielinizzazione stanno alla base di molti disordini dello sviluppo che condizioneranno secondariamente lo sviluppo cognitivo, neuropsicologico, accademico e sociale.

A 40 giorni di gestazione abbiamo il midollo spinale, il tronco dell'encefalo e la larga parte del prosencefalo (cervello).

25 days (Neural tube) 35 days 40 days 50 days 100 days

5 months 6 months 7 months 8 months 9 months

L'organizzazione canonica della corteccia cerebrale

(A) Paleocortex (pyriform cortex) Neocortex (motor cortex) Neocortex (visual cortex)

(B)

Archicortex (hippocampus)

(A) Laminatura corticale definita dal colorante di Nissl. (B) Le regioni citoarchitettoniche definite dagli studi istologici di Brodmann sulla corteccia cerebrale. Confrontate le due regioni della neocorteccia nella figura A, per i tipi di caratteristiche riscontrate da Brodmann nell'operare questa distinzione.

Sei strati neurali costituiscono infine la mappa citoarchitettonica della corteccia cerebrale, risultato della migrazione dei neuroni verso specifiche regioni della corteccia.

La formazione degli strati avviene in diversi momenti della crescita prenatale e numerosi fattori ne possono interrompere il processo.

Intorno al 3°-4° mese processi fisici e chimici regolano le modalità con cui le cellule migreranno nelle diverse regioni.

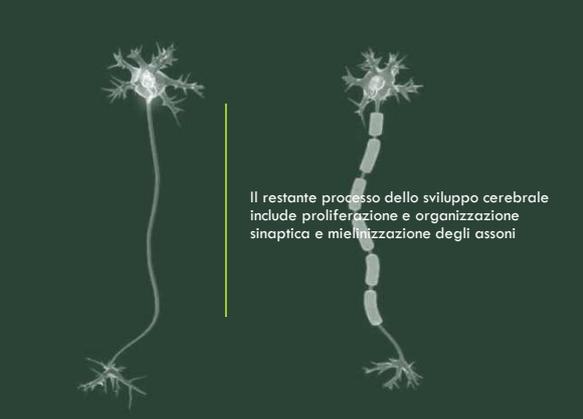
Già intorno a 6 mesi dal concepimento i neuroni, geneticamente programmati per proliferare, sono presenti in numero appropriato

PROLIFERAZIONE E MIGRAZIONE



Dopo la migrazione un periodo di rapida morte cellulare chiamata apoptosi, farà sì che circa il 50% dei neuroni tra il sesto mese di gestazione il primo mese dopo la nascita verrà rimosso.

APOPTOSI



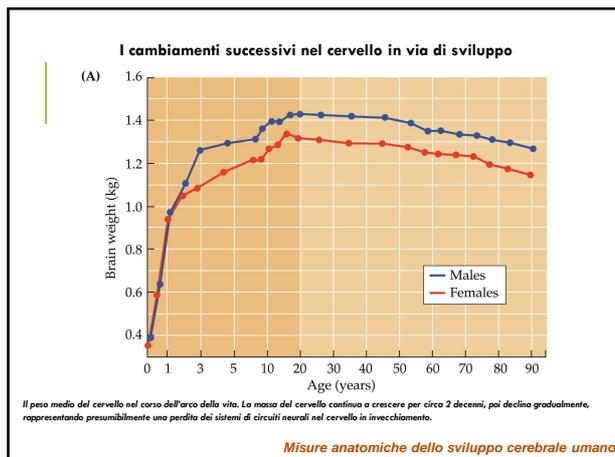
Il restante processo dello sviluppo cerebrale include proliferazione e organizzazione sinaptica e mielinizzazione degli assoni

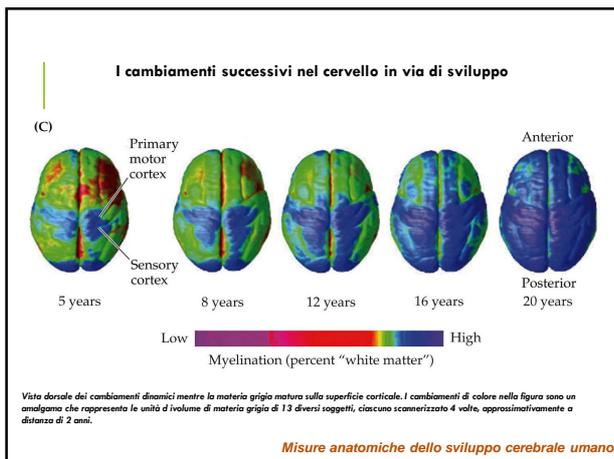
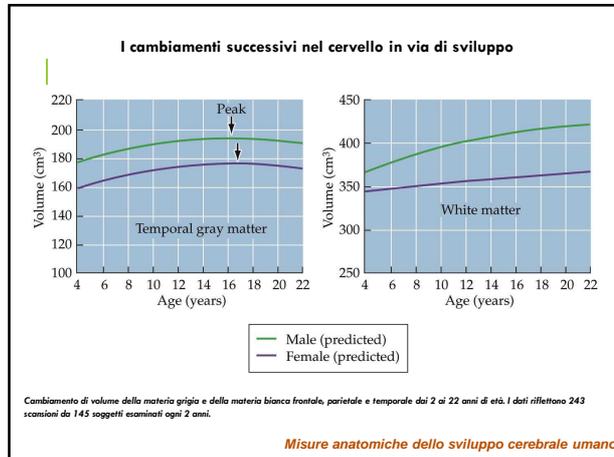
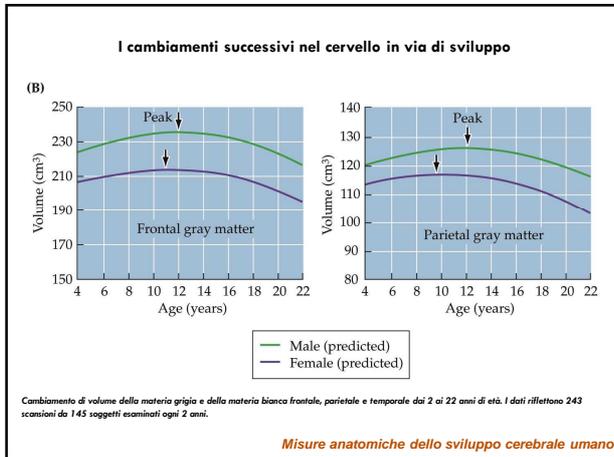
SVILUPPO POSTNATALE



A 6 mesi di età gestazionale il feto raggiunge la quota piena di neuroni, ma lo sviluppo postnatale è caratterizzato dall'aumento della complessità.

- Aumento mielinizzazione = aumento peso
- 400 gr alla nascita
- 850 gr a 11 mesi
- 1100 a 36 mesi
- 1350 a 1410 a 15 anni e continua fino a 60 anni





RELAZIONI CON LA PSICOLOGIA DELLO SVILUPPO

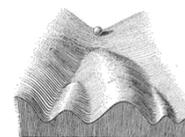
Esistono delle relazioni fra tappe dello sviluppo cognitivo come descritte dagli psicologi e scatti di crescita neuronale descritti dalle neuroscienze

PLASTICITÀ

La plasticità, l'insieme dei meccanismi che sono alla base della mutevolezza e della flessibilità cerebrale, permette la cognizione. Un cambiamento relativamente rapido nella struttura e nella funzione del cervello genera la mente. Processi caratteristici della cognizione, includendo percezione, apprendimento e memoria, sono espressione della plasticità."

[Black, in Gazzaniga 2004 p119].

EPIGENETICA

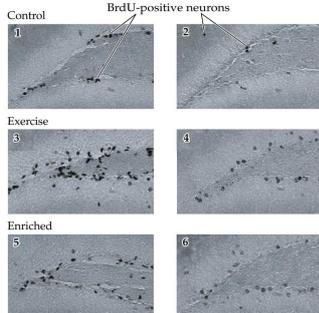


Si occupa dei cambiamenti che influenzano il fenotipo senza alterare il genotipo. Studia tutte le modificazioni ereditabili che variano l'espressione genica pur non alterando la sequenza del DNA

GENETICA E AMBIENTE – UNA INTERAZIONE IMPRESCINDIBILE

Lo sviluppo del sistema nervoso (la plasticità cerebrale)

(B) 1 Day 28 Days

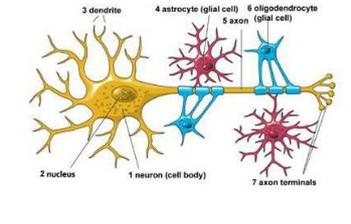


(B) Effetti dell'arricchimento sulla proliferazione cellulare e la neurogenesi nel giro dentato dell'ippocampo. In tutte e tre le condizioni ai ratti venivano somministrate iniezioni di bromodeossiridina (BrdU), un composto chimico che marca i neuroni in divisione (i punti neri nelle fotografie). Gli animali furono sacrificati e i loro cervelli sezionati per l'esame istologico a due intervalli. Sia a breve termine (1 giorno) sia a lungo termine (28 giorni), gli animali di controllo (1,2) mostrarono meno neuroni di nuova generazione rispetto ai ratti negli ambienti con la ruota da esercizio (3,4) e arricchito (5,6). L'ulteriore arricchimento rispetto alla ruota da esercizio, tuttavia, sembra non avere effetto sulla neurogenesi

Arricchimento ambientale durante lo sviluppo



ELEMENTI DI
NEUROANATOMIA
FUNZIONALE

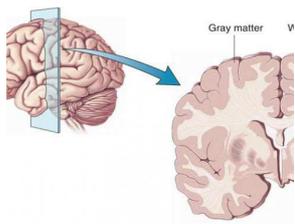


IL SNC CONTIENE PRINCIPALMENTE DUE TIPI DI CELLULE

- NEURONI : CONDUCONO IMPULSI NERVOSI
- CELLULE GLIALI: SUPPORTO STRUTTURALE e ISOLANO SINAPSI (50% DEL TOT. VOLUME DEL SNC)
 - Trasmissione del segnale
 - Supporto strutturale
 - Riparazione neuroni danneggiati
 - Produzione del fluido che circonda i neuroni

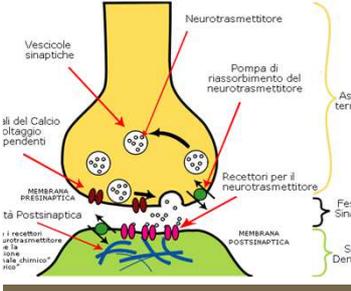
SOSTANZA GRIGIA

- Collocata nel centro del SNC, alla base degli emisferi destro e sinistro, della corteccia e del cervelletto.
- Composta di corpi cellulari, cellule gliali, vasi sanguigni, colorito grigio marrone.



SOSTANZA BIANCA

Ricopre la sostanza grigia e gli assoni che si estendono dai neuroni.



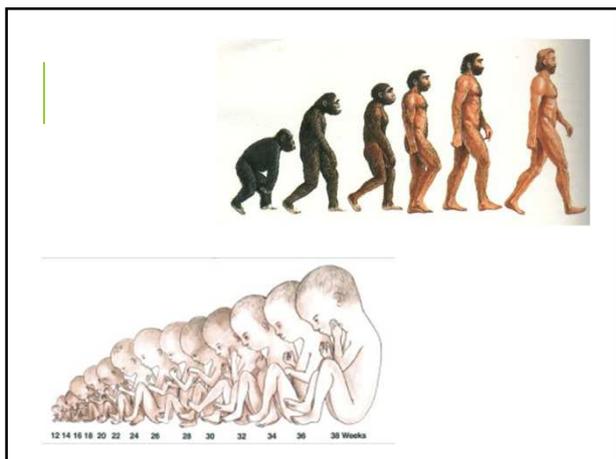
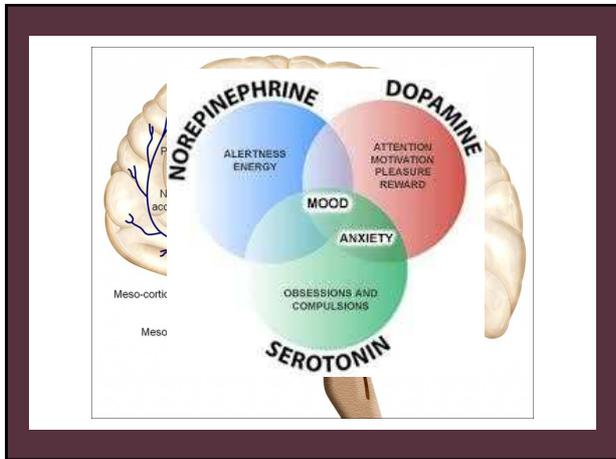
TRASMETTE IMPULSI in aggregati cellulari detti nuclei che hanno specifiche funzioni comportamentali

- Possono modificarsi grazie all'esperienza
- Apprendono dall'esperienza
- Ricordano

UNITÀ FUNZIONALE DI BASE IL NEURONE

I principali neurotrasmettitori e le loro funzioni

Dopamina	<chem>NCC(N)Cc1ccc(O)c(O)c1</chem>	Controlla i livelli di alerta in molte parti del cervello e presiede alle funzioni motorie. Nel morbo di Parkinson si riscontra un calo nei livelli di dopamina con conseguente difficoltà nei movimenti volontari.
Norepinefrina (Noradrenalina)	<chem>NCC(O)c1ccc(O)c(O)c1</chem>	Regola la risposta di funzioni vitali (battito cardiaco, respirazione) in situazioni di stress o pericolo. Induce lo stato di allerta fisico e mentale e regola l'umore.
Serotonina	<chem>NCC1=CC=C2C(=C1)C(=O)N2</chem>	Regola l'umore e il sonno. Difetti nella produzione di serotonina sono alla base di disturbi depressivi. Il Prozac, un farmaco antidepressivo agisce bloccando la rimozione naturale dell'eccesso di serotonina.
Acido γ-aminobutirico (GABA)	<chem>CCC(N)C(=O)O</chem>	Il principale neurotrasmettitore inibitorio. Livelli bassi di GABA determinano crisi epilettiche.
Glutammato	<chem>CCC(N)C(=O)O</chem>	Il principale neurotrasmettitore eccitatorio. Fondamentale nei meccanismi dell'apprendimento e della memoria a lungo termine.
Endorfine, enkefaline (peptidi oppioidi)	<chem>CC(N)C(=O)O</chem>	Regolano le sensazioni di dolore e fame. Endorfine forma abbreviata da "endogenous morphine". Si legano ai recettori degli oppioidi. Invertono il rilascio di dopamina nelle sinapsi.
Me-encefalina: Tyr-Gly-Gly-Phe-Met	<chem>CC(N)C(=O)O</chem>	
Acetilcolina	<chem>CC(=O)NCC</chem>	Controlla le aree del cervello deputate alle funzioni della attenzione, memoria e apprendimento. Pazienti affetti da morbo di Alzheimer hanno bassi livelli di acetilcolina nella corteccia cerebrale.



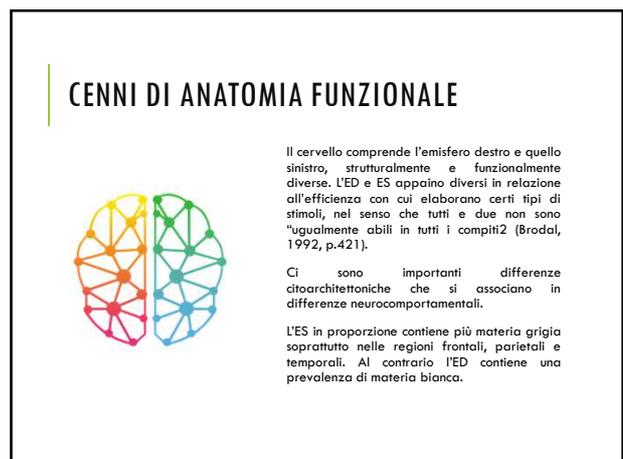
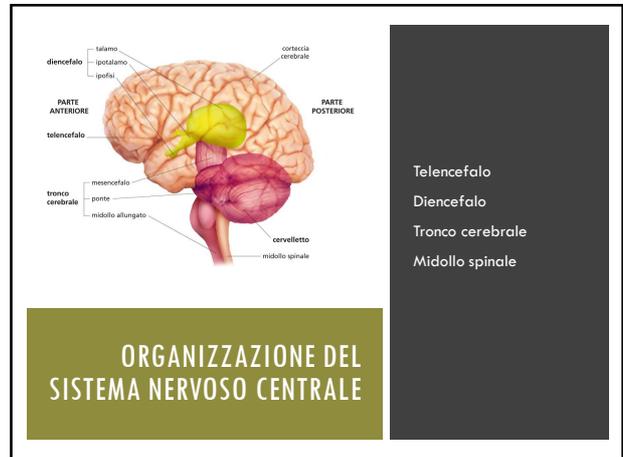
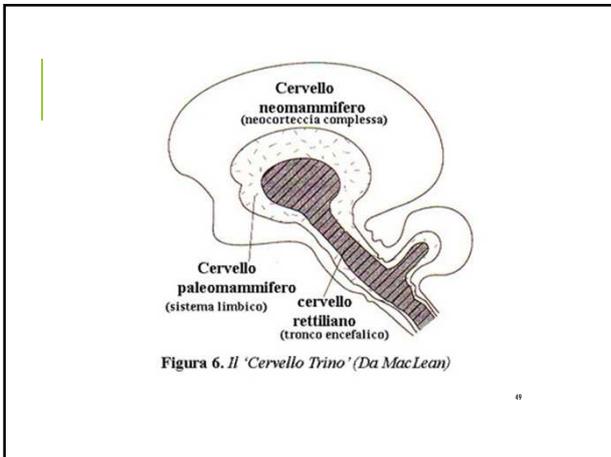
Dentro il cervello strati antichissimi

Che emozioni e ragionamento siano collegati lo dimostra l'architettura del cervello umano. Il suo nocciolo più antico, lo strato più interno posto al termine della spina dorsale, il tronco cerebrale, è la "stanza calda e contorta": il ipocampo, il battito cardiaco, respirazione, erezione.

Sistema limbico. Milioni di anni dopo, questo primo nucleo, presente già nei rettili, fu avvolto da una formazione ad anello, il sistema limbico, dove hanno sede i centri delle emozioni: ipocampo, amigdala, talamo e ipotalamo. Il talamo è un relais di smistamento, nell'amigdala sono depositate paure e ansie; nell'ipocampo i ricordi dei contesti di quelle paure. Attorno al sistema limbico, presente nei primi mammiferi (come i topi) si sviluppò la corteccia, dove vengono elaborate le informazioni giunte dai 5 sensi. Infine, 100 milioni di anni fa, tutto è stato avvolto con l'ultimo strato, la neocorteccia, che nell'uomo è particolarmente sviluppata: qui risiedono ragione, morale, volontà, senso di colpa.

Confronto fra le varie regioni del cervello di un topo, di una mucca e di un uomo.

Labels in the diagram: Amigdala, Talamo, Corteccia, Neocorteccia, Corteccia frontale.



LE DIFFERENZE ANATOMICHE E FUNZIONALI

L'ES ha una maggiore rappresentazioni neurali modalità specifiche nelle corteccie sensoriali;

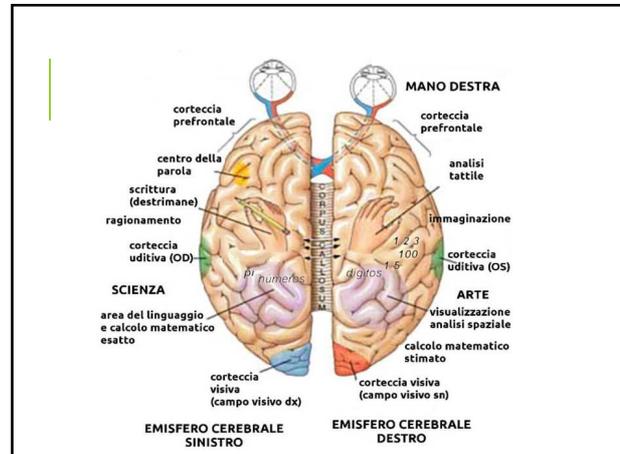
L'ED ha maggiori aree associative in cui le modalità sensoriali convergono;

L'ES è strutturalmente tendente all'elaborazione di singoli moduli, di differenti attività motorie e di integrazione intraregionali;

L'ED è strutturalmente tendente al processamento multi-modulare e all'integrazione intraregionale;

L'ED ha una maggiore capacità di operare con informazioni complesse grazie alle sue molteplici connessioni intraregionali, mentre

L'ES sembra più adatto al processamento di stimoli unimodali. Inoltre l'ED sembra più adatto al processamento di stimoli nuovi, di nuove informazioni, mentre l'ES sembra più adatto a lavorare con informazioni già precedentemente codificate, come ad es. il linguaggio.



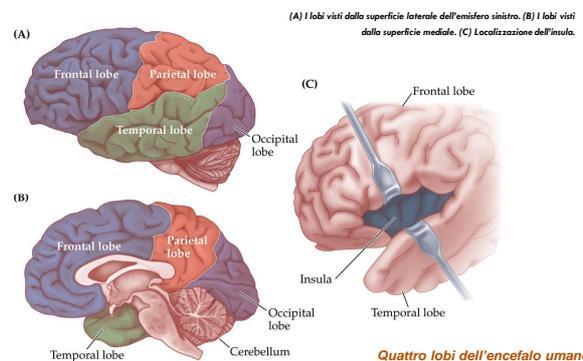
RETE NEURALE

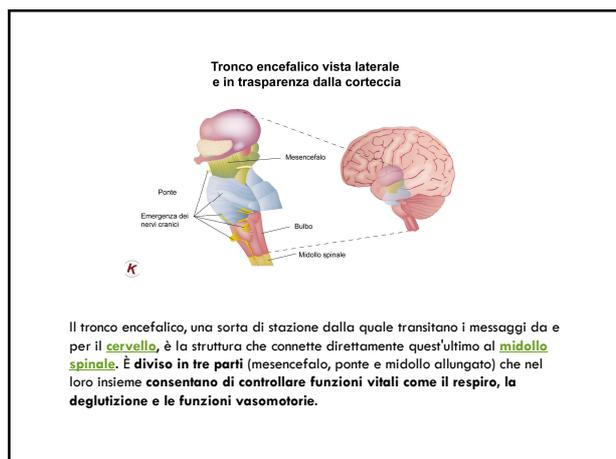
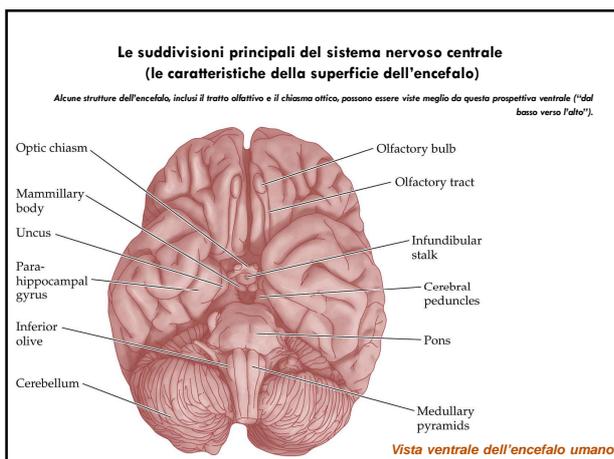
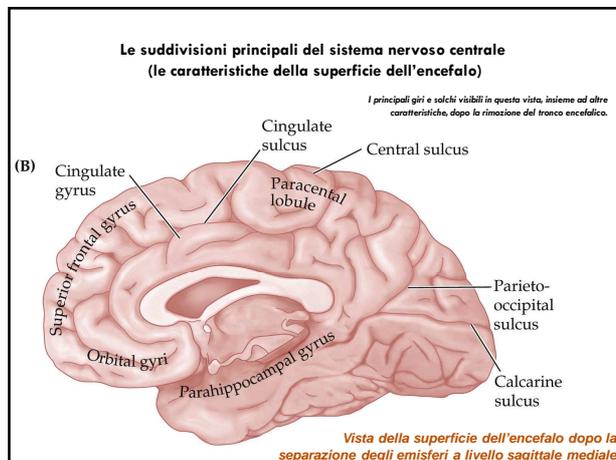
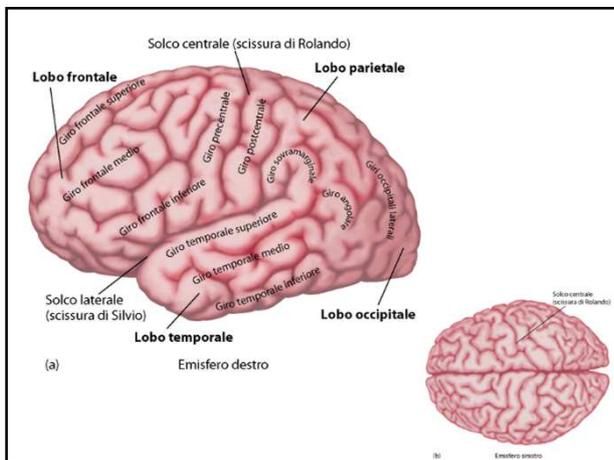


Nelle **neuroscienze**, il termine **rete neurale** viene utilizzato come riferimento a una rete o a un circuito di **neuroni**.

Sono spesso identificati come gruppi di neuroni che svolgono una determinata funzione fisiologica

Le suddivisioni principali del sistema nervoso centrale (le caratteristiche della superficie dell'encefalo)





NUCLEI DELLA BASE



Masse di sostanza grigia negli emisferi cerebrali comprendenti corpo striato (nucleo caudato, putamen, globo pallido).

Connette con vie ascendenti con neocorteccia e talamo con vie nervose discendenti con la strutture del mesencefalo e del midollo.

Coinvolti in funzioni motorie e se danneggiati possono portare a perdita del tono muscolare e disturbi del movimento,

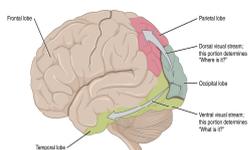
SISTEMA LIMBICO



Struttura del telencefalo estremamente complessa con connessioni estese con la neocorteccia.

- Implicato nei processi emotivi e di memoria
- Analisi e risposta a reazioni di paura
- Monitoraggio della risposta sessuale
- Ricordo di eventi passati
- Risposta a stati emotivi compreso il piacere

LOBI OCCIPITALI



Comprendono la corteccia visiva primaria (dorsale e ventrale) che riceve proiezioni dalla retina attraverso il nucleo genicolato laterale del talamo.

Comprendono aree primarie, secondarie e terziarie.

La corteccia primaria riceve afferenze dal talamo attraverso i lobi temporali. Lesioni a questo livello possono provocare difetti nel campo visivo.

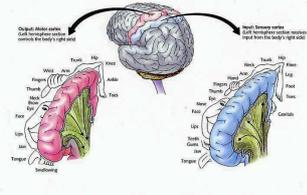
Le regioni secondarie e terziarie sono coinvolte in compiti complessi di percezione visiva, riconoscimento visivo.

LESIONI AI LOBI OCCIPITALI

Discriminazione visiva sensoriale (deficit retinotopico) lesioni a dx campo visivo sinistro lesioni sinistra campo visivo destro

- Acuità
- Forma
- Colore
- Acromatopsia (mondo in bianco e nero)
- Agnosia per i colori
- Cecità corticale
- Agnosia associativa – Categorizzazione semantica (giunzione occipito temporale sinistra)
- Dislessia senza agrafia (Lobo occipitale e splenio)
- Dislessia con agrafia (coinvolgimento del giro angolare)
- Spelling dyslexia (word – form area)

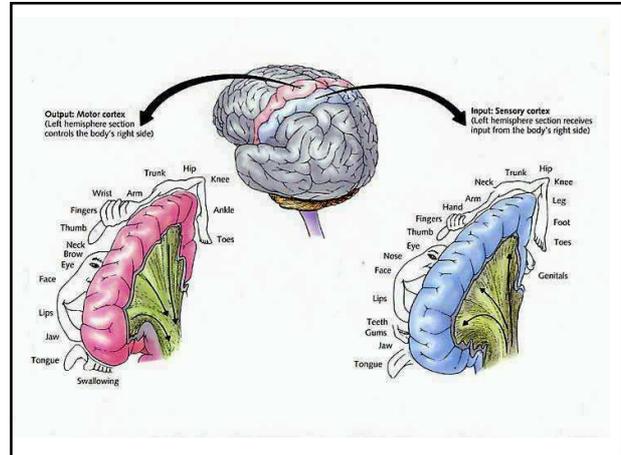
LOBI PARIETALI



Ruolo nella percezione tattile, nel riconoscimento del dolore, pressione, tocco, propriocezione e percezione cinestetica.

CORTECCIA PRIMARIA: è probabilmente un'area di sovrapposizione fra aspetti somatosensitivi e motori. Le funzioni principali sono:

- Riconoscimento della sorgente, della qualità e dell'intensità del segnale doloroso
- Lesioni a questo livello portano a deficit sensoriali relativi alle regioni contralaterali del corpo



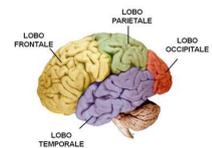
LOBI PARIETALI

Aree associative secondarie.

Proiezioni dalle aree sensitive primarie in regioni più complesse trasportano l'informazione per una loro integrazione ed utilizzazione più complessa e cross-modale.

Lesioni a questo livello producono deficit non nelle singole funzioni ma nei processi integrativi.

Alcuni sostengono che queste regioni regolino ciò che viene misurato dalla maggior parte dei test di intelligenza: pensiero, ragionamento, percezione



LESIONI PARIETALI

Aprassie ideomotorie (imitazioni di posizioni della mano, sequenze motorie complesse, prassie semantiche) Emisfero sinistro

Agnosie visuo spaziale (eminegligenza) lobo parietale destro

Atassia ottica (difficoltà a raggiungere gli oggetti sotto guida visiva) (Solco intraparietale di entrambi gli emisferi)

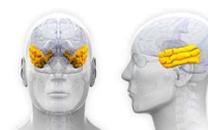
Disorientamento visivo giunzione occipito parietale

Agnosia apperceptiva - Parietale inferiore (prospettive insolite, figure sovrapposte, figura in ombra, figure degradate)

Agrafia (giunz.Parieto/temporale) Agrafia profonda

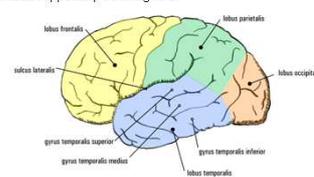
Agrafia (parietale) Agrafia superficiale

LOBI TEMPORALI



Hanno tre divisioni principali:

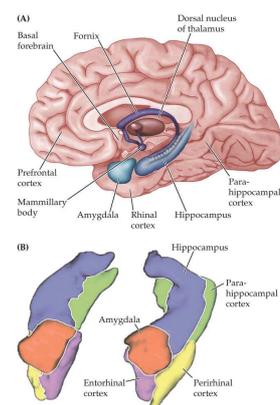
- Regione posteriore del giro temporale superiore (Area di Wernike)
- Regione inferotemporale include la regione associativa temporo occipitale
- Regione temporale mesiale include l'ippocampo e amigdala



LOBI TEMPORALI

La complessità anatomica suggerisce che i LT abbiano diverse funzioni che includono:

- Percezione uditiva (aree associative primarie)
- Analisi del tono emozionale degli stimoli uditivi (aree associative secondarie)
- Codifica mnestica a lungo termine
- Processamento del linguaggio nelle aree associative
- Ruolo nel riconoscimento di facce e oggetti
- Apprendimento di nuove informazioni (soprattutto aree temporo mesiali)



LESIONI

Afasie
Amnesia

LOBI FRONTALI

Struttura corticale più anteriore comprendente corteccia motoria primaria, area premotoria, area di Broca la corteccia mediale e la corteccia prefrontale

Labels in diagram: Area prefrontale, Area premotoria, Corteccia motoria primaria, Solco centrale, Corteccia primaria somestesica, Area del gusto, Area di associazione somestesica, Area di associazione visiva, Corteccia visiva, Area sensoriale della parota (area di Wernicke), Corteccia uditiva primaria, Area di associazione uditiva, Area motoria della parota (area di Broca).

LOBI FRONTALI

CORTECCIA PREMOTORIA

Posta anteriormente rispetto alla corteccia motoria primaria coinvolta nel controllo degli arti e del corpo in particolare rispetto alla fluidità.

In relazione col sistema limbico che influenza a livello di motivazione e attenzione aspetti della funzione motoria

Labels in diagram: Area prefrontale, Area premotoria, Corteccia motoria primaria, Solco centrale, Corteccia primaria somestesica, Area del gusto, Area di associazione somestesica, Area di associazione visiva, Corteccia visiva, Area sensoriale della parota (area di Wernicke), Corteccia uditiva primaria, Area di associazione uditiva, Area motoria della parota (area di Broca).

LOBI FRONTALI

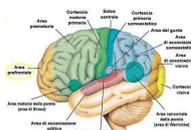
CORTECCIA MOTORIA PRIMARIA

Il sistema motorio comprende la corteccia motoria primaria, le aree premotorie ed in misura minore le aree prefrontali, ciascuna con funzioni specifiche

- Corteccia primaria : coinvolta nell'esecuzione e il mantenimento di semplici funzioni motorie;
- Area premotoria dirige l'area motoria
- La corteccia prefrontale influenza la pianificazione la flessibilità e il comportamento motorio come risultato di input esterni ed interni.
- Riceve afferenze dai lobi parietali, dal cervelletto e dal talamo e manda efferenze al sistema reticolare

Labels in diagram: Area prefrontale, Area premotoria, Corteccia motoria primaria, Solco centrale, Corteccia primaria somestesica, Area del gusto, Area di associazione somestesica, Area di associazione visiva, Corteccia visiva, Area sensoriale della parota (area di Wernicke), Corteccia uditiva primaria, Area di associazione uditiva, Area motoria della parota (area di Broca).

LOBI FRONTALI CORTECCIA PREFRONTALE



Riceve segnali afferenti da talamo che poi proietta all'ipotalamo. Ha connessioni con il sistema limbico.

Connette con le aree associative poste nei lobi temporali, parietali e occipitali e col cervelletto.

Queste intricate connessioni con regioni corticali e sottocorticali consentono altissime funzioni integrative.

Giudizio, insight, pianificazione, pensiero sequenziale, monitoraggio online dell'azione

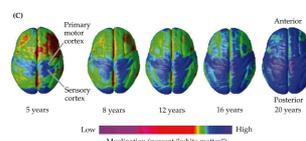
MATURAZIONE

Rapida variazioni di densità dalla nascita fino ai 15 mesi.

Densità sinaptica cresce fino a 2 anni di età quando è circa il 50% di quella adulta;

Crescerà fino a 16 anni di età per poi decrescere gradualmente per un "affinamento qualitativo"

Cambiamenti strutturali connessi con cambiamenti comportamentali (linguaggio, funzioni esecutive, funzioni emotive)



LESIONI AI LOBI FRONTALI

Aprassie (Emisfero Sinistro) Eseguire singoli movimenti ripetitivi con la mano
 Coordinazione bimanuale di movimenti ripetitivi
 Imitazione di posizioni della mano
 Sequenze di azioni
 Cesti familiari
 Utilizzazione di oggetti

Aprassie costruttive (Emisfero DX), Cubi
 Deficit attentivi e di controllo del comportamento (porzioni mesiali e orbitali)

Deficit delle funzioni esecutive (attenzione - WM)

Afasie motoria

Partecipa alle attività di alto livello integrativo

IL PROCESSO MENTALE



Lurija ha strutturato un modello funzionale capace di definire le condizioni anatomico-fisiologiche sottese al processo mentale all'interno del Sistema Funzionale.

UNITÀ FUNZIONALI

La **terza unità funzionale**, è deputata alla formulazione delle intenzioni, dei piani e dei programmi attuativi ed alla verifica della loro corretta traduzione effettuale. La definizione stessa dei compiti propri di questa unità ne esprime un livello così elevato che è compatibile solo con la massima espressione evolutiva filogenetica: con l'acquisizione, cioè, del contingente neuronale della porzione prefrontale del lobo frontale.

