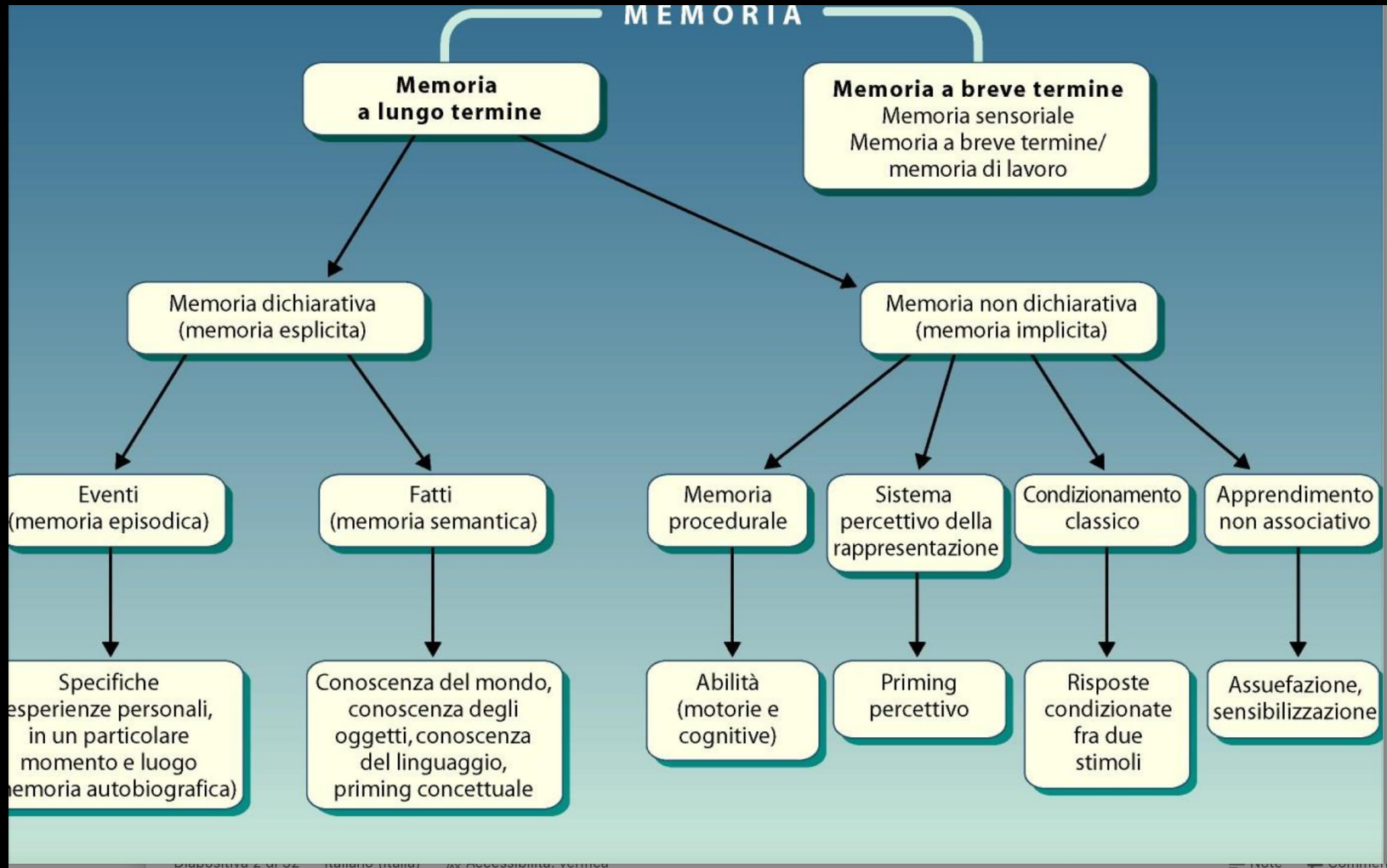


# Apprendimento e memoria

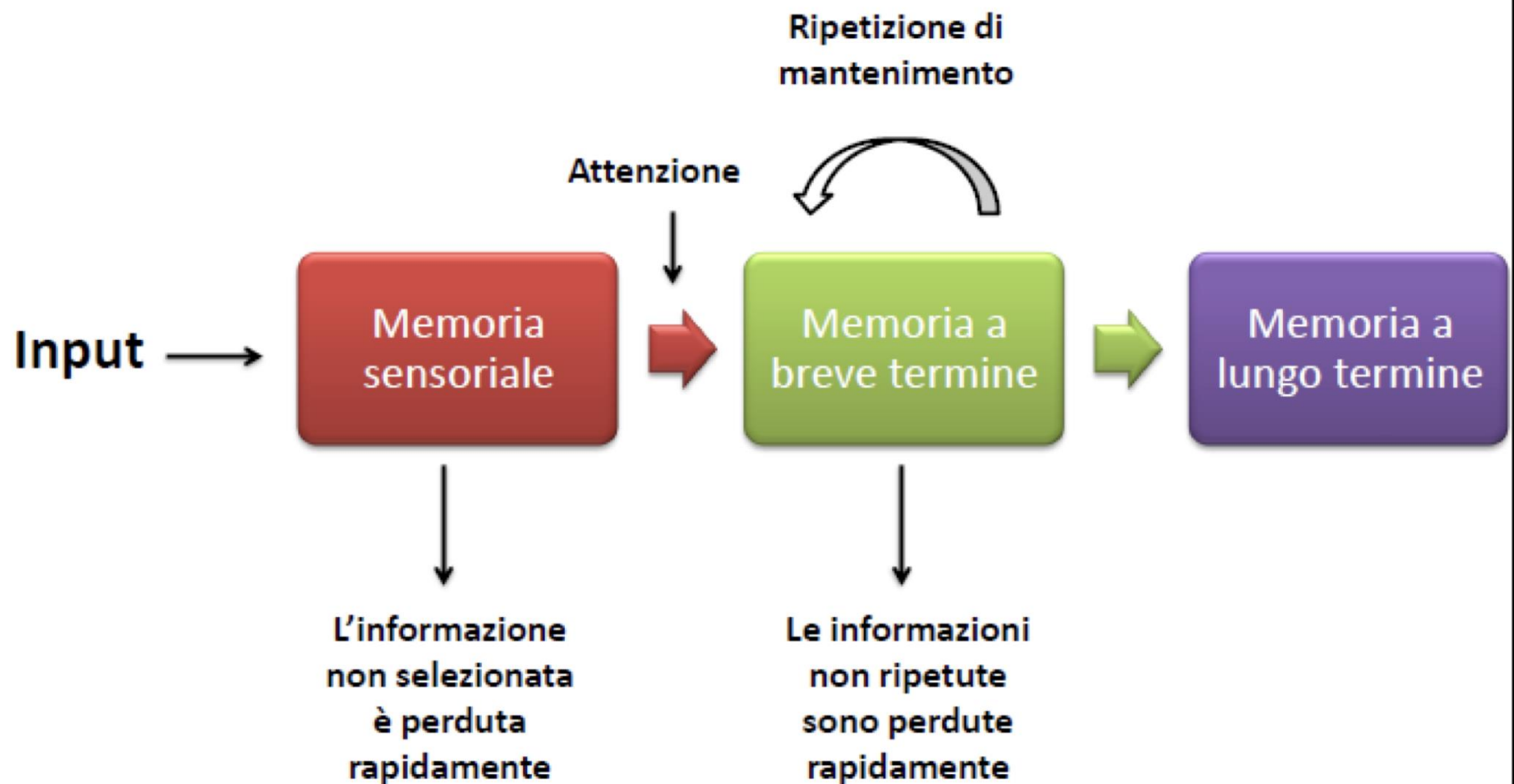
# Memory Systems

L'apprendimento e' il processo di acquisizione di nuove informazioni. Il risultato di tale apprendimento e' la memoria.



# Elaborazione delle informazioni

## Modello della memoria di Atkinson e Shiffrin (1968)



## MEMORIA A BREVE TERMINE

### Funzione

- Processamento conscio dell'informazione

### L'attenzione è la chiave

- I limiti di quale informazione viene sotto il cono di luce della memoria a breve termine a ogni dato momento

### Capacità limitata

- Può mantenere  $7 \pm 2$  item per circa 20 secondi

### Reiterazione

- L'uso della ripetizione favorisce il mantenimento dell'informazione nella MBT

4 3 9 0 2 6 4 1 9 7 8 3 2 5 6 2 0 1 9 7

Magico numero 7 + o - 2

<i>Sequenze</i>	<i>Riproduzione del Soggetto</i>	<i>Span</i>
<b>Prove Preliminari:</b>		
<b>2 - 4</b>		<b>2</b>
<b>3 - 6</b>		
<b>5 - 8 - 2</b>		<b>3</b>
<b>6 - 9 - 4</b>		
<b>6 - 4 - 3 - 9</b>		<b>4</b>
<b>7 - 2 - 8 - 6</b>		
<b>4 - 2 - 7 - 3 - 1</b>		<b>5</b>
<b>7 - 5 - 8 - 3 - 6</b>		
<b>6 - 1 - 9 - 4 - 7 - 3</b>		<b>6</b>
<b>3 - 9 - 2 - 4 - 8 - 6</b>		
<b>5 - 9 - 1 - 7 - 4 - 2 - 8</b>		<b>7</b>
<b>4 - 1 - 7 - 9 - 3 - 8 - 6</b>		
<b>5 - 8 - 1 - 9 - 2 - 6 - 4 - 7</b>		<b>8</b>
<b>3 - 8 - 2 - 9 - 5 - 1 - 7 - 4</b>		
<b>2 - 7 - 5 - 8 - 6 - 2 - 5 - 8 - 4</b>		<b>9</b>
<b>7 - 1 - 3 - 9 - 4 - 2 - 5 - 6 - 8</b>		

## SPAN DI MEMORIA VISUO SPAZIALE

<https://www.youtube.com/watch?v=hWLa92GCUrk>

## DIGIT SPAN

<https://www.youtube.com/watch?v=9xyWMy8yfwc>

# LA MEMORIA DI LAVORO

La memoria di lavoro (working memory) rappresenta un magazzino a capacità limitata per mantenere le informazioni per un breve periodo di tempo e per eseguire le operazioni mentali su contenuti di questo magazzino (manipolazione). Per esempio, possiamo ricordare una lista di numeri e possiamo anche sommarli (manipolarli) mentalmente usando la memoria di lavoro.

Baddeley e Hitch hanno suddiviso la memoria di lavoro in tre parti: **ESECUTIVO CENTRALE** che presiede e coordina le interazioni tra il taccuino visuo-spaziale e il loop fonologico.

**IL CIRCUITO FONOLOGICO**: è un meccanismo per la codifica dell'informazione acustica nella memoria di lavoro; è quindi modalità specifico.

**TACCUINO VISUO-SPAZIALE**: è un magazzino di memoria a breve termine che consente l'immagazzinamento dell'informazione secondo un codice puramente visivo o visuospaziale.



## **Memoria a lungo termine (M.l.t.)**

- Riceve informazioni dal magazzino di m.b.t.
- Ha capacità illimitata di immagazzinamento di informazioni
- Le informazioni vi possono risiedere per un tempo indefinito

All'interno della MLT si distinguono (Anderson 1983):

## MEMORIA A LUNGO TERMINE

**ESPLICITA  
DICHIARATIVA**

**IMPLICITA  
NON DICHIARATIVA**

**Episodica**

**Semantica**

Forme di MLT che sono rievocate consapevolmente e descritte come ricordi di eventi, fatti e idee

I ricordi devono essere richiamati attraverso un processo volontario

Forme di MLT non consapevoli, in cui l'apprendimento si manifesta con modifiche al comportamento

# **MEMORIA DICHIARATIVA**

distinta in (Tulving, 1972):

- 1) Memoria EPISODICA
- 2) Memoria SEMANTICA

## 1) MEMORIA EPISODICA

Si riferisce ad eventi con un preciso contesto spazio-temporale.

Ci consente di rispondere a domande del tipo 'Qual è l'ultimo film che hai visto?', 'Cosa hai fatto ieri sera?'

Riguarda i ricordi auto-referenziali, che si riferiscono alla persona stessa che ricorda (*memoria autobiografica* → i ricordi episodici sono alla base della nostra identità).

E' influenzata dall'esperienza soggettiva della persona che ricorda e permette di ricordare in qualsiasi momento certi eventi episodici della propria vita che la rendono unica, diversa da ogni altra.

Tende quindi ad essere autobiografica e riguarda l'immagazzinamento e il recupero di avvenimenti e di episodi temporalmente databili, localizzabili spazialmente ed esperiti personalmente.

## 2) MEMORIA SEMANTICA

Contiene la conoscenza generale che abbiamo del mondo: concetti, regole, linguaggio.

La sua caratteristica è che possiamo usare le conoscenze in essa contenute senza fare riferimento alle circostanze in cui sono state acquisite.

Così, ad es., sappiamo che l'area del triangolo è data dalla base per l'altezza diviso due, senza ricordare come e quando abbiamo imparato tale regola.

# LA MEMORIA NON DICHIARATIVA

Nota anche come memoria implicita e include:

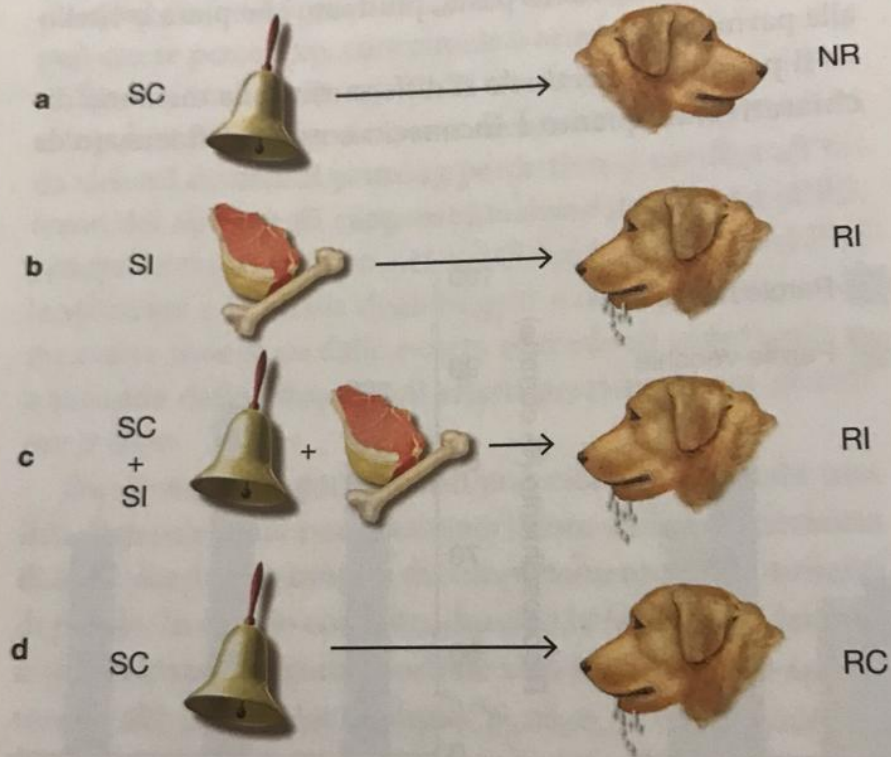
**La MEMORIA PROCEDURALE:** una forma di memoria non dichiarativa è la memoria procedurale che è richiesta per compiti che comprendono l'apprendimento di abilità motorie come andare in bicicletta e nuotare.

**Il PRIMING (facilitazione, innesco)** che indica un cambiamento nella risposta a uno stimolo, o nella capacità di identificarlo, dovuto a una precedente esposizione a quello stimolo.

**IL CONDIZIONAMENTO:** nel condizionamento classico chiamato anche (pavloviano) uno stimolo altrimenti neutro per l'organismo viene accoppiato a uno stimolo incondizionato divenendone associato. In seguito a quest'associazione, lo stimolo condizionato è in grado di evocare una risposta condizionata simile a quella tipicamente provocata dallo stimolo incondizionato.



# IL CONDIZIONAMENTO CLASSICO (PAVLOVIANO)



**Figura 9.13** Condizionamento classico (pavloviano).

(a) Quando uno stimolo è presentato e non ha alcun significato per un animale, come il suono di una campanella (SC), non c'è una risposta (NR). (b) In confronto, la presentazione di uno stimolo significativo come il cibo (SI) genera una risposta incondizionata (RI). (c) Quando il suono è accoppiato con il cibo, l'animale apprende l'associazione. (d) Successivamente, il nuovo stimolo condizionato (SC) da solo può provocare la risposta, che è ora chiamata *risposta condizionata* (RC).



L'apprendimento di nozioni  
esplicite si declina nei seguenti  
processi

# 1)Codifica

Processo mediante il quale **concentriamo la nostra attenzione su informazioni nuove** e le **analizziamo**.

La codifica richiede **un'associazione logica** della nuova informazione con quelle preesistenti.

Si declina in 2 Stadi:

**Acquisizione:** Selezione delle informazioni **rilevanti** (ovvero info rilevanti allo scopo) da quelle **irrilevanti**. Quelle rilevanti verranno trasferite nella MBT.

**Consolidamento:** Si caratterizza per la presenza di **cambiamenti strutturali** a livello sinaptico e per la **sintesi di nuove proteine**.

## 2) Conservazione/Immagazzinamento

Si fa riferimento ai **meccanismi** e ai **siti** mediante i quali l'informazione viene mantenuta nel tempo dopo la codifica.

La capacità della **MLT** appare **illimitata**, al contrario della **Memoria di Lavoro (WM)**.

### 3) Recupero

Fa riferimento ai processi che consentono di **richiamare ed utilizzare** le informazioni conservate in memoria.

Tale processo avviene mediante **riunione di diversi tipi di informazione** distribuite lungo le **corteccie associative** uni e polimodali.

# Il caso HM

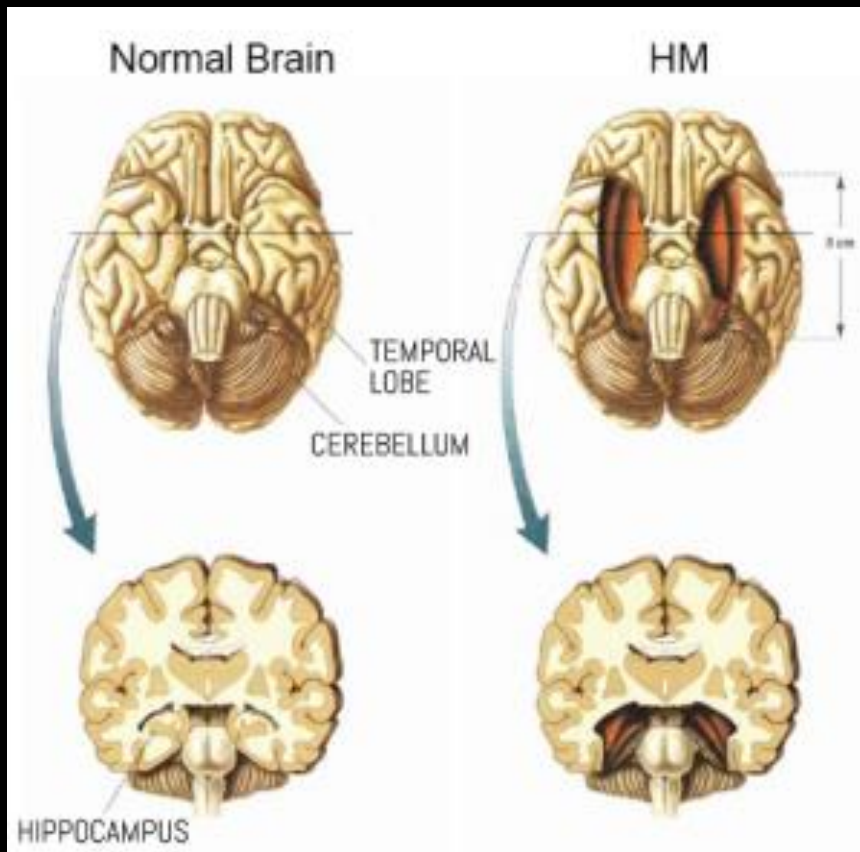
- H. Molaison aveva 9 anni quando fu investito da un ciclista. Cadendo a terra, sbatté la testa. Correva l'anno **1935** e H.M. si rivolse al medico perché a seguito dell'incidente aveva iniziato a sperimentare continue convulsioni che gli causavano momentanee **perdite di coscienza.**



HM visse così per altri due decenni, finché le **convulsioni** divennero così gravi da impedirgli di condurre una vita normale. **Perdeva conoscenza sempre più spesso**, motivo per cui perse il suo lavoro di meccanico.

# Il caso del paziente H.M.

L'asportazione bilaterale del lobo temporale causò **amnesia anterograda**



# Brenda Milner



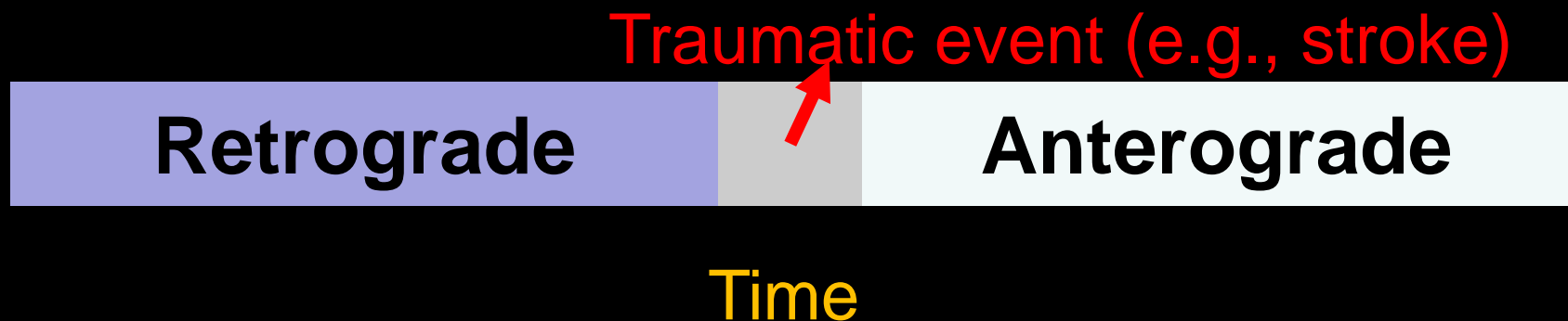
# Amnesia anterograda vs. amnesia retrograda

- Amnesia anterograda

Il paziente non è in grado di memorizzare informazioni **successive** all'evento che ha causato amnesia.

- Amnesia retrograda

Il paziente è in grado di codificare nuove informazioni mentre appare gravemente compromessa la capacità di richiamare a mente informazioni **precedenti** al trauma.





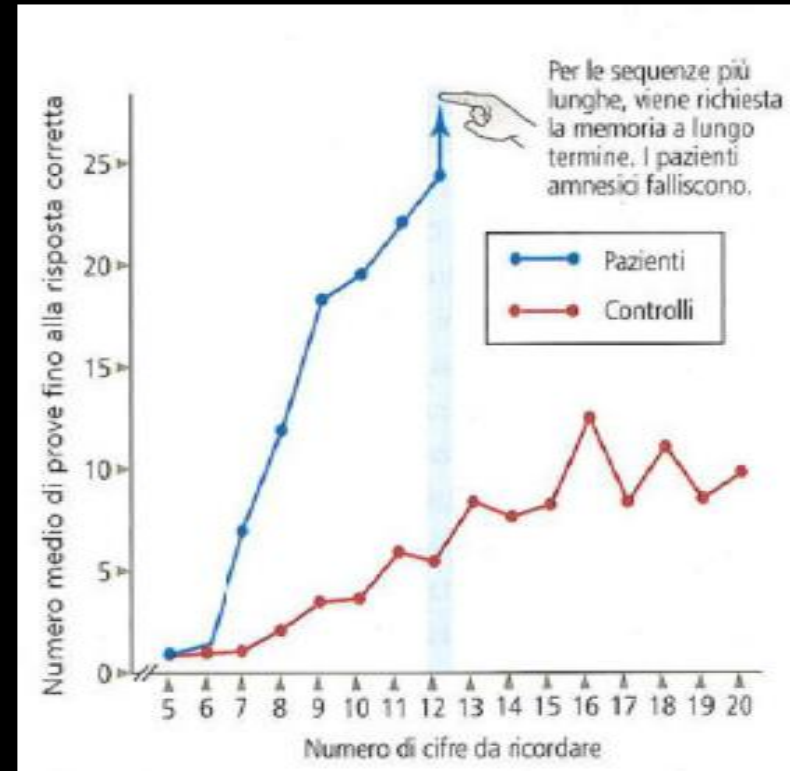
# La memoria del paziente H.M.

## Abilità compromesse:

- Incapacità di ricordare per più di un minuto nuove info riguardanti persone, luoghi, oggetti.
- Riduzione delle abilità di orientamento spaziale.
- Incapacità di trasferire info dalla MBT alla MLT.

## Abilità conservate:

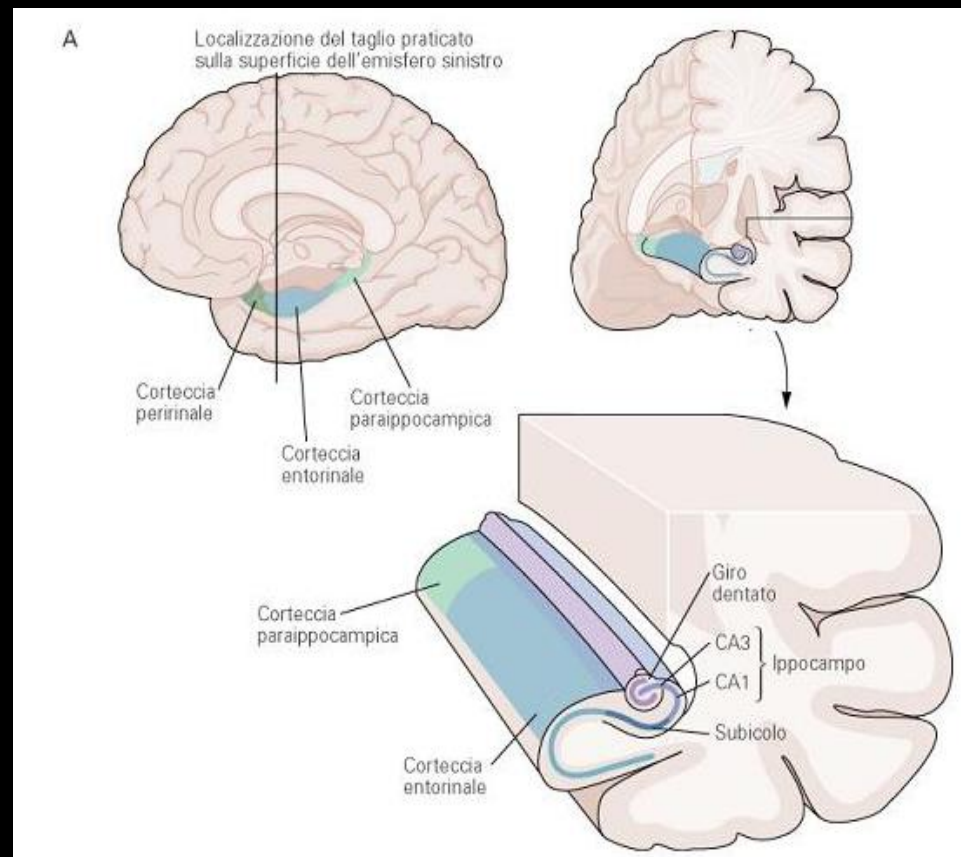
- MLT degli eventi precedenti l'intervento chirurgico.
- MBT.
- Vocabolario inalterato.
- Apprendimento di nuove abilità procedurali.
- Apprendimento riflessivo (**condizionamento** classico ed operante, sensibilizzazione).



# Lesioni ippocampali compromettono la memoria esplicita e la rappresentazione spaziale degli oggetti

Insieme al lobo temporale al paziente H.M. sono stati rimossi porzioni dell'ippocampo:

- Corteccia entorinale
- Corteccia paraippocampale
- Corteccia peririnale



# Cosa fa l'Ippocampo?

Diverse evidenze suggeriscono che l'Ippocampo potrebbe essere una sede transitoria delle tracce di MLT.

Lesioni ippocampali compromettono il consolidamento di nuove tracce (amn. ant.) ma non il recupero di ricordi precedenti l'evento lesionale

Lesioni ippocampali compromettono **la memoria spaziale** come suggerito da studi su topi di laboratorio in un labirinto.

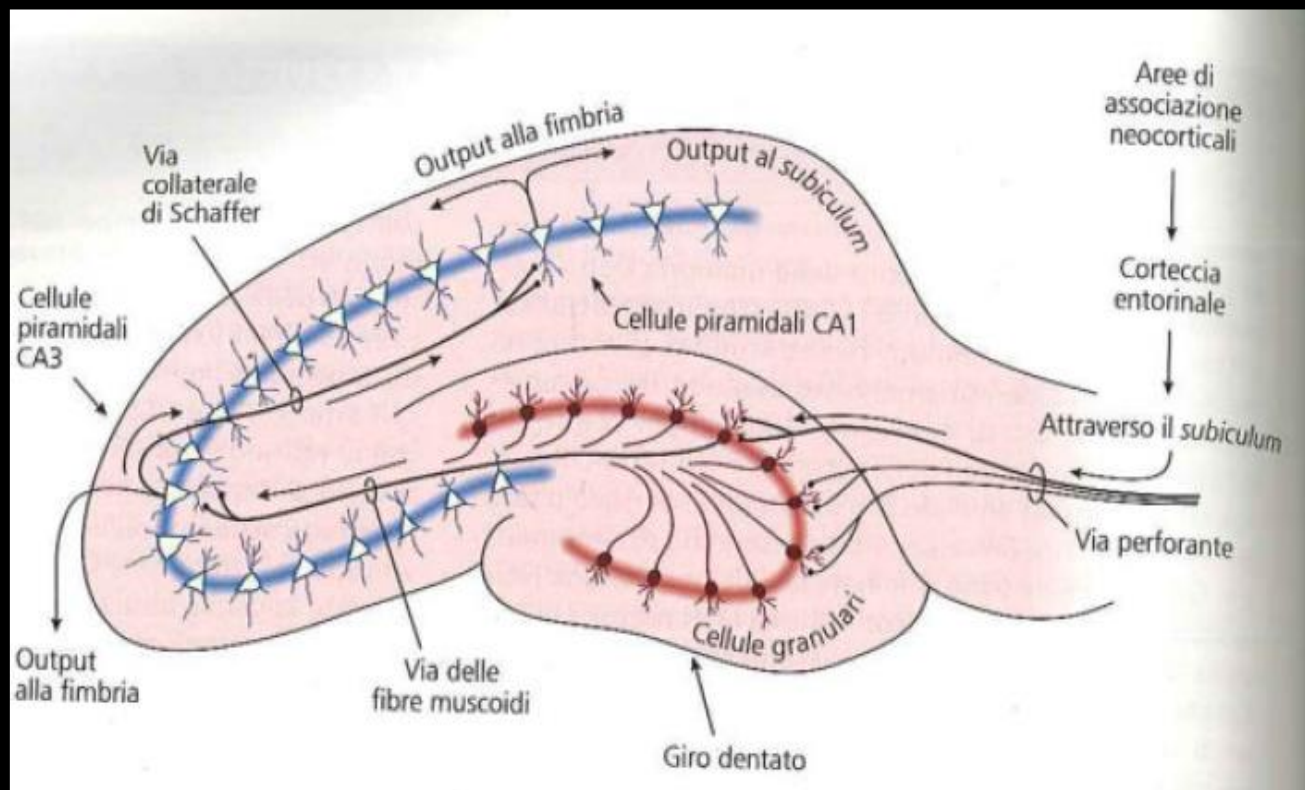
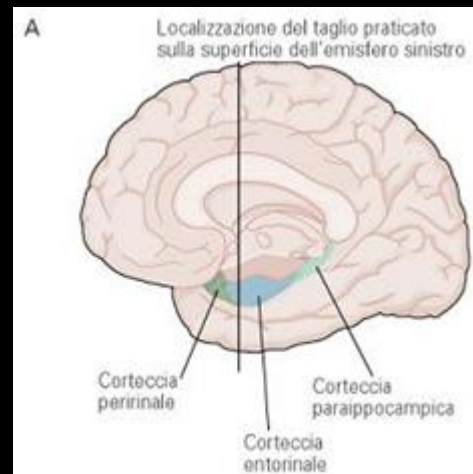
# Anatomia dell'Ippocampo

Le aree associative del neocortex proiettano alla **corteccia entorinale** tramite la paraippocampale e peririnale.

A sua volta la corteccia entorinale proietta **inputs eccitatori** sulle **cellule granulari** del giro dentato attraverso la via perforante.

Qui le **fibre muscoidi** connettono le **cellule granulari** con le cellule piramidali **CA3**.

I **collaterali di schaffer** connettono le piramidali **CA3** con quelle di **CA1**.

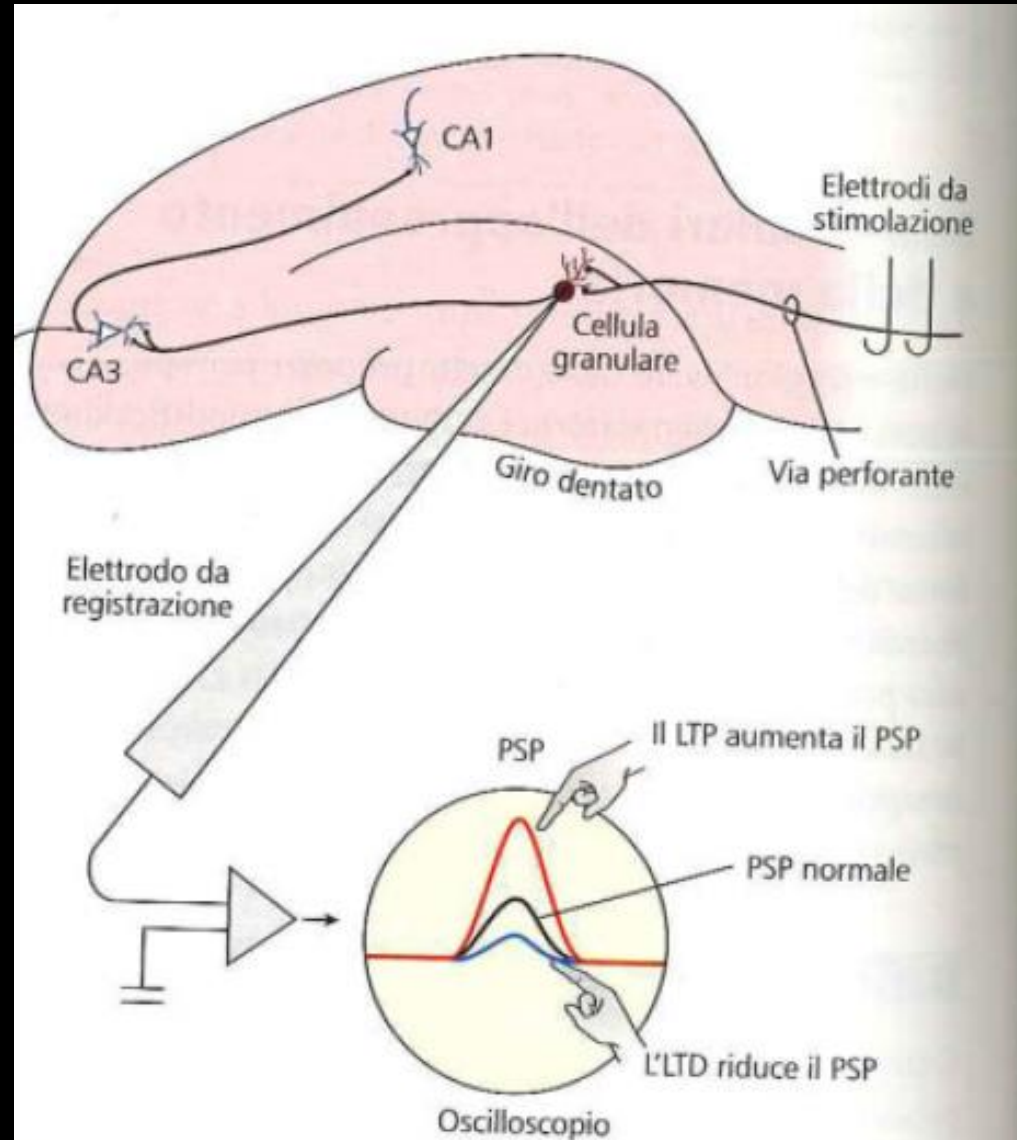


# I processi di apprendimento sono mediati da LTP e LDP

Bliss and Lomo dimostrano che la stimolazione eccitatoria (100 impulsi/sec) della **via perforante** causa un aumento a lungo termine dei **PPSE** descritto anche col termine **LTP**.

LTP puo' durare anche giorni/settimane e ha come effetto quello di **rafforzare l'attivita' sinaptica**.

Quando invece la frequenza degli impulsi era bassa si verificava il fenomeno opposto (**LTD**).





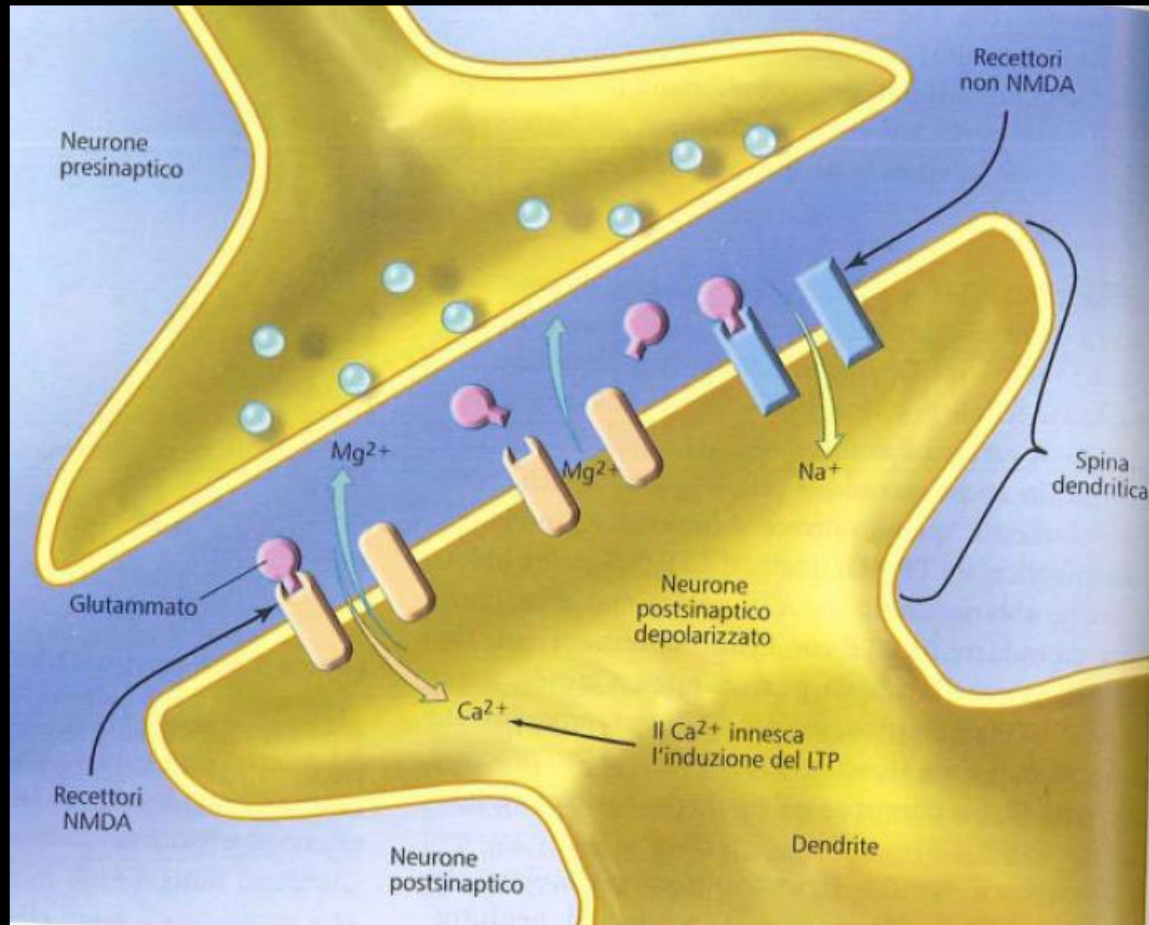
# Molecole e recettori coinvolti nel processo LTP

Attraverso il rilascio di **glutammato**

L'apertura dei canali presenti sui recettori **NMDA** consente l'ingresso di  $\text{Ca}^{2+}$  e l'uscita di  $\text{Mg}^{2+}$ .

$\text{Ca}^{2+}$  in definitiva coadiuverà i processi che porteranno a LTP

La rilevanza dei recettori **NMDA** per LTP è dimostrata dal fatto che il **blocco** di tali recettori **ostacola l'LTP**.



# Dove vengono conservate le tracce di memoria?

le tracce di memoria vengono conservate **nelle cortecce associative unimodali e polimodali**, ove sono disponibili un diversificato spettro di informazioni di natura percettiva (visiva, acustica, tattile ect) ed emotiva.

Seguendo questo ragionamento è plausibile ritenere che **non esiste un unico magazzino per le tracce di memoria**, piuttosto immagazzinamenti dedicati in relazione alle caratteristiche percettive ed affettive dell'oggetto.

## Come vengono recuperate?

### L'attività di banding (raggruppamento) dell'ippocampo

L'ippocampo sembrerebbe implicato:

- Nei processi che coadiuvano il **consolidamento** di una nuova informazione.
- Nei processi di **recupero** della traccia memorizzata.

**L'ippocampo** riesce a collegare in una sola traccia mnemonica tutti gli aspetti che riguardano un ricordo, **attivando all'unisono** le differenti caratteristiche sensoriali dell'oggetto.



Prove a supporto dell'ipotesi del multi-immagazzinamento delle tracce di memoria in pazienti affetti da agnosia.

Agnosia visiva  
apperceettiva

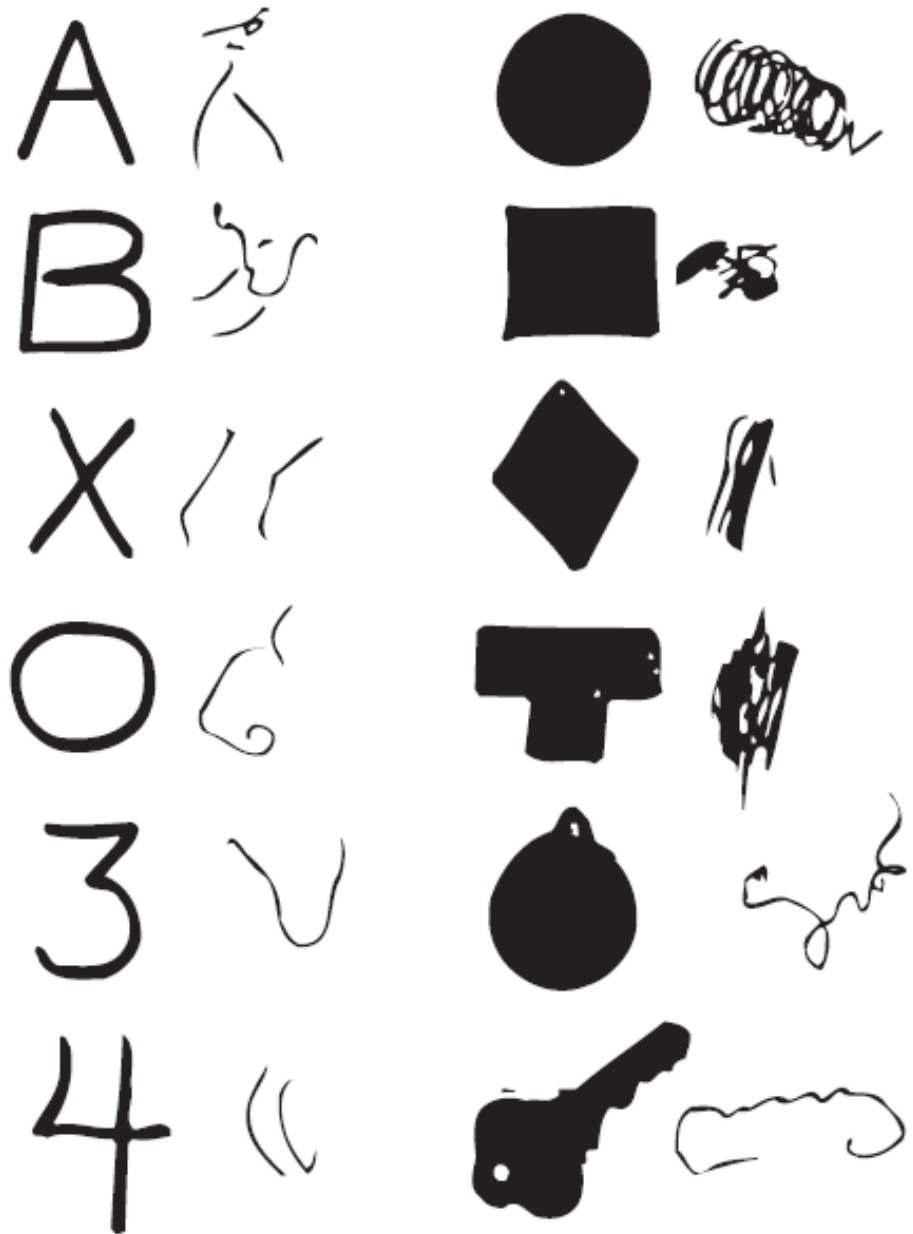
Agnosia  
associativa

Prosopoagnosia

# Agnosia visiva appercettiva

- Lesione:  
**Lobo occipitale**

- Sintomi:  
I pazienti **non sono in grado di disegnare** gli oggetti ma possono denominarli se vengono loro mostrati.



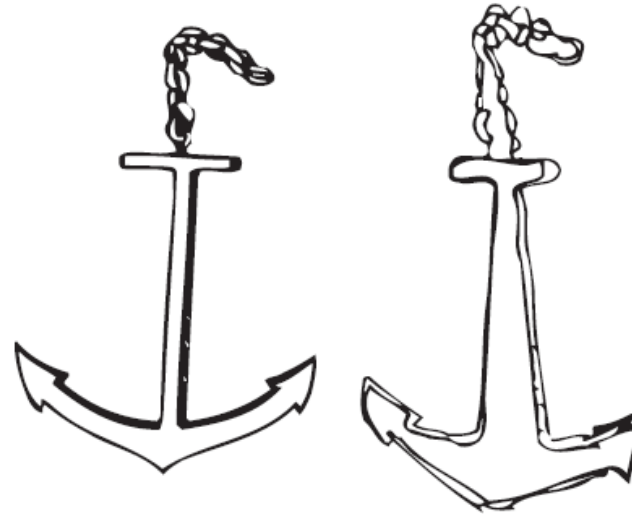
# Agnosia associativa

- Lesione:

Corteccia parietale  
posteriore

- Sintomi:

I pazienti sono in grado di disegnare ma **non sono in grado di denominare l'oggetto.**



(A) Con modello da copiare



(B) Senza modello da copiare

# Prosopoagnosia

- Lesione:  
**Corteccia infero-temporale.**

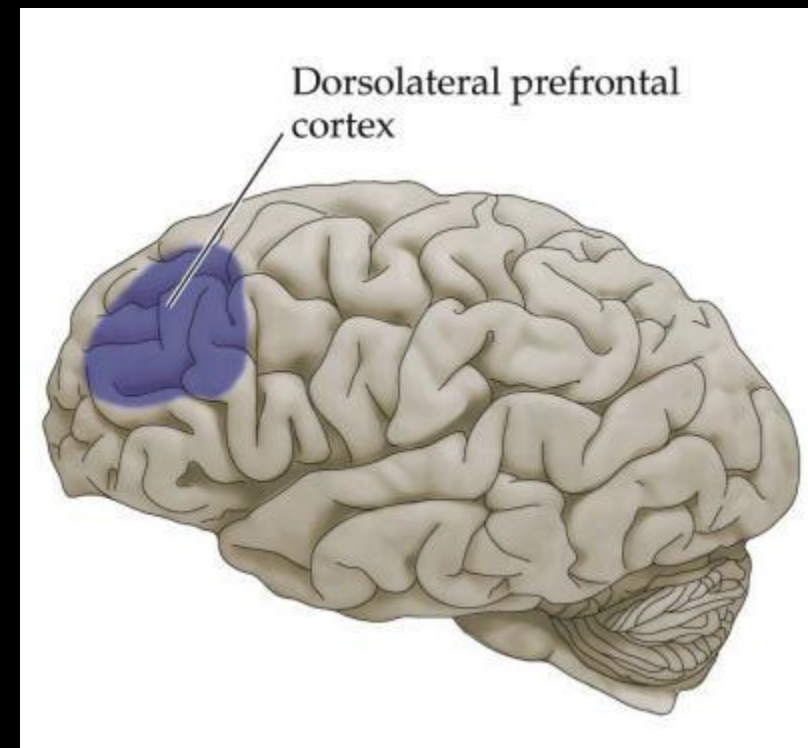
- Sintomi:  
Incapacità di riconoscere volti **familiari** ma anche imparare a riconoscere nuove fisionomie.



# Il ruolo della corteccia prefrontale nella memoria degli eventi autobiografici

Le regioni prefrontali del neocortex giocherebbero un ruolo nel ricordo del **dove** e del **quando** è successo un episodio del passato.

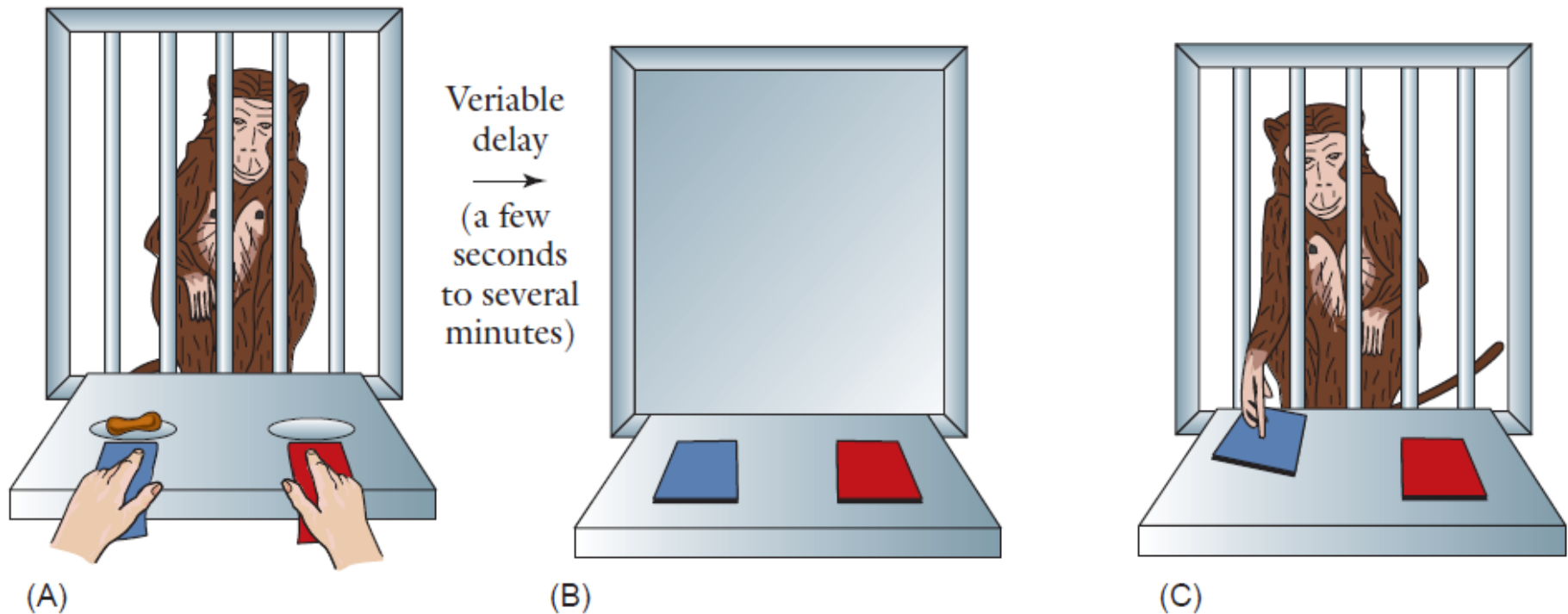
Una lesione **prefrontale dx** può causare amnesia, ovvero **deficit** di recupero **episodico** di una informazione.



## Il paradigma di risposta ritardata mostra il ruolo della DLPFC nella memoria di lavoro (MBT)

- (A) L'animale vede del cibo posto sotto un oggetto.
- (B) Quindi uno schermo scende, impedendo alla scimmia di vedere le ciotole.
- (C) Dopo un ritardo variabile, lo schermo si alza e l'animale sceglie una tra le 2 opzioni ottenendo il boccone di cibo se la scelta è corretta.

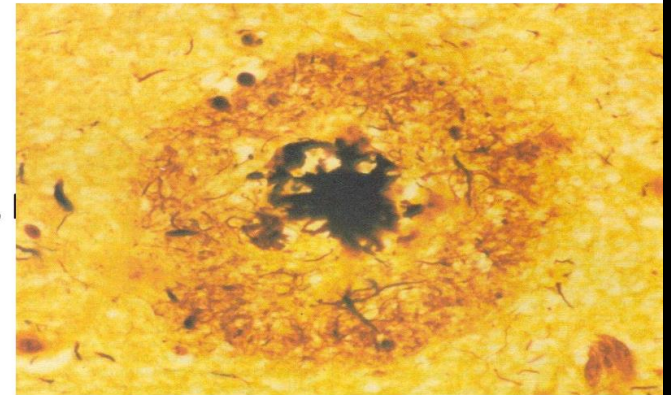
Le scimmie con danno DLPFC non possono eseguire correttamente l'operazione quando il ritardo è più lungo di **1 secondo**.



# Alzheimer's Disease:

- Aspetti clinici:
- deficit mnemonici precoci, seguiti da un graduale peggioramento delle altre facoltà cognitive. I principali cambiamenti neuropatologici sono riscontrati prima nell'ippocampo, e in seguito nelle corteccie associative e strutture sottocorticali come l'amigdala e il nucleo basale del Meynert

- Neuropatologia:
  - ✓ massiva perdita di neuroni e sinapsi in siti specifici (ippocampo, l
  - ✓ Placche Beta-amiloidi
  - ✓ Lesioni neurofibrillari





L'Alzheimer (AD) è caratterizzata da progressiva perdita di memoria e di altre funzioni cognitive. Generalmente passa più o meno un decennio prima che la malattia prenda il suo corso e i pazienti muoiono in uno stato di completa impotenza.

L'AD provoca :

- ✓ grande perdita di peso e volume del cervello e colpisce alcune regioni del cervello, ad esempio, di cellule piramidali a lamina II della corteccia entorinale e nella regione dell'ippocampo
- ✓ perdita di processi neuronali.
- ✓ diminuzione progressiva dello spessore corticale in varie regioni del cervello con la risonanza magnetica (MRI) nei pazienti con AD, in correlazione con il declino cognitivo, e prevedere la conversione da deterioramento cognitivo lieve (MCI) ad AD .

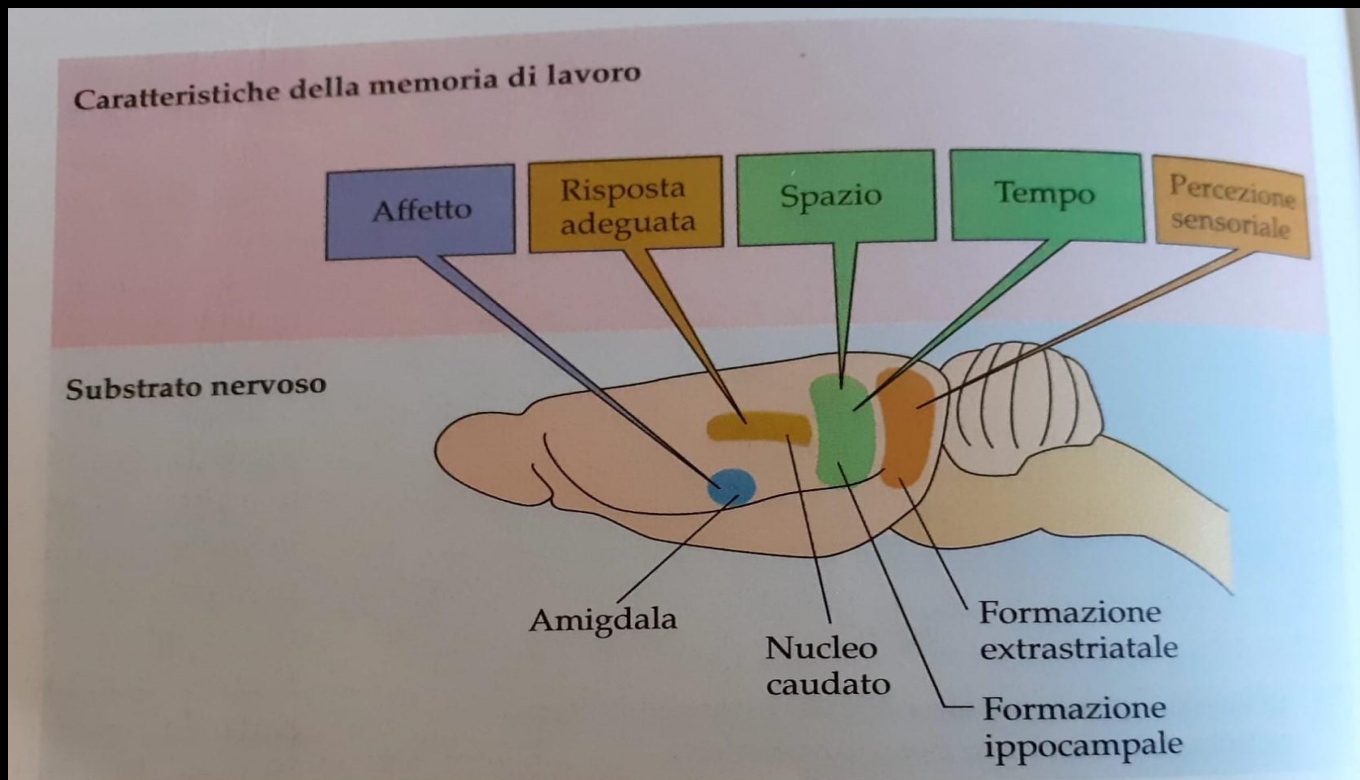
l'AD non si limita a silenziare i neuroni e le reti neurali, ma piuttosto fa **un'aberrante attività di rete che potrebbe interferire attivamente con i processi complicati alla base dell'apprendimento, della memoria e delle altre funzioni cognitive**. Inoltre, l'iperstimolazione di specifiche popolazioni neuronali potrebbe causare eccitotossicità, che probabilmente contribuisce alla neurodegenerazione in AD e nelle condizioni correlate.

**La perdita di sinapsi e spine dendritiche si correla meglio al declino cognitivo in AD della perdita di neuroni**



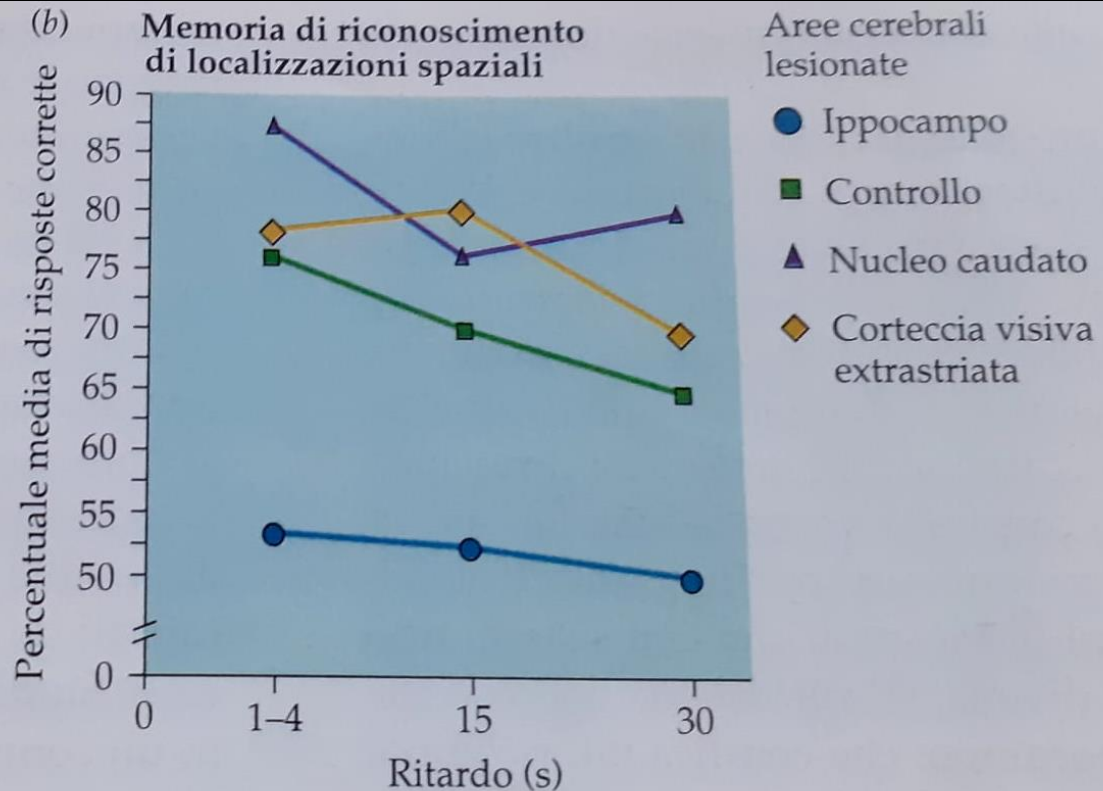
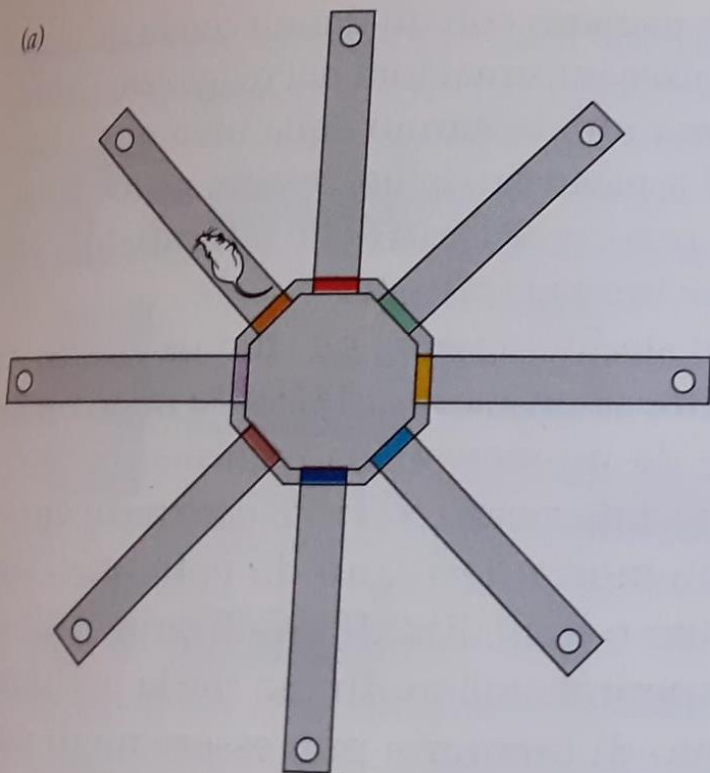
# Aspetti diversi della **MBT** sono elaborati da aree distinte

Dallo studio di modelli animali, Kesner identificò una tripla dissociazione tra aree cerebrali e compiti di memoria.



17.10 Caratteristiche fondamentali della memoria e aree cerebrali correlate  
Kesner, 1980, 1991.

# L'ippocampo e' cruciale nella memoria di riconoscimento delle localizzazioni spaziali



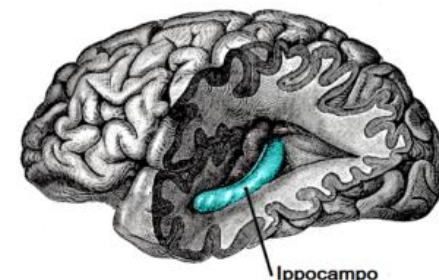
# Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers

Eleanor A. Maguire, David G. Gadian, Ingrid S. Johnsrude, <sup>+3</sup>, and Christopher D. Frith [Authors Info & Affiliations](#)

March 14, 2000 | 97 (8) 4398-4403 | <https://doi.org/10.1073/pnas.070039597>

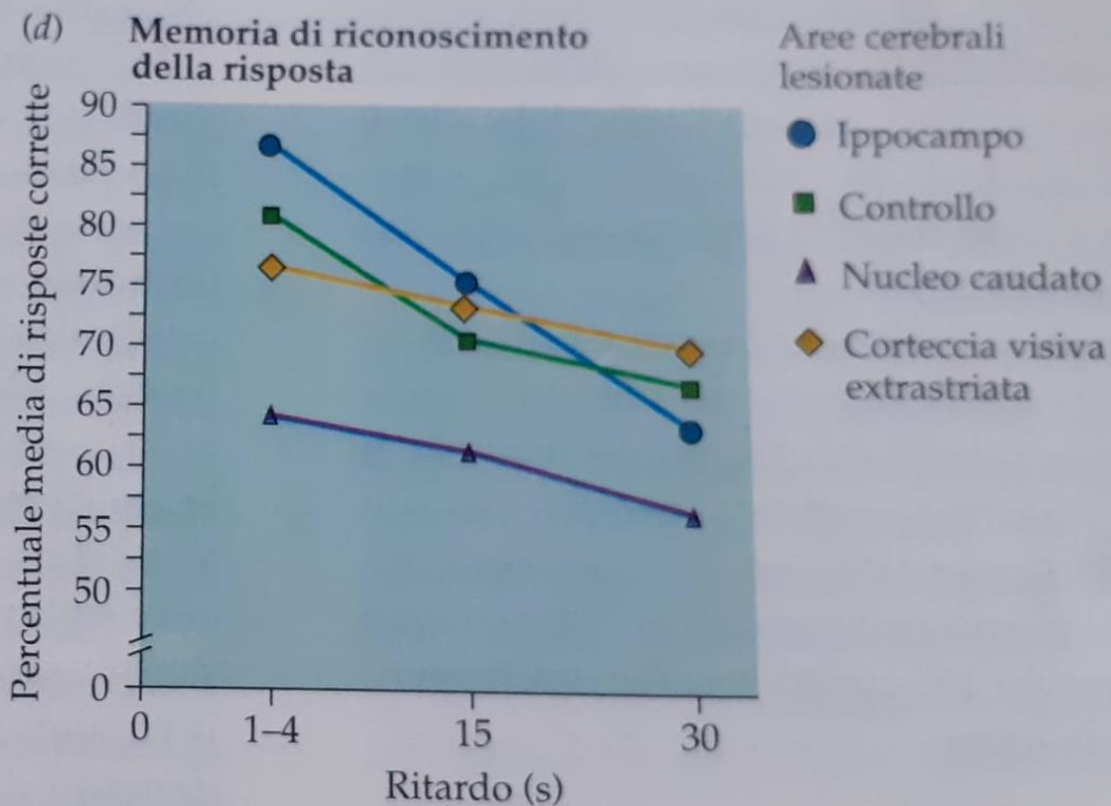
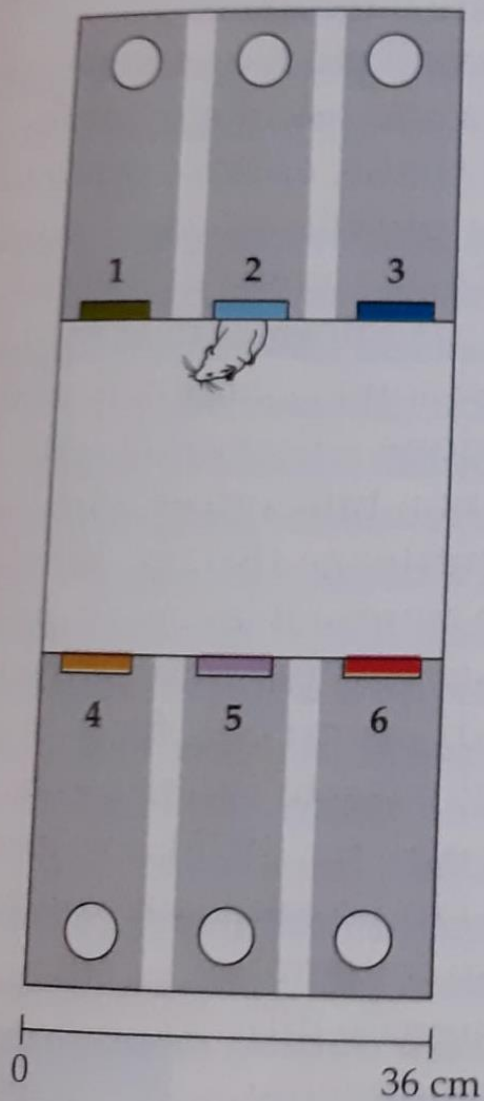
## Abstract

Structural MRIs of the brains of humans with extensive navigation experience, licensed London taxi drivers, were analyzed and compared with those of control subjects who did not drive taxis. The posterior hippocampi of taxi drivers were significantly larger relative to those of control subjects. A more anterior hippocampal region was larger in control subjects than in taxi drivers. Hippocampal volume correlated with the amount of time spent as a taxi driver (positively in the posterior and negatively in the anterior hippocampus). These data are in accordance with the idea that the posterior hippocampus stores a spatial representation of the environment and can expand regionally to accommodate elaboration of this representation in people with a high dependence on navigational skills. It seems that there is a capacity for local plastic change

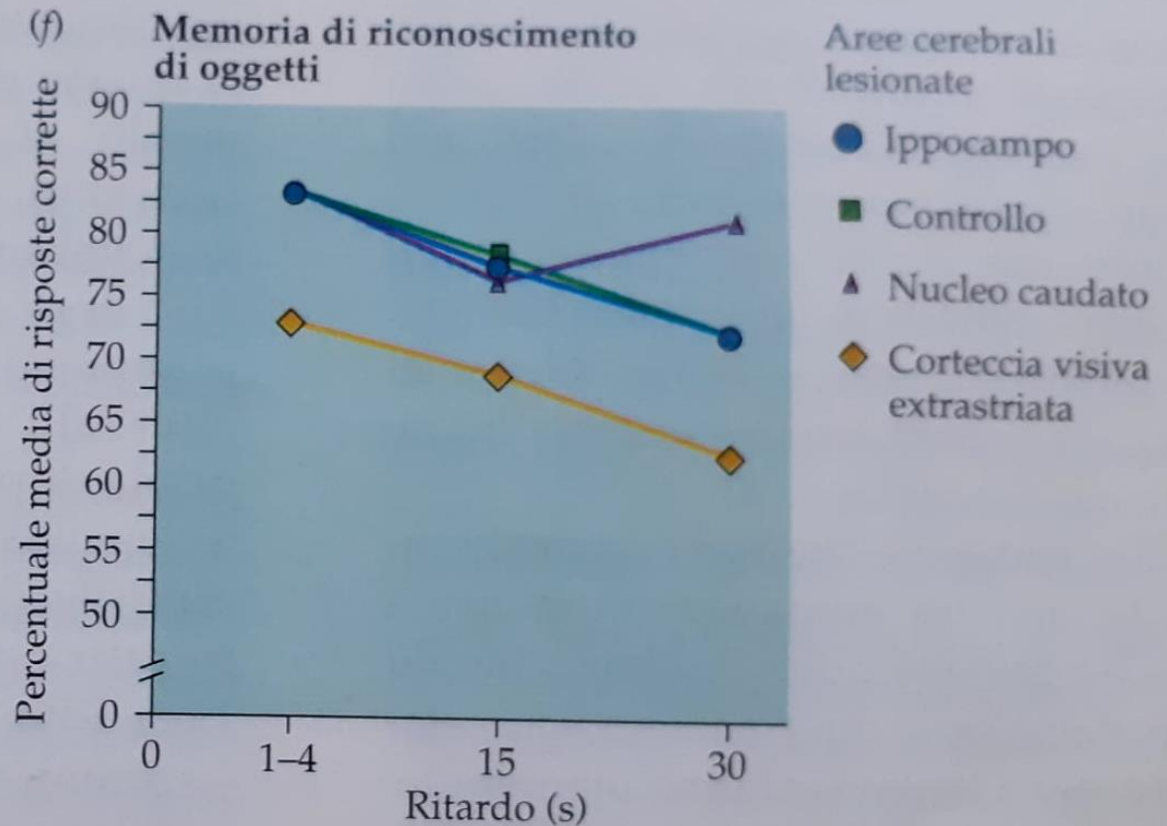
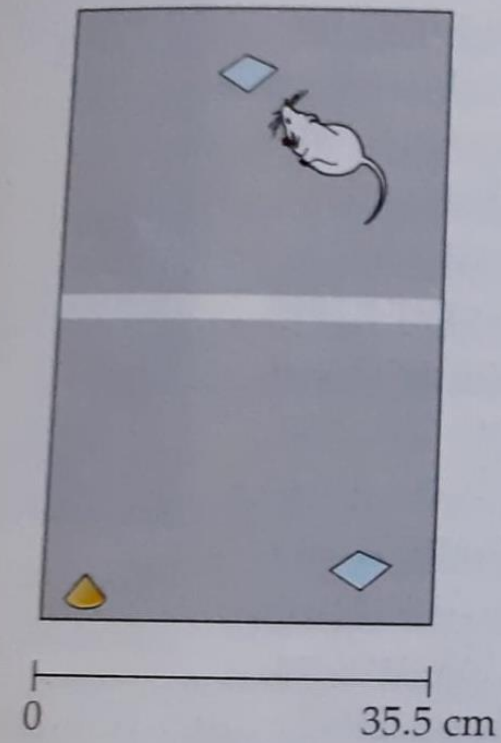


- I primi studi hanno rilevato che i tassisti londinesi esaminati possedevano un ippocampo più sviluppato. Avevano, nello specifico, un maggior volume di materia grigia nella regione posteriore dell' ippocampo e minore in quella anteriore rispetto agli individui presi come gruppo di controllo (non guidatori di taxi). Questa nuova conformazione diventava più marcata nel caso di tassisti con più anni di lavoro, suggerendo che l'adattamento del cervello potesse essere continuato nel tempo.

# Il nucleo caudato e' cruciale nel riconoscimento della propria risposta



# Per la memoria di riconoscimento di oggetti e' cruciale la corteccia visiva estrastriata



La memoria implicita è custodita nei circuiti percettivi, motori e limbici

Si esprime sottoforma di prestazioni e non di parole.

Comprende:

Il condizionamento

L'abitudine

La sensibilizzazione

Ruolo  
dell'**amigdala** e del  
**cervelletto** nelle  
risposte di  
condizionamento

Lesioni al **verme e/o ai nuclei  
profondi** del cervelletto  
causano l'annullamento  
della risposta condizionata  
mentre rimane inalterata la  
risposta incondizionata.

Lesioni all'amigdala alterano la  
risposte di paura  
condizionate.

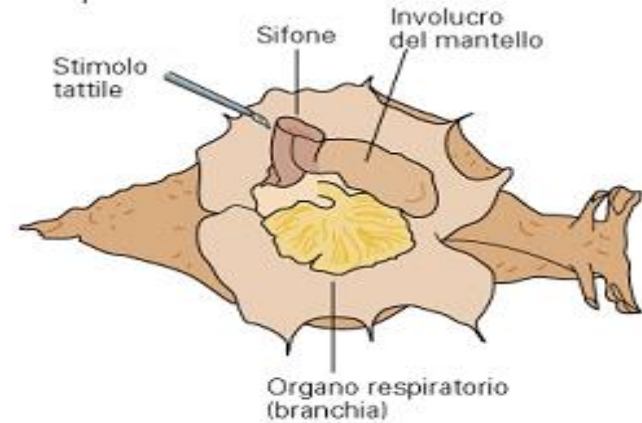


# Abitudine: depressione sinaptica (LTD)

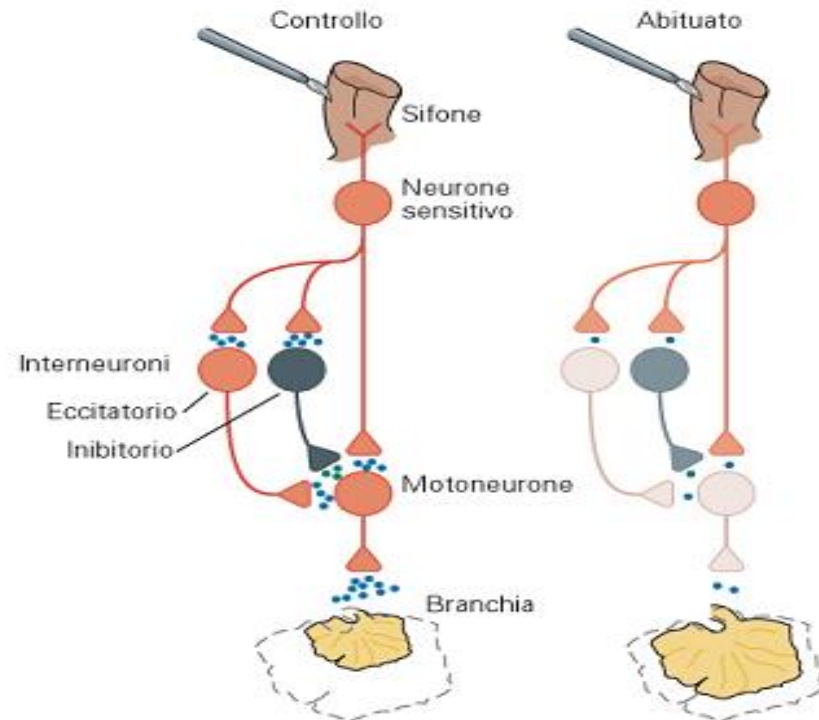
La ripetizione di uno stimolo tattile innocuo sulla branchia del mollusco si associa ad una progressiva riduzione del riflesso di retroazione.

Ciò potrebbe essere causato da una progressiva riduzione della mobilità delle vescicole (glutammato) di neurotrasmettitore a livello sinaptico.

A Dispositivo sperimentale



B Circuito del riflesso di retrazione della branchia





# Sensibilizzazione: Facilitazione sinaptica (LTP)

L'esposizione ad uno **stimolo nocivo** comporta una **facilitazione** presinaptica (mediata dal rilascio di **5-HT**) nella trasmissione degli impulsi in corrispondenza del neurone sensitivo.

Il riflesso di retroazione diviene via via più pronunciato.

