

Modelli dell'interazione audio-visiva nella corteccia: meccanismi neurali alla base di fenomeni percettivi illusori

- L'interazione cross-modale avviene a vari livelli nella corteccia e influenza fortemente la nostra percezione
- Un utile approccio di studio è creare situazioni di conflitto in cui modalità sensoriali differenti forniscono informazioni incongruenti
- Questo approccio è largamente impiegato per studiare come la l'interazione visuo-acustica influenza la percezione

Conflitto audio-visivo nel dominio spaziale: effetto ventriloquismo

Quando uno stimolo acustico e uno stimolo visivo vengono applicati simultaneamente ma in posizioni spaziali differenti, la posizione dello stimolo acustico viene percepita spostata verso quella dello stimolo visivo

Conflitto audio-visivo nel dominio temporale: Shams illusion o fission illusion

Quando un singolo flash viene accompagnato da due o più beep, vengono spesso percepiti due o più flash (illusione descritta per la prima volta da L. Shams nel 2000)

PRINCIPIO ALLA BASE DI QUESTI FENOMENI
la modalità sensoriale più affidabile altera la percezione
di quella meno affidabile

il sistema visivo identifica le
posizioni spaziali con
maggiore precisione

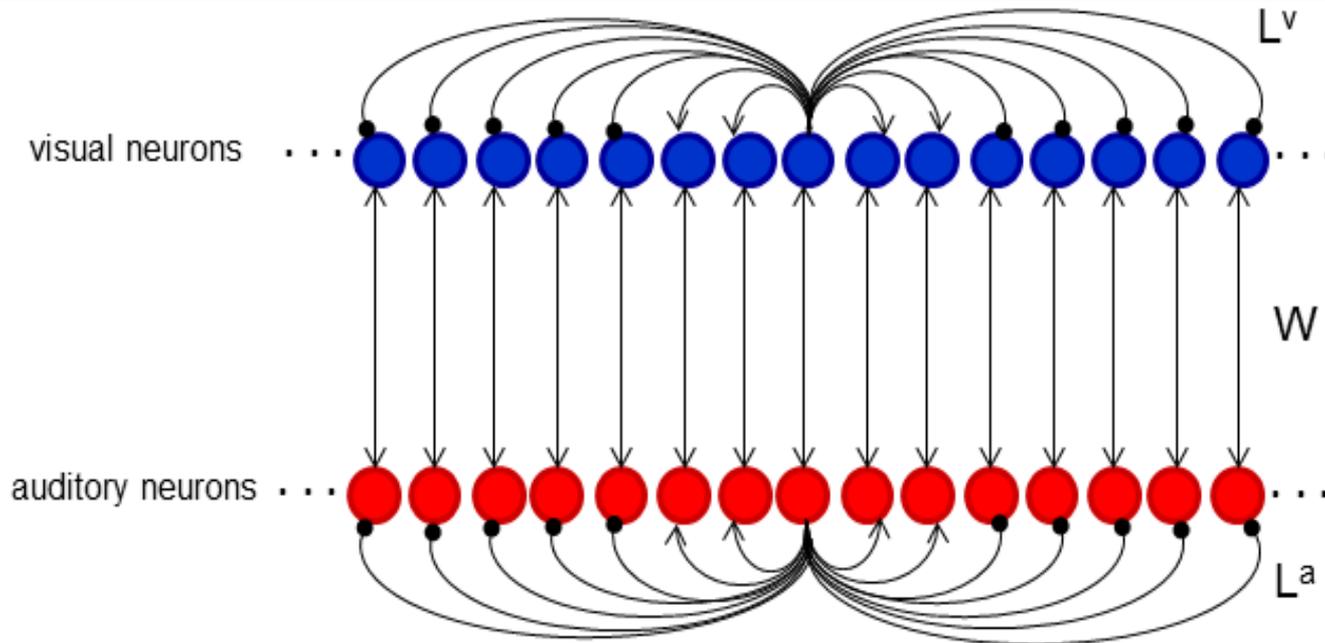
prevale nel dominio spaziale

l'udito è il senso più
preciso nelle valutazioni
temporali

prevale nel dominio temporale

- L'architettura e i meccanismi neurali sottostanti sono ancora ampiamente dibattuti
- Sembrano essere coinvolte interazioni cross-modali a basso livello nella corteccia (aree sensoriali primarie)

MODELLO DI RETE NEURALE

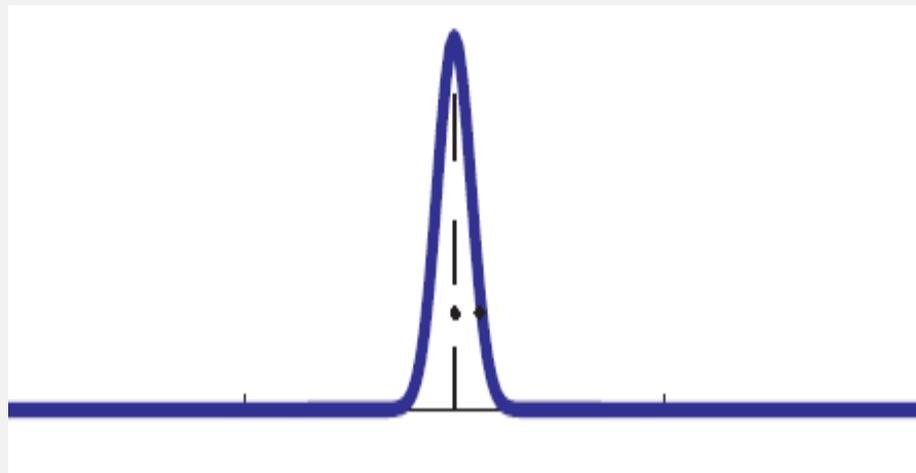


- Due aree monodimensionali di neuroni visivi e acustici con organizzazione topologica
- Sinapsi laterali intra-area a cappello messicano
- Sinapsi inter-area eccitatorie (connessioni uno-a-uno)

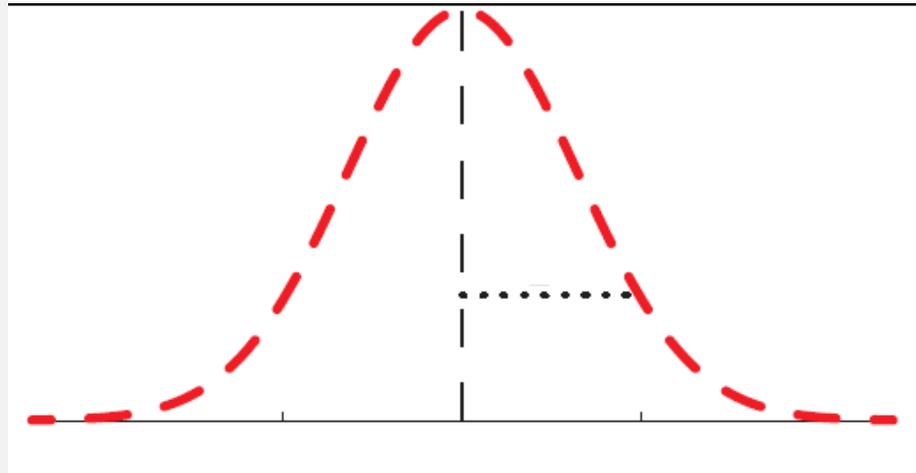
Nel modello, le modalità visiva e acustica si differenziano solo negli aspetti spaziali e temporali dell'input

1. Aspetti spaziali: il campo recettivo acustico è stato assunto più largo di quello visivo

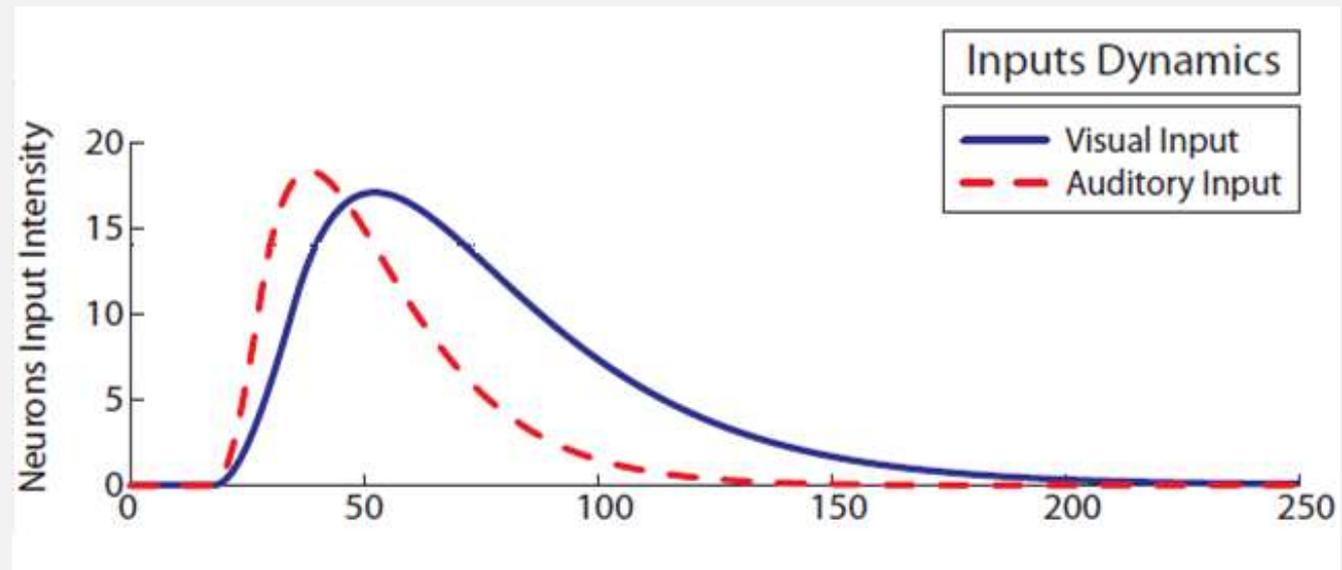
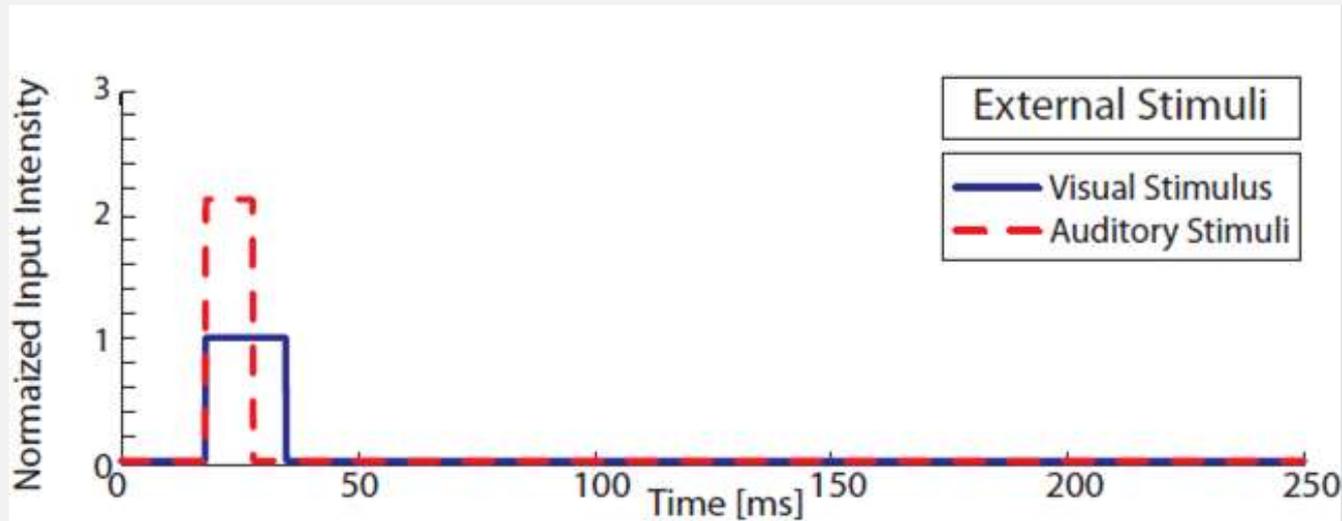
campo
recettivo
visivo



campo
recettivo
acustico

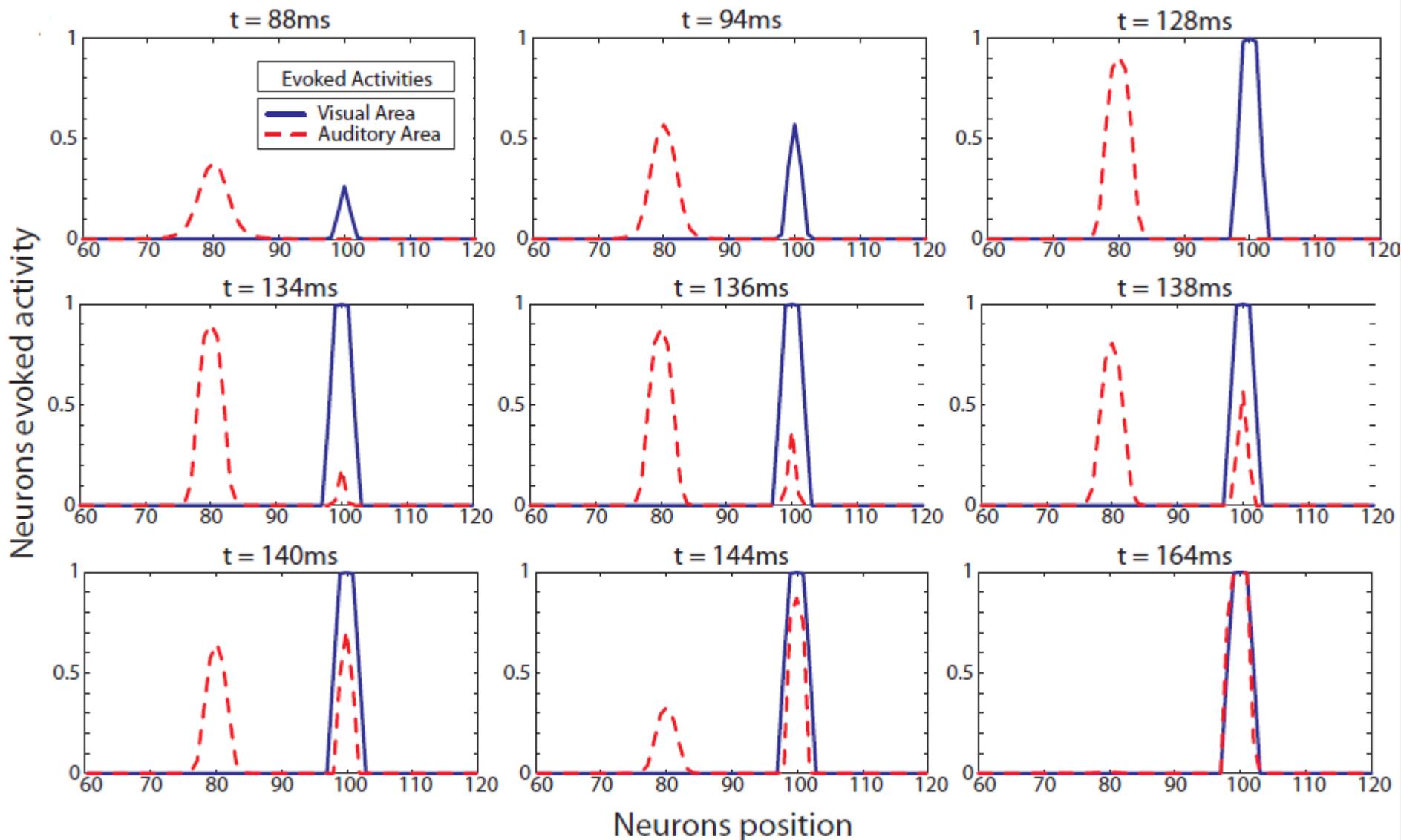


2. Aspetti temporali: la dinamica dell'input acustico è stata assunta più veloce di quella visiva



EFFETTO VENTRILOQUISMO

stimolo acustico in posizione 80 + stimolo visivo in posizione 100



SHAMS ILLUSION OF FISSION

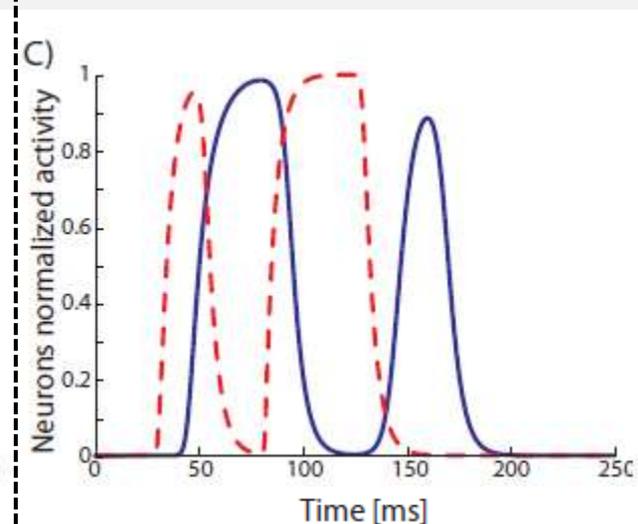
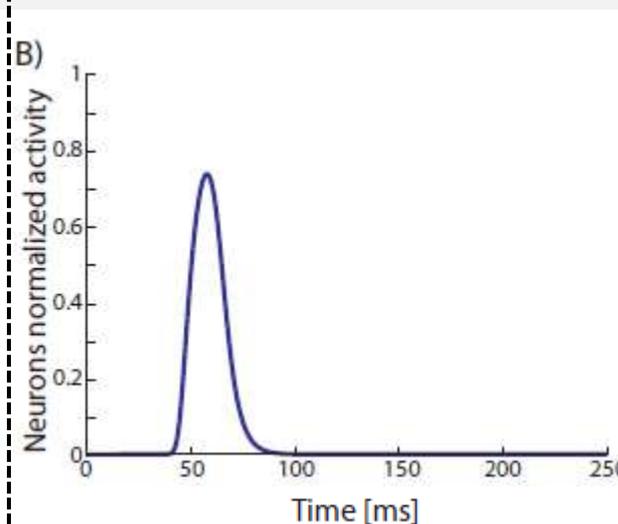
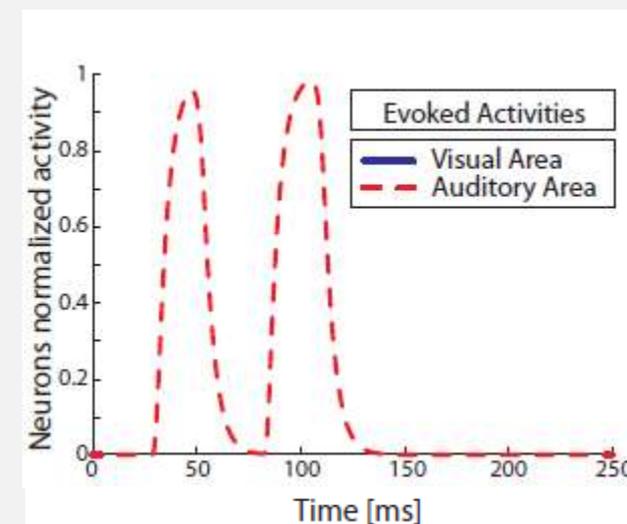
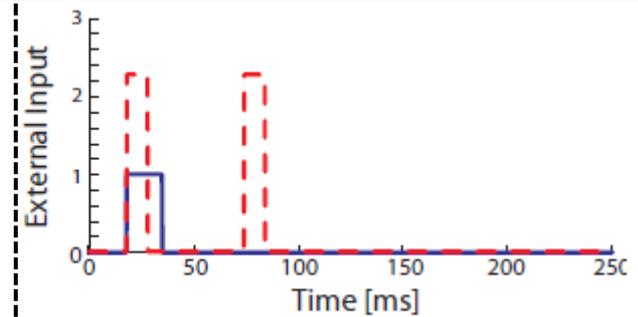
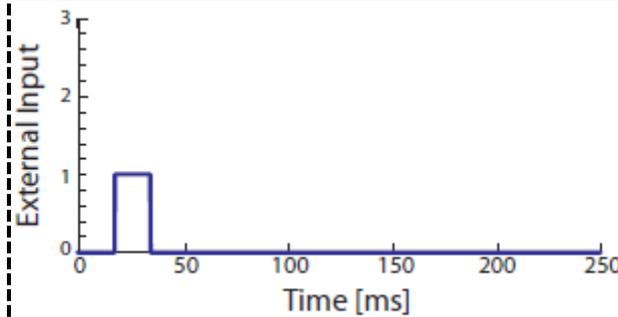
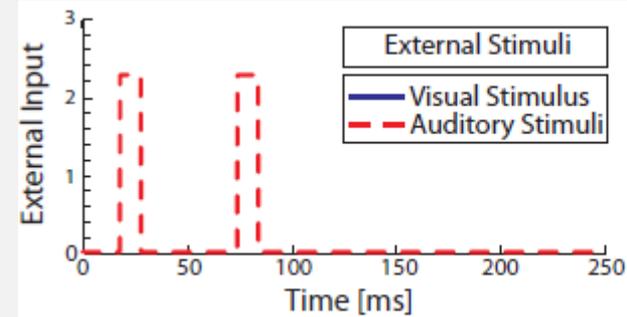
2 beep

1 flash

2 beep

+

1 flash



ASPETTI DISTINTIVI DEL MODELLO

- Modello basato su interazioni dirette tra area visiva e acustica senza includere aree di convergenza multisensoriale (parsimonioso e biologicamente plausibile)
- Modello che integra e interpreta i fenomeni illusori entro un unico meccanismo neurale:
l'incertezza dell'informazione sensoriale è codificata nelle risoluzioni spaziale e temporale delle risposte neurali

CONSIDERAZIONI GENERALI

- Modelli differenti dell'interazione multisensoriale che simulano aree cerebrali diverse e dedicati ad aspetti differenti
- Condividono alcuno meccanismi comuni
 - interazione laterale inibitoria-eccitatoria
 - caratteristica non lineare dei neuroni
 - meccanismi competitivi
 - connessioni inter-area
 - plasticità sinaptica
- Tali meccanismi possono più in generale governare la fusione dei sensi nel nostro cervello e l'apprendimento multisensoriale

Compensazione di deficit unisensoriali basati su approcci multisensoriali: modelli di rete neurale

L'integrazione multisensoriale può essere sfruttata per compensare deficit unisensoriali

- effetto immediato: una risposta neurale assente in caso di stimolazione unimodale debole o danneggiata può diventare evidente in presenza di stimolazione cross-modale (multisensory enhancement)
- effetto duraturo: la stimolazione multisensoriale, attivando opportune aree, può favorire fenomeni di riorganizzazione cerebrale (plasticità sinaptica)

EMIANOPSIA

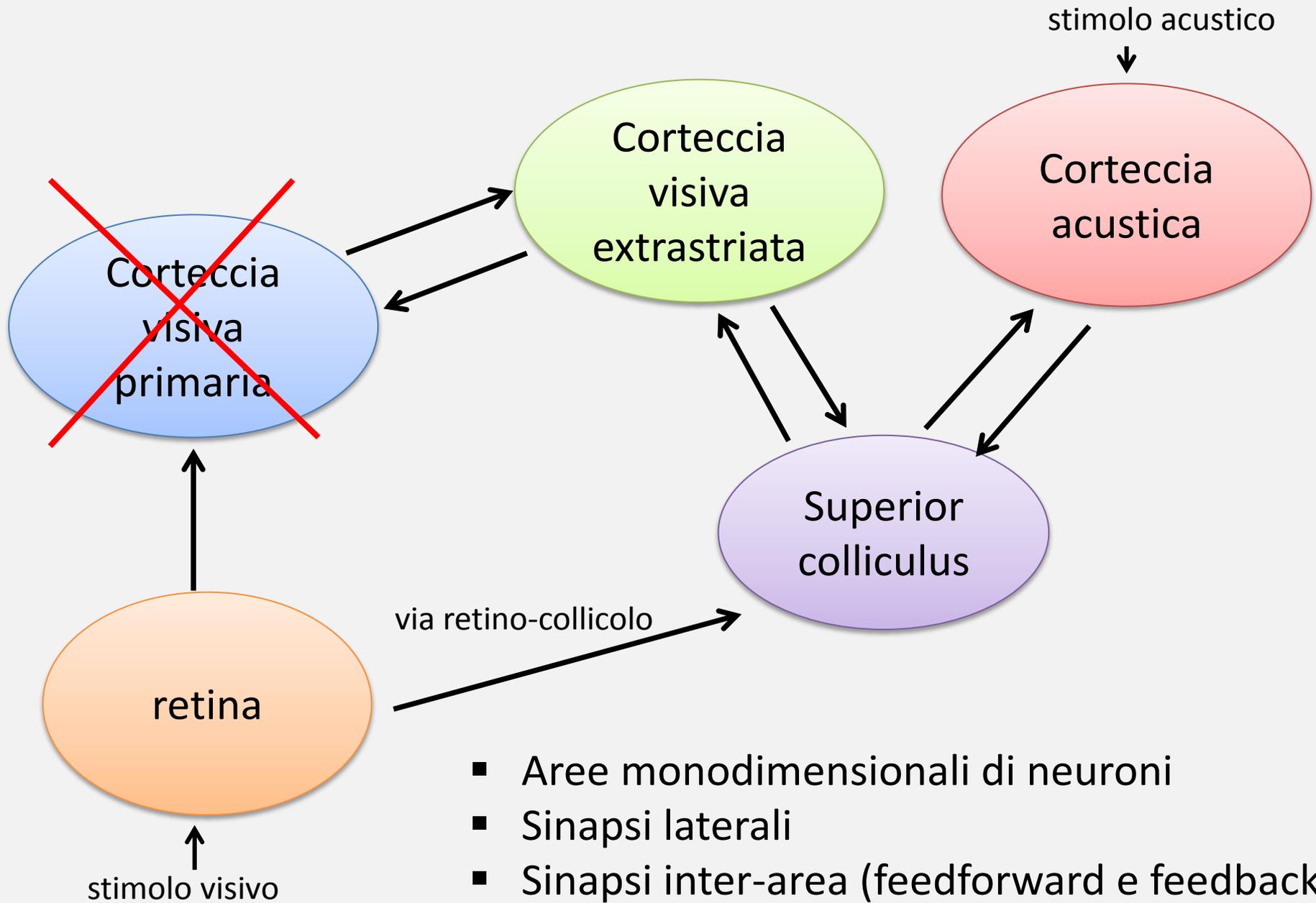
Perdita della visione in un emicampo in seguito a danni della corteccia visiva primaria

I pazienti emianoptici sono un buon modello di studio in quanto in letteratura sono disponibili dati relativi a

- effetti on-line della stimolazione cross-modale sulla percezione visiva di pazienti emianoptici
- effetti di training riabilitativi di pazienti emianoptici basati su stimolazione visuo-acustica dell'emicampo cieco

Ruolo del collicolo superiore e della via retino-collicolare intatti

MODELLO DI RETE NEURALE



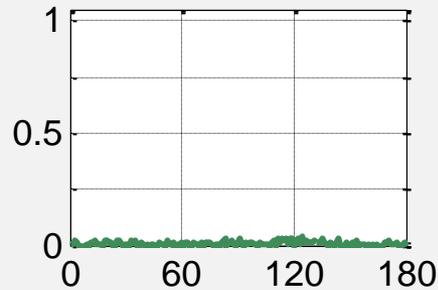
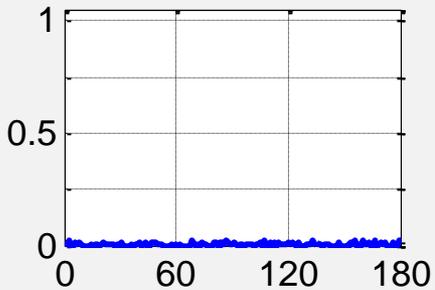
Stimolazione acustica

Soggetto sano

Emianoptico

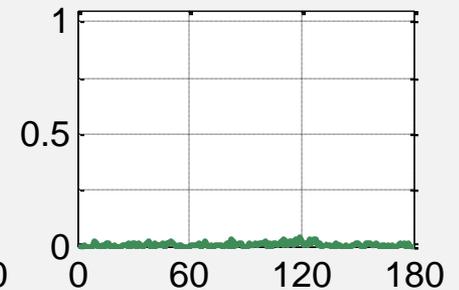
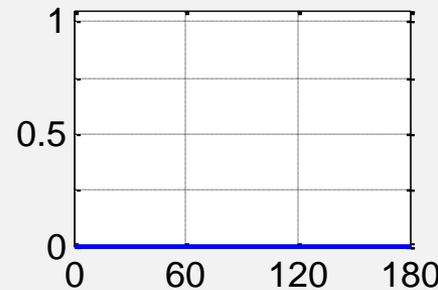
V1

extrastriata



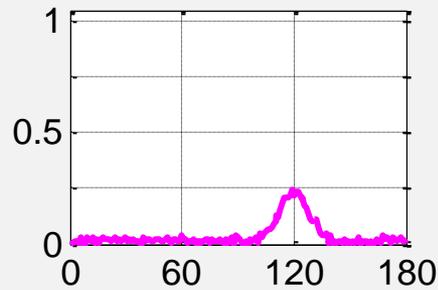
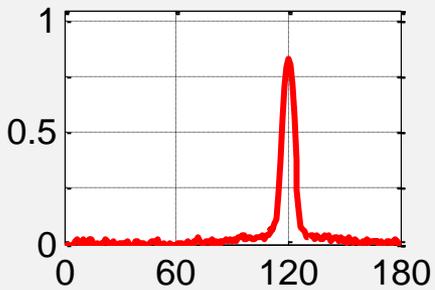
V1

extrastriata



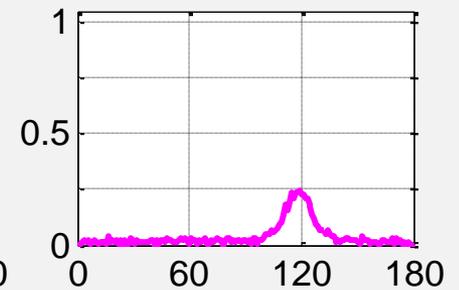
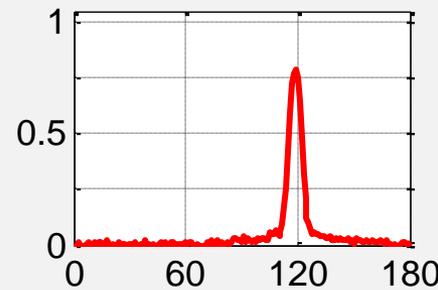
acustica

SC



acustica

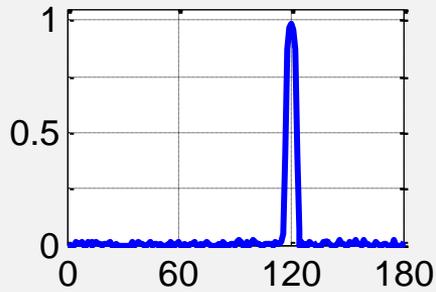
SC



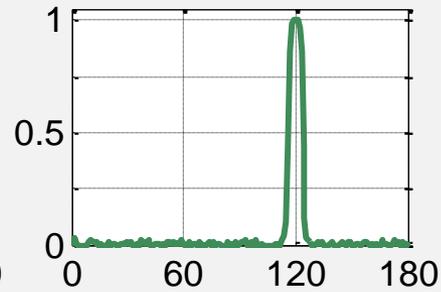
Stimolazione visiva

Soggetto sano

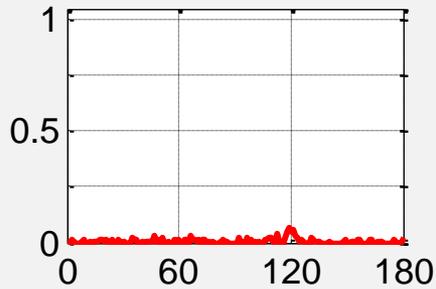
V1



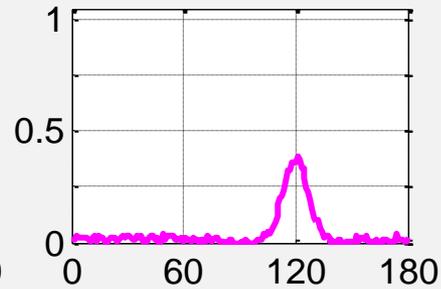
extrastriata



acustica

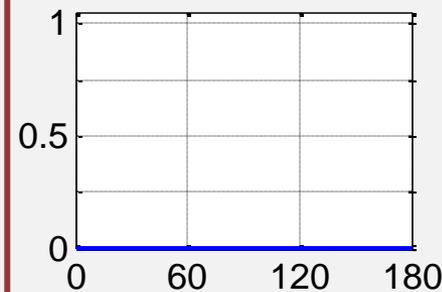


SC

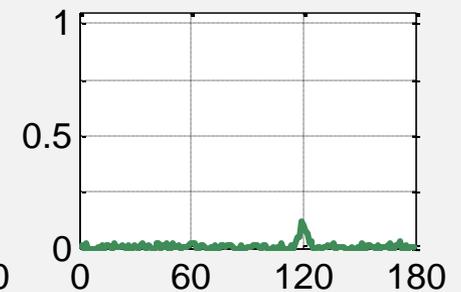


Emianoptico

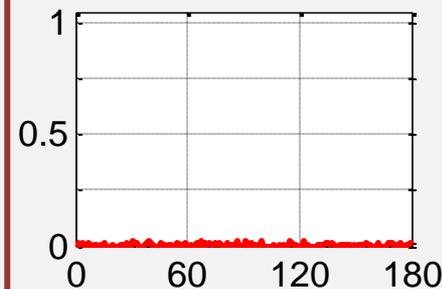
V1



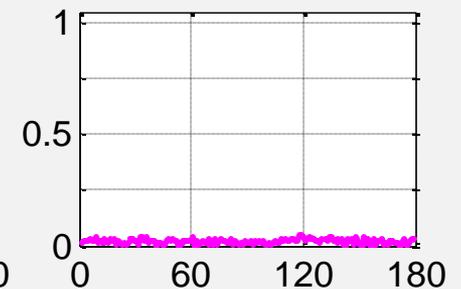
extrastriata



acustica



SC

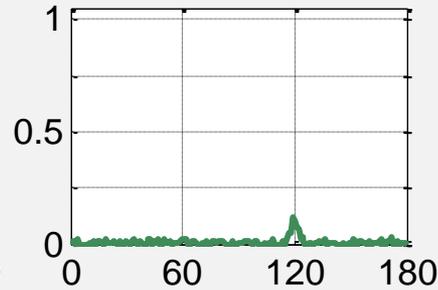
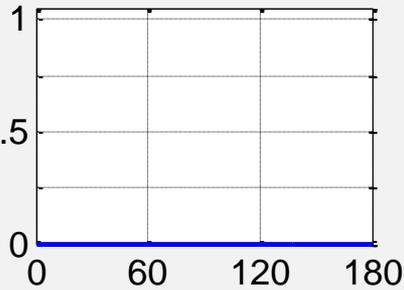


Emianoptico-Enhancement cross-modale

Stimolazione visiva

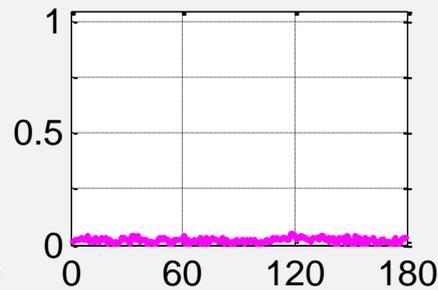
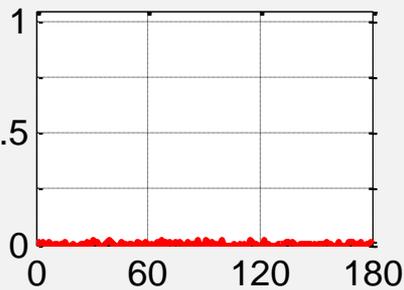
V1

extrastriata



acustica

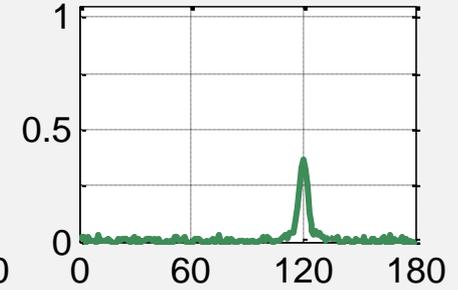
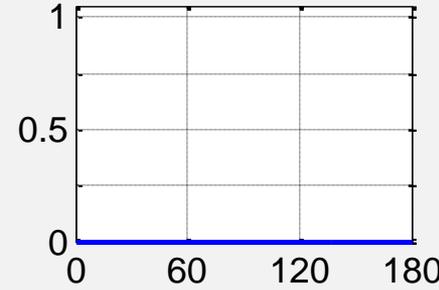
SC



Stimolazione visuo-acustica
(spazialmente coincidente)

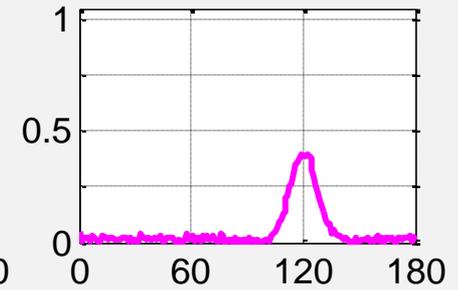
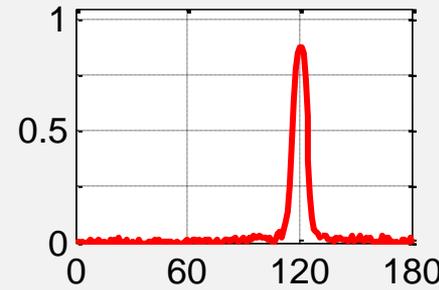
V1

extrastriata



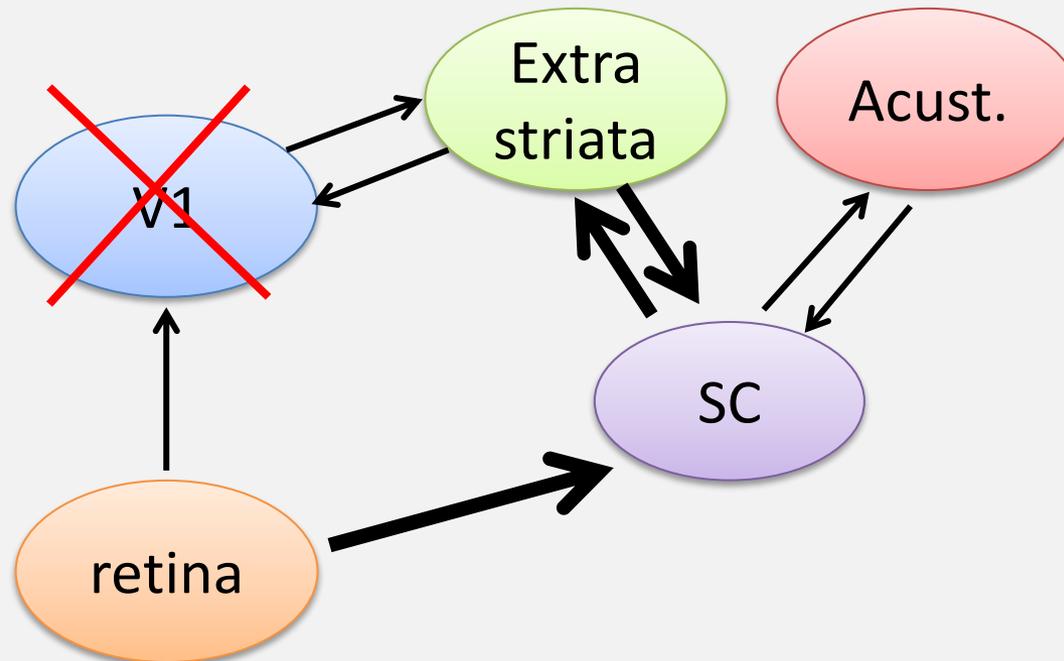
acustica

SC



Addestramento visuo-acustico

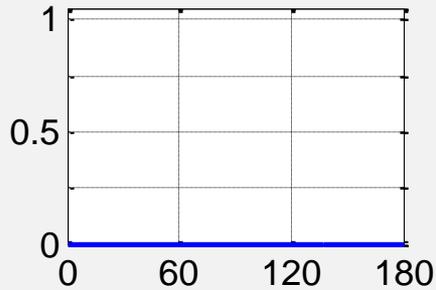
- La rete neurale è stata sottoposta a ripetute stimolazioni visuo-acustiche in posizioni spazialmente coincidenti
- Addestramento delle sinapsi attraverso regole Hebbiane di potenziamento e depressione



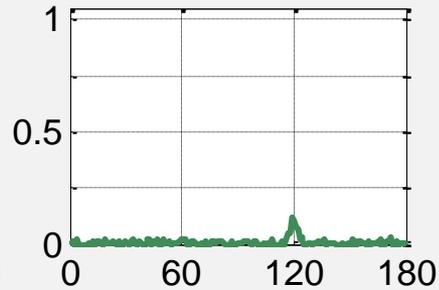
Risultato addestramento visuo-acustico

Stimolazione visiva
pre training

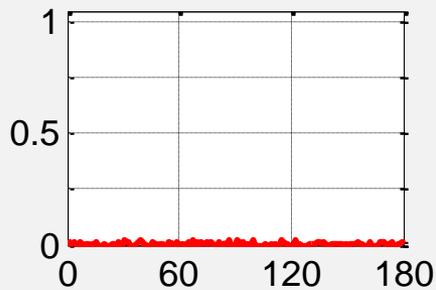
V1



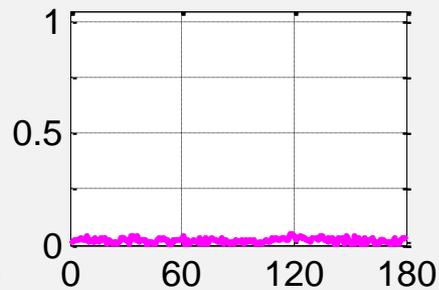
extrastriata



acustica

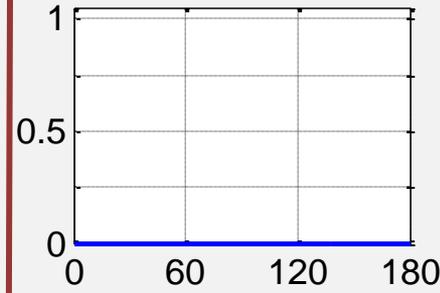


SC

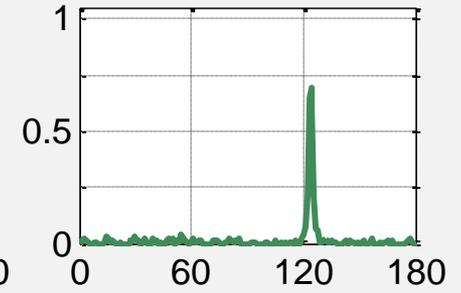


Stimolazione visiva
post training

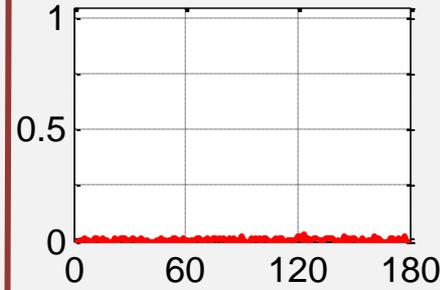
V1



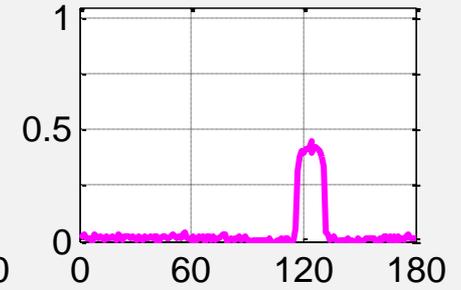
extrastriata



acustica



SC



Al termine dell'addestramento, uno stimolo visivo è in grado di attivare i neuroni del collicolo e i neuroni della corteccia extrastriata