

È la vista l'unico modo per “vedere”?

Come la percezione visiva plasma il nostro cervello

28 febbraio 2023

Cosa sappiamo della deprivazione sensoriale?



Come Daredevil (Marvel) o Doctor Mid-Nite (DC Comics) i non vedenti hanno 'superpoteri' legati a modalità sensoriali non visive?



Come le persone cieche esplorano il mondo esterno?

Quale modalità sensoriale alternativa alla vista viene utilizzata?

Cervello, vista e conoscenza

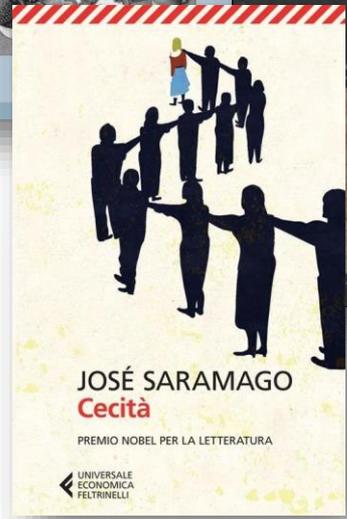
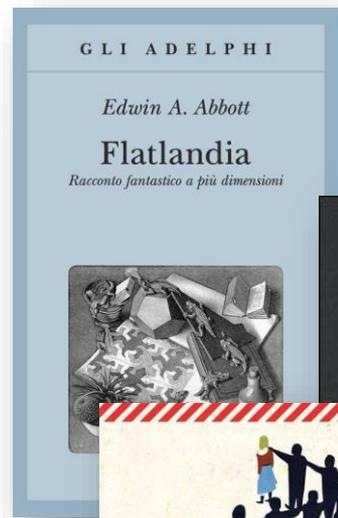
La cecità nella storia



Tiresia



Omero



Cervello, vista e conoscenza

Cos'è la vista?

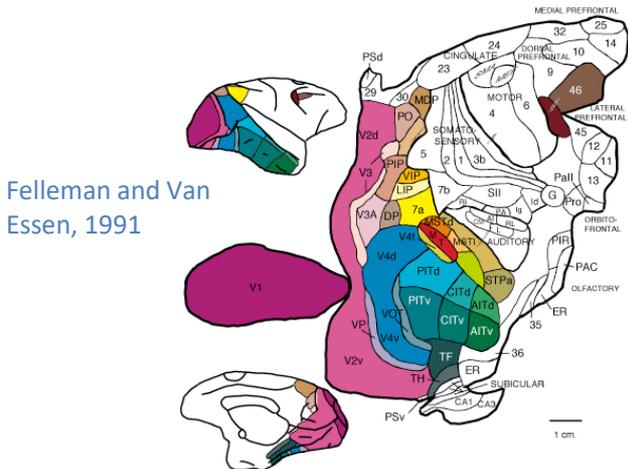
- Uno sguardo: straordinario per quantità e qualità di informazioni che fornisce sul mondo
- Non un singolo percorso gerarchico, ma almeno due (e forse più) percorsi paralleli e interagenti nel cervello
- Il sistema visivo trasforma i modelli di luce transitori sulla retina in un'interpretazione coerente e stabile di un mondo tridimensionale



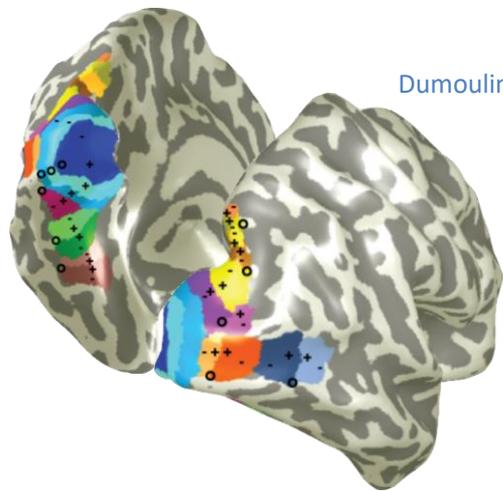
Cervello, vista e conoscenza

Cos'è la vista?

Nella nostra cultura e scienza, la vista è sempre stata considerata come la modalità sensoriale dominante



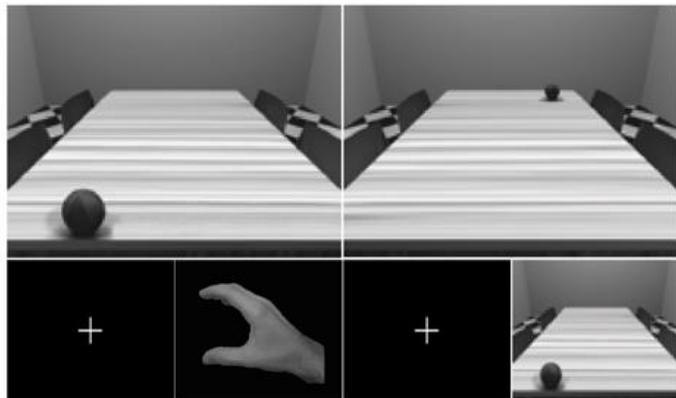
Felleman and Van Essen, 1991



Dumoulin, 2015

Tuttavia, le persone cieche, anche se deprivate della vista dalla nascita, rivelano capacità percettive, cognitive e sociali analoghe a quelle delle persone vedenti

Visual



ITI (6000 ms) Instruction (150 ms) ISI (150-450 ms) Go (500 ms)

Auditory



ITI (6000 ms) Instruction (150 ms) ISI (150-450 ms) Go (800 ms)

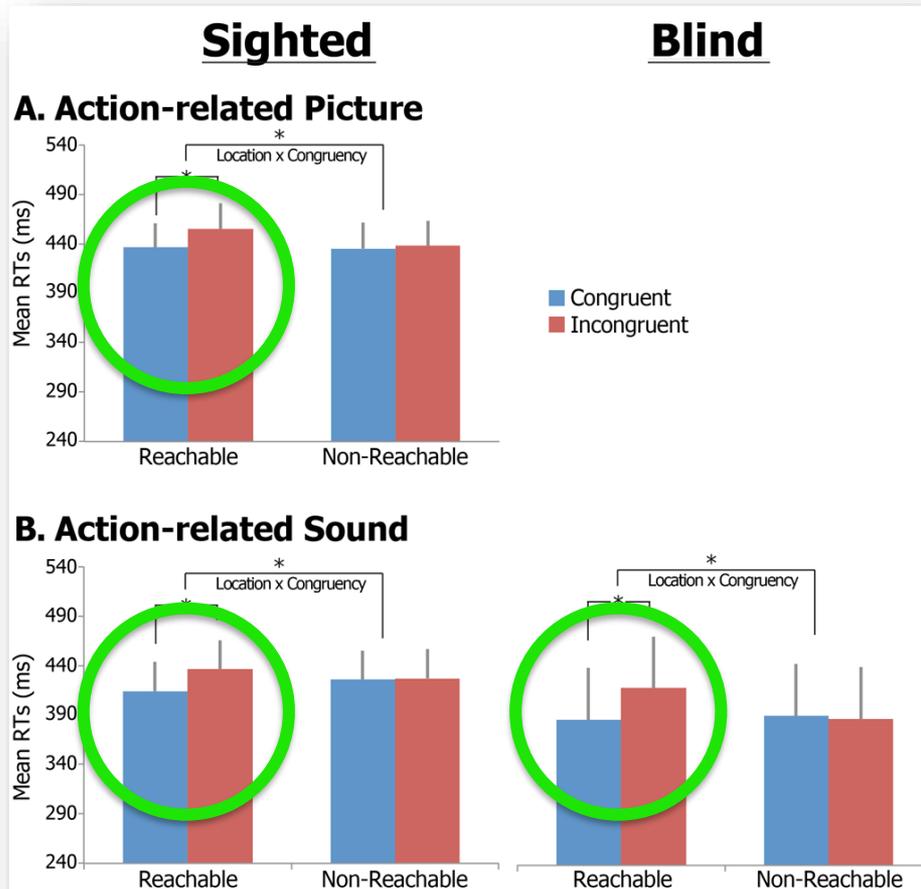
Le nostre azioni della vita quotidiana sono tipicamente guidate dalla vista. Quando agiamo su un oggetto, dobbiamo rappresentarne le caratteristiche visive (es. forma, orientamento, ecc.) e mapparle nel nostro spazio d'azione.

Ma cosa succede con le persone che non hanno mai avuto alcuna esperienza visiva?

Cervello, vista e conoscenza

Lo spazio d'azione

In una **serie di esperimenti comportamentali** in soggetti vedenti e ciechi congeniti abbiamo sfruttato un paradigma dell'*effetto di allineamento spaziale*, in cui si evidenzia una diminuzione dei tempi di reazione quando i soggetti eseguono un'azione congruente con quello offerto da un oggetto presentato.



La vista è proprio necessaria per vedere?

Pete Eckert

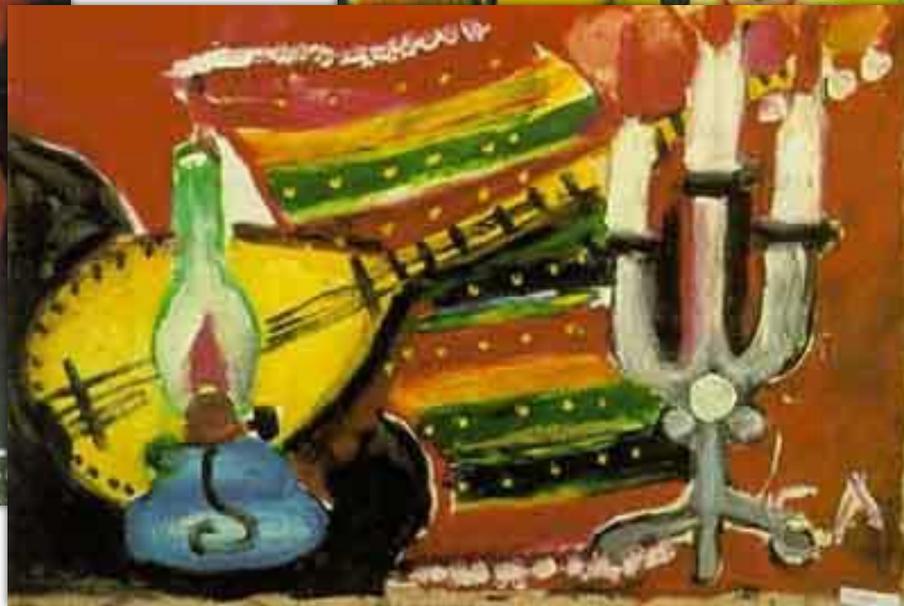
9



La vista è proprio necessaria per vedere?

Esref Armagan

10



Il cervello della persona cieca come uno 'strumento' per capire il cervello stesso



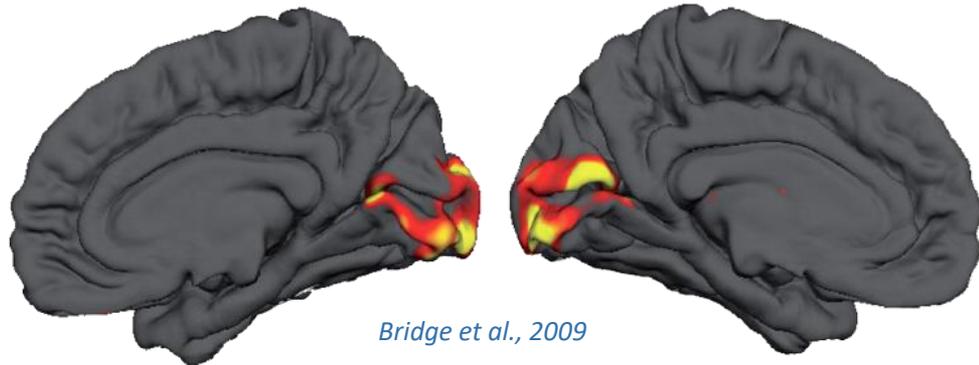
- Cosa accade a quelle strutture del cervello che normalmente ricevono informazioni dalla vista?
- I ciechi dalla nascita: come si rappresentano il mondo che ci circonda?

Il cervello della persona cieca

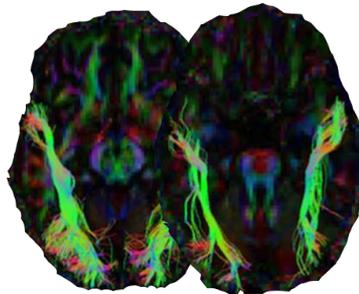
Riorganizzazione strutturale

12

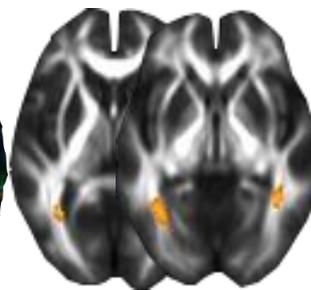
Con la mancanza della vista, il cervello subisce significativi cambiamenti strutturali



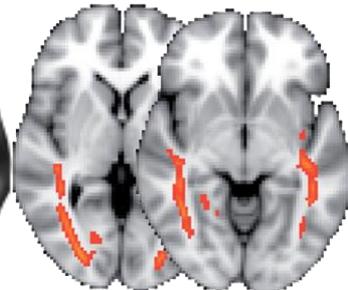
Bridge et al., 2009



Reislev et al., 2015



Wang et al., 2013



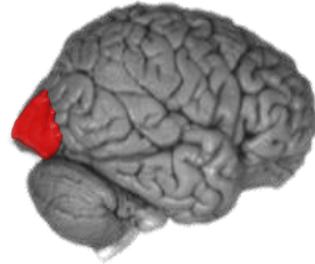
Bridge et al., 2009

Il cervello della persona cieca

Plasticità cross-modale: nel cieco, le aree 'visive' rispondo a stimoli non visivi!

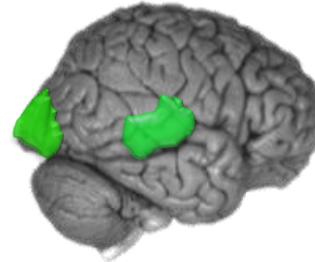
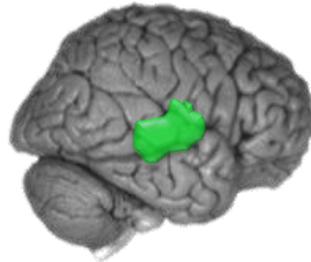
Il cervello cieco è stato primariamente studiato per valutare la sua capacità di rispondere a stimoli non visivi

Vedenti



Ciechi

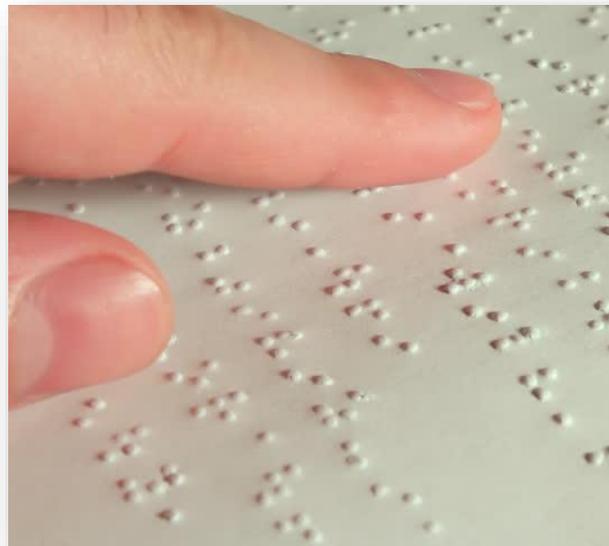
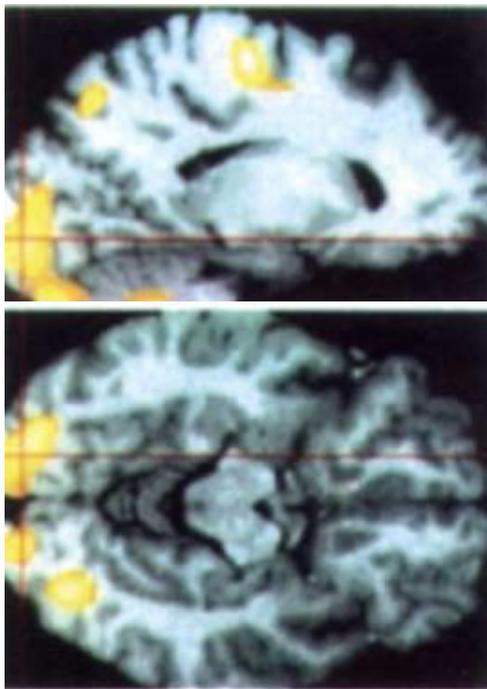
La plasticità cross-modale è quello che accade *a causa* della cecità



Il cervello della persona cieca

Plasticità cross-modale: nel cieco, le aree 'visive' rispondo a stimoli non visivi!

Il cervello cieco è stato primariamente studiato per valutare la sua capacità di rispondere a stimoli non visivi



Sadato et al., Nature, 1996

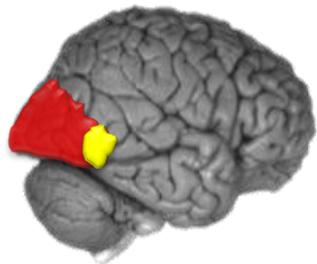
Il cervello della persona cieca

Sopramodalità

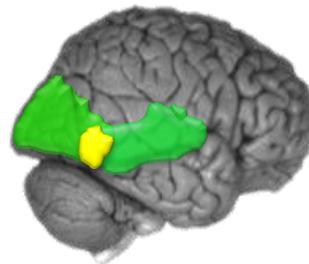
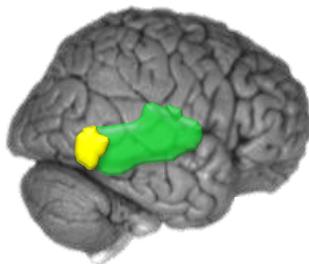
«Se una caratteristica è presente anche in chi vede, **il suo reclutamento da parte dei ciechi congeniti necessariamente riflette una rappresentazione più astratta di quella specifica caratteristica**»
Ricciardi and Pietrini, Curr Opin Neurol, 2011

Vedenti

Ciechi



La supramodalità è ciò che accade *nonostante* la perdita della vista



Il cervello della persona cieca

Sopramodalità

Beyond sensory images: Object-based representation in the human ventral pathway

Pietro Pietrini^{*†}, Maura L. Furey^{*‡}, Emiliano Ricciardi^{*}, M. Ida Gobbi^{§¶}, W.-H. Carolyn Wu^{||}, Leonardo Cohen^{||}, Mario Guazzelli^{**}, and James V. Haxby^{§¶}

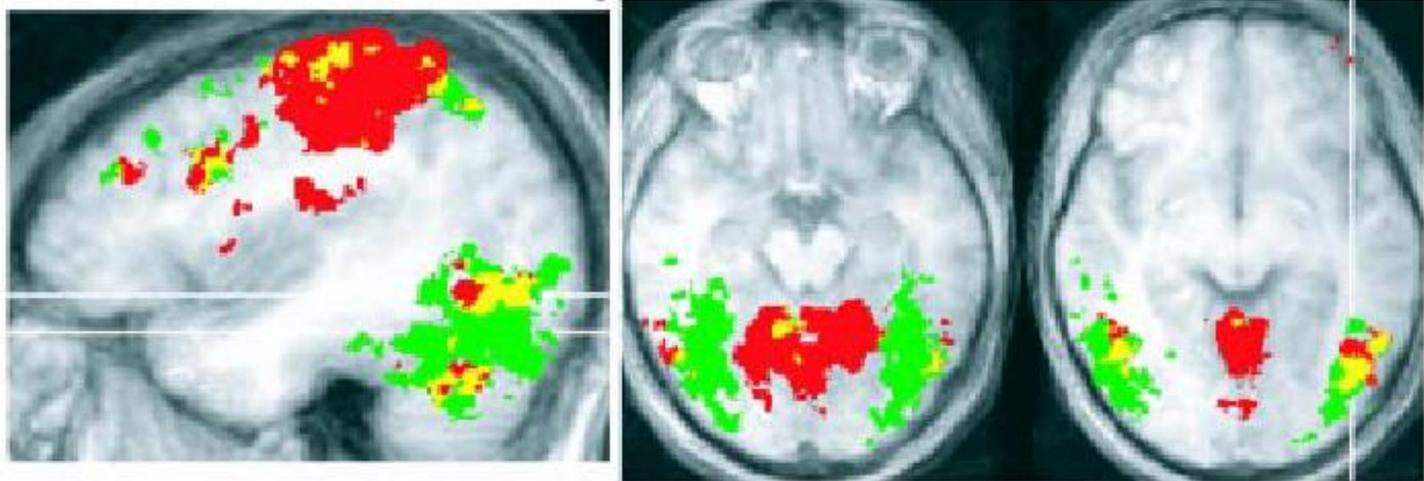


Il cervello della persona cieca

Sopramodalità

Beyond sensory images: Object-based representation in the human ventral pathway

Pietro Pietrini^{*†}, Maura L. Furey^{**}, Emiliano Ricciardi^{*}, M. Ida Gobbi^{§¶}, W.-H. Carolyn Wu^{||}, Leonardo Cohen^{||}, Mario Guazzelli^{**}, and James V. Haxby^{§¶}



Tatto e Vista



Tatto



Vista

Il cervello della persona cieca

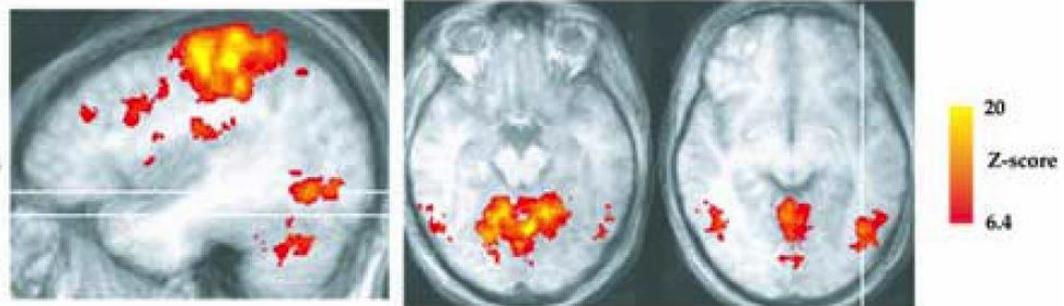
Sopramodalità

Beyond sensory images: Object-based representation in the human ventral pathway

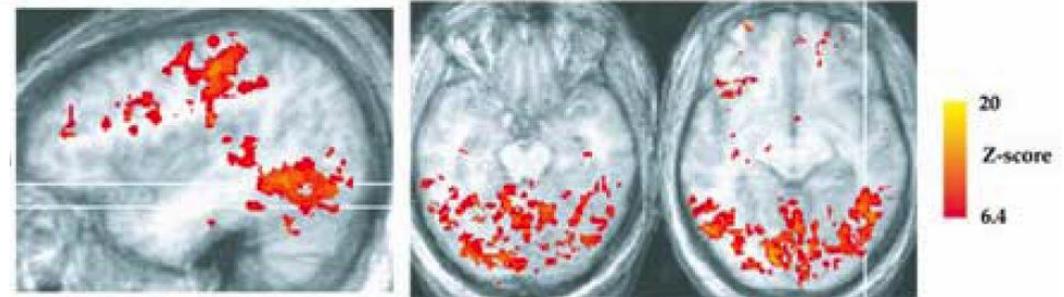
Pietro Pietrini^{*†}, Maura L. Furey^{*‡}, Emiliano Ricciardi^{*}, M. Ida Gobbi^{§¶}, W.-H. Carolyn Wu^{||}, Leonardo Cohen^{||}, Mario Guazzelli^{**}, and James V. Haxby^{§¶}

Può essere dovuto a un'immagine mentale visiva?

Vedenti



Ciechi



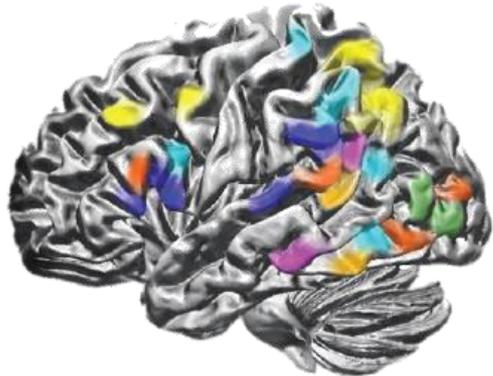
x = -42 mm

z = -16 mm

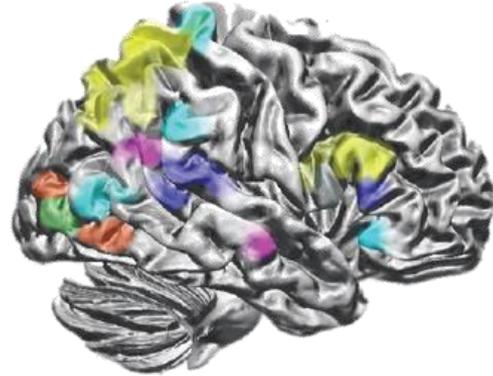
z = -6 mm

La vista non è necessaria affinché il cervello sviluppi la sua organizzazione funzionale

Sopramodalità

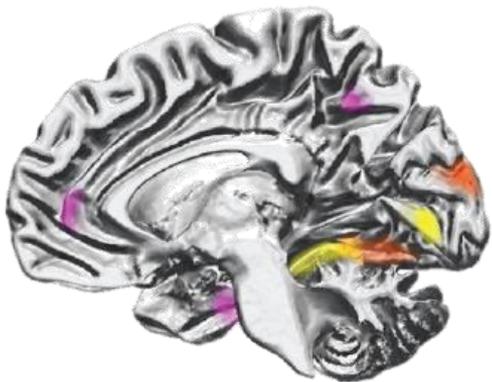
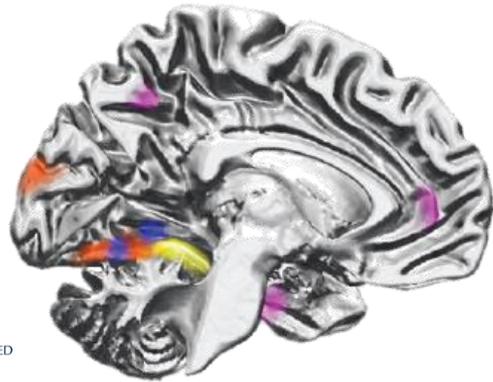


Left



Right

- object/tool identity and shape
- event knowledge and semantics
- spatial orientation and maths
- action and motor representation
- words, music, sounds and speech
- social cognition and emotion
- motion discrimination

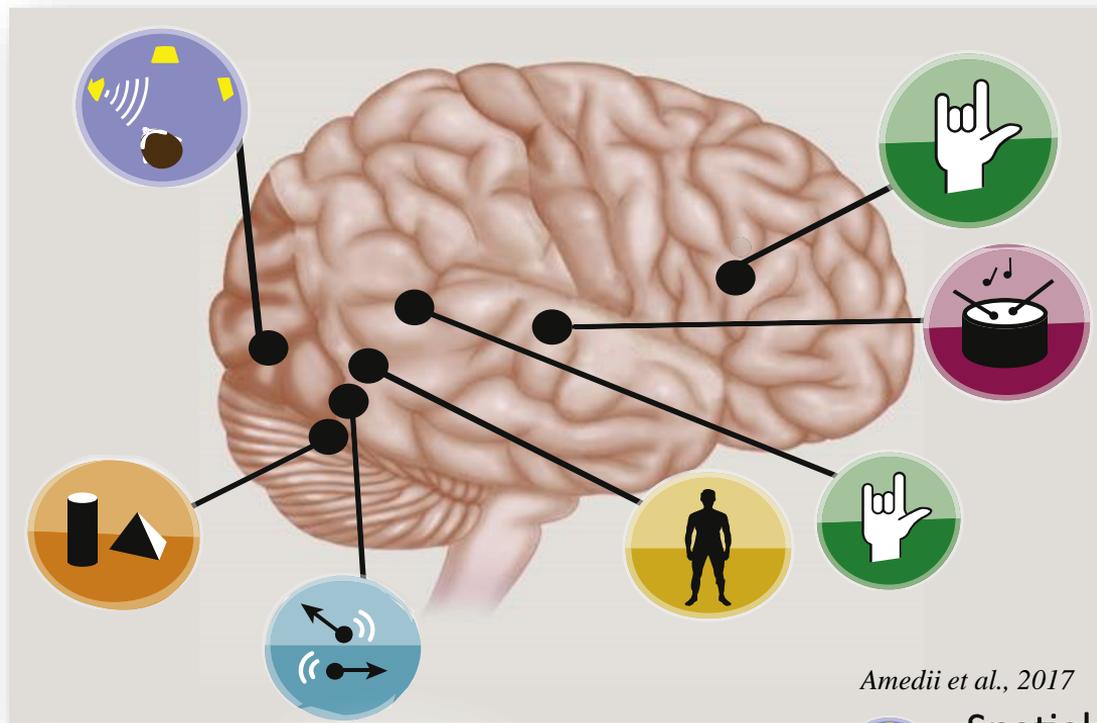


Ricciardi et al., Neurosci Biobehav Rev, 2014;
Ricciardi et al., Exp Biol Medicine, 2014

La vista non è necessaria affinché il cervello sviluppi la sua organizzazione funzionale

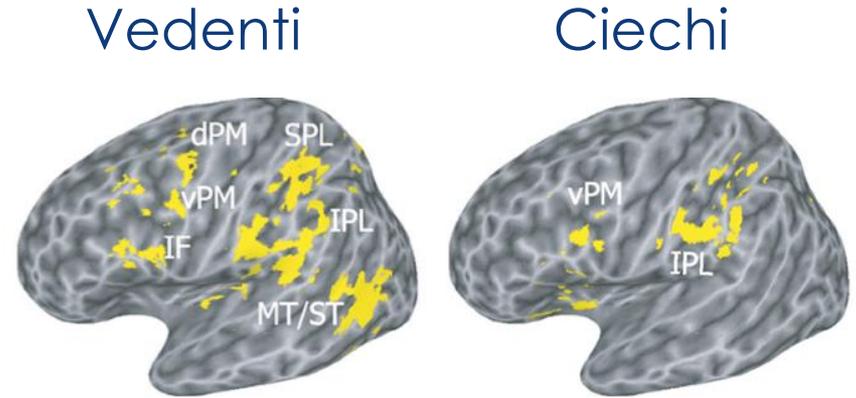
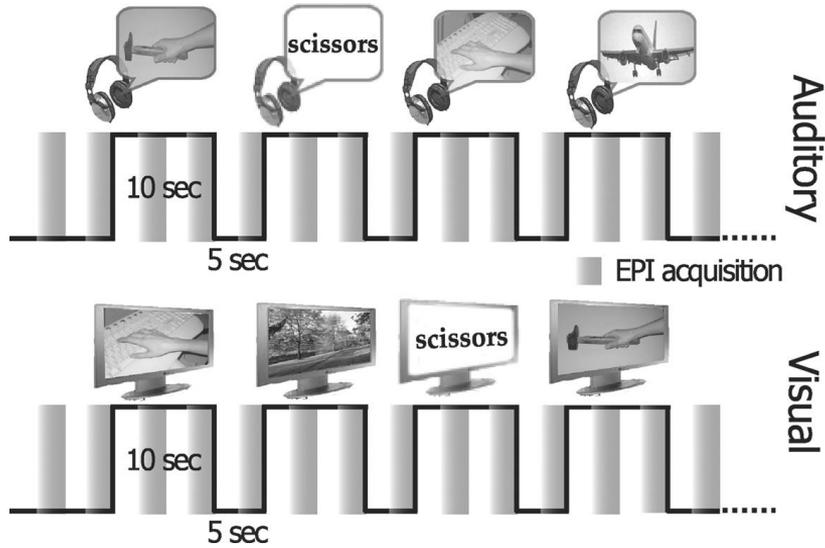
Sopramodalità

Ma le persone cieche hanno proprio la stessa 'immagine' nel loro cervello?



Come la persona cieca 'riconosce' le azioni degli altri?

Sopramodalità



Anche le persone cieche hanno un sistema specchio!

Come la persona cieca 'riconosce' le azioni degli altri?

Sopramodalità

Vedenti



Ciechi



La rappresentazione dell'informazione è identica tra vedenti e ciechi

Identica e... più astratta?

Sopramodalità



Mammiferi

Uccelli

Frutta

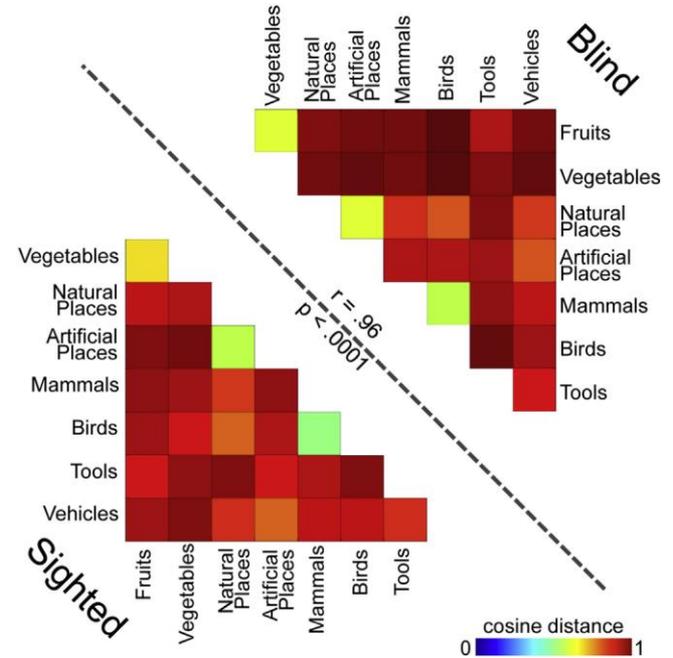
Verdura

Utensili

Mezzi di trasporto

Luoghi naturali

Luoghi artificiali



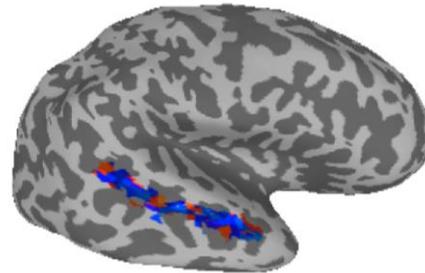
Un'architettura comune che è innata

Protoorganizzazione

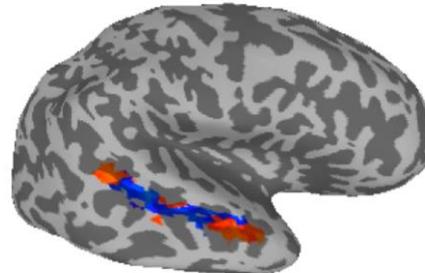
Cosa hanno in comune persone cieche e sorde congenite?



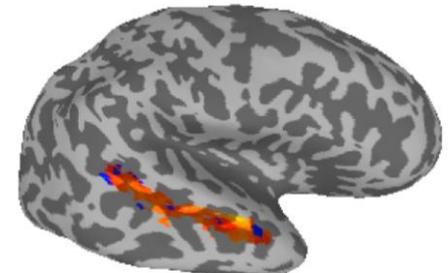
Film



Audiovideo



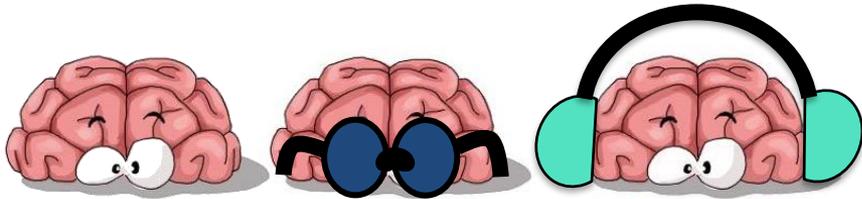
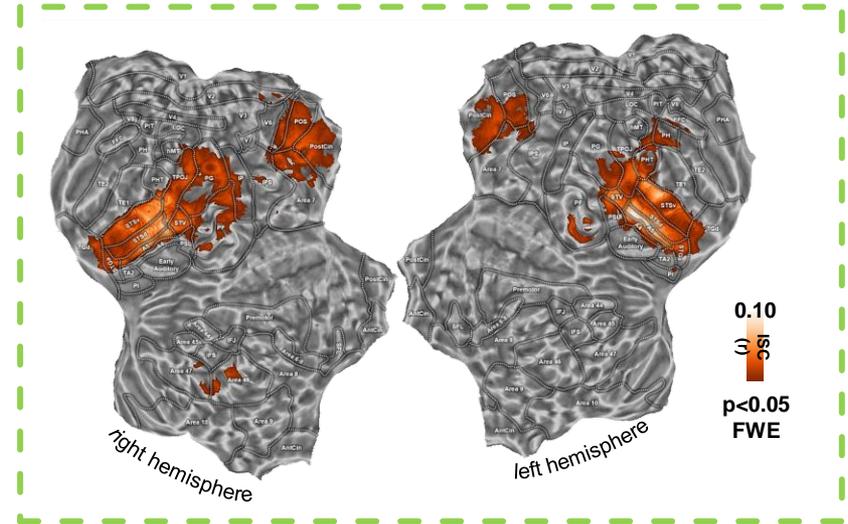
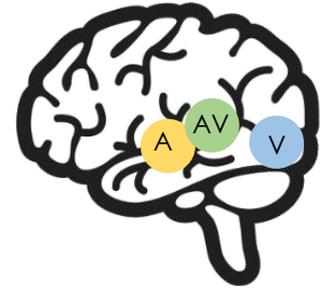
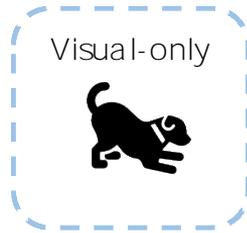
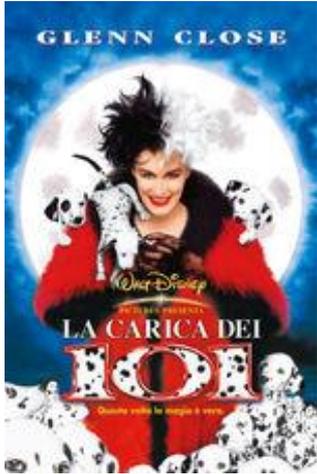
Video



Audio

Un'architettura comune che è innata

Protoorganizzazione



Ma allora tutto può essere sopramodale?

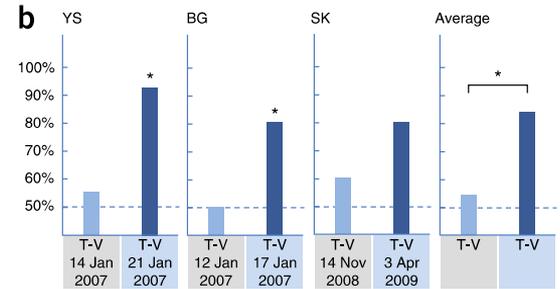
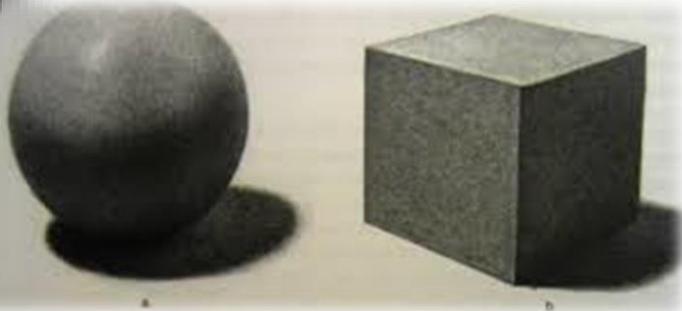
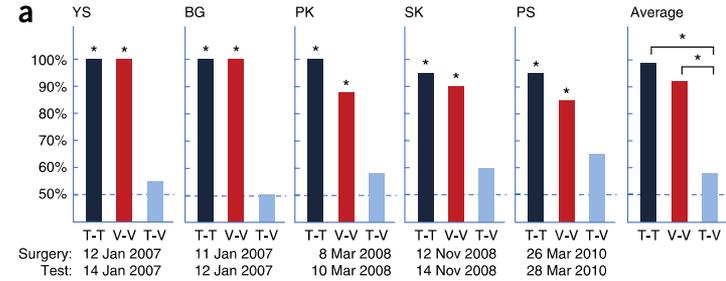
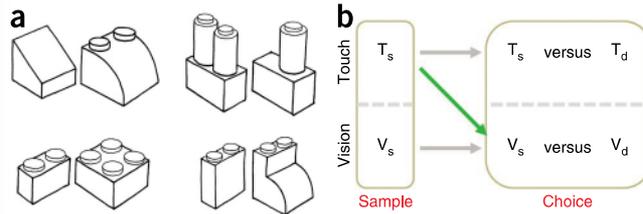
Sopramodalità



The newly sighted fail to match seen with felt

Richard Held¹, Yuri Ostrovsky¹, Beatrice de Gelder², Tapan Gandhi³, Suma Ganesh⁴, Umang Mathur⁴ & Pawan Sinha¹

nature neuroscience

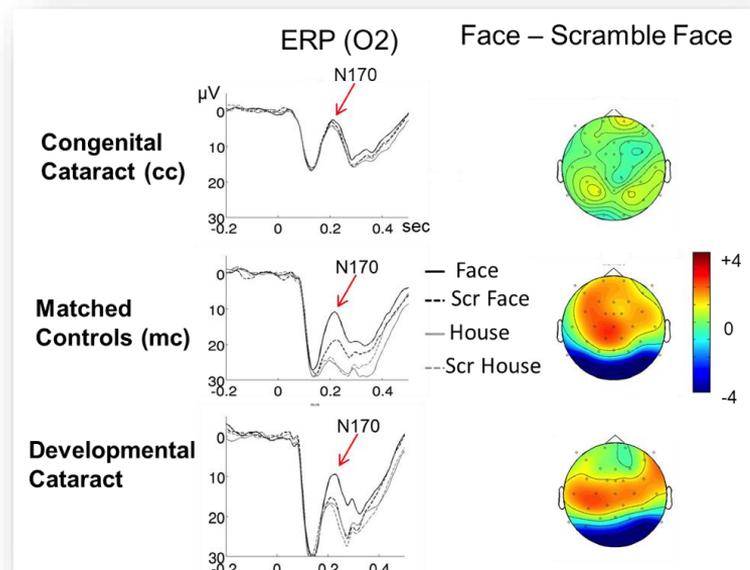


Ma allora tutto può essere sopramodale?

Sopramodalità



PROJECT
PRAKASH
LUCCA

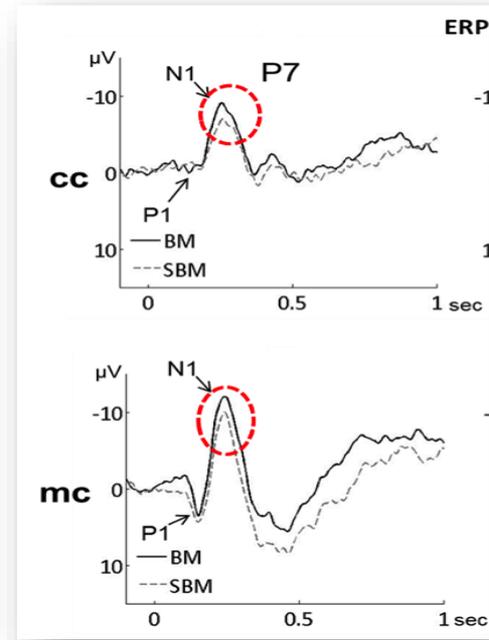


La risposta cerebrale selettiva ai volti non è presente quando la vista è assente fin dalla nascita (cataratta congenita, ecc.)

Röder et al., 2013

Ma allora tutto può essere sopramodale?

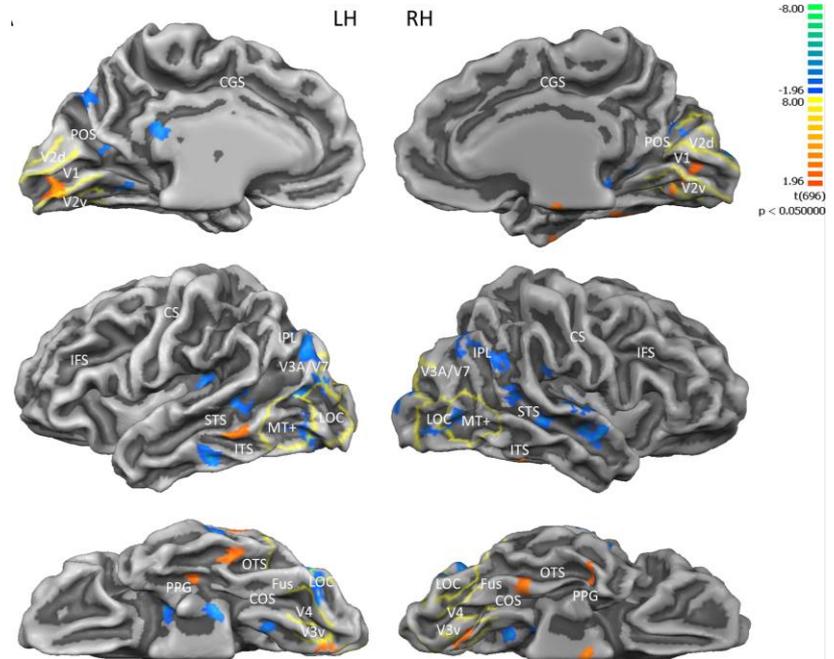
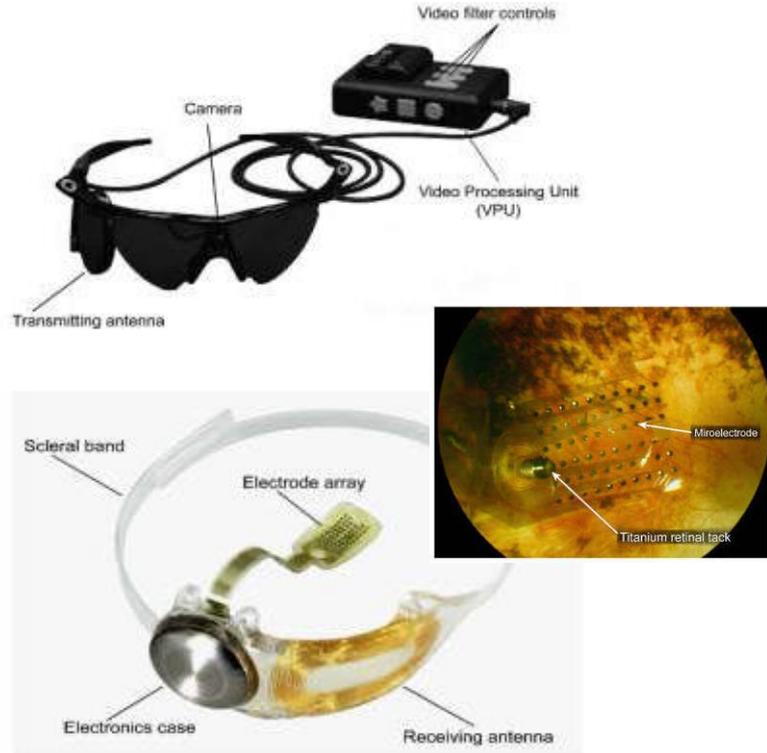
Sopramodalità



La risposta invece per riconoscere il movimento biologico è sempre presente!

Possiamo 'ripristinare' la vista?

Occhio bionico?

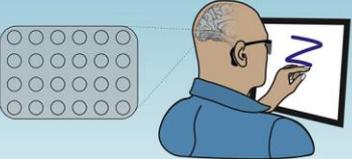


Possiamo 'ripristinare' la vista?

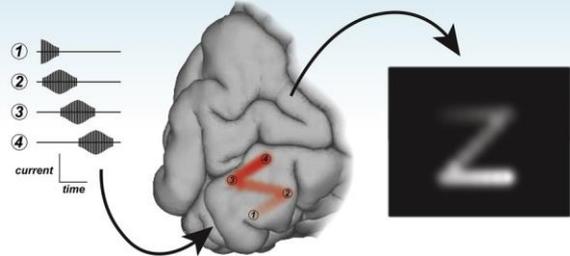
Stimolazione corticale?

Experimental Setup

Electrodes implanted on visual cortex are stimulated in various **spatiotemporal** patterns



Brain Stimulation Strategy: Dynamic Current Steering



Dynamic stimulation traces a path on cortex using a pattern that matches the real-world form of the object.

Current steering uses virtual electrodes between the physical electrodes to smooth the trajectory across cortex.

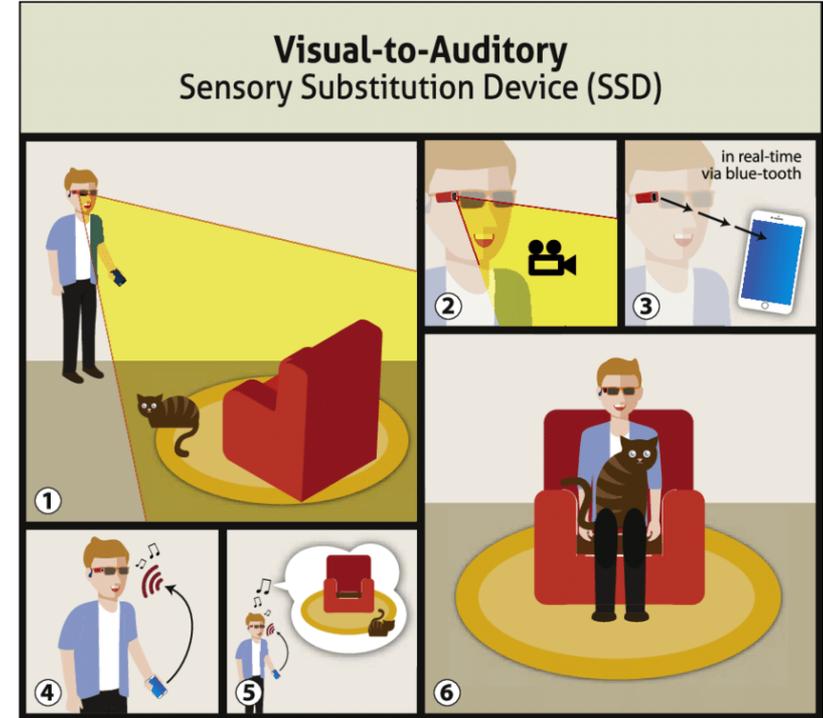


Possiamo 'sostituire' la vista?

I dispositivi di sostituzione sensoriale



Lee et al., 2014



Heimler et al., 2020

Cosa abbiamo imparato?

- Mentre la ricerca sul 'cervello cieco' si è concentrata classicamente sulla riorganizzazione plastica che consegue alla perdita della vista, nuovi studi comportamentali e funzionali sono un potente strumento per **comprendere fino a che punto l'architettura funzionale del cervello è programmata** per svilupparsi indipendentemente da qualsiasi esperienza visiva.
- Se l'assenza della vista causa cambiamenti del cervello, la sua organizzazione anatomica e funzionale si sviluppa indipendentemente dalla vista e dall'esperienza visiva – **sopramodalità!**

- Questa natura più astratta dell'organizzazione funzionale del cervello consente anche alle persone cieche di conoscere il mondo circostante.
- Inoltre, molto spesso le persone cieche possono far notare ai vedenti alcuni aspetti sensoriali specifici che semplicemente non sono in grado di vedere.

È la vista l'unico modo per “vedere”?

Come la percezione visiva plasma il nostro cervello

28 febbraio 2023