

27/10/2020

Alice pt.2

([https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?\\_id=38f5;field=file;key=y8T2PZr9AwJ6F1oIrgDrEAPs4vv9X4lw8vJaSZT70U;t=7653](https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?_id=38f5;field=file;key=y8T2PZr9AwJ6F1oIrgDrEAPs4vv9X4lw8vJaSZT70U;t=7653))

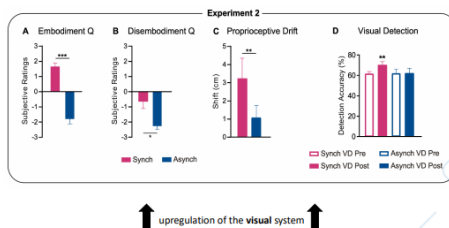
Esperimento 2: indaga cosa succede al sistema visivo.

Dopo aver misurato la soglia di luminanza (visiva) i sogg facevano task *detezione di stimoli visivi* in cui veniva misurata la performance prima di fare RHI, poi si misura il *drift propriocettivo* e poi i sogg facevano la RHI sincrona nella condizione sperimentale e asincrona nella condizione di controllo.

Dopo la RHI i sogg facevano nuovamente task detezione visiva, ma questa volta nel task "post" ogni stimolo visivo veniva preceduto da 13-15 secondi di RHI. Veniva poi di nuovo misurato il drift propriocettivo, perché il drift è una misura differenziale tra la percezione dei soggetti della posizione del loro dito indice *prima* dell'illusione e *dopo* l'instaurarsi dell'illusione, e in seguito i soggetti venivano sottoposti loro i questionari di embodiment and disembodiment.

Le misure quindi che venivano raccolte per quanto riguarda la RHI erano il questionario di embodiment e disembodiment e il proprioceptive drift che sono stati analizzati per mezzo di questi test, che sono come dei T test però per dati non parametrici, cioè non distribuiti normalmente.

Invece i dati raccolti durante i task di detezione degli stimoli visivi sono stati analizzati calcolando l'accuratezza della performance, quindi la percentuale di trials in cui il soggetto correttamente identificava lo stimolo, e questa accuratezza è stata inserita come variabile dipendente in una ANOVA a misure ripetute con due fattori: 1) condizione sincrona o asincrona (quindi su due livelli sincrono e asincrono) e 2) time, ovvero il task che serviva come baseline, quindi il task pre e il task post (anche questo a due livelli).



**Risultati:** per quanto riguarda le misure di embodiment troviamo una differenza statisticamente significativa tra condizione sincrona e condizione asincrona, sia nel questionario di embodiment che nel questionario di disembodiment che nel proprioceptive drift i valori nella condizione sincrona sono maggiori di quelli nella condizione asincrona, quindi effettivamente i nostri soggetti avevano esperito l'illusione.

Il risultato dell'ANOVA 2\*2 del grafico D mostra che c'è un'interazione tra i due fattori per cui dopo l'illusione, ovvero la condizione sincrona i soggetti erano significativamente più bravi nella detezione di stimoli visivi, quindi questo dato mostra che *il sistema visivo è facilitato dopo la Rubber Hand Illusion*. (up-regulation) Quindi questi due esperimenti (esp. 1 lezione 7) mostrano che c'è una modulazione diametralmente opposta dei due sistemi a seguito dell'illusione, dove il sistema somatosensoriale è down regolato, e in più abbiamo visto dei risultati dell'altra volta che c'è una specificità emisferica per cui solo quando gli stimoli sono dati sulla mano che è stata soggetta all'illusione i soggetti peggiorano nel compito, mentre la mano su cui non è stata fatta l'illusione non mostra modulazioni, quindi è un effetto specifico per il lato su cui viene fatta la procedura sperimentale della Rubber Hand Illusion.

Questa volta abbiamo visto invece che il sistema visivo mostra un up-regulation, una facilitazione, perché i soggetti erano più bravi rispetto alla loro baseline e rispetto alla condizione asincrona dopo aver esperito l'illusione, quindi nella condizione ne sincrona.

Una prospettiva futura è volta a investigare l'eccitabilità della corteccia somatosensoriale dopo la Rubber Hand Illusion misurando i potenziali evocati somatosensoriali (SEP), ovvero dei potenziali evocati dalla stimolazione del nervo mediano, quindi una misura elettrofisiologica di quel dato comportamentale che abbiamo visto l'altra volta.

Un secondo studio che si potrebbe fare invece per quanto riguarda la controparte visiva è misurare i potenziali evocati dalla stimolazione visiva per mostrare anche a livello elettrofisiologico questa modulazione diametralmente opposta.

FINE ALICE.

## PARTE DI ANTONINO

([https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?\\_id=84xu:field=file:key=5by0kOMaHZdJNukh2emfYbjwtjoCLG5w8vJaSZT70U;t=7523](https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?_id=84xu:field=file:key=5by0kOMaHZdJNukh2emfYbjwtjoCLG5w8vJaSZT70U;t=7523) )

Come è possibile cercare di indagare, in un modello differente da quello che è il modello umano, se la Rubber Hand Illusion possa in qualche modo creare un effetto simile anche nel primate non umano? Nella letteratura scientifica non ci sono molti esempi riguardanti l'applicazione di una procedura di Rubber Hand Illusion nei primati, ma ci sono diverse evidenze scientifiche per quanto riguarda quella che è la codifica dello spazio, soprattutto in termini di motori, e come il cervello, soprattutto grazie alla presenza di circuiti parieto-frontali dedicati, possa ricostruire quella che è una visione unitaria dello spazio.

Sappiamo dallo studio del modello animale che *le informazioni visive che provengono dalla corteccia visiva primaria dalle aree associative*, come anche dall'area somatosensoriale primaria e dalle aree associative, *permettono*, attraverso una serie di scambi con la corteccia parietale e con le aree premotorie, *di ricostruire una serie di scambi parieto-frontali che permettono poi di avere una visione unificata dello spazio integrando una serie di segnali che provengono da modalità diverse*.

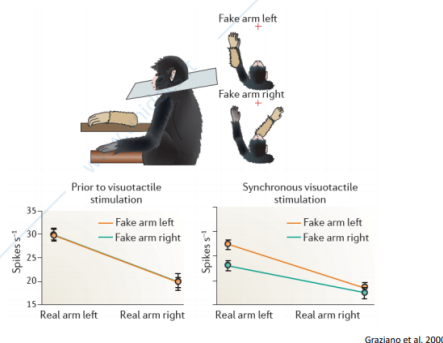
All'interno di aree specifiche della corteccia premotoria, come per esempio l'area F4 e aree specifiche della corteccia parietale, contengono dei *neuroni bimodali* che ci permettono di codificare alcuni stimoli secondo modalità differenti.

Quindi questi **neuroni bimodali** che hanno dei campi recettivi tattili rispondono anche a stimoli presentati sotto un'altra un'altra forma, ad esempio di stimoli visivi in avvicinamento.

Quindi pensiamo ai campi recettivi come fossero delle delle specie di aree che stanno attorno a un effettore specifico in cui è stato dimostrato che i campi recettivi visivi e tattili dei neuroni bimodali hanno una certa espansione attorno a un effettore specifico, come per esempio nei neuroni bimodali della area F4 può essere il braccio oppure la faccia, e quindi questi campi recettivi, indipendentemente dalla posizione specifica dell'occhio dell'animale o dell'uomo, permettono di codificare lo stimolo anche visivo.

Quindi è un'integrazione visuo-tattile e si basa sul campo recettivo ancorato a quella specifica porzione del corpo. Grazie a questo riusciamo ad avere una visione integrata unitaria dello spazio che circonda quella specifica porzione dello spazio peripersonale.

Quello che si sa della codifica dello spazio è principalmente focalizzata sugli aspetti dell'integrazione multisensoriale che possono portare ad avere una visione integrata dello spazio e che può essere poi eventualmente modificata attraverso delle procedure sperimentali come la RHI, ma se e come queste procedure sperimentali vadano a modificare plasticamente la ricostruzione unitaria dello spazio non è stato ancora compreso.



C'è uno studio del 2000 di Graziano e collaboratori rispetto a una specie di illusione nell'animale, anche se poi da un punto di vista comportamentale il comportamento dell'animale non è stato capito nel dettaglio.

I ricercatori hanno cercato di verificare la risposta in termini di Spike neuronali, quindi potenziali d'azione, dell'aria 5 del lobo parietale della scimmia *durante l'osservazione e durante la codifica* dell'informazione propriocettiva rispetto alla posizione del proprio braccio, e *all'osservazione* di un altro braccio (fake hand) che veniva posto in due posizioni diverse, ovvero i ricercatori hanno utilizzato due condizioni fondamentali:

- 1) la scimmia comodamente seduta su una sedia per primati con la posizione del proprio braccio sinistro in una posizione congruente a sinistra,
- 2) in una posizione opposta sulla parte destra dello spazio.

In una condizione di baseline i ricercatori hanno osservato che effettivamente i neuroni dell'area 5 tendevano a rispondere, anche abbastanza vigorosamente, quando il braccio dell'animale era posto in una posizione congruente (sulla sinistra), ma rispondevano ugualmente bene anche quando il braccio fake era posto sulla sinistra dello spazio, mostrando quindi anche in assenza di una qualsiasi forma di stimolazione tattile (sincrona/ asincrona) come questi neuroni tendevano a rispondere alla posizione delle effettore nello spazio;

rispondevano di meno quando il braccio della scimmia era posto in una posizione incongruente, quindi sul lato destro.

Quindi questi neuroni in una condizione di baseline codificano la posizione dello spazio.

Successivamente è stata introdotta una modificazione sperimentale abbastanza vicina a quella della condizione di RHI, ovvero una situazione di stimolazione sincrona del braccio reale dell'animale e una congruente stimolazione della della mano fake. In questo caso succedeva che quando (immagine dove c'è la scimmia vista dall'alto) la mano veniva posta sulla destra dello spazio, in una condizione che quindi non elicitava precedentemente una grande attivazione del dell'area cinque, a seguito di una stimolazione sincrona c'era una modulazione dell'attivazione di questi neuroni.

Quindi il braccio fake, in qualche modo, dopo la stimolazione induceva una modulazione della risposta di questi neuroni, indicando che questi neuroni, e l'area 5 in generale, sono implicati nell'integrazione dei segnali visuo-tattili, probabilmente grazie alla presenza dei neuroni bimodali e della loro risposta.

Nel nostro caso quindi la domanda sperimentale è: *cosa avviene a livello comportamentale quando una procedura tipo RHI viene effettuata su modello animale e come è possibile inferire se la scimmia è illusa dalla presenza del braccio fake?*

e poi l'altra domanda è sperimentale importante è: *nel caso in cui è effettivamente c'è una un effetto della RHI dovuto a una stimolazione sincrona, questo effetto è fortemente legato ai vincoli temporali e spaziali come avviene nell'uomo, dove invece se applichiamo una RHI basata su una stimolazione asincrona non abbiamo un effetto significativo oppure è un effetto di stimolazione generale?*

Per rispondere a queste domande abbiamo impostato un esperimento comportamentale che non non richiede particolari apprendimenti da parte della scimmia se non quello di imparare tenere le mani appoggiate su un supporto e fissare un punto davanti a lei. La scimmia faceva un training, durante il quale veniva continuamente ricompensata con del cibo. In una condizione iniziale ha questo compito di fissazione di un punto, poi è stata abituata alla presenza di un braccio finto per simulare l'esperimento della RHI.

Le condizioni sperimentali che abbiamo introdotto erano quattro (riquadro B) :

1) due condizioni che riguardano il tipo di stimolazione, quindi se la stimolazione era sincrona oppure era asincrona, e veniva fatta con due pennelli.

2) due posizioni possibili della mano fake, che poteva essere posizionata in una posizione interna, vuol dire che la mano vera della scimmia veniva posta esternamente alla mano fake, mentre invece in una condizione esterna la mano fake veniva posta esternamente e la mano vera della scimmia internamente.

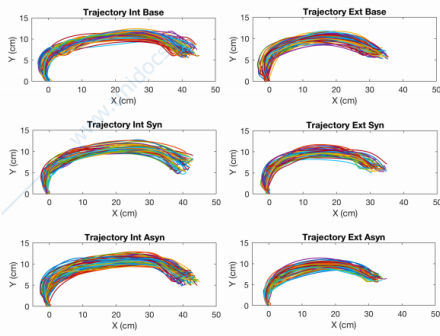
La mano vera della scimmia era sempre nascosta come avviene durante la RHI da un piano che poteva essere spostato e oscurabile a seconda appunto della condizione, e quindi la scimmia non vedeva la propria mano ma fissava davanti a sé e aveva davanti sempre la mano fake.

Nella condizione interna la mano era in una posizione congruente, mentre per quanto riguarda la condizione esterna la mano fake era in una posizione dislocata rispetto alla spalla della scimmia, quindi in una posizione leggermente incongruente.

In entrambi i casi la scimmia doveva fissare davanti a sé la mano fake, perché oltre questo punto di fissazione era posizionata davanti alla mano fake anche una piccola luce led che la scimmia vedeva all'inizio di ogni trials accendersi, e quello segnale di Go.

Questo segnale di Go serviva perché il compito fondamentale per cui poi la scimmia è stata addestrata era, oltre quello di stare molto attenta e fissare bene il LED, quello di compiere un movimento di reaching ovvero di raggiungimento, doveva raggiungere con la propria mano destra la mano sinistra. Questo era l'impianto sperimentale

Per la valutazione del comportamento della scimmia sono state utilizzate delle videoregistrazioni con una telecamera GoPro con cui sono stati ricostruiti i parametri fondamentali della cinematica del movimento di raggiungimento. Questa videocamera ci ha permesso di raccogliere dei filmati ad alta risoluzione con 240 frame al secondo, quindi abbiamo potuto ricostruire una serie di parametri tra cui la velocità e la traiettoria del movimento, cercando di estrapolare quelle informazioni cinematiche che potessero in qualche modo dirci qualcosa di più sul comportamento della scimmia e su come il comportamento di raggiungimento della propria mano, che indica la codifica dello spazio in cui la mano reale della scimmia si trova, possa subire delle modificazioni a seguito dell'introduzione di una stimolazione RHI.



**risultati dell'esperimento** : sono delle traiettorie di movimento ovvero un po' il percorso che viene ricostruito del punto marcato nello spazio nelle varie condizioni sperimentali.

Le condizioni di baseline in alto (la baseline interna e la baseline esterna), poi nei riquadri centrali la traiettoria delle condizioni (interna sincrona e esterna sincrona), e nel riquadro in basso invece le traiettorie delle condizioni (interna asincrona e esterna asincrona).

Si può notare la lunghezza delle varie condizioni, perché tra le condizioni interne e esterna, dato che il movimento di raggiungimento nel caso della **condizione esterna** era più breve poiché l'animale doveva toccare

la mano propria posta in una in una posizione più interna, e quindi il movimento da fare era meno soggetto a variazioni, mentre nelle traiettorie della **condizione interna** il soggetto dovrà scavalcare la mano fake posta in posizione interna e raggiungere la propria mano in posizione esterna, quindi doveva percorrere una traiettoria maggiore, e di conseguenza questo aveva una serie di modificazioni sui parametri cinematici già a livello di baseline, senza introdurre alcuna variazione dovuta la stimolazione per esempio sincrona o asincrona. Quindi questo effetto della lunghezza delle traiettorie dipende dalla posizione del punto finale e di arrivo. Dopo di che abbiamo tracciato questi movimenti cercando di individuare quelli che possono essere i parametri che segnalano la presenza di un possibile effetto confondente durante le condizione della stimolazione sincrona, che è quello di interesse.

Un'analisi interessante è quella del **displacement, del drift** che riguarda l'andare da parte della scimmia verso la mano la mano di gomma, Quindi come sapete il drift propriocettivo, quindi lo spostamento verso la propria mano rispetto alla mano aliena, sarebbe un indice importante per quanto riguarda la domanda sperimentale *"La scimmia è attivamente illusa dalla presenza di una mano di gomma durante la stimolazione sincrona?"* Si è cercato di riportare il punto finale delle traiettorie di movimento alla condizione di baseline, come se fosse una condizione di drift zero. Quindi nelle condizione di baseline non c'era un drift verso la propria mano o la mano di gomma.

In seguito succedeva che nella stimolazione di tipo sincrono la scimmia si spostava leggermente verso la mano di gomma, e questo potrebbe rappresentare una specie di illusione, nel senso che il movimento era spostato verso la mano fake e quindi la mano fake attraeva il movimento della scimmia che, nella maggior parte dei casi, non sbagliava il punto di arrivo (cioè nella maggior parte dei casi toccava la sua mano ma arretrava leggermente verso la mano di gomma), e questo avveniva solo nella condizione sincrona, perché nella condizione interna asincrona il drift era praticamente quasi assente (come nella condizione di baseline). Nella condizione esterna invece accadeva l'esatto contrario, nel senso che nella condizione esterna la mano fake era posta appunto esternamente e la mano della scimmia era posta internamente, ma in questo caso non era la fake ad attrarre il movimento della scimmia ma il movimento era spostato sempre verso l'interno, quindi avevamo un drift contrario, non era proprio legato alla presenza della mano fake ma ha una specie di repulsione, quindi un avvicinamento maggiore verso la propria mano reale, e questo era già un indice interessante.

L'altro aspetto interessante notato riguardava invece il parametro della velocità del movimento, nella **slide 10** sono riassunti una serie di studi indicativi di come può variare la velocità del movimento sulla base della precisione del Movimento da eseguire.

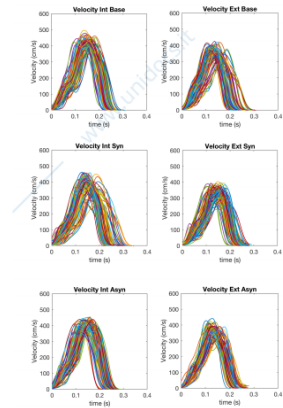
L'assunzione che era alla base dello studio del parametro della velocità era: potrebbe darsi che nel momento in cui il movimento compiere da parte della scimmia è un movimento più sicuro, meno condizionato dalla mano di gomma, allora potremmo avere una cinematica del movimento più simile a una condizione, potremmo definire come condizione di illusione in movimento, che è più difficile da eseguire.

Nella condizione più difficile, in cui io devo andare a scegliere, avrò degli effetti sulla curva generale della velocità, invece nella condizione più semplice, in cui io non sono in nessun modo affetto da l'illusione, dovrei avere una curva di velocità che è simile a un'azione più semplice.

Ci sono delle curve di velocità su 85 trials proiettati a seconda della condizione sperimentale. Anche in questo caso non si riesce a dedurre bene qual è la differenza fondamentale fra le condizioni però, se guardate ad

esempio la condizione interna nella condizione di baseline rispetto alla sincrona, vediamo che ci sono diverse curve di velocità trial di stimolazione sincrona che finiscono più tardi, come se in parte la durata del movimento fosse maggiore, quindi in parte la velocità del movimento della scimmia era rallentata nella condizione sincrona, e poi un altro parametro fondamentale è lo spostamento di quello che è il picco di queste curve, il cosiddetto *picco di velocità*, che può spostarsi più o meno avanti nel tempo a seconda della percentuale di movimento presente nel trial, quindi possiamo avere un picco molto precoce o un picco con una latenza più tardiva.

Questo fattore è particolarmente interessante perché a seconda della latenza di questo picco di velocità possiamo dedurre quanto il movimento che una scimmia, come anche una persona fa, è più o meno preciso. Quanto più il picco è precoce (e quindi abbiamo una fase poi discesa di questa curva abbastanza prolungata) tanto più il movimento sarà complesso, mentre quanto più movimento sarà semplice tanto più il picco sarà spostato in avanti nella curva, quindi nella percentuale di movimento.

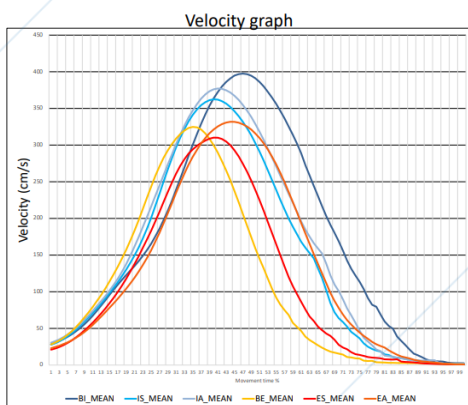


Quindi se immaginate di dividere questa potenziale curva in due parti "percentuale di in movimento nella prima fase" l'accelerazione fino al raggiungimento del Picco e "percentuale di movimento nella seconda fase" quindi nella fase di decelerazione nella parte finale appunto del Movimento, la fase fondamentale sarà quella seconda, cioè la fase di decelerazione del movimento in cui se io devo fare un movimento di *reaching* verso la mia mano e sono soggetto all'illusione della Rubber Hand Illusion io potrei esitare nel tocco della mia mano da cui drift propriocettivo, e quindi la mia la velocità del mio movimento sarà minore e più concentrata sulla fase di decelerazione in cui devo raggiungere la mano per non commettere un errore importante di drift, che però nella maggior parte dei casi non si osserva, e identificare toccare bene però la mano giusta.

Quello che si è visto è stato quindi un effetto in generale sul picco. Quindi su quanto era veloce la scimmia al massimo piccoli velocità in centimetri al secondo e per quanto riguarda la riga blu sono le condizioni interne quindi la baseline nell'interna sincrona e l'interna asincrona, rispetto alla baseline nella condizione interna stimolazione sincrona c'era una diminuzione importante del picco di velocità, Quindi un rallentamento generale nell'esecuzione del movimento di reaching che non era significativamente differente dalla condizione asincrona ma sicuramente lo era rispetto alla baseline (quindi c'era un Effetto della stimolazione). Per quanto riguarda la condizione esterna invece non c'era una grande differenza tra le condizioni sincrona e asincrona rispetto alla baseline.

in linea di massima il movimento per quanto riguarda le condizioni interne dal punto di vista del picco di velocità era sicuramente più veloce rispetto alle condizioni esterne, questo è dovuto principalmente alla Alla dimensione del tratto da percorrere.

L'altra analisi interessante che abbiamo fatto è stata quella di plottare le medie di queste di queste curve di velocità per poter calcolare la percentuale della fase di accelerazione e decelerazione nelle varie condizioni per verificare quanto precocemente Si verificava il raggiungimento del picco di velocità e sono le curve che vedete rappresentate in maniera maniera singola per ciascuna condizione



Allora in questa immagine sono sovrapposte tutte le condizioni. La condizione interna è rappresentata nei colori freddi e le condizioni nella posizione esterna nei colori più caldi; le condizioni di baseline interna ed esterna sono le curve blu scuro e la curva gialla. Da questo primo fattore si vede che nella condizione esterna di baseline abbiamo un picco di velocità leggermente più precoce rispetto alla condizione interna, in cui invece sembra esserci una uguaglianza delle due fasi di accelerazione e decelerazione. Però al di là di quanto avviene nelle due fasi di baseline è importante vedere come, a seconda della stimolazione che viene effettuata e della posizione interna o esterna, abbiamo un effetto diametralmente opposto, ovvero:

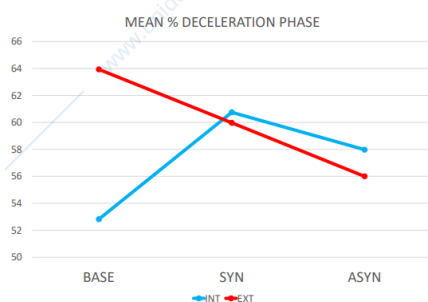
-nelle condizioni interne un'anticipazione del picco di velocità in entrambe le condizioni di stimolazione sincrona e asincrona,

-nella condizione esterna, dove abbiamo visto che non c'era un drift propriocettivo simile a quello della condizione interna, abbiamo un effetto opposto cioè un picco di velocità che si sposta in avanti.

Questo potrebbe indicare che il picco arretra nella condizione interna, significa che cresce la seconda fase ( T2 ) dal raggiungimento del picco, abbiamo in generale nella condizione di mano fake congruente posizione interna e stimolazione sincrona un aumento della fase di decelerazione. Spesso questo viene associato all'esecuzione di un movimento che è più difficile e quindi potremmo forse inferire che questo effetto potrebbe essere legato a una maggiore indecisione da parte della scimmia sulla traiettoria migliore da eseguire per il raggiungimento della propria mano.

Quindi la presenza della mano fake ha un effetto su questo tipo di trial, e anche la stimolazione asincrona induceva un effetto simile, cioè produce una maggiore fase di decelerazione.

La cosa interessante è che nella condizione opposta, quindi nella condizione di controllo esterna, quando veniva introdotta la stimolazione, sia che fosse sincrona che se fosse asincrona, il picco di velocità veniva spostato in avanti, quindi, creando un effetto differente rispetto a quello osservato nella condizione sincrona, il movimento diventava in qualche modo più balistico cioè un movimento preprogrammato.



Qui vedete rappresentato graficamente la media della percentuale della fase di decelerazione nelle diverse condizioni sperimentali e nella baseline con un aumento significativo (in blu) della fase di decelerazione nella condizione interna sincrona e una tendenza della condizione asincrona di questa fase di decelerazione a diminuire. E' una tendenza diametralmente opposta della condizione esterna in cui abbiamo un trend lineare in cui da una percentuale del 74% della fase di decelerazione passiamo a un 60 e poi ha un 56%, quindi una un decremento proprio lineare della fase di decelerazione con conseguente aumento della prima fase di accelerazione.

In conclusione questo studio ci ha permesso di verificare come effettivamente anche nella scimmia è possibile indurre un effetto di Rubber Hand Illusion simile a quello riportato precedentemente nella letteratura sull'uomo, e nonostante non ci siano a disposizione un numero elevato di dati a livello elettrofisiologico comunque vediamo come anche da un punto di vista filogenetico è possibile studiare la modificazione della consapevolezza corporea.

### Parte di Mattia.

[https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?\\_id=thfq;field=file:key=TkLYpBRhB5sVYyIBEwHBgRtQh2VIMUpY8vJaSZT70U;t=7591](https://www.scienzeorpormente.unito.it/do/didattica.pl/ShowFile?_id=thfq;field=file:key=TkLYpBRhB5sVYyIBEwHBgRtQh2VIMUpY8vJaSZT70U;t=7591)

E' studio sul riconoscimento visivo del sé corporeo in cui è stata usata la tecnica dell'EEG. Uno degli ingredienti fondamentali della Body ownership è la capacità di discriminare tra parti proprie ed altrui. Ci sono stati diversi lavori negli ultimi anni che sono focalizzati sulla discriminazione fra la mano propria e la mano altrui, in particolare c'è stata una linea di ricerca della professoressa Frassinetti che ha scoperto un effetto comportamentale che si manifesta quando bisogna riconoscere le mani proprie rispetto alle mani altrui. Questo effetto comportamentale prende il nome di **"Self Advantage"** ed è evidenziato dal fatto che i soggetti sono più accurati e più veloci, quindi hanno dei tempi di reazione minori, quando in un task sono coinvolti effettori propri rispetto ad effettori altrui.

In termini pratici vuol dire se al sogg self advantage vengono presentate tre mani, il loro compito è quello di dire quale fra la mano posta in alto e la mano posta in basso è uguale alla mano target posta centralmente. I risultati di questi studi, utilizzando questo paradigma, hanno mostrato che i soggetti sono più bravi e più accurati a fare il compito quando fra gli stimoli è introdotta la mano self rispetto a quando sono presenti solamente mani altrui.

Questo è il classico esempio di un paradigma self advantage in cui si mostra che **i soggetti sono più bravi a fare il compito se la mano Self è inclusa nel task rispetto a quando non è inclusa.**

Un aspetto fondamentale di questo effetto è che si manifesta solamente quando il Task è un task *implicito* di riconoscimento corporeo, e non un Task *esplicito*.

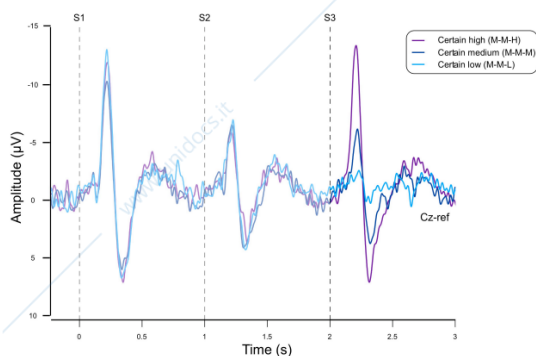
**Implicito** vuol dire che non viene mai chiesto al soggetto direttamente di riconoscere la mano propria oppure una mano altrui, quando questo viene fatto quindi quando si chiede direttamente al soggetto di identificare la mano propria o altrui non sia più questo effetto di Self Advantage ma si ha un effetto "*disadvantages*", cioè quando il task è esplicito i soggetti sono più bravi a riconoscere la mano altrui che la mano propria. Secondo questi ricercatori ciò ci porta a pensare che il self advantage emerga solamente in un task implicito è che **il riconoscimento del sé corporeo non è basato solamente una strategia visiva**, che verrebbe utilizzata maggiormente in un task esplicito, **bensì una strategia sensorimotoria**. Cioè per risolvere il compito si fa affidamento a quelle informazioni visive della mano che vengono integrate con la rappresentazione motoria somatosensoriale propriocettiva che si ha del proprio corpo.

Questa ipotesi che un network sensorimotorio sia sotteso al riconoscimento del sé corporeo è confermato da uno studio della Ferri del 2012 che ha utilizzato la tecnica della risonanza magnetica funzionale ed ha fatto vedere che sempre in un task implicito, quando la mano coinvolta nelle task era la mano self rispetto la mano altrui, si aveva un'attivazione maggiore del network che coinvolge aree motorie premotorie, l'insula anteriore e la corteccia occipitale, mostrando quindi che **al fine di riconoscere la propria mano si sono attivate delle aree sensorimotorie non solamente visive**.

Abbiamo condotto uno studio che aveva l'obiettivo di identificare un correlato elettrofisiologico, quindi utilizzando elettroencefalografia, di questo effetto comportamentale che finora era stato descritto solo in modo comportamentale con gli studi della Frassinetti oppure attraverso la risonanza magnetica funzionale. Quindi abbiamo usato l'eeg per individuare un correlato elettrofisiologico del *self advantage del riconoscimento implicito* dalla propria mano. L'elettroencefalografia misura i cambi di attività elettrica del cervello che sono indotti da una stimolazione periferica.

L'elettroencefalografia si misura mettendo una cuffia che ha tanti elettrodi, a seconda del montaggio può averne tra 32 e più di 200, viene messo un elettrodo sul naso (*referenza*) che sottrae l'attività elettrica ambientale in modo che venga registrato solamente ciò che è segnale, inoltre vengono anche posti degli elettrodi sotto gli occhi che misurano i *Blink* cioè movimenti oculari in modo che poi durante l'analisi si riesca a sottrarre tutto dalla registrazione, quindi sia l'attività ambientale che l'attività muscolare oculare al fine di ottenere questo grafico che è un classico esempio di attività elettrofisiologica in risposta a uno stimolo, S1 S2

Osservazione della risposta ad uno stimolo

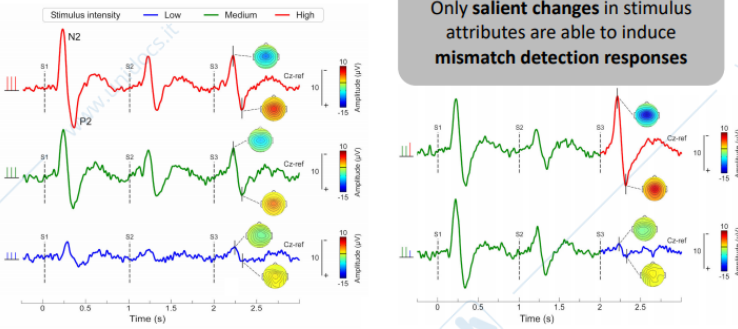


S3 sono i tre sono stimoli tattili che vengono dati, dopo che viene dato lo stimolo ci sono delle deflessioni del segnale che possono essere **negative**, quindi sopra nella parte sopra dello schermo perché si ribalta l'asse, e delle deflessioni **positive** che sono invece indice del potenziale evento correlato che è stato indotto dalla stimolazione tattile che in questo caso che si adatta al soggetto. Quindi, ricapitolando, abbiamo cercato con questo esperimento di trovare un correlato elettrofisiologico a livello di potenziali evento-correlato del riconoscimento del sé corporeo, abbiamo utilizzato un paradigma abbastanza noto in l'elettroencefalografia che è il paradigma di **mismatch detection**.

Il mismatch detection consiste nella detezione di un cambio in una sequenza di stimolazione, in particolare quando vengono dati due stimoli in sequenza quindi stimolo 1, pausa, stimolo 2 ⇒ **la risposta al secondo stimolo è maggiore quando è preceduta da uno stimolo diverso rispetto a quando è preceduta da uno stimolo uguale**.

Dove è riportato **N270** si ha un ampiezza maggiore, cioè si ha un n270 evocata dovuta al fatto che lo stimolo 2 in questo caso era diverso dal primo stimolo.

N270 è un potenziale evento-correlato negativo, quindi che occupa la parte negativa delle eeg, che occorre 270 millisecondi circa dopo la prestazione dello stimolo. **Queste risposte di mismatch**, e quindi questa magnificazione dell'ampiezza dei potenziali evento-correlati ad uno stimolo quando sono preceduti da uno stimolo diverso, **non è presente ogni qualvolta che si ha un cambiamento nella stimolazione ma solamente quando questo cambiamento viene percepito come saliente dal sistema**.



In queste cinque figure potete vedere delle risposte a degli stimoli dolorosi, sono tutti stimoli che possono avere diverse intensità: **alta intensità**, **media intensità**, **bassa intensità**. Nei due grafici posti a destra in questo esperimento i due stimoli ad intensità media e il terzo stimolo poteva essere o di intensità alta oppure di intensità bassa e cosa, si vede una risposta di mismatch detection quindi una risposta più ampia al terzo stimolo è presente solamente quando si passa dall' intensità media

ad alta e non quando si passa da un intensità di stimolazione media ad un'intensità bassa, questo perché perché il nostro sistema ha percepito come più saliente un cambiamento di stimolazione verso intensità maggiore e quindi è stata indotta in risposta alle mismatch détection solamente quando il cambiamento passa da medio-alto e non da medio a basso

L'n270, quindi questa componente negativa che occorre circa 270 minuti poi dopo lo stimolo viene elicitata in paradigmi in cui vengono usate delle coppie di stimoli, e che non tutti i cambiamenti di stimolo inducono una risposta di mismatch détection ma solamente quei cambiamenti che vengono percepite come salienti. Nell'esperimento EEG si presentano delle immagini di mani ai soggetti che potevano essere o immagini della mano dei soggetti oppure immagini della mano di soggetti altrui, queste immagini date venivano presentate in diversi scenari a seconda che fosse presente la mano self o che non fosse presente la mano self.

Quindi abbiamo presentato queste coppie in quattro scenari:

- nello scenario with self in cui la presente come vedete in rosso la mano self
- in nero la mano altrui

quindi erano possibili quattro diverse coppie:

- 1) coppia in cui entrambi gli stimoli erano una mano self, quindi mano self, pausa, mano self
- 2) coppia in cui sono presenti due mani altrui
- 3) coppia in cui il primo stimolo è la mano altrui e il secondo stimolo è la mano self
- 4) coppia in cui era presente la mano self come primo stimolo e la mano altrui come secondo.

Avevamo anche uno scenario detto without self perché non era mai presente la mano self, infatti erano presenti due mani altrui e nessuna delle due era stata presentata nello scenario precedente e poi abbiamo introdotto nella seconda parte dell'esperimento lo scenario with familiar, abbiamo presentato in questo scenario sempre una mano altrui che era una mano altrui mai vista prima, e poi una mano familiare cioè una mano altrui che era già stata presentata in uno scenario differente, cioè una mano per cui i soggetti avevano sviluppato una sorta di senso di familiarità avendolo già vista nei blocchi precedenti.

E' stato essenziale introdurre lo scenario with familiar perché se noi avessimo trovato un eventuale differenza tra mano self e la mano altrui non saremmo potuti essere sicuri che queste questa differenza fosse dipesa solamente dal fatto che una era la mano self e l'altra la mano altrui, ma poteva essere semplicemente dovuta al fatto che la mano self fosse più familiare di una mano altrui, quindi questo esperimento in questa condizione di controllo anche se non chiarisce al 100% questa possibilità permette di far vedere che un possibile effetto non era dovuto solamente a un effetto di familiarità ma era un effetto guidato dal fatto che era stata riconosciuta la mano self.

Quindi riassumendo abbiamo fatto più test dei tre scenari che abbiamo presentato e venivano presentati gli stimoli in coppia, quindi veniva dato per 320 secondi lo stimolo di una mano, poi un secondo di interstimolo e poi comparirà la seconda mano.

Il task del soggetto alla scomparsa della seconda mano era quello di dire se la seconda mano fosse uguale o diversa alla prima mano premendo due tasti diversi la tastiera S per same e D per different, questo è un task implicito perché non viene mai chiesto di identificare la propria mano.

Le misure che abbiamo misurato in questo esperimento sono l'accuratezza ai tempi di reazione come misura comportamentale per replicare l'effetto di Self Advantage e poi abbiamo utilizzato l'elettroencefalografia, in particolare ci siamo focalizzati, essendo il paradigma a coppie, sulla famosa n270.

Le prediction di questo esperimento erano:

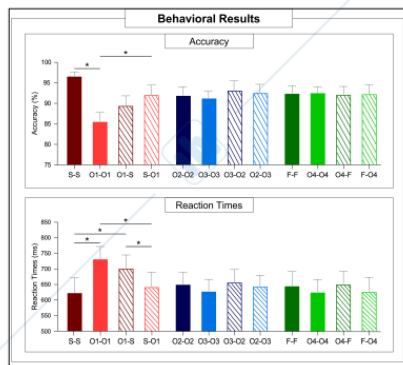
- 1) replicare l'effetto di self advantage, e quindi che soggetti fossero più bravi e più e più accurati e più veloci nello svolgere il compito quando la mano self era presente;
- 2) trovare una mismatch detection maggiore quando era presente la mano self perché essendo la mano self più saliente la presenza della self inducesse una mismatch detection maggiore.

## I risultati

nel riquadro superiore c'è l'accuratezza e nei riquadri inferiori i tempi di reazione. ( **with Self** , **without self** , **with familiar** )

Dalla presenza degli asterischi notiamo che le uniche modulazioni significative della prestazione comportamentale, sia in termini di accuratezza che in termini di tempi di reazione, sono presenti nello scenario with self, in particolare nell'accuratezza abbiamo trovato che la presenza della mano self ha indotto una migliore performance comportamentale; stessa cosa anche nei tempi di reazione che è ancora

Subjects appeared better and faster in discriminating visual stimuli when they represented the self hand



più evidente perché in tutti i casi in cui era presente la mano self si ha avuto un vantaggio in termini di velocità, cioè i soggetti sono stati più veloci quindi hanno avuto una performance comportamentale migliore ogni volta che era presente la mano self rispetto alla condizione in cui la mano self non era presente (quella rappresentata in arancione)

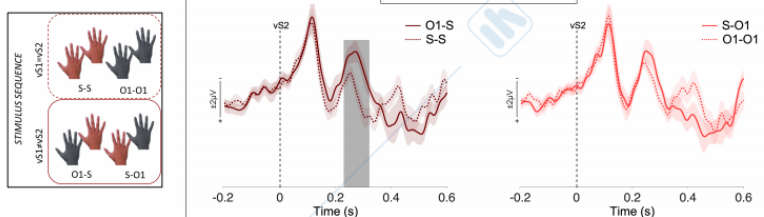
Quindi in generale questi risultati comportamentali ci hanno mostrato che i soggetti sono stati più veloci e più accurati quando la mano self era presente, invece come vedete nello scenario without self e with familiar non c'è stata nessuna modificazione significativa.

## risultati eeg

In rosso in linea continua : stimoli diversi, Coppia O1-S (other-self) e in tratteggiato self-self.

nella parte dx, linea continua: coppia S-O1, e tratteggiata: other 1-other 1.

L'asse delle X rappresenta il tempo, l'asse delle Y invece rappresenta l'ampiezza di questi potenziali evocati, la parte negativa sopra e la



parte positiva sotto.

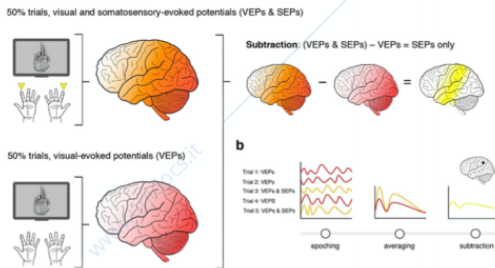
Rappresentata in grigio c'è la n270, n270 è significativamente maggiore quando lo stimolo self è preceduto da una mano altrui rispetto quando è preceduto dalla mano self, quindi questo indica che **la presenza della mano self come secondo stimolo ha indotto una mismatch detection significativa**, in modo importante questa mismatch detection non è presente negli altri scenari, cioè se guardiamo lo scenario without Self e lo scenario with familiar, in nessun confronto fra le coppie di stimoli diversi e le coppie di stimoli uguali è presente una significativa mismatch detection.

Quindi tornando al racconto precedente, sul fatto che la mismatch detection fosse indotta solamente da cambiamenti percepiti come salienti dal sistema, i risultati mostrano che la mano self essendo la mano percepita come più saliente ha indotto una mismatch detection che invece non è stata indotta dalla presenza della mano altrui, quindi il cambiamento nella sequenza di stimoli tra mano 1 e mano 2 è stato percepito solamente quando coinvolge una mano self e non quando coinvolge mani altrui, anche se diverse, perché questo cambiamento non è stato percepito come significativo dal sistema.

**Riassumendo:** questi dati innanzitutto confermano la presenza di self advantage, mostrano che il fatto di aver riconosciuto la propria mano quindi il meccanismo di self recondition ha potenziato il meccanismo di mismatch detection, tanto che era presente solamente quando la mano self era il secondo stimolo, e di conseguenza questo mostra come la body ownership venga percepita come una caratteristica saliente dal sistema.

I successivi step che si possono fare a partire da questo studio sono:

- 1) utilizzare questo paradigma per vedere come le manipolazioni di body ownership impattano sui meccanismi di self recognition;
- 2) si potrebbe usare questo task in popolazioni patologiche, per esempio come pazienti con embodiment patologico, per vedere se questo correlato elettrofisiologico di self advantages, sia quello egocentrico sia il correlato comportamentale, viene meno in una popolazione patologica che ha un deficit di riconoscimento del sé corporeo;
- 3) Inoltre si potrebbero anche utilizzare questo paradigma magari un po' modificato e fatti una versione più breve anche nei neonati per andare a analizzare in modo longitudinale lo sviluppo di quei meccanismi di self recondition;
- 4) invece nei soggetti sani si potrebbe utilizzare sempre l'eeg per andare a investigare se, come ipotizzato, veramente le corteccie somatosensoriali siano coinvolte nel riconoscimento del sé corporeo.



In eeg, per andare ad investigare se la corteccia somatosensoriale coinvolta in un task visivo come quello del riconoscimento del sé corporeo, è quello di utilizzare un paradigma sviluppato negli ultimi anno che si chiama VEP-free SEPs.

In questo paradigma vengono dati metà dei trials solo in stimolazione visiva, e nell'altra metà alla stimolazione visiva viene associata ad una stimolazione tattile.

Si fanno sottrarre le condizioni in cui vengono dati sia stimoli tattili che visivi, vi si sottrae la condizione in cui vengono dati solo

gli stimoli visivi, e alla fine ciò che dovrebbe rimanere solo il SEP (il potenziale somatosensoriale).

Secondo questo paradigma sono dati degli stimoli visuo-tattili in metà dei trials e visivi nell'altra metà, facendo una sottrazione tra questi dovrebbe rimanere solo l'attività tattile.

Se utilizzassimo questo paradigma, utilizzando come stimolo visivo la mano self o la mano altrui, potremmo vedere che questi SEP, indici dell'attività della corteccia somatosensoriale, sono maggiori quando viene presentata mano self rispetto alla mano ad altrui.

Se questo fosse vero, questo paradigma ci permetterebbe di integrare tramite elettroencefalografia un'evidenza semi-diretta del fatto che la corteccia somatosensoriale, come ipotizzato, sia coinvolta nel riconoscimento del sé corporeo.