

LA CODIFICA DELLO SPAZIO PERIPERSONALE

“Le proprietà cognitive del sistema motorio, i neuroni specchio e implicazioni per la riabilitazione”
Monza, 6 Aprile 2019



Neuroscienze dei sistemi motori cognitivi e applicazioni riabilitative



Leonardo Fogassi

Dipartimento di Medicina e Chirurgia
Università di Parma

Proponiamo la seconda e ultima parte della sintesi di alcuni importanti dati di ricerca, approfonditi nella relazione tenuta lo scorso 6 aprile 2019 presso l’Ospedale San Gerardo di Monza dal prof. Leonardo Fogassi, che confermano l’importanza della esperienza motoria per l’organizzazione spaziale e per la cognizione. In riabilitazione è fondamentale tenere conto di queste conoscenze, che ci permettono di comprendere le difficoltà e di mirare al meglio il nostro intervento.

Il corpo mappa lo spazio

Lo spazio non è una sorta di etere in cui tutte le cose galleggiano.... I punti nello spazio indicano, nella nostra vicinanza, il raggio d’azione dei nostri scopi e dei nostri gesti.
(Merleau-Ponty, *Fenomenologia della percezione*)

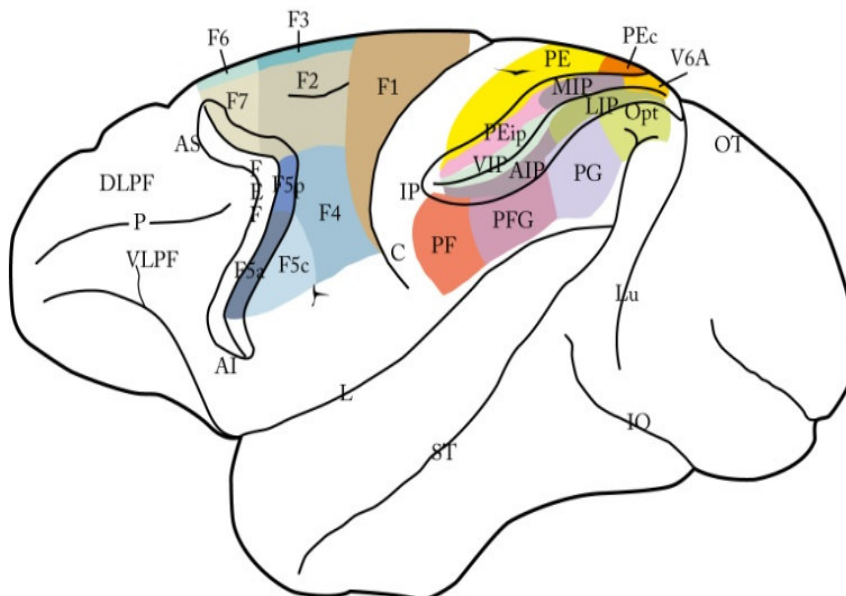


Figura 1 – circuito F4-VIP

I neuroni del circuito parieto-frontale F4-VIP (figura 1) ci permettono di riconoscere lo spazio intorno al nostro corpo e, di conseguenza, sia di agire in tale spazio sia di rappresentarcelo internamente. F4 fa parte della corteccia premotoria ventrale e controlla gli atti finalizzati del tronco, delle braccia e della mimica facciale. In F4 sono presenti anche neuroni somatosensoriali tattili per la faccia, il tronco e le braccia e **neuroni bimodali** (figura 2), che si attivano sia quando una zona, ad esempio la guancia, viene stimolata tattilmente, sia quando un oggetto si avvicina a quella stessa zona (Fogassi et al., 1996). Questi neuroni bimodali, visuo-tattili, hanno caratteristiche analoghe a quelle dei neuroni somatosensoriali puri, ma sono attivati anche da stimoli visivi, soprattutto da oggetti tridimensionali. Da notare che la risposta visiva di questi neuroni non dipende da dove la persona guarda, è importante solo la regione dello spazio, quella vicino alla guancia. I neuroni bimodali dell'area F4 fanno parte del circuito parieto-frontale che la collega all'area della corteccia parietale VIP, che contiene neuroni che rispondono a stimoli in movimento, in particolare tridimensionali e in avvicinamento. Alcuni neuroni di quest'area hanno proprietà funzionali simili ai neuroni di F4.

I neuroni bimodali del circuito F4-VIP sono, per quanto detto sopra, più sensibili a stimoli in movimento (soprattutto in avvicinamento) piuttosto che statici e rispondono allo stimolo visivo solo se questo è presentato nelle vicinanze del loro campo recettivo somatosensoriale. Come afferma Berthoz "la *prossimità spazio-visiva è già contatto per anticipazione della zona del corpo che sarà toccata*".

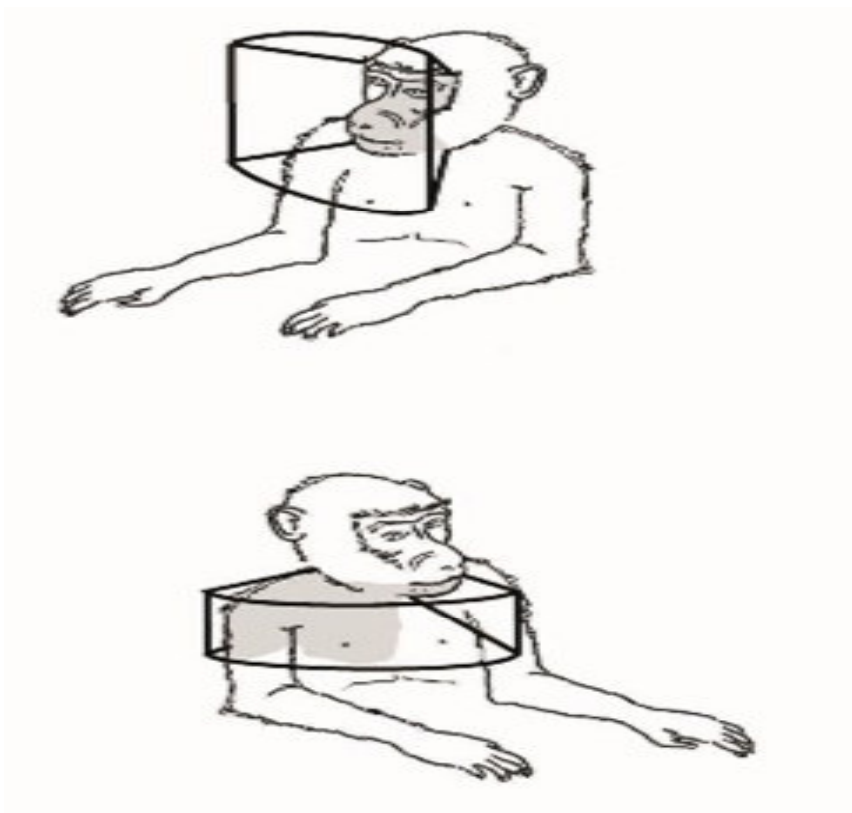


Figura 2 – I neuroni bimodali visuo-tattili (da Fogassi, 1996)

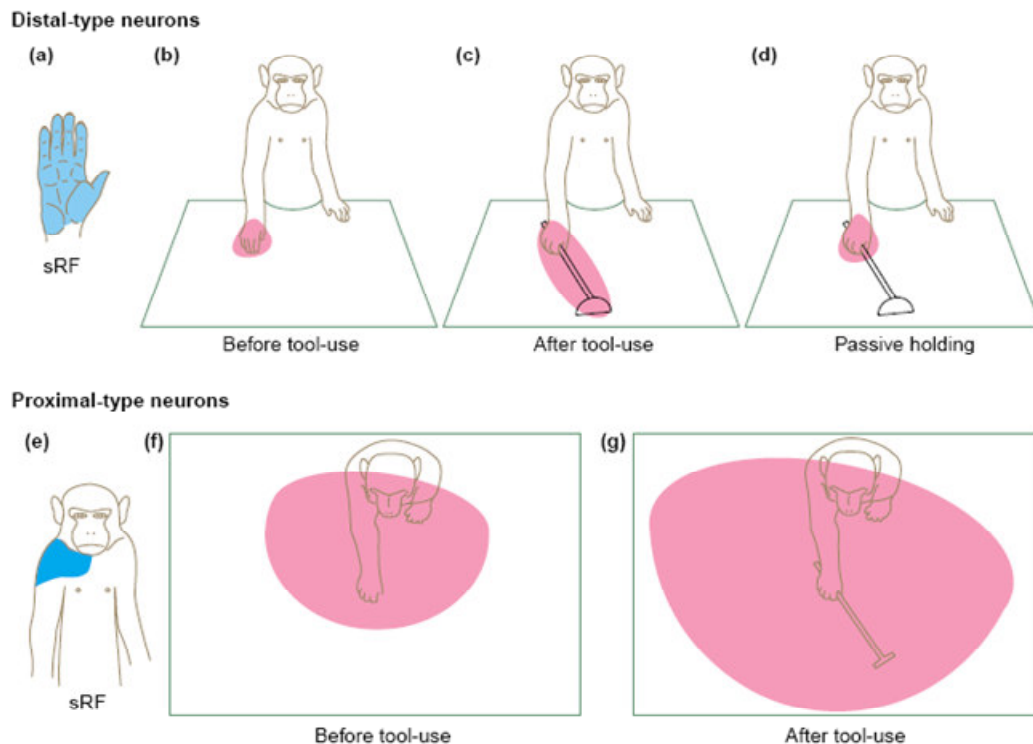
La risposta visiva di questi neuroni bimodali inizia quando l'oggetto è vicino alla zona dello spazio peripersonale ed è **la rappresentazione spaziale di un atto potenziale che si potrebbe svolgere all'interno di quello spazio** (ad esempio allontanare un oggetto che sta per colpire il volto). *"Quando compare un oggetto nello spazio vicino a noi, di cui conosciamo il significato, immediatamente, grazie a questi neuroni, si genera nella nostra corteccia la possibilità di un atto diretto verso quell'oggetto o correlato ad esso. Ad esempio, raggiungerlo e prenderlo, orientarsi semplicemente verso di esso, o evitarlo. Quindi è stato ipotizzato che ciò che noi descriviamo come una risposta visiva sia in realtà già stata trasformata in un formato diverso, motorio"*. (Regni e Fogassi, 2019, pag. 260).

La rappresentazione dello spazio peripersonale è plastica ed è scritta in formato motorio: un'area motoria rappresenta un concetto che era stato sempre considerato una funzione cognitiva.

Proseguendo nello studio di questi neuroni si è osservato che se cambia la velocità di avvicinamento dell'oggetto, lo spazio si espande con una relazione lineare: con l'aumento della velocità dello stimolo l'ampiezza della zona di risposta aumenta. Perché questo accade? Immaginiamo che per evitare l'oggetto si sia obbligati a spostare la testa, allora è chiaro che si deve iniziare a programmare precocemente l'atto motorio nello spazio, perché altrimenti l'oggetto colpirà la faccia. Questa espansione immediata dello spazio peripersonale avviene verosimilmente, ancora una volta, in funzione del movimento.

Ricercatori giapponesi (Iriki et al., 1996) hanno studiato neuroni bimodali con caratteristiche simili a quelli dell'area F4, ma presenti in altre aree cerebrali. Questi neuroni si attivano quando si stimola tattilmente la mano (risposta tattile) e quando si muove un oggetto intorno alla mano (risposta visiva), delimitando uno spazio peripersonale molto piccolo. Essi hanno allenato le scimmie a usare un rastrello per prendere del cibo che con la mano non avrebbero potuto raggiungere, quindi al di fuori del loro spazio peripersonale. Dopo l'allenamento, della durata di una decina di giorni, le scimmie sono diventate capaci di usare il rastrello quando il cibo veniva avvicinato ad esso. Andando a studiare le proprietà bimodali di questi neuroni, i ricercatori hanno osservato che il campo visivo era aumentato, incorporando al suo interno anche lo strumento, come se lo strumento fosse diventato un prolungamento del braccio della scimmia (figura 3). Un'attività motoria aveva determinato una variazione dell'immagine corporea, quindi anche dello spazio visivo. Questa è una modificazione plastica, il cervello si è modificato per incorporare anche lo strumento. La dimostrazione che è il movimento attivo che determina la modificazione è data dal fatto che quando invece le scimmie non erano state allenate a usare il rastrello, in quanto esso veniva dato loro solamente in mano, la variazione non si era manifestata. Quindi **è solo l'aver imparato mediante il sistema motorio che permette una variazione dello spazio percettivo**.

Lo spazio si modifica plasticamente a seguito di apprendimento motorio



Iriki et al. 1996

Figura 3- modificazione plastica dello spazio peripersonale (da Iriki et al., 1996)

Conclusione

"Quando un individuo si muove nello spazio, l'area VIP segnala la presenza di oggetti nel suo spazio peripersonale, e questa informazione visiva viene trasformata, in F4, nel corrispondente atto potenziale. Insieme queste due aree assicurerebbero la percezione dello spazio e la trasformazione delle informazioni visive sulla posizione di un oggetto nell'atto appropriato per raggiungerlo". (Regni e Fogassi, pag. 262). Nel bambino si costruisce lo spazio personale grazie a ripetute esperienze di attivazione del circuito parieto-frontale. Con l'esperienza l'attivazione del circuito parieto-frontale trasforma immediatamente la presenza dell'oggetto in un atto potenziale specifico.

FOGASSI L., GALLESE V., LUPPINO G., MATELLI M., RIZZOLATI G., (1996) *Coding of peripersonal space in inferior premotor cortex (area F4)* J. Neurophysiol. jul 76 (1) 141-157

IRIKI A., TANAKA M., IWAMURA Y., (1996) *Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones*, Neuroreport oct 27 (14) 2325-36

FOGASSI L., REGNI R., (2019), *Montessori e le neuroscienze*, Fefè editore, Roma.

Marina Rossi, Lucia Tedesco e Annalisa Risoli