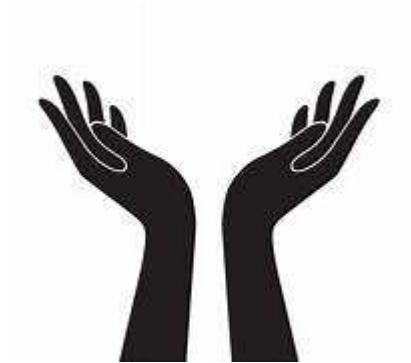


27.Luglio

Avere una "mano pesante"

*Dammi la tua mano...
Vedi?
Adesso tutto pesa la metà...
Leo Delibes*



Secondo le **leggi di Newton**, il peso di una parte del corpo è uguale alla sua massa moltiplicata per l'accelerazione gravitazionale. La nostra **esperienza del peso** di una parte del nostro corpo, è costruita dal sistema nervoso centrale. Nessun **recettore sensoriale** specifica direttamente il peso delle parti del corpo e i fattori che influenzano *il peso percepito rimangono sconosciuti*.

Il peso percepito degli oggetti tenuti è stato collegato a sensazioni dell'entità dei comandi motori centrali inviati ai muscoli, ciò che **Herman Ludwig Ferdinand von Helmholtz** il poliedrico scienziato del 900 definì lo **sforzo della volontà**, successivamente chiamato da **Mc Closkey** il *sensu dello sforzo*

McCloskey DI et al. Estimation of weights and tensions and apparent involvement of a "sense of effort". Exp Neurol. 1974 Jan;42(1):220-32.

Il legame tra il **sensu dello sforzo** e **il peso degli oggetti percepito** è dimostrato da pochi studi studi che dimostrano che i **pesi tenuti**



si sentono più pesanti quando i muscoli sono indeboliti dalla fatica o sottoposti anestesia e /o in seguito a un danno cerebrale. Lo "sforzo" generato centralmente o il comando volontario diretto ai motoneuroni richiesto per sollevare un peso un aumenta quando i muscoli interessati sono parzialmente paralizzati dal **curaro** o dal **decametonio**

Gandevia SC et al. Changes in motor commands, as shown by changes in perceived heaviness, during partial curarization and peripheral anaesthesia in man. J Physiol. 1977 Nov;272(3):673-89.

Gandevia SC, McCloskey DI. Sensations of heaviness. Brain. 1977 Jun;100(2):345-54.

In queste condizioni è necessario esercitare una spinta simile ai muscoli per contrastare la **forza di gravità** sugli arti stessi, sebbene esistono pochi studi abbiano studiato il peso percepito delle parti del corpo

La rappresentazione dell'*orientamento* e della *configurazione* del corpo dipende da molteplici fonti di informazioni afferenti ed efferenti sui modelli di movimento e postura in corso e prevedibili. Normalmente ci sentiamo praticamente *senza peso* e non percepiamo le effettive forze associate al movimento e al sostegno del nostro corpo.

È durante l'esposizione a forze insolite, come ad esempio durante il movimento, che si attivano meccanismi responsabili del nostro senso della posizione che si realizza anche grazie alla *calibrazione* dei nostri *sistemi sensoriali cinestetici, visivi e uditivi* ([vedi nota 1](#))

Questi adattamenti che avvengono, ad esempio per neutralizzare le *forze transitorie di Coriolis*, forze apparenti che si generano nei corpi in movimento durante la rotazione passiva..

Questi ultimi sono adattamenti molto rapidi che consentono ai movimenti del corpo di diventare nuovamente precisi, anche in assenza di feedback visivo. L'attività del fuso muscolare interpretata in relazione ai comandi motori e al riferimento modellato internamente è una componente importante nel consentire questo adattamento. Durante i movimenti rotatori volontari del corpo, il sistema nervoso centrale compensa automaticamente le forze di Coriolis generate dai movimenti degli arti. Ciò consente di mantenere un controllo accurato senza che noi percepiamo le forze generate. il sistema nervoso centrale compensa automaticamente le forze di Coriolis generate dai movimenti degli arti.

Lackner JR, DiZio PA. *Aspects of body self-calibration. Trends Cogn Sci. 2000 Jul;4(7):279-88.*

I pazienti *colpiti da ictus* con emiplegia spesso commentano che i loro arti si “sentono pesanti” effetto legato all'affaticamento dell'arto interessato

Critchley M. *The Parietal Lobes*. Edward Arnold & Co., London 1953

Kuppuswamy A. et al *Limb heaviness: A perceptual phenomenon associated with poststroke fatigue?*

Allo stesso modo, *gli amputati* si lamentano comunemente del peso degli arti protesici nonostante questi in genere pesano meno degli arti reali.

Jones L.A. *Haptics*. MIT Press, Cambridge, MA 2018

Elisa Raffarella Ferrè è una neuroscienziata cognitiva *del Department of Psychological Sciences, Birkbeck, University of London,*



che indaga l'interazione dei segnali provenienti da diverse modalità sensoriali, principalmente tra input vestibolari, visivi e somatosensoriali. Utilizzando una serie di tecniche di neuroscienze, neurofisiologia e psicologia sperimentale, ha dimostrato che le interazioni *vestibolari-multisensoriali* sono cruciali in diversi processi cognitivi e percettivi, inclusa l'elaborazione della gravità.

Pochi giorni fa ha pubblicato su **Current Biology** il report

Ferrè ER, Joel J, Cadete D, Longo MR.

Systematic underestimation of human hand weight.

Curr Biol. 2023 Jul 24;33(14):R758-R759.

che analizza la nostra convinzione che le nostre mani siano pesanti circa la metà di quanto non siano in realtà.



lavoro estremamente interessante perchè ad oggi pochi studi hanno esaminato in dettaglio come percepiamo il peso delle nostre parti del corpo. I risultati sono sorprendenti, noi valutiamo sistematicamente il peso delle nostre mani.

Utilizzando un test di corrispondenza psicofisica per misurare l'esperienza del peso della mano, questa è stata sottovalutata in media del **49,4%**.

Inoltre è stato confermato che l'induzione sperimentale dell'affaticamento della mano provoca un aumento sistematico del peso della mano percepito e che in condizioni di normalità non abbiamo consapevolezza del peso del nostro corpo.

Il **team della Birbeck** ha testato **20 adulti** a cui è stato detto di rilassare il braccio sinistro su un pilastro simile a un bracciolo. Inizialmente, ogni persona lasciava pendere liberamente la mano sinistra, ma poi le veniva dato un sostegno e veniva attaccato un peso al polso sinistro. Durante l'esperimento, i partecipanti non potevano vedere le loro mani o i pesi applicati perché erano coperti da uno schermo. **(vedi nota 2)**

I ricercatori hanno chiesto a ciascun partecipante di giudicare se la loro mano o il peso fossero più pesanti, e lo hanno fatto ripetutamente con pesi diversi.

La mano media pesa circa **400 grammi**, ma le persone nello studio hanno sottostimato il peso della mano mediamente del **49,4%**.

Il team non sa perchè sia così, ma ipotizzano che questa sottovalutazione renda il movimento meno faticoso. E' ipotizzabile che possibile che nel corso dell'adattamento evolutivo gli esseri umani potrebbero aver sviluppato questa *stranezza percettiva* per rendere il movimento meno faticoso

Il filosofo **Ernst Fischer** in "*L'Artista e la realtà*": La mano è il vero organo della civiltà, iniziatore dell'evoluzione umana. In realtà le mani hanno generato la ragione umana, hanno prodotto la coscienza umana.

Alcune considerazioni:

L'esperienza quotidiana del peso del nostro corpo come risultato della gravità fornisce un interessante contrasto con le esperienze di assenza di gravità nello spazio. Gli stessi astronauti sono rimasti colpiti dal riemergere dell'esperienza del peso corporeo quando tornano sulla Terra. Questi risultati mostrano che l'esperienza ordinaria del peso corporeo qui sulla Terra - *la ponderazione* - può essere misurata con precisione, ma anche che tuttavia sottostima drasticamente il peso effettivo della mano. Le persone sperimentano che la loro mano pesa molto meno di quanto pesa effettivamente. Questi risultati sono in linea e rispecchiano i risultati di molti altri domini che mostrano come gli esseri umani sani travisano sistematicamente le caratteristiche fisiche del proprio corpo

Longo M.R. *Distortion of mental body representations*. Trends Cogn. Sci. 2022; 26: 241-254

Le esperienze del peso corporeo sono qualitativamente diverse dalle esperienze del peso degli oggetti che soppesiamo. Nella vita quotidiana, il peso delle nostre braccia non è rilevante, anche se ci rendiamo conto quando solleviamo il braccio di qualcun altro (ad esempio il vincitore di una competizione) quanto sia sorprendentemente pesante



Ciò è coerente con i recenti risultati di un amputato della gamba che ha mostrato una grande riduzione del peso sperimentato della sua gamba protesica quando è diventata più fortemente incarnata attraverso la consegna del feedback sensoriale mediante stimolazione intra-neurale

Preatoni G. et al. *Lightening the perceived prosthesis weight with neural embodiment promoted by sensory feedback*. Curr. Biol. 2021; 31: 1065-1071.

Al contrario, la pesantezza sperimentata dell'arto colpito nei pazienti con *ictus con emiparesi* può essere correlata ad alterazioni nell'esperienza di incarnazione, come *somatoparafrenia*, *arti fantasma soprannumerari* e *misoplegia*. Ciò suggerisce che l'incarnazione è collegata a una soppressione attiva del peso sperimentato dell'arto incarnato. La soppressione del peso sperimentato delle parti del corpo può quindi essere intimamente legata all'associazione del corpo al sé. Questo potrebbe anche spiegare perché l'incongruenza sensomotoria, che interrompe l'autoattribuzione delle parti del corpo viste, può produrre esperienze di pesantezza degli arti

McCabe C.S. et al *Simulating sensory-motor incongruence in healthy volunteers: Implications for a cortical model of pain*. Rheumatology. 2005; 44: 509-561

La sottostima del peso della mano può avere conseguenze adattative per la percezione del peso dell'oggetto.

Supponiamo di tenere un oggetto in ogni mano, uno del peso di 500 g e l'altro del peso di 400 g, un rapporto di 1,25. Supponendo che ciascun braccio pesi 3 kg, il peso totale supportato contro la gravità è di 3,5 e 3,4 kg per i due bracci, un rapporto di appena 1,03. Secondo la legge di Weber la capacità di discriminare i pesi dipende dal loro rapporto, che viene drasticamente ridotto dall'inclusione del peso del braccio. Sottrarre

percettivamente il peso del braccio da questo confronto può quindi migliorare notevolmente la capacità di discriminazione, funzionando come il pulsante "tara" su una bilancia che azzerla la lettura corrente.

Conclusioni

La sottostima del peso è presumibilmente un meccanismo attraverso il quale il sistema nervoso modula la motivazione all'azione e segnala il bisogno di riposo. Idiomi come "le mie palpebre si stanno appesantendo" suggeriscono un'associazione tra l'esperienza alterata del peso di una parte del corpo con la fatica e una motivazione associata al riposo. Facendo sembrare le azioni senza sforzo, la sottovalutazione del peso può incoraggiare l'attività. Al contrario, la ricomparsa del peso corporeo con la fatica può produrre l'effetto opposto.



Nota 1

Sistema sensoriale

Il nostro sistema nervoso incredibilmente complesso invia costantemente informazioni al cervello. Secondo alcune stime, i sistemi sensoriali (vista, tatto, olfatto, udito, gusto ed equilibrio) inviano circa **11 milioni di bit** di informazioni ogni secondo. Tuttavia questa è una fetta insondabilmente, infinitamente piccola del regno fisico in cui siamo immersi. La luce che siamo in grado di vedere è una banda ridicolmente piccola dello spettro elettromagnetico. Gli uccelli e gli insetti possono vederne parti che noi non possiamo vedere. I cani possono sentire e annusare cose che non sappiamo nemmeno esistere. I nostri sistemi nervosi non sono in realtà *macchine per la raccolta* di dati quanto piuttosto *macchine per il filtraggio* dei dati.

Quando siamo impegnati in *attività intelligenti (leggere suonare uno strumento etc.)* la nostra mente cosciente sembra essere in grado di gestire solo circa **60 bit**. Quindi, nella migliore delle ipotesi, siamo consapevoli solo dello **0,000005454%** delle informazioni già pesantemente modificate che il nostro cervello riceve ogni singolo secondo che siamo svegli. In altre parole immagina che per ogni parola che hai visto e letto in questo report ci siano altre **536.303.630** parole che sono state scritte ma che non puoi vedere. Questo è fondamentalmente il modo in cui ognuno di noi sensorialmente attraversa la vita ogni singolo giorno.

Nota 2

Metodologia sperimentale adottata

I partecipanti lasciano pendere liberamente la mano sinistra, con l'avambraccio sostenuto.

La mano è stata quindi sostenuta e i pesi sono stati sospesi da un braccialetto. I partecipanti hanno giudicato se ogni peso fosse più pesante o più leggero del peso della mano percepito. È stata utilizzata una procedura di scala psicofisica per stimare il peso della mano percepito.

C'era una chiara convergenza tra le scale di peso alto e basso, che erano fortemente correlate, $r(18) = 0,975$, $p < 0,0001$, mostrando un'elevata affidabilità delle stime del peso della mano.

Più criticamente, c'era una sostanziale sottostima del peso della mano, in media del 49,4% del peso effettivo, $t(19) = -5,75, p < 0,0001, d = 1,285$.

Nell'esperimento 2, abbiamo quindi studiato se l'induzione sperimentale dell'affaticamento della mano aumenterebbe la percezione del peso della mano. Il peso della mano percepito è stato misurato prima e dopo 10 minuti di esercizio che induceva fatica. Come nell'Esperimento 1, c'era una chiara sottostima del peso della mano sia prima del test ($M: -43.9\%$), $t(19) = -5.57, p < 0.0001, d = 1.245$, sia dopo il test ($M: -28.8\%$), $t(19) = -3.15, p < 0.01, d = 0.704$. Fondamentalmente, l'entità della sottostima è stata ridotta dopo l'esercizio che induceva fatica, $t(19) = 3,10, p < 0,01, dz = 0,693$. Tra i partecipanti, l'aumento del peso della mano percepito dopo l'esercizio è stato correlato con l'aumento della fatica auto-riferita, $r(18) = 0,464, p < 0,05$.

Il paradigma utilizzato negli Esperimenti 1 e 2 prevedeva il confronto del peso della mano sperimentato all'inizio di ogni blocco con un altro peso presentato in ogni prova. Mentre veniva presentata la presentazione periodica di "ricarica" del peso della mano, c'erano comunque richieste di memoria differenziali per il peso della mano e dell'oggetto. Abbiamo quindi condotto un terzo esperimento in cui sono stati presentati cinque secondi di esposizione sia al peso della mano che al peso dell'oggetto per ogni prova, con l'ordine controbilanciato. Ancora una volta, è stata osservata una chiara sottostima del peso della mano ($M: -33,4\%$), $t(19) = -4,51, p < 0,001, d = 1,009$ (Figura S1 in Informazioni supplementari).



La disabilità in vacanza

Ghiaccio bollente: evento “five Sigma”

Questo inverno ha confermato ciò che gli scienziati avevano temuto: il ghiaccio marino intorno all'Antartide è in forte declino, con gli esperti ora preoccupati che potrebbe non riprendersi.

All'inizio di quest'anno, gli scienziati hanno osservato un minimo storico nella quantità di ghiaccio marino intorno al continente ghiacciato, dopo i minimi storici del 2016, 2017 e 2022.

Di solito, il ghiaccio è stato in grado di riprendersi in inverno, quando l'Antartide è costantemente buia e fredda.

Ma quest'anno è diverso. Per la prima volta, l'estensione del ghiaccio marino non è stata in grado di riprendersi sostanzialmente questo inverno, lasciando gli scienziati sconcertati.

L'oceanografo fisico **Edward Doddridge**



ha comunicato con gli scienziati e la comunità sui drastici cambiamenti che stanno avvenendo intorno all'Antartide.

Ha detto che vaste regioni della costa antartica erano prive di ghiaccio per la prima volta nel record di osservazione.

"Dire senza precedenti non è abbastanza forte", ha ribadito il dottor Doddridge. "Per quelli di voi che sono interessati alle statistiche, questo è un evento cinque sigma. Quindi sono cinque deviazioni standard oltre la media. Il che significa che se non fosse cambiato nulla, ci aspetteremmo di vedere un inverno come questo circa una volta ogni 7,5 milioni di anni."

Il ghiaccio marino è importante per una serie di motivi.

In primo luogo, aiuta a regolare la temperatura della Terra attraverso qualcosa chiamato feedback ghiaccio-albedo, in cui il ghiaccio riflette il calore del Sole nello spazio, contribuendo a regolare la temperatura del pianeta.

"Se c'è meno ghiaccio, la luce solare che colpisce la superficie dell'oceano viene assorbita invece di essere riflessa nello spazio", ha detto il dottor Doddridge. "Ciò accelera il riscaldamento in quella zona e quel calore viene poi trasportato nel resto del mondo".

In secondo luogo, il ciclo annuale di congelamento e scioglimento guida le correnti globali che trasportano l'acqua ricca di nutrienti nel resto dell'oceano, alimentando gli ecosistemi.

Il ghiaccio è anche un habitat per animali come pinguini e foche, ed è essenziale per creature più piccole come il krill, che durante l'inverno si nutrono delle alghe sotto il ghiaccio.

"Sappiamo che al momento c'è molta più energia nei nostri sistemi meteorologici, quindi ovviamente possono contribuire ampiamente a spostare il ghiaccio marino e anche portare diversi regimi termodinamici al ghiaccio marino".

Gli scienziati stanno ora cercando di capire cosa sta causando il calo. È variabilità naturale? O il cambiamento climatico è responsabile?

Il dottor Doddridge ha detto che era più probabile che fosse quest'ultimo.

"Ci sono persone che dicono che potrebbe essere una variabilità naturale", ha detto. "Assolutamente non possiamo ancora escluderlo definitivamente. Ma è molto improbabile."

La dichiarazione di consenso (il 90% dei ricercatori) al momento sarebbe che si tratta in gran parte di forze antropogeniche che hanno causato il riscaldamento dell'oceano, che l'atmosfera è stata fortemente disturbata e ha influenzato il ghiaccio marino", ha affermato.

Ad ogni modo, teme che un ulteriore cambiamento nell'equilibrio possa innescare un punto di svolta da cui è difficile invertire la traiettoria.

"Potremmo finire in un nuovo stato", ha detto.

"Sarebbe abbastanza preoccupante per la sostenibilità delle condizioni umane sulla Terra, sospetto."Penso che molte persone abbiano una linea temporale troppo lunga, dicendo che questo non li influenzerà. Sono abbastanza convinto che questo sia qualcosa che sperimenterà la mia generazione".

Antartide

