



**A SPASSO NEL VUOTO.** Nick Wallenda percorre bendato una fune, tesa fra due grattacieli a 179 metri d'altezza. Le sue straordinarie capacità mentali gli permettono di fare a meno della vista.

# Il senso che domina il corpo

Occhi, orecchie, muscoli e mente: l'equilibrio ci pervade, e se manca sono guai...

**L**o sciatore italiano Ivan Origone, che sfreccia a 250 km/h nel chilometro lanciato, e l'acrobata statunitense Nick Wallenda, che a novembre ha percorso bendato una corda d'acciaio, tesa a 179 metri d'altezza fra i grattacieli di Chicago, hanno in comune più di quanto si creda. Sono certamente entrambi forti, coraggiosi e determinati. Soprattutto, però, hanno un senso dell'equilibrio fuori dall'ordinario, caratteristica che è facile associare al funambolo, ma che è invece meno ovvia in un campione di sci.

L'equilibrio, infatti, non è un senso scontato. Il suo compito più evidente è permettere al corpo di stare bilanciato sul suo centro di massa, a volte anche in condizioni difficili; per esempio su una fune, su una palla, o in piedi su un cavallo al trotto. Ma alla base di questa capacità c'è quella, cruciale per qualsiasi attività, di percepire la posizione di ogni muscolo e muoversi di conseguenza, in modo armonico ed efficace, evitando sbilanciamenti e ottimizzando le energie.

Di quanto tutto ciò sia importante si accorge chi l'equilibrio lo ha perso. **Nadia Gaggioli, presidente dell'Associazione dei malati di sindrome di Menière, con-**

vive da trent'anni con questa malattia dell'orecchio interno, che non ha nessuna cura e provoca vertigini molto forti. «All'improvviso tutto inizia a girare, si perde ogni punto di riferimento. È impossibile camminare e stare in piedi, si vomita», racconta. «La vertigine della sindrome di Menière è una perdita estrema dell'equilibrio, molto diversa da un semplice capogiro. Durante gli attacchi ci si rende conto che il corpo, in fondo, vive in equilibrio, e che questo senso così fondamentale risiede in molti organi: nell'orecchio, ma anche nella vista, nei muscoli delle gambe e nella mente».

**LA CENTRALE DI CONTROLLO.** Gli organi e i processi nervosi che ci danno stabilità sono in effetti numerosi e molto raffinati, ma studi neurologici recenti hanno dimostrato che il loro buon funzionamento dipende da due abilità mentali che normalmente non colleghiamo alle qualità degli acrobati. «L'equilibrio si basa sia sul controllo dei movimenti oculari sia sulla capacità di navigazione, che ci permette di andare dove vogliamo, ma in modo automatico e senza dover ragionare a ogni passo sulla direzione da prendere», spiega Giorgio Guidetti, ▶

AP Images/Discovery Communications/LePresse



The Asahi Shimbun via Getty Images

## Gli atleti di alta performance controllano perfettamente ogni muscolo del corpo. Per questo sono tutti equilibristi

presidente della Società italiana di vestibologia.

Per indagare i misteri di questa sorta di "sesto senso", Guidetti studia atleti di alta performance, come lo sciatore Ivan Origone, il ginnasta Igor Cassina, la campionessa di volteggio equestre Silvia Stopazzini e altri ancora. «Tutti sanno navigare benissimo e hanno un controllo perfetto delle traiettorie, sia che stiano guidando un'auto, sia che stiano atterrando da un salto mortale», spiega Guidetti: proprio gli studi su questo "Gps interno" sono valsi a tre neuroscienziati l'ultimo Nobel per la medicina (vedi riquadro). Ma c'è anche un'altra capacità cruciale

per il nostro equilibrio. «Questi atleti sono bravissimi a concentrare lo sguardo in un punto, riducendo al minimo i movimenti che l'occhio compie in modo indipendente dalla volontà, per esplorare costantemente lo spazio attorno a noi. Sono chiamati "movimenti saccadici" e ciascuno ci rende ciechi per circa 100 millisecondi. Un periodo di buio breve, di cui nemmeno ci accorgiamo, perché il cervello ricostruisce in automatico le immagini mancanti, ma che può risultare fatale per uno sciatore lanciato a grande velocità o per una ginnasta che esegue una piroetta sul dorso di un cavallo».

Sul controllo dei movimenti saccadici, il pilota Stefano Livio ha impostato un corso di guida sicura. Un esperimento, in cui ha fatto da cavia, dimostra fin dove un professionista dell'equilibrio può arrivare in questo campo. «Eravamo fermi in auto, all'autodromo di Modena. Il professor Guidetti mi ha provocato una vertigine, introducendomi dell'acqua fredda in un orecchio con una siringa», racconta. «Lo scompenso era molto forte, ma quando ho iniziato a guidare è scomparso e ho fatto tre giri di pista esattamente

**AMMAINATE LE VELE!**  
Aspiranti marinai in equilibrio sui pennoni della *Kaiwo Maru*, nave per addestramento giapponese varata nel 1989.

### UN GPS IN TESTA

**ORIENTAMENTO.** Nel cervello c'è un sistema che ci consente di navigare nello spazio e di trovare la strada; un "Gps interno" basato su mappe mentali. Il fulcro è costituito da due componenti: i "neuroni di posizione", situati nell'ippocampo, si attivano quando ci troviamo in un determinato punto, ne tengono memoria e possono riconoscerlo in futuro. Le "cellule a griglia" della corteccia entorinale, fortemente connessa con l'ippocampo, forniscono invece il sistema di coordinate. Queste cellule percepiscono lo spazio come se fosse suddiviso in celle esagonali e la loro attività dipende dal modo in cui ci spostiamo all'interno di questo schema. Altri neuroni ancora danno informazioni sulla direzione in cui il corpo è orientato, e ci sono anche cellule che sembra ci aiutino a percepire i confini.

**Joseph O'Keefe e i coniugi May-Britt e Edvard Moser, che hanno chiarito il funzionamento di questo sistema, sono stati premiati con il Nobel per la medicina 2014.**  
**CHIARA PALMERINI**

come se la vertigine non ci fosse». Un exploit "impossibile"? Non proprio. «I miei atleti non hanno allenato in modo consapevole il controllo oculare e il Gps interno, ma hanno messo in atto spontaneamente strategie per ottimizzarli», prosegue Guidetti. «Esercitando queste due capacità, anche pazienti che hanno problemi di equilibrio possono migliorare tutto il sistema che sta a valle, che è poi quello che ci dà stabilità».

**E CHI NON CE L'HA?** A consentirci infatti di camminare senza inciampare, di saltare e ricadere sui due piedi, o di correre su una pista senza sconfinare nella corsia di fianco, sono i segnali che dai muscoli, dagli occhi e dall'orecchio interno raggiungono il cervello, e la bravura di quest'ultimo nel coordinare i diversi in-



Reuters/Contrasto

**VITE IN BILICO.**  
Il ginnasta Igor Cassina impegnato alla sbarra ai Mondiali di ginnastica del 2007. A destra, addetti alla pulizia dei vetri sui grattacieli di Tianjin (Cina).

put e rispondere in modo appropriato, stabilizzando la postura o la direzione dell'andatura. Affinché il cervello impartisca le istruzioni appropriate, però, deve avere un quadro chiaro della situazione. A fornirgli le informazioni sulla posizione del corpo sono i recettori presenti su ciascuno dei circa 640 muscoli volontari del nostro organismo, sui tendini e sulla pelle, chiamati propriocettori. Ne esistono di tipi diversi: alcuni sono semplici terminazioni nervose libere, altri sono circondati da una capsula protettiva, altri ancora sono costituiti da gruppetti di fibre muscolari avvolte da nervi, che "sentono" lo stato di tensione del muscolo e ne informano il cervello. Se questo sistema non funziona a dovere, l'equilibrio diventa precario. Se manca del tutto, il cervello non è più capace di impartire alcun comando. Si conosce un solo caso di un uomo che, in seguito a una malattia rimasta misteriosa, contratta all'età di vent'anni, ha perso completamente la propriocezione. Lo statunitense Ian Waterman, oggi sessantatreenne, è rimasto immobilizzato a letto per mesi, finché ha capito che poteva sostituire i

### LAVORI DA ACROBATA

**CLIMBER CITTADINI.** Si chiamano *vertical work*, e sono i mestieri che richiedono particolari doti di forza ed equilibrio e un buon allenamento da alpinista. Si svolgono, infatti, con imbracature e corde da arrampicata, su piattaforme sospese a decine di metri d'altezza, sulle pareti dei grattacieli ma anche sulle facciate di chiese e monumenti o in cima agli alberi. «I nostri operai devono avere conoscenze alpinistiche e caratteristiche fisiche indispensabili al lavoro in quota, come la leggerezza, l'agilità e la forza fisica», spiega Sabina Gelmini, titolare della Vertical Works di Brescia. «Non è facile trovare persone così, e accade anche che i candidati si tirino indietro quando capiscono quanto è faticoso lavorare a quelle altezze, esposti alle intemperie, in condizioni difficili, e spesso dovendo sollevare carichi notevoli». Se li vedete appesi a una fune, ecco che cosa stanno facendo: lavori edili, ma anche potatura di alberi, manutenzione o restauro di monumenti, sgombero di tetti dalla neve, pulitura dei vetri, valutazioni di stabilità degli edifici, installazione di luci cittadine, di impianti di aerazione oppure condizionatori.

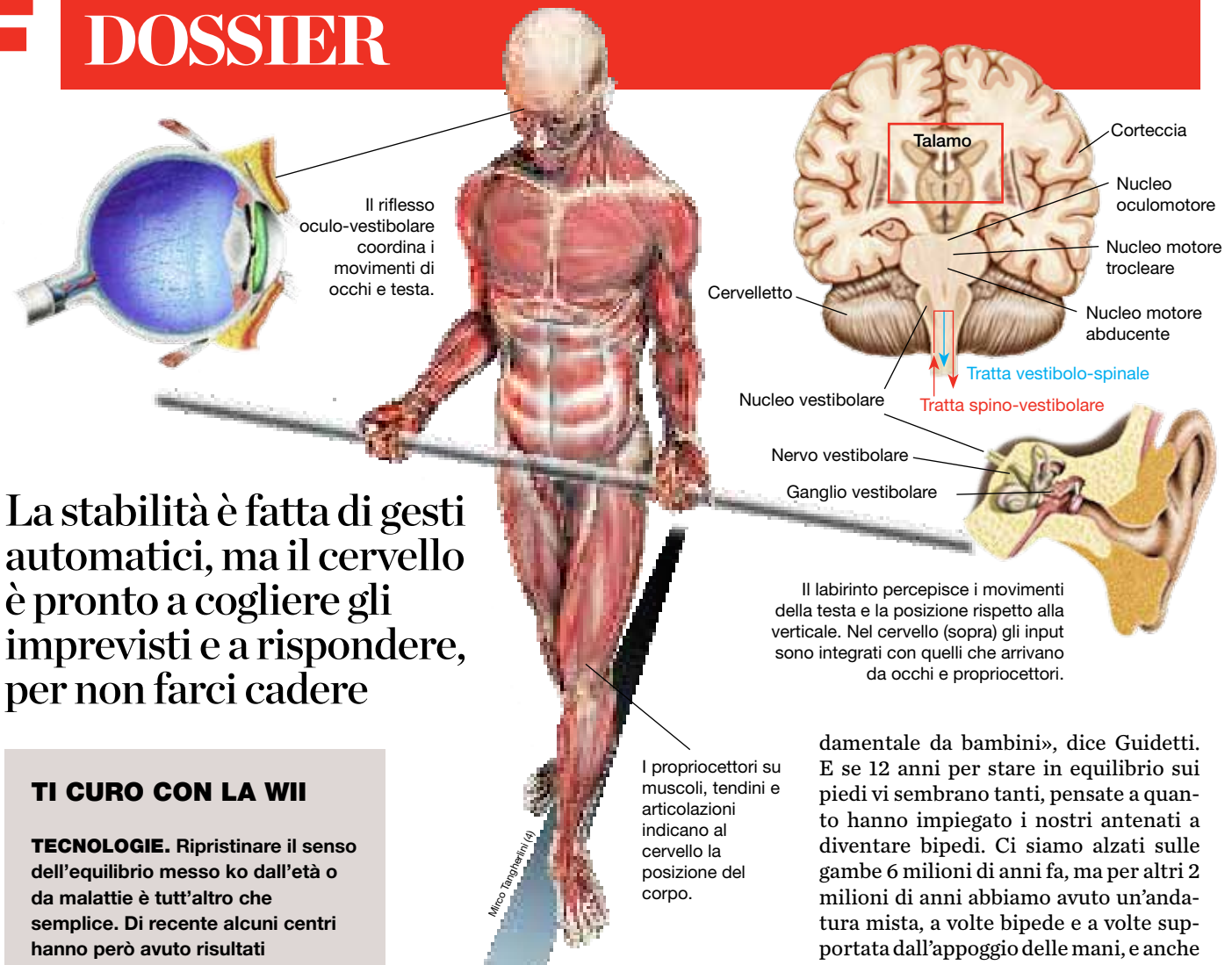


Reuters/Contrasto

messaggi che il cervello riceve dai propriocettori con quelli che provengono dagli occhi. Così ha reimpreso a camminare, ma deve letteralmente guardare a ogni passo dove mette i piedi e se perde la concentrazione rischia di cadere.

**ACROBATI AL BUIO.** Le informazioni visive sono infatti un altro tassello importante per l'equilibrio, ma meno fondamentale di quanto si creda. «A riprova, i ciechi imparano benissimo a camminare e a muoversi nell'ambiente allenando gli altri sensi», ricorda Giorgio Guidetti. «Cecilia Camellini, nuotatrice cieca, campionessa del mondo e plurimedagliata alle Paralimpiadi di Londra 2012, supplisce all'assenza della vista con una capacità di navigazione eccezionale». Il labirinto dell'orecchio interno è in-

vece insostituibile. Costituito da tre canali semicircolari perpendicolari fra loro, riempiti di un liquido che si sposta a seconda del movimento, informano il cervello sugli spostamenti della testa. Un'altra struttura ampia e cava alla base dei canali contiene corpi solidi minuscoli, e indica invece la posizione del corpo rispetto alla forza di gravità (ovvero, alla verticale). L'integrazione degli input sensoriali e la pianificazione della risposta coinvolgono infine diverse aree cerebrali che, quando il movimento è stato appreso, lavorano in modo automatico. Il sistema nervoso è però sempre pronto a cogliere eventuali imprevisti: uno studio dell'Università del Michigan di Ann Arbor (Usa), pubblicato in agosto su *Journal of Neurophysiology*, ha anzi mostrato che uno sbilanciamento im-



La stabilità è fatta di gesti automatici, ma il cervello è pronto a cogliere gli imprevisti e a rispondere, per non farci cadere

## TI CURO CON LA WII

**TECNOLOGIE.** Ripristinare il senso dell'equilibrio messo ko dall'età o da malattie è tutt'altro che semplice. Di recente alcuni centri hanno però avuto risultati incoraggianti con la Wii (console per videogame), e uno studio dell'Università La Sapienza di Roma, pubblicato su *Radiology*, ha chiarito il perché. I test eseguiti su 27 malati di sclerosi multipla (che compromette la stabilità) hanno mostrato che gli esercizi con la Wii modificano i circuiti dell'equilibrio, in particolare a livello del cervelletto, riducendo il rischio di cadute. Ma è un effetto temporaneo. Promette invece di dare un beneficio permanente l'orecchio bionico che potrebbe in futuro sostituire il labirinto, compromesso da malattie come la sindrome di Menière. La protesi è composta da un giroscopio miniaturizzato che percepisce i movimenti della testa, collegato a un microchip che invia un impulso elettrico al nervo vestibolare. Tre pazienti che, all'Ospedale di Ginevra, hanno ricevuto l'impianto in via sperimentale sono migliorati.

Il riflesso oculo-vestibolare coordina i movimenti di occhi e testa.

Il labirinto percepisce i movimenti della testa e la posizione rispetto alla verticale. Nel cervello (sopra) gli input sono integrati con quelli che arrivano da occhi e propriocettori.

I propriocettori su muscoli, tendini e articolazioni indicano al cervello la posizione del corpo.

damentale da bambini», dice Guidetti. E se 12 anni per stare in equilibrio sui piedi vi sembrano tanti, pensate a quanto hanno impiegato i nostri antenati a diventare bipedi. Ci siamo alzati sulle gambe 6 milioni di anni fa, ma per altri 2 milioni di anni abbiamo avuto un'andatura mista, a volte bipede e a volte supportata dall'appoggio delle mani, e anche in seguito abbiamo camminato a lungo curvi sulla schiena. In tutto questo tempo non è cambiata solo la struttura dello scheletro, ma anche quella del cervello, in particolare di corteccia e cervelletto. Il ruolo della prima nell'evoluzione umana è noto da tempo, quello del cervelletto è invece emerso con chiarezza soltanto di recente, anche grazie a uno studio inglese pubblicato sulla rivista *Current Biology*. L'analisi ha confermato che la corteccia ha rapidamente aumentato le sue dimensioni quando gli ominidi si sono separati dagli altri primati, e ha continuato a farlo in seguito, accompagnando l'evoluzione. Lo studio inoltre ha dimostrato che il cervelletto ha fatto lo stesso e che ha avuto, anzi, un'espansione persino più esplosiva nella fase che ha preceduto la comparsa della nostra specie. Il cervelletto, insomma, ci ha reso umani almeno quanto la corteccia, permettendoci di coordinare i movimenti fini delle mani per manipolare gli oggetti e di camminare, bilanciati sui due piedi, senza cadere. **F**

**Margherita Fronte**