

La Fondazione Santa Lucia alle porte di Roma fa ricerca in collaborazione con la Nasa sulle funzioni motorie. Dai comandi elaborati dalla corteccia cerebrale alla trasmissione degli impulsi fino all'esecuzione dei muscoli: un codice decifrate in aiuto di chi ha subito incidenti o è affetto da malattie degenerative

# Cervello & movimento

## Astronauti, robot e onde mentali l'ultima frontiera contro le paralisi

ELENA DUSI

**C**onvivere con un problema neuromotorio può essere come volare nello spazio. Per questo a essere studiati dai laboratori della Fondazione Santa Lucia di Roma sono tanto i pazienti in riabilitazione quanto gli astronauti appena tornati sulla Terra, che possono dare un contributo alla ricerca con il loro organismo abituato all'assenza di gravità. Lanciare una pallina in aria per poi riafferrarla quando cade, infatti, può presentare per alcuni versi le stesse difficoltà a un uomo abituato all'assenza di gravità e a un paziente con Parkinson, Alzheimer o ictus.

La collaborazione con Esa e Nasa è solo uno dei filoni sperimentali con cui l'Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico Santa Lucia, vicino alle Fosse Ardeatine, cerca metodi per curare chi è costretto su una sedia a rotelle o ha problemi di movimento causati dal sistema nervoso. E chissà che non sia proprio questo via vai di camici bianchi lungo i giardini che separano i reparti di degenza dai laboratori di ricerca il segreto per cui i pazienti del Santa Lucia eccellono anche nello sport. La sfilata di coppe e medaglie è orgogliosamente in mostra nell'ingresso della direzione. Nello sport per disabili, il palmares di questo istituto, che oltre alle normali palestre ha una piscina e un campo da basket regolamentari, è senza uguali nella storia, con l'ultimo di 18 scudetti di basket in carrozzina conquistato a luglio, la vittoria in Coppa Italia, l'oro a squadre agli Europei di ping pong, e il primo posto come società nel campionato italiano di nuoto. «E non dimentichiamo il tiro con l'arco — aggiunge il direttore scientifico Carlo Caltagirone — abbiamo insegnato a tirare anche a un paziente con il Parkinson».

Riabilitazione, sport e ricerca di base sono i tre ingredienti del lavoro di questo istituto. Per aiutare i pazienti a ritrovare il movimento, il punto di partenza

consiste infatti nello studiare l'"alfabeto" dei muscoli, scomponendo le varie fasi del processo che parte da un impulso elettrico del cervello e si traduce nella contrazione dei muscoli di un braccio o di una gamba.

Raramente gesti banali come un braccio che si muove o una mano che afferra una pallina, è stato monitorato con apparecchi tanto avanzati. "Leggere" le fasi che compongono questo movimento è una delle attività di Andrea D'Avella, ricercatore del dipartimento di fisiologia neuromotoria. «Se analizziamo un gesto semplice dal punto di vista computazionale e ingegneristico ci rendiamo conto di quale sia la sua complessità. Gli stessi costruttori di robot hanno difficoltà a realizzare un braccio in grado di sollevare una tazzina da caffè e poi afferrare una palla in volo, e per questo cercano ispirazione nella fisiologia umana. Ad esempio, i robot industriali fanno benissimo un compito, ma solo quello».

Una persona sana, un malato che ha bisogno di riabilitazione e un astronauta abituato all'assenza di gravità: «La loro combinazione può essere diversa, il coordinamento imperfetto, ma gli elementi di base che compongono il movimento di queste tre persone sono gli stessi. Identificarli vuol dire identificare il vocabolario dei muscoli in movimento e ricostruire le loro sinergie», spiega D'Avella, che cerca di leggere l'alfabeto del braccio registrando gli impulsi elettrici che viaggiano nei muscoli quando si contraggono.

Leggere i segnali cerebrali attraverso l'encefalogramma e tradurli in comandi verso il mondo esterno (ad esempio una carrozzina) è l'impegno di Donatella Mattia, del laboratorio di imaging neuroelettrico e Brain Computer Interface. La carrozzina "azionata con il pensiero" riesce a fare per il momento solo dei movimenti molto semplici. Ma è stata scelta tra le innovazioni scientifiche italiane presentate all'Expo di Shanghai, inclusa in un progetto per realizzare una "casa intelligente" per i pazienti paralizzati. Così come la sedia a rotelle, infatti, le "onde della mente"

potranno, negli obiettivi del Santa Lucia, comandare televisioni, lettori dvd, telefoni, ventilatori o piccoli robot e selezionare le lettere dalla tastiera di un computer. «Il nostro progetto — spiega Donatella Mattia — si propone di aiutare quelle persone che hanno una disabilità motoria molto grave, ma non soffrono di disturbi cognitivi. Usare le onde prodotte dal cervello è una via alternativa per sfruttare la cosiddetta "immaginazione motoria" e trasmettere gli impulsi all'esterno quando muscoli e parole sono compromessi». I candidati più appropriati per questa carrozzina guidata dalle onde del cervello, ma in grado anche di evitare gli ostacoli autonomamente, sono i pazienti colpiti da lesioni al midollo spinale.

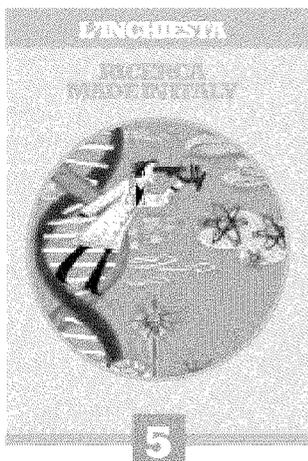
I sistemi di interfaccia fra cervello e computer negli Stati Uniti ricevono i tre quarti dei loro finanziamenti dall'agenzia militare Darpa: potrebbero un giorno creare dei soldati molto più efficienti. Ma se far muovere le sedie a rotelle con il pensiero rappresenta una sfida ambiziosa, non da meno è il progetto di ricerca che punta a mettere a fuoco la diagnosi dell'Alzheimer ancor prima che si manifesti in pieno. Interpretare i dati della risonanza magnetica per raggiungere questo obiettivo è il lavoro di Umberto Sabatini, che dirige il servizio di radiologia e diagnostica per immagini. «Con le tecniche di imaging speriamo di anticipare sempre di più la diagnosi non solo dell'Alzheimer, ma anche della Corea di Huntington e del Parkinson, sia per rendere più efficaci le cure che per studiare nei dettagli le prime fasi dell'evoluzione di queste malattie». Proprio a novembre dell'anno scorso, un'équipe del Santa Lucia, insieme all'università di Tor Vergata, ha pubblicato sulla rivista *Neurology* uno studio sull'uso della risonanza magnetica nel visualizzare i danni dell'ippocampo (una delle aree più importanti per la funzione della memoria) nelle prime fasi dell'Alzheimer.

Tra le mille facce della ricerca al San-

ta Lucia non poteva mancare la genetica. Claudio Sette, che insegna anche all'università di Tor Vergata, è il direttore del laboratorio di neuro-embriologia nell'istituto e ha studiato nei dettagli, grazie anche al contributo di Telethon, quali difetti dei geni e delle loro proteine causano l'atrofia muscolare spinale, una malattia degenerativa dei muscoli che colpisce un bambino ogni 6-10 mila e ingenera porta alla morte entro i primi anni di vita. «La nostra ricerca — spiega — è iniziata tre anni fa, abbiamo approfondito la nostra conoscenza della malattia, che è causata da un difetto del gene Smn1. Nei nostri cromosomi esiste un "gene di riserva" che si chiama Smn2, ma è leggermente diverso e la proteina che produce è "difettosa". Abbiamo scoperto il perché e ora vogliamo cercare di bloccarla per impedirle di provocare danni nell'organismo dei bambini. Ma le ricerche per tradurre in cure le nostre scoperte richiederanno ancora tempo».

Delle malattie che coinvolgono neuroni e movimento non viene sottovalutato nemmeno l'aspetto psicologico. «L'Alzheimer per esempio — spiega Caltagirone — provoca anche dei cambiamenti di personalità nel paziente. Il senso morale e quello di colpa vengono in parte distorti da questa condizione. E i pazienti colpiti da Parkinson, perdendo la mobilità facciale, diventano meno capaci di trasmettere emozioni. Spesso i parenti si lamentano della mancanza di gratitudine per le cure e l'assistenza continua che prestano. Nella Sla abbiamo notato un aumento di rabbia e aggressività. Riconoscere questi problemi, che sono secondari solo all'apparenza, può servire a migliorare la qualità della vita».

© RIPRODUZIONE RISERVATA



## INTERFACCIA CERVELLO-COMPUTER

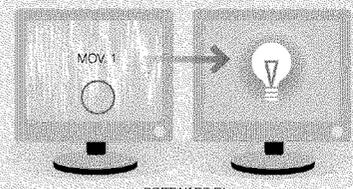
Sono sistemi che traducono i segnali elettrici del cervello in comandi per apparecchi di uso quotidiano:

- sedia a rotelle
- cursore del computer
- televisione
- lettore dvd
- luci di casa
- ventilatore
- telefono
- piccoli robot

## IL SOFTWARE

### Elettroencefalogramma

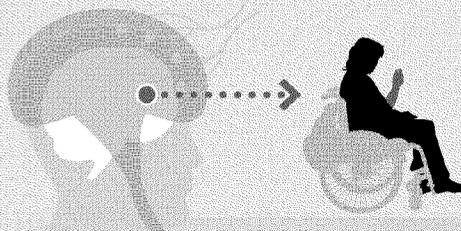
Si identificano quali oscillazioni dell'elettroencefalogramma corrispondono a una determinata volontà e si crea un "vocabolario" dei comandi della mente



SOFTWARE DI RICONOSCIMENTO

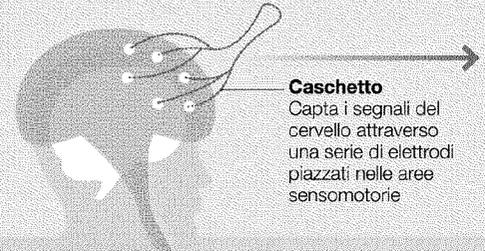
Il vocabolario si inserisce in un software capace di tradurre le onde elettriche del cervello in azioni concrete come, per esempio, accendere una lampadina

## L'APPLICAZIONE NEL PAZIENTE



PAZIENTE

Al paziente viene chiesto di immaginare un movimento, per esempio muovere una mano

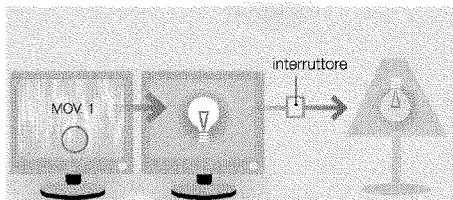


### Caschetto

Capta i segnali del cervello attraverso una serie di elettrodi piazzati nelle aree sensorie

PAZIENTE

Le onde elettroencefalografiche emesse dal cervello vengono riconosciute dal caschetto



SOFTWARE DI RICONOSCIMENTO

1/2 sec è il tempo necessario per quest'azione

Un software collega quelle particolari onde cerebrali a un comando già creato nel "vocabolario", quindi dà l'ordine all'interruttore di accendere la lampadina

INFOGRAFICA PAULA SIMONETTI

**"Nell'atrofia spinale infantile vi è un difetto di un gene. Ora ne abbiamo scoperto un altro, di riserva, coinvolto nella malattia"**

**Un uomo che ritorna sulla Terra dopo mesi trascorsi nello spazio in assenza di peso ha difficoltà simili a un malato colpito da ictus o morbo di Parkinson**

## IL PERCORSO DEGLI STIMOLI

1 Gli impulsi nervosi dei movimenti volontari vengono generati nella corteccia motoria, nei neuroni piramidali giganti (primo motoneurone)

2 Il motoneurone arriva al mesencefalo e lo attraversa nel suo percorso verso il midollo allungato

3 Una volta raggiunto il midollo allungato, le fibre nervose del primo motoneurone si innodano e continuano il loro percorso verso il midollo spinale

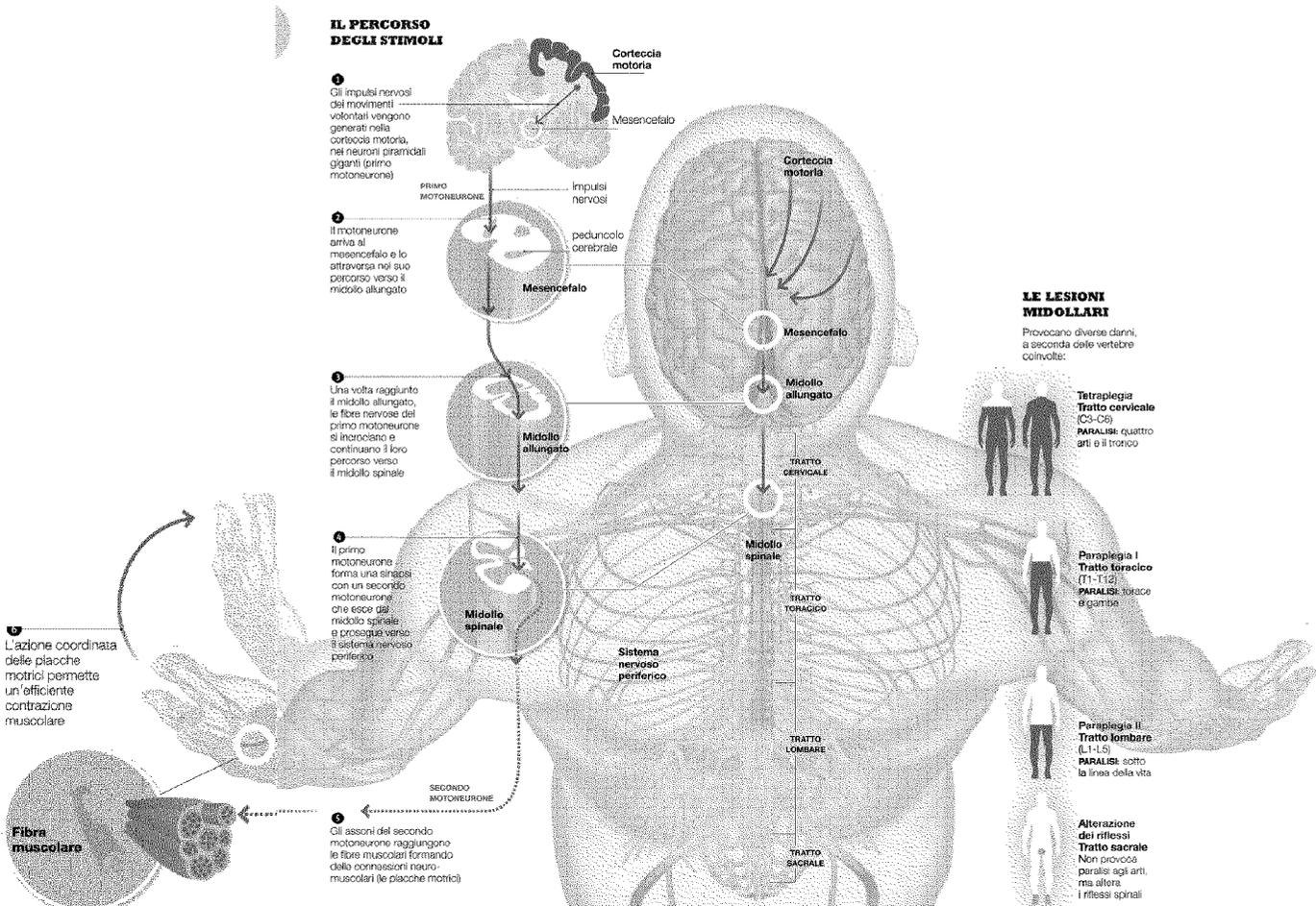
4 Il primo motoneurone forma una sinapsi con un secondo motoneurone che esce dal midollo spinale e prosegue verso il sistema nervoso periferico

5 Gli assoni del secondo motoneurone raggiungono le fibre muscolari formando delle commissioni neuro-muscolari (le placche motrici)

6 L'azione coordinata delle placche motrici permette un'efficiente contrazione muscolare

Fibra muscolare

FONTE: RIELABORAZIONE DATI LA REPUBBLICA-SALUTE



## LE LESIONI MIDOLLARI

Provocano diverse danni, a seconda delle vertebre coinvolte:

Tetraplegia  
Tratto cervicale (C3-C6)

PARALISI: quattro arti e il tronco

Paraplegia I  
Tratto toracico (T1-T6)

PARALISI: braccia e gambe

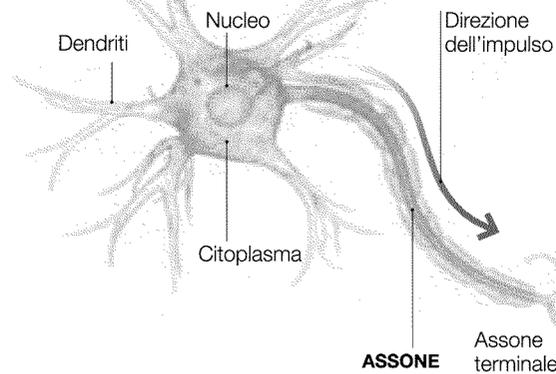
Paraplegia II  
Tratto lombare (L1-L5)

PARALISI: sotto la linea della vita

Alterazione dei riflessi  
Tratto sacrale

Non provoca paralisi agli arti, ma altera i riflessi spinali

## CORPO CELLULARE



## I MOTONEURONI

Sono cellule nervose specializzate che trasmettono gli impulsi di tipo motorio

## FIBRA MUSCOLARE