Nove anni dopo il suo incidente, Dennis Aabo Sørensen, danese, è diventato il primo amputato nel mondo a percepire informazioni sensoriali raffinate e quasi-naturali, in tempo reale, grazie a una mano protesica ad elevato impatto sensoriale che gli è stata collegata, chirurgicamente, ai nervi del suo arto superiore. L'Ing. Silvestro Micera e il suo team presso l'EPFL (Svizzera) e l'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna (Italia), ha sviluppato la rivoluzionaria reazione sensoriale che ha permesso a Sørensen di percepire di nuovo sensazioni durante la manipolazione degli oggetti.

Un prototipo di questa tecnologia bionica è stato testato nel marzo 2013 durante un processo clinico al Policlinico Gemelli di Roma, sotto la supervisione clinica del Prof. Paolo Maria Rossini. I risultati di questo studio sono adesso pubblicati nell'edizione di "Science Translational Medicine" con data 5 febbraio 2014 e sono adesso presentati nell'ambito di una più ampia collaborazione tra diverse università, quali il Campus Biomedico di Roma, centri di ricerca e ospedali europei, ribattezzata "LifeHand2".

"Il feedback sensoriale è stato incredibile", commenta il 36enne amputato della Danimarca. "Ho potuto toccare cose che non ero riuscito a sentire in oltre nove anni. Indossando una benda sugli occhi e tappi per le orecchie, Sørensen potrebbe dire con quanta forza stia afferrando un oggetto, oltre alla forma e alla consistenza di diversi oggetti, usando la sua protesi di mano. "Quando ho afferrato un oggetto, ho potuto avvertire se fosse morbido o duro, tondo o quadrato", aggiunge.

Dal segnale elettrico all'impulso nervoso

Silvestro Micera e il suo team hanno "rafforzato" la protesi di mano con sensori che rilevano le informazioni riguardanti il contatto. Ciò è stato realizzato misurando la tensione all'interno dei tendini artificiali che controllano il movimento del dito, trasformandola in corrente elettrica.

Ma questo segnale elettrico è troppo "grosso" affinché possa essere percepito dal sistema nervoso. Utilizzando algoritmi computerizzati, gli scienziati hanno trasformano il segnale elettrico in un impulso che i nervi sensoriali riescono a interpretare. Il senso del tatto è stato realizzato inviando in maniera digitale il segnale raffinato, attraverso i cavi di quattro elettrodi che sono stati impiantati in maniera chiruirgica in ciò che rimane dei nervi dell'arto superiore di Sørensen.

"Questa è la prima volta in assoluto che nella neuroprostetica il feedback sensoriale è stato restituito e usufruito da un amputato, in tempo reale per il controllo di un arto artificiale", sottolinea Micera.

"Eravamo preoccupati per la ridotta sensibilità dei nervi di Dennis visto che non erano più stati utilizzati da oltre nove anni", aggiunge Stanisa Raspopovic, primo autore e scienziato presso l'EPFL e l'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna. Queste preoccupazioni si sono affievolite non appena gli scienziati hanno riattivato correttamente il senso del tatto di Sørensen.

Connettere gli elettrodi ai nervi

Elettrodi ultra sottili, ultra precisi, sviluppati da un gruppo di ricerca guidato da Thomas Stieglitz

dell'Università di Friburgo (Germania), hanno permesso di trasmettere segnali elettrici estremamente deboli al sistema nervoso, in maniera diretta. Un lungo e complesso lavoro di attività di ricerca preliminare è stato compiuto per assicurarsi che gli elettrodi continuassero a funzionare addirittura dopo la formazione del tessuto cicatriziale post-chirurgico. È anche la prima volta che tali elettrodi sono stati impiantati in maniera trasversale nel sistema nervoso periferico di un amputato.

Il 26 gennaio2013, Sørensen ha subito l'intervento chirurgico a Roma presso il Policlinico Gemelli. Un gruppo specializzato di chirurghi e di neurologi, guidati da Paolo Maria Rossini, ha impiantato gli elettrodi transneuronali all'interno dei nervi ulnari e mediani del braccio sinistro di Sørensen. Dopo 19 giorni di test preliminari, Silvestro Micera e il suo team hanno collegato la loro protesi agli elettrodi – e a Sørensen – ogni giorno per una settimana intera.

Il primo arto artificiale sensorialmente potenziato

Lo studio clinico fornisce il primo passo verso una mano bionica, sebbene una protesi sensorialmente potenziata risulti ancora lontana dal momento in cui sarà disponibile in commercio. La mano bionica dei film di fantascienza, per intenderci, risulta ancora più lontana. Il passo successivo comporta la possibilità dell'impianto di elettrodi per una durata di anni. Questo implicherà la miniaturizzazione dei sistemi elettronici di reazione sensoriale per colui che porterà la protesi. Inoltre, gli scienziati perfezioneranno la tecnologia sensoriale per migliorare la risoluzione del tatto e per aumentare la consapevolezza del movimento angolare delle dita.

Gli elettrodi sono stati rimossi dopo 30 giorni per motivi di sicurezza imposti sugli attuali processi clinici, anche se gli scienziati sono ottimisti del fatto che potrebbero rimanere impiantati e funzionali senza alcun danno al sistema nervoso per molti anni.

La forza psicologica è stata un bene

La forza psicologica di Sørensen è stato un bene per lo studio clinico. Afferma, infatti: "Ero più che felice di rendermi volontario per la sperimentazione clinica, non soltanto per me stesso, ma anche per aiutare altri amputati".

Sørensen perse la sua mano sinistra oltre 10 anni fa manipolando fuochi d'artificio, durante una vacanza in famiglia. Fu ricoverato in ospedale e gli fu subito amputata la mano. Da allora, egli ha indossato una protesi commerciale che localizza il movimento dei muscoli nel suo moncone, permettendogli di aprire e di chiudere la mano e anche di trattenere gli oggetti. "Funziona come un freno su una moto," spiega Sørensen a proposito della protesi convenzionale che indossa di solito". "Quando stringi il freno, la mano si chiude. Quando ti rilassi, la mano si apre", aggiunge. Senza l'informazione sensoriale che viene alimentata all'interno del sistema nervoso, Sørensen non può sentire quello che sta cercando di afferrare e deve guardare in maniera costante la sua protesi per evitare di rompere un oggetto. Alle protesi commerciali di oggi manca un fattore essenziale, che le rende intuitive da utilizzare. Subito dopo l'amputazione, Sørensen racconta una frase, profetica alla luce della sperimentazione a cui è stato sottoposto, del medico che lo stava visitando: "Ci sono due modi in cui tu puoi esaminare questa situazione. Ti puoi sedere in un angolo e dispiacerti con te stesso. Oppure ti puoi alzare e sentirti grato per quello che hai. Credo che potrai adottare il secondo punto di vista. Adesso mi sono accorto che veva ragione",

conclude Sørensen.

Citazioni delle persone coinvolte nel progetto:

Dennis Aabo (Volontario nello studio clinico)
“I miei bambini sono stati entusiasti della sperimentazione clinica. Durante la loro visita a Roma, mi hanno soprannominato il "ragazzo dei cavi" per la presenza di tutti quei cavi attaccati su di me.”. “La reazione sensoriale è stata incredibile. Potevo sentire cose che non ero riuscito a sentire per più di nove anni. Quando ho tenuto un oggetto, potevo percepire se fosse morbido o duro, tondo o quadrato”. Parlando a proposito della protesi convenzionale che egli indossa solitamente. “Funziona come un freno di una moto. Quando stringi il freno, la mano si chiude. Quando ti rilassi, la mano si apre”.

Silvestro Micera
Professore dell’EPFL e della Scuola Superiore Sant’Anna di Pisa

“Questa è la prima volta in neuroprotesica in cui la reazione sensoriale è stata ‘restaurata’ e usufruita da un amputato in tempo reale, per controllare un arto artificiale”, afferma Micera, che aggiunge: “Questi risultati aprono a possibilità cliniche molto promettenti a favore degli amputati. Nel giro di pochi anni a partire da adesso, questa tecnologia potrebbe diventare clinicamente disponibile. Per me è incredibile vedere che la reazione sensoriale sta diventando possibile. Lo sognavo e stavo lavorando per questo, fin da quando ero studente di dottorato quindici anni fa”.

Paolo Maria Rossini
Direttore dell’Istituto di Neurologia, Policlinico Gemelli di Roma

“Come qualsiasi intervento chirurgico non di routine, preparare il nostro paziente a ricevere la protesi è stato impegnativo. Ma una volta che diventa la procedura standard, non ho alcun dubbio che questo tipo di micro-chirurgia potrebbe essere effettuata in un'ora o più in anestesia locale . La sfida più grande per garantire prestazioni ottimale, di lunga durata è stata di collegare correttamente il tronco del nervo con gli elettrodi e impedir loro di scivolare intorno al punto di inserimento. Nel prossimo futuro, speriamo di realizzare connessioni nervo-elettrodi che rimangano completamente funzionale per anni”.

Stanisa Raspopovic
Ricercatore dell’EPFL e della Scuola Superiore Sant’Anna

“Eravamo preoccupati per la ridotta sensibilità dei nervi di Dennis perché non erano più stati usati da oltre nove anni. Eppure, siamo riusciti a riattivare il suo senso del tatto. E' stato un momento molto emozionante quando, dopo infinite ore di test sulla mano artificiale (potenziata sensorialmente), Dennis si rivolse a noi e disse con incredulità, ' questo è magico! Riesco a sentire la chiusura della mia mano amputata!'. Tutto il tempo e le risorse investite per il ripristino delle sensazioni della mano di Dennis convergevano e trovavano finalizzazione durante lo studio clinico. E' stato il culmine di molti anni di ricerca sui microelettrodi”.

Cartella stampa su http://bit.ly/2014BionicHand
BionicHand Youtube Video: http://bit.ly/2014EPFLYoutube_BionicHand
Science Translational Medecine Publication: http://bit.ly/1kiSXLX

Link rilevanti:
www.epfl.ch
www.sssup.it
http://stm.sciencemag.org/