

Medienmitteilung

Sperrfrist: 09.09.2019, bis 17.00 Uhr MEZ

Assistenzsystem mit Neurofeedback

Beinprothese mit Gespür verbessert die Gesundheit

Zürich, 9. September 2019

Erstmals spüren zwei Personen mit Beinamputation oberhalb des Knies ihren künstlichen Fuss und ihr künstliches Bein in Echtzeit. Ermöglicht wird dies durch eine neuartige bionische Prothese mit Sensoren, die mit den Nerven im Oberschenkel verbunden sind. Dank dem Neurofeedback haben die Prothesenträger ein höheres Vertrauen in die künstliche Gliedmasse, das Gehen ist für sie körperlich und mental weniger anstrengend, und sie leiden weniger unter Phantomschmerzen.

Menschen mit intakten Beinen spüren, wenn sie ihr Knie bewegen oder wenn ihre Füsse den Boden berühren. Ihr Nervensystem nutzt ständig solche sensorischen Rückmeldungen, um die Muskeln präzise zu steuern. Wer eine Beinprothese tragen muss, weiss jedoch nicht so genau, wo sich die Prothese befindet und wie sie sich bewegt. Beim Gehen der Prothese zu vertrauen, ist für diese Personen schwierig und sie verlassen sich deshalb oft zu stark lediglich auf ihr intaktes Bein. Ihre Beweglichkeit ist daher eingeschränkt und sie ermüden schnell. Zudem leiden Menschen mit einer amputierten Extremität häufig unter Phantomschmerzen, welchen mit Medikamenten nur schwer beizukommen ist.

Ein internationales Forscherteam unter der Leitung der ETH Zürich und des Lausanner Start-ups Sensors hat nun eine Schnittstelle entwickelt, um eine Beinprothese mit den Nerven im Oberschenkel der Nutzer zu verbinden und so sensorisches Feedback zu ermöglichen. In einer Studie in Zusammenarbeit mit der Universität Belgrad testeten die Wissenschaftler dieses Neurofeedback-System an zwei freiwilligen Prothesenträgern, denen ein Bein oberhalb des Knies amputiert worden ist.

«Unsere Machbarkeitsstudie zeigt, wie vorteilhaft es für die Gesundheit von Beinamputierten ist, eine Prothese zu haben, die mit neuronalen Implantaten arbeitet, um das sensorische Feedback wiederherzustellen», sagt Stanisa Raspopovic, Professor am Institut für Robotik und Intelligente Systeme der

ETH Zürich. Er und seine Kollegen berichten darüber in der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift «Nature Medicine».

Künstliche Signale in natürliche umwandeln

In der Studie verwendeten die Wissenschaftler eine kommerziell erhältliche Prothese mit einem elektronischen Hightech-Kniegelenk. An der Sohle des Prothesenfusses befestigten sie Berührungssensoren. Während der dreimonatigen Studiendauer platzierten Chirurgen winzige Elektroden im Oberschenkel der Probanden und verbanden sie mit den dort vorhandenen Beinnerven.

«Das Ziel der Operation war es, Elektroden an den richtigen Stellen im Inneren des Nervs anzubringen, um die Wiederherstellung von lebensechtem sensorischem Feedback zu ermöglichen und die Stabilität der Elektroden zu gewährleisten», sagt Marko Bumbasirevic, Professor und orthopädischer Mikrochirurg am Klinischen Zentrum von Serbien in Belgrad, der für das Implantieren der Elektrode verantwortlich war. Entwickelt wurden die Elektroden von Forschenden der Universität Freiburg i.Br., die Prothesen kamen von der Prothesenfirma Össur, die beide aktiv am Projekt beteiligt waren.

Das Forschungsteam entwickelte Algorithmen, um die Informationen des Tastsensors an der Fusssohle sowie der Bewegungssensoren im elektronischen Kniegelenk in Stromimpulse – die Sprache des Nervensystems – zu übersetzen. Die Elektroden leiteten diese Pulse an den Nerv weiter, und die Natur kümmerte sich um den Rest: die Nervensignale werden ans Gehirn weitergeleitet, die Träger konnten dadurch die Prothese wahrnehmen und ihren Gang entsprechend anpassen. Maschine und Körper wurden so zu einer Einheit.

Geringerer Kraftaufwand beim Gehen

Im Rahmen der Studie absolvierten die Probanden eine Reihe von Tests, abwechselnd mit und ohne Neurofeedback. Die Ergebnisse machten deutlich, wie vorteilhaft das Feedback war: Das Gehen mit Neurofeedback war für die Probanden körperlich viel weniger anstrengend, was sich in einem deutlich reduzierten Sauerstoffverbrauch zeigte. Auch mental war das Gehen mit Neurofeedback weniger anstrengend, wie die Forschende mit Messungen der Gehirnaktivität zeigten. Die Probanden mussten sich nicht so sehr auf das Gehen konzentrieren und konnten Ihre Aufmerksamkeit stattdessen auf andere Aufgaben richten.

In einem schwierigen Test mussten die Probanden über Sand gehen. Das Feedback ermöglichte ihnen, deutlich schneller zu gehen. In Umfragen gaben die Probanden an, dass das Neurofeedback ihr Vertrauen in die Prothese stark erhöhte.

Weniger Phantomschmerzen

Die Schnittstelle zum Nervensystem kann auch dazu genutzt werden, die Nerven unabhängig von der Prothese zu stimulieren. Bevor sie mit der Studie begannen, klagten beide Studienteilnehmer über Phantomschmerzen. Savo Panic, einer der Probanden, wachte nachts oft wegen Phantomschmerzen auf. «Der Zeh, den ich nicht habe, tat mir weh – mein grosser Zeh, mein Fuss, meine Ferse, mein Knöchel und meine Wade, alles schmerzte, und dabei habe ich das alles gar nicht mehr», sagt er. Im Rahmen eines einmonatigen Neurostimulation-Therapieprogramms gelang es den Wissenschaftlern, diesen Schmerz beim einen Probanden deutlich zu reduzieren, bei Panic, verschwand der Schmerz

sogar vollständig. «Seitdem ich mit der Neurostimulation begonnen habe, habe ich keine Phantom-schmerzen mehr», sagt dieser.

Diese Ergebnisse stimmen die Forschenden optimistisch. Sie weisen jedoch darauf hin, dass eine längere Untersuchung, in der eine grössere Zahl von Probanden das System im Alltag testet, nötig ist, um zuverlässigere Schlussfolgerungen ziehen zu können. Für die zeitlich begrenzte klinische Studie wurden die Signale der Prothese über Kabel durch die Haut zu den Elektroden im Oberschenkel geleitet. Das bedeutete, dass sich die Versuchsteilnehmer regelmässig einer medizinischen Untersuchung unterziehen mussten. Um dies zu vermeiden, wollen die Wissenschaftler ein vollständig implantierbares System entwickeln. «Bei Sensars planen wir die Entwicklung eines drahtlosen Neurostimulationsgerätes, das wie ein Herzschrittmacher vollständig in den Patienten implantiert und auf den Markt gebracht werden kann», sagt Francesco Petrini, CEO von Sensars.

An dem Projekt waren neben der ETH Zürich, den Universitäten Belgrad und Freiburg i.Br., Sensars und Össur auch Forschende der EPFL, der Scuola Superiore Sant'Anna in Pisa, der Universität Montpellier und der Firma mBrainTrain beteiligt.

Literaturhinweis

Petrini FM, Bumbasirevic M, Valle G, Ilic V, Mijović P, Čvančara P, Barberi F, Katic N, Bortolotti D, Andreu D, Lechler K, Lesic A, Mazic S, Mijović B, Guiraud D, Stieglitz T, Alexandersson Á, Micera S, Raspopovic S: Sensory feedback restoration in leg amputees improves walking speed, metabolic cost and phantom pain. Nature Medicine 2019, doi: 10.1038/s41591-019-0567-3 [http://dx.doi.org/10.1038/s41591-019-0567-3]

www.neuroeng.ethz.ch →

www.sensars.com →

Weitere Informationen

ETH Zürich
Medienstelle
Telefon: +41 44 632 41 41
mediarelations@hk.ethz.ch

ETH Zürich
Stanisa Raspopovic
Institut für Robotik und Intelligente Systeme
Telefon: +41 76 706 48 50
stanisa.raspopovic@hest.ethz.ch