

Referent/in

Jakubowitz, Eike (Hannover DE) | Dr. Dipl.-Ing.

Orthopädische Klinik der MHH - Institut für Orthopädische Bewegungsdiagnostik, Labor für Biomechanik

Titel

Intrinsische Greifintelligenzen aus der Softrobotik in der Prothetik der oberen Extremität: Erste klinische Ergebnisse

Coauthors

Catalano M, Bicchi A, Fleischer-Lück B, Vollmer C, Obermeier A

Zusammenfassung

Die Studie untersucht erstmalig, ob intrinsische Greifintelligenzen für Transradialamputierte im Alltag einsetzbar sind. Erste vielversprechende Ergebnisse zeigen, dass Patienten bei fein- und grobmotorischen Alltagshandlungen bereits ohne Prothesenschulung, also auf Anhieb damit zurechtkommen.

Einführung

Aktuell verfügbare Prothesenhände decken nur eine begrenzte Anzahl vorprogrammierter und sequentiell steuerbarer Greifmuster ab. Um die Grundkenntnisse für die Nutzung dieser Greifmuster im Alltag zu erlernen, erhalten Transradialamputierte ein 10-25h dauerndes Prothesentraining. Eine mit Hilfe kinematischer Synergien mechanisch in die Hand implementierte, intrinsische Greifintelligenz (IGI) vermag neben einer Dimensionsreduzierung der Steuerung [1] fast alle Greifbewegungen der menschlichen Hand flüssig abzubilden. In der vorliegenden Studie wurde erstmals untersucht, ob eine solche IGI-Kinematik aus der Robotik - welche mit nur einem Aktuator 19 Freiheitsgrade der Hand antreibt - gegenüber herkömmlichen, myoelektrischen Handprothesen (MHP) für Transradialamputierte Vorteile bietet.

Methodik

Das Studienprotokoll sieht eigentlich den Einschluss von 20 Patienten vor. Die ersten fünf Amputierten (S1 - S5, Alter = $63,2 \pm 11,7$ Jahre) mit mindestens 10 Jahren Alltagserfahrung in der Steuerung myoelektrischer Prothesenhände (aktuell: 3 x VariPlus, Otto Bock; 1 x Bebionic, Otto Bock; 1 x i-Limb Quantum, Össur) wurden rekrutiert und führten für die Simulation von

Alltagsaktivitäten (ADLs) der Hand folgende Tests durch: 1. Box and Blocks Test (BBT); 2. Activities Measure for Upper Limb Amputees (AM-ULA); 3. Jebsen-Taylor Hand Function (JTHF). Diese Tests wurden sukzessiv randomisiert mit a) der MHP, mit b) der IGI und mit c) der trainierten IGI (TIGI) nach einem 6-stündigen Prothesentraining wiederholt. Im Anschluss wurde die System Usability Scale (SUS) für die IGI erhoben. Statistisch kamen gepaarte t-Tests mit Bonferroni Post-Hoc-Korrekturen zum Einsatz. Wegen der bis dato geringen Patientenzahl wurde eine Post-Hoc-Fallzahlanalyse auf Basis der erzielten Werte durchgeführt.

Ergebnisse

S5 (VariPlus) zeigte eine allergische Reaktion auf den Probeschalt und konnte die Tests nicht zu Ende führen. Seine Ergebnisse fließen hier also zunächst nicht mit ein. Obwohl im Allgemeinen zunächst kein signifikanter Unterschied zwischen der IGI und der MHP zu beobachten war, konnten alle Patienten tendenziell bessere Ergebnisse mit der IGI und der TIGI erzielen. Diese Tendenz ist den Abb. 1a und 1b zu entnehmen und kam bei den prothesenspezifischen ADLs (AM-ULA: Anstieg der Punkte von 12,9 (MHP) auf 13,8 (IGI) und auf 14,3 (TIGI)) und den grobmotorischen ADLs (BBT: Anstieg der transferierten Würfel von 12 (MHP) auf 13 (IGI) und auf 15 (TIGI)) bereits für die IGI und bei den feinmotorischen ADLs (Zeitersparnis bei JTHF) jedoch erst für die TIGI zum Tragen. So unterschied sich z.B. die IGI zunächst kaum von der MHP beim "Spielkarten umdrehen" des JTHF-Tests, wobei eine deutliche Zeitersparnis dann mit der TIGI erreicht werden konnte (Abb. 1c). Die Fallzahlanalyse ergab den Einschluss von mindestens 20 Amputierten für die grob- (BBT) und von 26 für die feinmotorischen ADLs (AM-ULA), um die Unterschiede statistisch zu untermauern. Die SUS betrug $80,0 \pm 13,9$ Punkte (Abb. 1d).

Schlußfolgerung

Trotz der vorläufigen Resultate zeichnen sich Vorteile für die IGI gegenüber anderen Prothesenhänden ab. Obwohl die Patienten über 10 Jahre Erfahrung mit MHPs verfügen, war es ihnen auf Anhieb möglich zumindest gleichwertige Ergebnisse mit der IGI zu erzielen. Damit besteht keine Notwendigkeit sich an den Alltag mit der IGI zu gewöhnen, da Amputierte trotz des geringen Steuerungsaufwands sofort mit ihr zurechtkommen. Ferner scheint das 6-stündige

Prothesentraining vollkommen zu genügen, um den Alltag mit IGLs zu erleichtern. Besonders die Bewältigung feinmotorischer ADLs wird somit vereinfacht. Auch die SUS unterstreicht bereits mit der kleinen Kohorte die überdurchschnittlich hohe Alltagstauglichkeit. Darauf basierend schlagen wir eine stärkere Konzentration auf IGLs in der Prothetik vor. In Kombination mit neusten Innovationen – wie der multimodalen Steuerung [2] – könnten IGLs einen weiteren Entwicklungsschub in der Handprothetik induzieren und in naher Zukunft eine Schlüsselrolle für vereinfachte Prothesensteuerungen einnehmen.

Literaturreferenzen

1. Catalano MG, Grioli G, Farnioli E, Serio A, Piazza C, Bicchi A: Adaptive synergies for the design and control of the Pisa/IIT SoftHand. *Int J Robotics Res.* 2014; 33:768-82.
2. Kyranou I, Krasoulis A, Erden MS, Nazarpour K, Vijayakumar S: Real-time classification of multi-modal sensory data for prosthetic hand control. *6th IEEE Int. Conf. on Biomedical Robotics and Biomechanics* 2016;536-41.

Image: Abb#SHP_2507.png