

Título del Trabajo:

Análisis de variables cinesiológicas para evaluar la funcionalidad de prótesis de mano robóticas impresas en 3D

Título del Trabajo en Inglés:

Analyzing Kinesiological Variables to Assess the Functionality of 3D-Printed Robotic Prosthetic Hands

Nombre: IVETT

Apellidos: QUIÑONES URIÓSTEGUI

ORCID: 0000-0003-3522-5085

País de Residencia: MEXICO

Área de Investigación: TECNOLÓGICA

Institución a la que Pertenece: INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION GILLERMO IBARRA IBARRA

Área de Adscripción: Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación

Correo Electrónico: iquinones@inr.gob.mx

Datos de los(as) coautores(as) del Trabajo

Virginia Bueyes Roiz, Paris Joaquín Velasco Acosta, Carlos Abraham Dighero Cardona, Leonardo Eliú Anaya Campos, Irma Guadalupe Espinosa Jove

Lab Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, INR-LGII, MEXICO, vbueyes@hotmail.com, 0000-0002-8877-358X

Lab Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, INR-LGII, MEXICO, parisvelasco.inr@gmail.com,

Ingeniería Biomédica, Universidad Iberoamericana, MEXICO, dighero13@hotmail.com,

Lab Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, INRLGII, MEXICO, leonardo.anayac@gmail.com,

Rehabilitación de Amputados, INRLGII, MEXICO, iespinosa_2002@yahoo.com.mx,

Palabras en Español:

prótesis de mano robóticas impresas en 3D, análisis de movimiento, análisis de funcionalidad, fotogrametría, electromiografía de superficie

Palabras en Inglés:

3D-Printed Robotic Prosthetic Hands, movement analysis, functionality analysis, photogrammetry, surface electromyography

Título del Trabajo:

Análisis de variables cinesiológicas para evaluar la funcionalidad de prótesis de mano robóticas impresas en 3D

Título del Trabajo en Inglés:

Analyzing Kinesiological Variables to Assess the Functionality of 3D-Printed Robotic Prosthetic Hands

Área de Investigación:

Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación

Introducción:

Las manos protésicas buscan reemplazar el miembro amputado con el fin de lograr la mayoría de las actividades de la vida diaria (AVD). Con el avance en diseño y fabricación, la impresión 3D y la robótica han ganado relevancia en este campo. No obstante, muchos prototipos aún no han sido evaluados para su uso clínico y no están diseñados específicamente para el usuario final. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la funcionalidad de estas prótesis. Además de la evaluación técnica y de usabilidad es necesario analizar las estrategias de movimiento al realizar actividades con dichas prótesis para identificar aquellas que pudieran no ser seguras y satisfactorias.

Objetivo:

Procesar y analizar las señales de fotogrametría y electromiografía de superficie (sEMG) para calcular variables cinesiológicas con el objeto de determinar la funcionalidad de prótesis de mano robóticas impresas en 3D.

Metodología:

Se reclutaron dos grupos de estudio, de 18 a 50 años de edad, sin ninguna patología musculoesquelética, de cualquier lateralidad, grupo 1 sujetos sin amputación; y grupo 2 con amputación transradial de al menos 33% longitud del segmento, de cualquier etiología, lado indistinto, evaluación positiva de acción muscular y experiencia utilizando prótesis mayor a 2 años. Se llevó a cabo un análisis cinesiológico utilizando un sistema de fotogrametría (VICON, UK) y sEMG (Trigno Delsys, USA) mientras ejecutaban una serie de 6 tareas relacionadas a las AVD, utilizando cinco diferentes manos robóticas. La señal de sEMG fue normalizada al %CIMV. Los datos cinemáticos y de sEMG fueron procesadas y normalizados al %ciclo para obtener variables cinesiológicas como tiempo de ejecución, velocidad, ángulos articulares y porcentaje de activación muscular. Se realizó análisis estadísticos y pruebas de suavidad utilizando la métrica "SPARC" (Spectral Arc Length Metric) para identificar diferencias respecto a los sujetos sin amputación.

Resultados:

Los resultados revelaron las estrategias de movilidad utilizadas. Se encontraron diferencias en la velocidad de ejecución ($p= 0.04$), así como también en los rangos articulares (RA) de la flexión-extensión del codo, mayores en los sujetos sin amputación y con menor desviación estándar, mientras que los RA de la flexión-extensión del hombro, y del tronco fue mayor en los sujetos con amputación. Con las diferentes manos robóticas se encontraron diferencias en los RA en comparación

con el gancho, sobre todo en el hombro y el tronco. No se encontraron diferencias en las trayectorias utilizando las diferentes manos robóticas, pero sí con el gancho y los sujetos sin amputación. Los músculos con mayor activación fueron el trapecio superior ($p = 0.02$) con el gancho y el pectoral ($p = 0.04$) con las manos robóticas, no se encontró un patrón de activación común entre las manos robóticas. En el análisis de suavidad ésta fue mayor en los sujetos sin amputación, seguido del gancho mientras que las manos estudiadas tuvieron valores muy bajos.

Conclusiones:

Las variables cinesiológicas analizadas revelaron modificaciones en los gestos motores para lograr las tareas, como el uso de diferentes alternativas musculares y mayores RA en comparación con sujetos sin amputación. Se destaca la complejidad para realizar las AVD con las manos estudiadas, revelando la poca funcionalidad de estos diseños.