

Caso Clínico:

El paciente es un técnico electricista reparador de torres de alta tensión. Sufrió quemaduras de 3° grado en MMSS derecho (mano) y quemadura de 4° grado en MMII derecho, debido al alto riesgo de infección y complicaciones presentó amputación transmetacarpiana y desarticulación interfalángica proximal del dedo medio, por otro lado, presentó amputación transtibial en MMII, adicionalmente presentó trastorno sensorial táctil actualmente se encuentra desempleado y busca inserción laboral adaptada.

Evolución:

Inició proceso de terapia física pero el usuario retorno a realizar marcha con dificultad a la calibración de movimiento debido a la alteración sensorial táctil, manifestando dificultad para reconocer punto de apoyo durante la marcha.

Fase I de Intervención terapéutica:

- Fortalecer musculatura residual para actividades de vida diaria.
- Favorecer el entrenamiento en actividades uni/bimanuales para actividades de vida diaria.
- Control de la sensación de miembro fantasma y del dolor.
- Orientación y cuidados del muñón

Contextualización del problema

Sobre las amputaciones en el Perú, se encontró que, en una revisión de 1290 casos de pacientes con alguna amputación, 108 fueron por accidentes laborales dando un 8,4% del total. Además, se señalan las zonas más afectadas, siendo la más frecuente en la zona debajo de la rodilla abarcando 27,3% de afectados del total de personas censadas.

Por otro lado, en el rubro de manufactura fue en donde ocurrieron más accidentes con un 37,9% de casos. Por último, los hombres fueron los más afectados con un 98,2% y un 40,7% se encontraron en el rango de 21 a 30 años. (1)

Según cifras del Ministerio de Trabajo se reportan 40 casos al mes de lesión de mano por causas laborales, cifra que representa el 30% del mercado laboral, puesto que más del 70% se encuentra en la informalidad. (2)

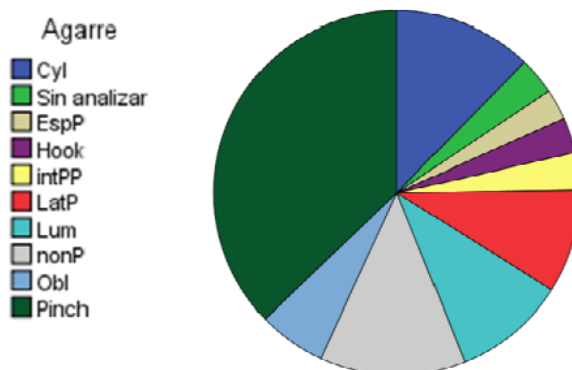
Las lesiones digitales son extremadamente frecuentes y cuando estas involucran al pulgar pueden comprometer importantemente la función de la mano, tanto así que su amputación afecta hasta un 50% la función global de la mano y disminuye la fuerza de agarre hasta en un 20%. (3). En cuanto al tipo de agarre tenemos los siguientes:

Tipo de agarre	Descripción
Agarre cilíndrico	Interviene la palma. El pulgar está en oposición directa a los dedos (en abducción o posición neutra)
Agarre palmar oblicuo	Variante del cilíndrico. Interviene la palma, pero el pulgar está en aducción.
Agarre de gancho	No intervienen ni el pulgar ni la palma. El peso del objeto lo soportan los dedos
Agarre lumbrical	Interviene el pulgar y la parte más proximal de los dedos (hasta la base de los nudillos), pero no interviene la palma
Pinza lateral	Se utiliza la parte lateral de los dedos (uno o varios) y normalmente también el pulgar.
Pinza	Se utiliza el pulgar y las yemas de los dedos (uno o varios)
Agarre intermedio de potencia-precisión	Interviene algo la palma pero tanto el pulgar como el índice estabilizan el agarre

Tabla 1. Descripción de agarres de la clasificación utilizada

La tabla 1 nos muestra los tipos de agarre que se dan a nivel de la mano donde se puede ver que en todos el uso del pulgar es indispensable.

Figura 1: Frecuencias del uso diario de cada tipo de agarre totales



La figura 1 muestra los porcentajes de tiempo de forma global y para cada agarre. Casi todos los agarres se utilizan con ambas manos aunque, en algunos casos, el porcentaje cambia considerablemente. Considerando a una persona diestra el agarre de pinza especial es un agarre que requiere más destreza por lo que se utiliza fundamentalmente con la mano derecha, siendo este el de mayor frecuencia (4). Entonces una amputación tiene un impacto significativo en la capacidad de una persona, si sucede principalmente en el pulgar generando una mano disfuncional.

Las amputaciones de mano parcial varían desde un solo dedo o múltiples dedos hasta amputaciones carpometacarpianas. La restauración protésica funcional es posible cuando falta toda la mano o uno o más dedos utilizando energía mecánica o externa. (5)

Además, la mayoría de las veces los costos de las prótesis disponibles en el mercado superan el presupuesto de los pacientes y sus familias (6). En el mercado peruano se pueden adquirir prótesis mecánicas, eléctricas, mioeléctricas y cosméticas. Una prótesis eléctrica tiene costos alrededor de 53 000 soles, mientras que una mioeléctrica puede llegar a los 200 000. En el caso de las prótesis mecánicas, solo el dispositivo terminal (mano) de estas están costando aproximadamente S/3,800 y la fabricación del encaje protésico para que se adapte al tipo de amputación del paciente es un costo aparte. Estas prótesis se ofrecen para amputaciones del antebrazo y desarticulado de muñeca (7). Por otro lado en el mercado el costo de una prótesis tipo garfio asciende a 4 mil soles (8).

Asimismo resulta relevante considerar el perfil socioeconómico de las personas con discapacidad en el Perú, que consecuentemente limitan su acceso al uso de prótesis. Si bien el mayor porcentaje es de los adultos mayores con 5.4 %, los adultos y jóvenes representan un 31.6%. Respecto al ingreso mensual, las personas con discapacidad ganan en total un 3.27% menos que las que no poseen ninguna (9).

Problemática final

Las personas que presentan una amputación funcional transmetacarpiana entre 20 a 30 años de edad con una ocupación laboral que implica un cierto esfuerzo físico no logran tener fuerza suficiente para agarrar. (Nos centraremos en el agarre pinza)

¿Cómo podríamos mejorar el agarre pinza de las personas con amputaciones trans metacarpianas entre 20 a 30 años en Lima- Perú que desean obtener una cierta fuerza de agarre pinza?

Estado del arte científico

- 1) Estudio: Prótesis diseñadas a medida impresas en 3D para la amputación parcial de la mano: todavía existen desafíos mecánicos

Se llevó a cabo un estudio para comparar la fuerza de agarre, la destreza y las percepciones de los consumidores sobre dos novedosos dispositivos impresos en 3D con una prótesis mioeléctrica. Se desarrollaron 2 dispositivos a medida con dedos impresos en 3D con una amputación transmetacarpiana con preservación del pulgar. Modelo A: diseño de apertura voluntaria con posicionamiento típico del cable en el dedo dorsal. Modelo B: diseño de cierre voluntario con cables para dedos radiales ubicados lateralmente y dedos cubitales medialmente. Ambos dispositivos impresos en 3D tenían muy poca fuerza de agarre y pellizco, pero una destreza comparable a la de la prótesis mioeléctrica. El participante estaba más satisfecho con el peso y los atributos térmicos de los dispositivos impresos en 3D. (10)



- 2) Estudio: Prótesis impresa en 3D para la rehabilitación de amputaciones digitales: presentación de un diseño mecánico

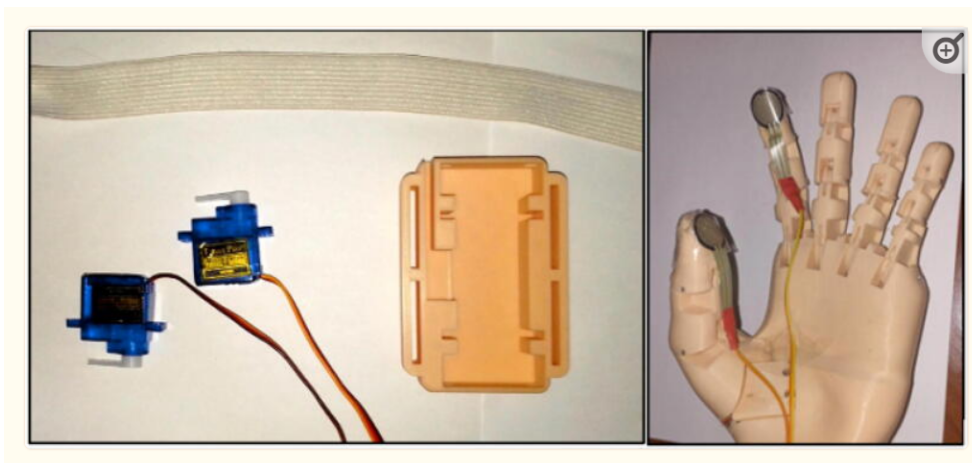
Se presenta el diseño de una prótesis digital mecánica impresa en 3D. Se hizo el estudio de dos casos de pacientes a quienes se les realizó una prótesis mecánica. El diseño consta de partes modeladas por separado, las cuales se articulan y son móviles a partir de una polea que, al ser jalada por una palanca a nivel de la muñeca, reproduce la flexión de esta generando la flexión de las falanges medial y distal de la prótesis.

Este diseño fue adaptado para las medidas específicas del paciente e impreso en la Fundación Materialización 3D quienes realizaron como modificación más importante el cambio en la palanca, cambiándola de la muñeca a un dispositivo ortésico ajustado a nivel del dorso de la mano y sujeto por dos velcros en forma circular hacia la palma. Esto genera mayor estabilidad y disminuye la fuerza y tensión en la palanca al realizar la flexión. Para la impresión de esta prótesis el gasto fue de 12.72 USD. (11)



3) Estudio: Una prótesis de mano robótica de bajo coste con aparente sentido háptico controlado por señales electroencefalográficas

Este es un estudio en el cual se enfoca brindar una buena prótesis a sus usuarios a bajo costo esto se llevó a cabo mediante la implementación de una prótesis transradial controlada por señales electroencefalográficas (EEG). Este tipo de prótesis es una alternativa viable a las que utilizan señales electromiográficas (EMG). Estas a su vez cuentan con un sistema de retroalimentación háptica, que simula la función de los mecanorreceptores de la piel, proporcionando al usuario una sensación de tacto al utilizar la prótesis. Por otro lado, el uso de servomotores y controladores de fácil acceso en el mercado y además la impresión 3D permite bajar los costos para que sean accesibles para los usuarios. Por último, los resultados de la prótesis arrojan un 86.67 % de tasa de éxito en promedio de realizar las tareas proporcionadas.(12)



Referencias Bibliográficas:

1. Camacho-Conchucos HT. Pacientes amputados por accidentes de trabajo: características y años acumulados de vida productiva potencial perdidos. An Fac Med (Lima, Perú) [Internet]. 2010 [citado el 27 de agosto de 2023];71(4):271–5. Disponible en:http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000400011
2. Estadístico B, Mayo M. Notificaciones de accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales [Internet]. Gob.pe. [citado el 28 de agosto de 2023]. Disponible en:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4812348/SAT_MAYO_2023_opt.pdf?v=1688751163
3. Ruiz-Riquelme P, Urrutia-Hoppe E. Cobertura de partes blandas del Pulgar. Guía en la toma de decisiones. Rev Colomb Ortop Traumatol [Internet]. 2021 [citado el 10 de septiembre de 2023];35(1):67–73. Disponible en:
<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-ortopedia-traumatologia-380-articulo-cobertura-partes-blandas-del-pulgar--S0120884521000110>
4. Asociación AAA, Vergara M, Cabedo JS, Cervantes PJR, Pérez González A. Resultados de un trabajo de campo sobre agarres Resultados de un trabajo de campo sobre agarres utilizados en tareas cotidianas utilizados en tareas cotidianas [Internet]. Uji.es. [citado el 10 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<http://www.xixcnim.uji.es/CDActas/Documentos/ComunicacionesPosters/01-06.pdf>
5. Stokosa JJ. Opciones para las prótesis de los miembros [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. [citado el 11 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://www.msdmanuals.com/es-pe/professional/temas-especiales/miembro-prot%C3%A9sis-o/opciones-para-las-pr%C3%B3tesis-de-los-miembros>
6. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Vista de El impacto de la impresión 3D en la construcción de una prótesis de mano [Internet]. Edu.mx. [citado el 11 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/4167/6524>
7. Bustamante Carvallo MM. Malky : diseño e implementación de una prótesis parcial de mano personalizada. [citado el 11 de septiembre de 2023]; Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12164>
8. Investigadores de la PUCP fabrican prótesis de mano para mejorar calidad de vida de personas con discapacidad [Internet]. Noticias - Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Plataforma del Estado Peruano. Disponible en:
<https://www.gob.pe/institucion/concytec/noticias/341401-investigadores-de-la-pucp-fabrican-protesis-de-mano-para-mejorar-calidad-de-vida-de-personas-con-discapacidad>
9. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Vista de El impacto de la impresión 3D en la construcción de una prótesis de mano [Internet]. Edu.mx. [Consultado el 14 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/4167/6524>
10. O'Brien L, Cho E, Khara A, Lavranos J, Lommerse L, Chen C. 3D-printed custom-designed prostheses for partial hand amputation: Mechanical challenges still exist. J Hand Ther [Internet]. 2021;34(4):539–42. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0894113020300867>

11. Ricardo GS, María JVR. Prótesis impresa en 3D para la rehabilitación de amputaciones digitales: presentación de un diseño mecánico. *Revista Colombiana de Cirugía Plástica y Reconstructiva* [Internet]. 2019 [citado el 15 de septiembre de 2023];25(2). Disponible en: <https://www.ciplastica.com/ojs/index.php/rccp/article/view/113>
12. Cutipa-Puma DR, Coaguila-Quispe CG, Yanyachi PR. A low-cost robotic hand prosthesis with apparent haptic sense controlled by electroencephalographic signals. *HardwareX* [Internet]. 2023 [citado el 15 de septiembre de 2023];14(e00439):e00439. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ohx.2023.e00439>