

Artromotor de rodilla

Jose Guadalupe Alvarez Muñoz y Luis Emiliano Castro Reza

Edith Rodriguez

Prepa Piaget liderazgo

Medicina y de Salud

Medio-superior

Los Mochis, Sinaloa, México

29/04/2024

Resumen

El proyecto consiste en un artromotor diseñado para la rodilla, el cual ayuda a realizar terapias para pacientes que sufrieron una lesión ya sea por cuestiones deportivas o intervenciones quirúrgicas, pacientes con una lesión causada por desgaste y pacientes que padezcan patologías de la rodilla.

Específicamente el artromotor genera movimiento en la rodilla para estimular las articulaciones para así evitar pérdidas en el rango de movimiento de la articulación durante periodos de inactividad, ganar flexibilidad, acostumbrarse de nuevo a su movimiento, estimular la producción de líquido sinovial, disminuir la inflamación, mejora del flujo sanguíneo, entre otros muchos beneficios.

También tiene la función de ayudar a la recuperación y evitar la pérdida de movilidad en pacientes que padecen enfermedades que los llevan a la pérdida de función muscular como lo son la parálisis cerebral, los accidentes cerebrovasculares, la neuropatía, la poliomielitis, etc.

Además, este proyecto sirve para reducir el número de sesiones médicas que una persona enferma necesite, ayudando a los sectores de la población con menos recursos quienes son los que más lo necesitan.

El mecanismo consiste en un banda ancha hecha de plástico flexible sobre la cual estarán colocados 5 servomotores en la parte superior del muslo y otros cinco por la parte inferior los cuales estarán conectados a otra banda en la planta del pie por medio de hilos y al accionarlo este realizará una función de flexión o extensión.

Objetivos

General

Crear una ortesis de rodilla que sea capaz de asistir en la rehabilitación de personas que sufren de problemas en la articulación ya mencionada.

Específico

- Crear una herramienta médica para los fisioterapeutas.
- Fabricar una alternativa más económica para las terapias de rehabilitación.
- Crear una herramienta médica la cual ayudará a personas que cuenten con patologías articulares en la rodilla.
- Tratar enfermedades relacionadas a la pérdida de movilidad, flexibilidad, falta de rango de movimiento, daños cerebrales, etc.
- Innovar en el campo de la ciencia y la medicina.
- Ayudar a las personas de bajos recursos a tener mejores tratamientos
- Dar una nueva alternativa para dar tratamientos en el mundo médico

Procedimientos

Para poder realizar el prototipo se necesitaron los siguientes materiales:

- Tiras de velcro
- Elástico
- Hilo de pesca
- Filamento PLA
- Protoboard
- Servomotores MG995
- Impresora 3D
- Argollas
- Cables Dupont
- ESP-32

Anteriormente ya habíamos realizado un proyecto similar, este estaba enfocado en la zona del antebrazo, los dedos y la mano en general, cuando este proyecto fue llevado con un fisioterapeuta el nos comento que seria una mejor idea realizar un prototipo enfocado en la rodilla, ya que esta es una de las articulaciones que más se dañan y desgastan a lo largo del tiempo, además de que existen muchas más personas que sufren de problemas de rodilla que de las manos, es así que decidimos guardar esa idea para realizar el proyecto a futuro y es ahora que vimos una perfecta oportunidad para comenzara desarrollarlo.

Para comenzar lo primero que se realizó fue una ardua investigación en relación a todo lo que la rodilla abarca refiriéndose principalmente a su anatomia, biomecanica, el funcionamiento de cada una de sus partes, la razón de su forma, las distintas patologías que la afectan, a que se deben, cómo tratarlas, sus efectos, en qué consisten, por qué las personas sufren de problemas en sus rodillas, que es cada parte de la rodilla, etc.

Una vez entendido el funcionamiento de la rodilla buscamos en la web la existencia de prototipos similares a lo que teníamos en mente, encontrando durante el proceso algunos modelos que funcionaban mediante hidráulica, el inconveniente con ellos era su elevado precio subía a más de 20,000 pesos mexicanos cosa que no es nada

accesible para la mayoría de población, al ver esto decidimos realizar una lluvia de ideas para ver de qué manera se podrán abaratar los costes creando un prototipo innovador y que si cumpliera con su cometido al mismo tiempo de que fuera realmente aprobado por la comunidad médica.

Durante la lluvia de ideas se nos ocurrió implementar el uso de servomotores en una base colocada alrededor del muslo al principio sonaba descabellado y sin fundamento pero conforme se fue aterrizando y bocetando en dibujos la idea cada vez cobraba más forma.

Después de plantear una idea firme lo primero que realizamos fue un prototipo 0 el cual consistía en una cuerda amarrada a la planta del pie, esto con el fin de ver que tanta fuerza era requerida para realizar los movimiento de flexión y extensión de la rodilla.

Ya que habíamos visualizado más o menos que tanta fuerza necesitábamos, vimos que opciones de motores podíamos usar ya que dependiendo del torque de estos sería la fuerza con la que la pierna se movería, encontrando así los servomotores MG995 los cuales tenían 12KG-cm de torque.

En el tiempo en el que los servomotores llegaban se realizaron distintos diseños en 3D de las piezas que se iban a utilizar en el prototipo como lo eran la base, una pieza que se coloca en el intermedio del muslo y el pie, esto con el fin de direccionar los hilos atados hacia un mismo ángulo y evitar posibles pérdidas de fuerza, estos prototipos se diseñaron en distintos softwares como Tinkercad, AutoCAD y Solid Works para ver cual era el que más nos funcionaba.

Ya que las piezas estaban diseñadas las enviamos a imprimir en una impresora 3D Ender 3 Pro, durante este tiempo los servomotores llegaron y comenzamos a preparar todo para la realización de un nuevo prototipo, mientras las piezas estaban siendo imprimidas comenzamos a trabajar con la programación la cual fue realizada en el intérprete de arduino que maneja el lenguaje de c++, usamos una librería para que el arduino pudiera leer los grados a los que queríamos que el servomotor se moviera, así fue como programamos distintas rutinas básicas para probarlas en un prototipo nuevo, las rutinas consisten en hacer movimientos progresivos, completos y coordinados con los servomotores para ver qué efectos tienen en una pierna real.

Cuando las piezas terminaron su impresión hicimos el prototipo 1 el cual consiste en una base con los servomotores la cual se conectaba a un cinturón de cuero en la planta del pie que simulaba la banda de velcro, con este prototipo probamos distintos movimientos con nuestras piernas, dándonos cuenta que necesitábamos apoyar de algún modo a los servomotores para que hicieran movimiento mucho más eficientes.

Ya que habíamos analizado los fallos del prototipo 1 decidimos utilizar más servomotores en cada lado del muslo para así aumentar la fuerza, además de modificar un poco los ejes de los servomotores para así aumentar el rango de movimiento de estos y que hiciera un movimiento más limpio y completo.

En cuanto al diseño del apartado ergonómico del prototipo nos dimos cuenta que era incomodo al momento de colocarlo y que debíamos de hacerlo más suave, redondo y con una mejor textura, para ello decidimos colocar esponjas en la superficie inferior de las bases para que así estas no hicieran ningún contacto doloroso con la piel del usuario.

El tercer prototipo ya había tomado más forma ya que ya teníamos las bandas de velcro y la pieza intermedia que angulaba los hilos, para armar este tercer prototipo se imprimieron dos bases una para la parte superior del muslo y otra para la parte inferior estas conectadas mediante 4 orificios que se unian con elasticos para asi poder hacerlo adaptable a las medidas de cada paciente, luego las bandas de velcro se colocaron un poco arriba de la rodilla y en la planta del pie, cada una de las bandas tenían dos argollas una por el lado superior y otra por el lado inferior.

Luego pasamos los hilos por las argollas y se ataron a los servos, quienes se encargaran del movimiento. Un detalle que le agregamos fue la incorporación de más servos con el fin de aumentar la fuerza del modelo

Finalmente para el 4to prototipo realizamos mejoras y afinaciones en general de varios aspectos, como poder energizar el sistema a partir de enchufarlo a la pared, además agregamos detalles que le dan comodidad, estabilidad y ergonomía a la estructura y diseño. Aunado a ello creamos una aplicación con la cual programar y ejecutar rutinas de terapia, personalizadas o predefinidas.

Conclusiones

A pesar de la simpleza del prototipo 0, pudimos guiarnos y obtener resultados concretos y favorables para iniciar con el desarrollo del proyecto. Gracias a ello fuimos capaces de entender la biomecánica y movimientos de la rodilla, además de tener una aproximación a la fuerza requerida para mover la rodilla con los servomotores.

En el prototipo 1 avanzamos en la realización y ejecución de nuestras ideas, se comprobó lo que funcionaba y lo que no, se descubrieron los fallos en la ergonomía y se comenzó a plantear las mejores soluciones, por ejemplo se buscó agregar materiales que suavicen el contacto con la piel para evitar sentir la rigidez que plantea el uso de plástico, en cuanto a los aciertos, concluimos que la viabilidad del modelo es alta para el movimiento continuo de la rodilla.

Fue interesante ver como las argollas fueron sustancialmente importantes para que la rodilla se moviera con mayor facilidad. Finalmente se unió el prototipo con la aplicación y comprobamos su funcionalidad así como también su facilidad de uso, ya que únicamente requieren establecer una conexión bluetooth con el sistema para empezar con la rutina de terapia de la rodilla.

Creemos que el proyecto es una alternativa eficaz para el tratamiento de rehabilitación de rodilla, consiguiendo así uno de nuestros objetivos más importantes, el cual es la creación de una herramienta cuyo costo sea menor a los artromotores que actualmente existen.

Tenemos en cuenta la diversa cantidad de puntos que pueden mejorarse del prototipo presentado y seguiremos trabajando en él para la creación de un producto eficaz, económico y capaz de solucionar uno de los problemas más comunes de la sociedad como son las patologías de la rodilla.

El proyecto se enfoca en los adultos mayores y personas de zonas rurales que no son capaces de tratarlos debido al alto coste que estos dispositivos llegan a tener.

Es importante destacar que nuestro artromotor debe de ser utilizado bajo la recomendación de un fisioterapeuta.

Bibliografía

- Benalterapia, E. (2023, 28 marzo). *Artromotor: qué es y para qué se utiliza nuestra nueva adquisición.* Clínica Benalterapia.
<https://benalterapia.es/artromotor-que-es-y-para-que-se-utiliza-nuestra-nueva-adquisicion/>
- Camde. (2024, 1 marzo). *Conoce cómo es la Anatomía de la rodilla - Camde - Málaga.* Camde. <https://camde.es/anatomia-de-la-rodilla/>
- G-SOFT – www.gironasoft.net. (s. f.). *La importancia de la Fisioterapia LA IMPORTANCIA DE LA FISIOTERAPIA - DisertecSA.* DISERTECSA.
<https://www.disertecsa.com/es/la-importancia-de-la-fisioterapia>
- Ortoweb, & Ortoweb. (2023, 5 mayo). *Artromotor. Rehabilitación de la rodilla. - Blog sobre ortopedia de ortoweb.com. Blog sobre ortopedia de ortoweb.com.*
<https://www.ortoweb.com/blogortopedia/artromotor-rehabilitacion-de-la-rodilla/>
- Pérdida de la función muscular: MedlinePlus enciclopedia médica.* (s. f.).
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003190.htm>

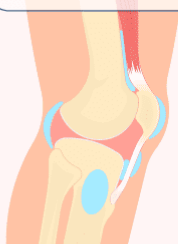
Anexos



Esguince VS luxación y fractura

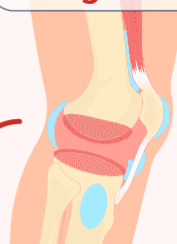
Todos los componentes de la articulación **funcionan correctamente y todo está en su lugar.**

Normal



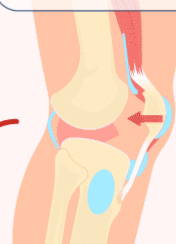
Se realiza un **movimiento que fuerza de más** a todos los componentes de una articulación y estos se **inflan** a distintos grados provocando mucho dolor.

Esguince



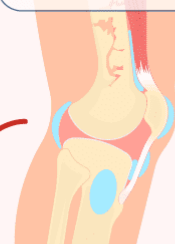
Se realiza un **movimiento que fuerza de más** a los componentes de una articulación, pero esto provoca que uno de los **huesos se salga de su lugar.**

Luxación



Los componentes de una articulación pueden quedar intactos, pero uno de los **huesos** es el que **se rompe** impidiendo el movimiento de la articulación.

Fractura



Un **esguince** se produce cuando se **extiende demasiado o se desgarra un ligamento** mientras se tensa intensamente una articulación.

¿En qué parte del cuerpo se produce?

- ☐ Tobillo ☐ Muñeca
☐ Rodilla ☐ Pulgar

Síntomas

- ☐ Dolor ☐ Capacidad limitada para mover la articulación afectada
☐ Hinchazón ☐ Hematomas

Una **luxación o dislocación** es una lesión frecuente y **no se da por una situación especial**, sino que puede ser por un golpe (no necesariamente fuerte) que se recibió en un **sitio específico y disloca un miembro**. También puede suceder por una **mala postura o caída**.

¿En qué parte del cuerpo se produce?

- ☐ Hombro ☐ Rodilla ☐ Codo
☐ Cadera ☐ Tobillo ☐ Espalda

Síntomas

- ☐ Dolor agudo e intenso, sobre todo al intentar mover la articulación o cargar peso.
☐ Zona inflamada o amoratada
☐ Suele estar acompañada de entumecimiento y hormigueo en la articulación o fuera de esta.

Una **ruptura** de cualquier tamaño se considera una **fractura** y si el **hueso fracturado rompe la piel**, se denomina **fractura expuesta**.

¿En qué parte del cuerpo se produce?

- ☐ Clavícula ☐ Muñeca
☐ Brazo ☐ Tobillo

Síntomas

- ☐ Extremidad o articulación visiblemente fuera del lugar o deforme.
☐ Hinchazón, hematoma o sangrado
☐ Entumecimiento y hormigueo
☐ Movimiento limitado o incapacidad para mover una extremidad.



Visítanos en www.medicinaysaludpublica.com

Fuente: Mayo Clinic

