Ingeniería Mecánica

Diseño mecánico y construcción de un movilizador pasivo-activo para rehabilitación de rodilla.

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión Segunda

Trimestre lectivo: 21-I

Datos del alumno:

Romero Montañez Kevin Axel 210204381

Correo electrónico: lote_56@hotmail.com

Firma: _____

Datos del asesor:

Ing. Romy Pérez Moreno.

Categoría: Asociado.

Departamento de adscripción: Energía.

Tel: (55) 5318-9069.

Correo: romy@azc.uam.mx

Firma: _____

Co-asesor:

M. en C. Iván González Uribe

Categoría: Asociado.

Departamento de adscripción: Energía

Tel: (55) 3306 7531

igu@azc.uam.mx

Firma: _____

Fecha: 28/05/2021

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Romero Montañez Kevin Axel _____

Firma

Ing. Romy Pérez Moreno _____

Firma

M. en C. Iván González Uribe _____

Firma

1. Introducción

Las afecciones producidas en la articulación de rodilla han aumentado considerablemente cada año [1]. Debido a esto, es necesario realizar instrumentos o dispositivos que permitan la rehabilitación completa de pacientes que sufren de este tipo de padecimiento. La mayor parte de los tratamientos posteriores a la lesión consisten en una serie de ejercicios que permitan recobrar la movilidad en la articulación [2]. Estas actividades físicas parten desde realizar el movimiento de flexión–extensión para la pierna dañada, seguido de compresas calientes y frías, caminar por periodos de tiempo controlados, hasta realizar ejercicios como son sentadillas por diferentes niveles hasta lograr recuperar la movilidad en la articulación [3]. Para realizar la actividad de flexión–extensión los fisioterapeutas, traumatólogos y pacientes recurren a estos dispositivos, como apoyo en el tratamiento.

Los instrumentos o dispositivos que son utilizados en la recuperación de la movilidad motriz completa o parcial de la articulación afectada son los denominados de Movimiento Pasivo Continuo (MPC). En la revisión realizada se encontró que presentan un rango de movimiento de 0° a 120° y que la mayoría requiere energía eléctrica para su funcionamiento. Por otro lado, existen nuevos dispositivos que son denominados de Movimiento Continuo Pasivo – Activo (MCP-A), en los cuales el movimiento de la articulación dañada lo apoya la extremidad sana del paciente.

Las cifras de procedimientos con relación a la rodilla realizados entre el 2013 a 2015 son 9646 y se pueden consultar en la revista médica del IMSS, así como las dadas por el ISSSTE en relación a los problemas relacionados con las rodillas [4].

En este proyecto se propone diseñar un dispositivo que emplea la energía mecánica ejercida por la extremidad sana del paciente sin causarle un desgaste muy grave al realizar el esfuerzo físico. Con lo cual se genera un nuevo modelo que funcionará del mismo modo que los MCP-A existentes.

2. Antecedentes

Hay una serie de dispositivos como el Artromot K1 (Figura 1.a) [5], Otto Bock Danninger 480E (Figura 1.b) [6], que permiten realizar la rehabilitación de rodilla. Muchos equipos funcionan bajo el mismo principio, mediante energía eléctrica. El dispositivo CAMOped (Figura 1.c) [7] y el KINETEC PEDALA (Figura 1.d) [8] funcionan con la energía del propio paciente, para generar el movimiento de flexión – extensión [9]. Dispositivos para rehabilitación de rodilla:

Figura 1.- a) Artromot K1.

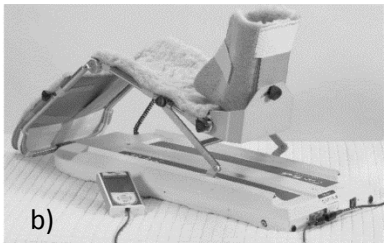

Figura 1.- b) Otto Bock Danninger.

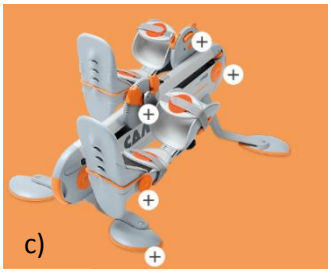

Figura 1.- c) CAMOped.

Figura 1.- d) KINETEC PEDALA

En la tesis “Diseño y construcción de un sistema de rehabilitación pasivo para la rodilla” [10], realizada en 2015, se desarrolla un dispositivo MPC en el cual hacen todos los soportes de la pierna, de este dispositivo se pretende tomar como referencia la geometría de las partes móviles para diseñar las propias congruentes con las medidas antropométricas de la población mexicana de 18 a 50 años en ambos sexos.

En la tesis “Diseño y construcción de un prototipo para movimiento continuo-pasivo-recíproco de cadera y rodilla en pacientes pediátricos” [11], realizada en 2020, se enfocan en ambas articulaciones, de este proyecto se pretende tomar como guía la doble función de sus partes de soporte para las piernas.

En la tesis “Diseño de un dispositivo para rehabilitación de rodilla mediante la optimización de mecanismos” [12], realizada en 2017, se hacen los cálculos de esfuerzos por carga, los cuales se pretenden tomar como guía para comparar con el diseño en cuestión.

3. Justificación

Dado que en la actualidad la mayor parte de los dispositivos para rehabilitación son electrónicos su uso es limitado a lugares urbanizados. En este sentido, aplicación se dificulta dentro de campañas médicas en zonas rurales. El presente trabajo está enfocado en el diseño de un movilizador de rodilla pasivo-activo que no dependa de la energía eléctrica. Este dispositivo mecánico permitirá su uso en cualquier entorno, siempre que el paciente sea capaz de generar el movimiento de rehabilitación con la otra extremidad sana.

4. Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir un movilizador de rodilla pasivo-activo para apoyo en la rehabilitación de la articulación.

Objetivos Particulares

Diseñar el movilizador pasivo-activo de rodilla que realice un movimiento angular de 0 a 120 grados, impulsado por un miembro sano del paciente.

Simular la cinemática del movilizador en un programa CAD para validar su funcionamiento.

Verificar las deformaciones geométricas del movilizador sujeto a cargas de operación en un programa CAD.

Fabricar el mecanismo.

Probar el funcionamiento del movilizador con una persona sana.

5. Descripción técnica

El dispositivo deberá de cubrir los requerimientos de la rehabilitación existentes, que son una serie de grados en la pierna afectada, los cuales abarcan un Rango de Movimiento (RM) de 0° a 150°.

El dispositivo deberá de ser capaz de realizar un RM de 0° a 150°.

Soportar el peso de 35 kg de cada una de las extremidades inferiores.

Deberá tener una longitud de 99 cm que es un promedio de la población mexicana de 18 a 50 años en ambos sexos [13], en sus dos elementos de soporte de piernas.

El peso del dispositivo no deberá de exceder los 20 kg, si se toma como referencia que los dispositivos existentes pesan un promedio de 12 a 18 kg.

6. Normatividad

Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo-identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: manejo manual de cargas. Objetivo: Establecer los elementos para identificar, analizar, prevenir y controlar los factores de riesgo ergonómico en los centros de trabajo derivados del manejo manual de cargas, a efecto de prevenir alteraciones a la salud de los trabajadores [14]. Esta norma es aplicable en este trabajo ya que establece las dimensiones antropométricas de la población mexicana de manera que se respeten estas consideraciones en el diseño.

Norma DIN 33 402. 2. Ergonomía y antropometría. Establece las dimensiones y rangos de movimiento presentes en el cuerpo humano. De esta norma se analizarán los rangos de movimiento que produce la articulación de diseño de manera que sea aplicado al diseño mecánico de este trabajo.

Manual de fisioterapia. Establece los movimientos y tipos de ejercicios que se deben realizar para una adecuada rehabilitación en diversas partes del cuerpo. De esta parte del manual se tomará la información relevante para rehabilitación de rodilla y de esta manera diseñar el equipo para que cumpla con los movimientos de fisioterapia.

7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

X	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del Trimestre 21-P	**Semana**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Generar tres bocetos de la posible solución.												
2	Realizar el diseño mecánico del movilizador de rodilla.												
3	Simular la cinemática para validar el funcionamiento del mecanismo.												
4	Verificar las deformaciones geométricas del movilizador												

	Actividades del Trimestre 21-O	**Semana**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Fabricar el mecanismo												
2	Probar el funcionamiento del movilizador												
3	Ajustar en lo necesario el movilizador												
4	Redactar y entregar el reporte final												

8. Entregables

Dibujos de detalle del movilizador.

Videos de funcionamiento del prototipo

Reporte Final.

9. Terminología

No es necesaria

10. Referencias

[1] Vanmeerhaeghe, A. F., & Rodríguez, D. R., 2013, “Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas”, Medicina de l'Esport, **48**(179), pp.109-120.

[2] Hernández, V. P., Varela, S. M., & Moraleda, B. R., 2011, “Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol”, Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport, **11**(43), pp. 573-591.

[3] Bahr, R., & Maehlum, S., 2007, *Lesiones Deportivas/Sports Injuries: Diagnóstico, Tratamiento Y Rehabilitación/Diagnostic, Treatment and Rehabilitation*. 1ª ed, Médica Panamericana, cap.12.

[4] IMSS, “El IMSS en cifras. Las intervenciones quirúrgicas”, Revista médica del IMSS, **43**(6), pp. 511-520, 2005.

[5] Storage.djoglobal.eu, ORMED GmbH & Co. KG Merzhauser Straße 112 D-79100 Freiburg, www.ormed.de http://storage.djoglobal.eu/en_US/Documents/Production_documents/ARTROMOT-K1_classic_user_manual_ES.pdf

[6] Otto Bock Danninger 480E | OrthoRehab – Otto Bock HealthCare Canada, Otto Bock ®, https://drive.google.com/file/d/1Sol-pzhGK1sAHHVhoAnPjCTGkHkgtcW1/view

[7] CAMOped | OPED - Ihr Medizintechnikhersteller aus Bayern, Oped.de, https://oped.de/produkte/product-camoped

[8] Kinetec.fr, www.enraf.es, Kinetec, Bibliografía: 2021. [eBook] Available at:

http://www.andover.cl/wp-content/uploads/2018/10/kinetec_br.pdf

[9] Dwornicka, R., & Dominik, I., 2015, “The Analysis of Utility and Necessity of Construction and Modernization of the Devices for Lower Limb Passive Exercise”, In Applied Mechanics and Materials, **712**, pp. 113-118.

[10] Urgiles Valles, L.F., 2015, “Diseño y construcción de un sistema de rehabilitación pasivo para la rodilla” tesis, Departamento de ciencias de la energía y mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

[11] Ballén Velásquez, J.I., 2020, “Diseño y construcción de un prototipo para movimiento continuo-pasivo-recíproco de cadera y rodilla en pacientes pediátricos”, Tesis, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Mecánica, Universidad Libre de Colombia.

[12] Villanueva Vergara, J.C., 2017, “Diseño de un dispositivo para rehabilitación de rodilla mediante la optimización de mecanismos”, Tesis, Facultad de Ingeniería, Maestro en ciencias de la ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México.

[13] R. Ávila Chaurand, L. R. Prado León y E. L. González Muñoz, “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana” 2da ed., Guadalajara: Universidad de Guadalajara, 2007.

[14] SEGOB, Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018 .

11. Infraestructura

Se requieren los talleres de la universidad para el trimestre 21 O

12. Asesoría complementaria

No se requiere ninguna asesoría externa

13. Publicación o difusión de los resultados

XXI Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas en noviembre 2022

Diseño mecánico y construcción de un movilizador pasivo-activo para rehabilitación de rodilla.

COMENTARIO DEL CEM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág.		Pág.	
1	En los objetivos se menciona la construcción, así que falta indicarlo en el título	1	Actualización del título.
3	Falta de ortografía. acento	3	Se corrigió el acento faltante