

Estudio cinemático de rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo**Kinematic knee study for the creation of a continuous passive mobilizer**

LÓPEZ-MORALES, Guadalupe*†, VALENCIA-MELO, Stephany y LIRA-FUENTES, Nelly

*Universidad Tecnológica de Xicoteppec de Juárez*ID 1^{er} Autor: *Guadalupe, López-Morales*ID 1^{er} Coautor: *Stephany, Valencia-Melo*ID 2^{do} Coautor: *Nelly, Lira-Fuentes*

DOI: 10.35429/JP.2019.7.3.12.16

Recibido 19 de Enero, 2019; Aceptado 29 Marzo, 2019

Resumen

La rodilla es una de las articulaciones más complejas, grandes y visibles del cuerpo humano, puesto que esta proporciona estabilidad y resistencia, durante el desplazamiento, siendo esta la que se lesiona con mayor frecuencia. Las alteraciones de la articulación de la rodilla producen limitaciones funcionales y discapacidades significativas, ya que junto con la cadera y el tobillo, sostiene el cuerpo en bipedestación y es una unidad funcional primaria de acciones como caminar, escalar y sentarse. Su posición anatómica en el cuerpo la exponen a golpes ocasionando lesiones en músculos, ligamentos, meniscos, y tendones; los cuales también están condicionados por otros procesos como el envejecimiento, sedentarismo, caídas, obesidad, uso y deterioro. Es por ello que debido a la incidencia de lesiones en esta zona, se busca realizar un estudio biomecánico el cual comprenda, analizar la función e importancia social, de la articulación de rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo que facilite y acelere la recuperación en pacientes de la región de Xicoteppec de Juárez, en Puebla.

Rodilla, Articulación, Movilizador, Biomecánica**Abstract**

The knee is one of the most complex, large and visible joints of the human body, since it provides stability and resistance during displacement, being the one that is most frequently injured. Modifications of the knee joint have specific functional limitations and disabilities, since together with the hip and ankle, the standing body and a primary functional unit of actions such as walking, climbing and sitting. Its anatomical position in the exponential body to blows caused injuries to muscles, ligaments, menisci and tendons; which are also conditioned by other processes such as aging, sedentary lifestyle, falls, obesity, use and loss. That is why, due to the incidence of injuries in this area, a biomechanical study is sought which includes the analysis, function and social importance of the knee joint for the creation of a continuous passive mobilizer that facilitates and accelerates recovery. in patients from the Xicoteppec de Juárez region, in Puebla.

Knee, Joint, Mobilizer, Biomechanics

Citación: LÓPEZ-MORALES, Guadalupe, VALENCIA-MELO, Stephany y LIRA-FUENTES, Nelly. Estudio cinemático de rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2019. 3-7: 12-16

* Correspondencia del Autor (lupit_a_lm@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La rodilla transmite cargas, participa en el movimiento, ayuda en la conservación del momento y proporciona un par de fuerzas para las actividades en las que interviene la pierna (M, 2001). La rodilla es una de las articulaciones más importantes debido a que sufre un desgaste sustancial día tras día. Es considerada como la mayor articulación sinovial y superficial del cuerpo, tiene una estructura biarticular compuesta por la articulación tibiofemoral y la articulación femorrotuliana.

Principalmente es una articulación de un solo grado de libertad –la flexoextensión–, que le permite aproximar o alejar, en mayor o menor medida, el extremo del miembro de su raíz o, lo que viene a ser lo mismo, regular la distancia del cuerpo con respecto al suelo. La rodilla trabaja, esencialmente, en compresión bajo la acción de la gravedad. Desde el punto de vista mecánico, la articulación de la rodilla es un caso sorprendente, ya que debe conciliar dos imperativos contradictorios:

- Poseer una gran estabilidad en extensión máxima, posición en la que la rodilla hace esfuerzos importantes debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.
- Adquirir una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación óptima del pie en relación a las irregularidades (A K. , 2012).

El movimiento de un segmento corporal se produce cuando los músculos o bien fuerzas externas mueven los huesos. Los huesos se mueven unos respecto a otros mediante las articulaciones que los conectan. La estructura de las articulaciones, así como la integridad y flexibilidad de los tejidos blandos que la rodean, afectan al grado de movimiento que se produce entre dos huesos cualesquiera. El máximo movimiento posible se denomina amplitud de movimiento (ROM= RANGE OF MOTION) (MOVILIDAD). Cuando se mueve un segmento en toda su amplitud, todas las estructuras de la región resultan afectadas: músculos, superficies articulares, capsulas, ligamentos, fascias, vasos y nervios. Para mantener la amplitud del movimiento normal, los segmentos deben moverse periódicamente en toda su amplitud, sea la amplitud articular o la amplitud muscular.

Se reconocen muchos factores que pueden reducir la movilidad, como enfermedades sistémicas, articulares, neurológicas o musculares; lesiones traumáticas o quirúrgicas; o simplemente la inactividad o inmovilización por cualquier motivo. Existen diversas modalidades de mover un segmento corporal, sin embargo la movilización pasiva continua suele aplicarse a través de un aparato motorizado para que el cansancio muscular no interfiera en el movimiento, recuperando el arco de movimiento (Kisner, 1996).

Justificación

Dentro de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) en la Clínica Escuela de Rehabilitación y Terapia Física (CERTF) desde el 2014 al 2019 se han atendido 1575 pacientes de los cuales 195 de ellos han sido atendidos por patologías que afectan directamente a la articulación de rodilla, que equivale al 12.30%. Siendo las patologías más frecuentes las siguientes: gonartrosis, condromalacia, meniscopatías, tendinitis, genu valgo entre otras. Para facilitar y proporcionar tratamientos terapéuticos se ha considerado diseñar y crear un aparato mecánico que mueva continuamente la articulación de la rodilla dentro de una amplitud del movimiento controlada sin esfuerzo, ajustada a las características biomecánicas de la población.

Objetivos

Desarrollar un estudio biomecánico basado en la cinemática de la articulación de la rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo, analizando los elementos y parámetros que la componen a fin de simular el movimiento normal.

Objetivos específicos

- Analizar la cinemática de la articulación de la rodilla.
- Identificar los parámetros biomecánicos que componen la articulación.
- Determinar la viabilidad de la creación del prototipo de acuerdo al estudio.

Cinemática

La cinemática define el rango de movimiento y describe el movimiento de superficie de una articulación en tres planos: frontal, sagital y transversal. (M, 2001)

LÓPEZ-MORALES, Guadalupe, VALENCIA-MELO, Stephany y LIRA-FUENTES, Nelly. Estudio cinemático de rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo. Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica. 2019

Es considerada la descripción del movimiento basándose en sus trayectorias, ángulos, velocidades, desplazamientos y aceleraciones, sin ocuparse de las fuentes del movimiento, es decir las fuerzas que producen el movimiento (Soriano, 2015) (Arvelo, 2012) El esqueleto humano es un sistema de palancas, puesto que una palanca puede tener cualquier forma cada hueso largo en el cuerpo puede ser visualizado como una barra rígida que transmite y modifica la fuerza y el movimiento. Un análisis cinemático incluye el tipo de movimiento, la dirección de movimiento y la cantidad de movimiento que ocurre. Por lo cual para su estudio se divide en osteocinemática y artrocinemática.

Osteocinemática de la rodilla

Estudia el movimiento de los huesos en el espacio sin importar los músculos que se contraen para lograrlo sin embargo, debe tomarse en cuenta la morfología articular para evaluar el desempeño físico, en cuanto a la efectividad, poder realizar el movimiento, la eficacia, en el menor tiempo posible, así como la eficiencia, menor gasto energético.

El movimiento de flexión y extensión es uno de los dos grados de libertad de esta articulación, el centro de rotación permite un movimiento de rodamiento (Panesso, 2008).

Un rango normal de movimiento para la flexión de rodilla es de 130° a 140°; en flexión máxima de cadera, el rango de movimiento puede aumentar hasta un rango de 160°. La extensión de rodilla es de 0° y puede ser funcional entre 5-10°. (A. K., 2012) (L., 2014) (Claudio, 2007)

Artrocinemática de la rodilla

Es el estudio que nos permite realizar un análisis diferente al de la anatomía funcional, puesto que se encarga no solo de los movimientos fisiológicos, sino también de ver los movimientos accesorios que permiten la movilidad. El tipo de movimiento que se produce entre los huesos de una articulación está influido por la forma de la superficie articulares: ovoide (cóncava-convexa) y silla de montar (cóncava en una dirección-convexa en otra dirección).

Cuando una palanca ósea se mueve en torno a un eje de movimiento se llama movimiento angular (swing) y clásicamente se describe como flexión, extensión; esto se debe al movimiento de las superficies óseas dentro de la articulación es una combinación variable de rodamiento, deslizamiento y rotación (Gúzman, 2007) (Kisner, 1996) (Marrero, 1998). Las consideraciones osteocinemática y artrocinemática incluyen la flexión- extensión, en las articulaciones femoro-tibial y patelo-femoral. (Tabla 1-2).

Ligamentos de la rodilla

La estabilidad de la rodilla requiere del funcionamiento adecuado de los ligamentos: ligamento cruzado anterior (LCA), ligamento cruzado posterior (LCP), y ligamentos colaterales interno y externo. El LCA y LCP ambos aseguran el contacto articular entre fémur y tibia y estabilizan la articulación de la rodilla en el plano sagital.

Sea cual sea la posición articular, siempre hay una parte de estos ligamentos que está en tensión. Los ligamentos colaterales en posición de extensión se encuentran tensos estabilizando la rodilla en el plano frontal y en posición de flexión se distienden. (Weineck, 2005) (Wesker, 2005)

Meniscos

Los meniscos protegen al cartílago articular de la concentración de presiones; el externo, más pequeño, en un 50% y el interno en un 75%. (Marrero, 1998) Los meniscos mejoran la congruencia entre los cóndilos femorales y tibiales durante los movimientos articulares aumentando la estabilidad, donde la superficie de los cóndilos femorales que se articulan con la meseta tibial varía desde pequeñas superficies curvadas en flexión a grandes superficies planas en extensión, de esta forma reparte la carga sobre una superficie mayor y actúa absorbiendo energía. (Drake, 2005) (Weineck, 2005) (Marrero, 1998)

Movimiento	Artrocinemática	Osteocinemática	Ligamentos que se tensan	Ligamentos que se relajan	Sensación final de movimiento
Flexión	Deslizamiento posterior de los platillos tibiales sobre los condílos femorales	Desplazamiento posterior de los huesos de la pierna	Ligamento transverso intermeniscal	Ligamento laterales Ligamento cruzado anterior Ligamento cruzado posterior Ligamento poplíteo oblicuo Ligamento poplíteo arqueado	Capsular
Extensión	Deslizamiento anterior de los platillos tibiales sobre los condílos femorales	Desplazamiento anterior de los huesos de la pierna	Ligamento laterales Ligamento cruzado anterior Ligamento cruzado posterior Ligamento poplíteo oblicuo Ligamento poplíteo arqueado	Ligamento transverso intermeniscal	Óseo

Tabla 1 Análisis del movimiento de la articulación femoro-tibial. (Gúzman, 2007)

Movimiento	Artrocinemática	Osteocinemática	Ligamentos que se tensan	Ligamentos que se relajan	Sensación final de movimiento
Flexión	Deslizamiento inferolateral de la patela sobre la tróclea femoral	Deslizamiento inferolateral de la rótula sobre la tróclea femoral	Cápsula medial Inserción del músculo vasto medial	Cápsula lateral Inserción del músculo vasto lateral	Capsular
Extensión	Deslizamiento superomedial de la patela sobre la tróclea femoral	Deslizamiento superomedial de la patela sobre la tróclea femoral	Cápsula lateral Inserción del músculo vasto lateral	Cápsula medial Inserción del músculo vasto medial	Óseo

Tabla 2 Análisis de movimiento de la articulación patelo-femoral. (Gúzman, 2007)

Metodología

En la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez Puebla se cuenta con la Clínica Escuela de Terapia Física, en la cual se ofrece atención a población tanto estudiantil como externa perteneciente al municipio de Xicotepec así como de municipios cercanos a la región, cada paciente pasa por el proceso de agendar una cita para su respectiva valoración médica y posterior a ello la valoración terapéutica en donde se llena el consentimiento informado en el cual el paciente firma que está de acuerdo con el manejo establecido.

Durante cada una de las ocasiones en las cuales acuden los pacientes a recibir su tratamiento fisioterapéutico se realiza un concentrado de información la cual contiene datos del paciente, como lo son edad, sexo, peso, talla, medida de femoral y tibial, signos vitales y patologías presentadas, es de este concentrado del cual se realizó el análisis de datos para poder así obtener las medidas antropométricas necesarias para la elaboración del movilizador pasivo.

Se realizó el análisis de datos del periodo 2014 -2019 en donde se otorgó atención a 1575 pacientes de los cuales se identificó a 195 que cuentan con patologías en las cuales se puede hacer uso de un movilizador pasivo continuo dentro de las cuales se encuentran, gonartrosis, condromalasia, meniscopatías, tendinitis, genuvalgo, así como enfermedades neurológicas como Guillian Barre, el rango de edad en el cual se presentan estas patologías es de 45-75años, la gonartrosis es la que más prevalece, el sector más afectado son las amas de casa, el promedio de la medida de fémur se encuentra en 45cm.

Resultados

El estudio realizado dentro CERTF, permitió recolectar parámetros físicos de la rodilla para el análisis mecánico, generando datos importantes para el diseño de un prototipo de movilizador pasivo continuo, Fig.1. puesto que al mover pasivamente la superficie articular en la dirección en la que se produce el deslizamiento normal, permitirá controlar el dolor o estirar la capsula. Posteriormente se continuara la investigación recolectando información de la velocidad de desplazamiento, y lograr la creación de un movilizador pasivo continuo para la población de Xicotepec de Juárez. Puebla.

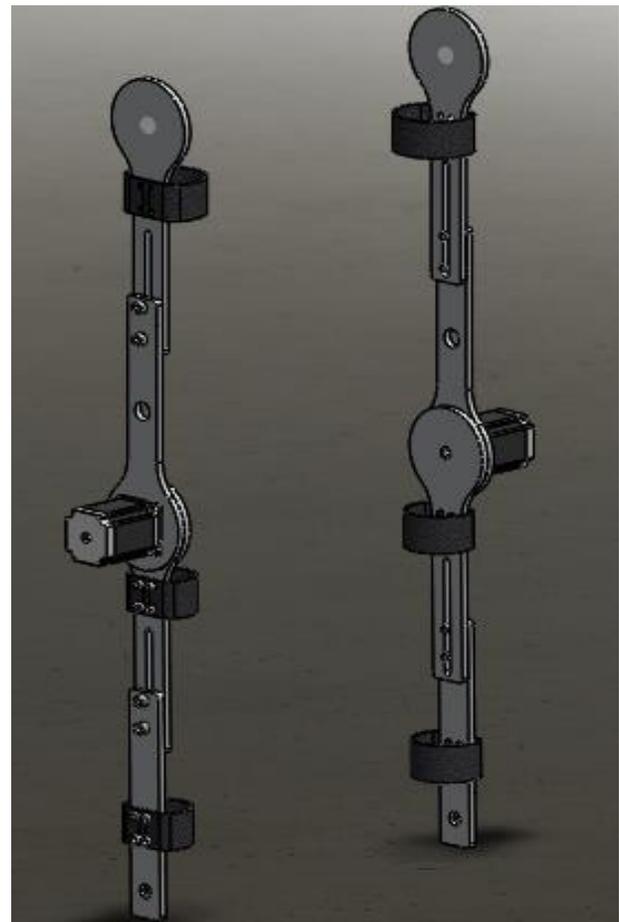


Figura 1 Vista isométrica del rehabilitador

Agradecimiento

Extiendo un cordial agradecimiento a la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez por las facilidades otorgadas para realizar éste estudio.

Conclusiones

En cuanto al trabajo realizado se observó que se requiere mayor análisis en la biomecánica de las estructuras de la articulación de rodilla, debido a su alta complejidad y constante empleo durante las actividades de la vida diaria y de esta manera adquirir datos significativos para la realización del prototipo del movilizador pasivo continuo, una de las más importantes es que se adapte a las condiciones de la región de Xicotepec de Juárez Puebla. Buscamos así realizar estudios de complemento para mejorar las características del equipo.

Referencias

- A, G. (2015). *Tratado de fisiología médica*. Mississippi: Editorial Elsevier.
- A, K. (2012). *Fisiología articular, esquemas comentados de mecánica humana*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- A, R. (1992). Biomecánica de la rodilla, . En S. N, *Lesiones de los ligamentos y del aparato extensor de la rodilla*. Nueva York: Editorial Mosby.
- Arvelo, N. (s.f.). Cinematica articular. *Revista de la sociedad venezolana de ciencias morfológicas.*, 15-20.
- C, N. (2005). *joint structure & function*. Philadelphia : Editorial FA Davis.
- Carrie, M. (2006). *Ejercicio terapéutico, recuperación funcional*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Cerveró, S. (2005). *Biomecánica de la rodilla*. Valencia: Editorial Peset de Valencia.
- Claudio, T. (2007). *Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Buenos Aires: Editorial Asociart ART.
- Drake, R. (2005). *Gray anatomia para estudiantes*. Madrid. : Elsevier, España.
- Dutton, M. (2008). *Orthopaedic examination, evaluation, and intervencion*. Pittsburgh.: McGraw Hill.
- F, K. (2004). *Fisioterapia manual extremidades*. Madrid: McGraw Hill.
- Gúzman, A. (2007). *Manual de fisiología articular*. Colombia: Editorial El Manual Moderno.
- K, M. (2013). *Anatomía con orientación clínica*. España: Editorial Medica Panamericana.
- Kisner, C. (1996). *Ejercicio terapéutico*. Barcelona: Editorial paidotribo.
- L, D. (2014). *Técnicas de balance muscular, técnicas de exploración manual y pruebas funcionales*. Barcelona : Editorial Elsevier España .
- M, N. (2001). *Basic niomechanics of the musculoskeletal system*. Philadelphia: Editorial LWW.
- Marrero, R. (1998). *Biomecánica clínica del aparato locomotor*. Barcelona: Editorial Masson.
- N, S. (1992). *Lesiones de los ligamentos y del aparato extensor de la rodilla, diagnóstico y tratamiento*. Nuva York: Editorial Mosby.
- Norton, K. (1996). *Antropométrica*. Australia: Biosystem.
- Panesso, M. (2008). *Biomecánica clínica de la rodilla*. Colombia: Editorial Universidad del Rosario.
- Soriano, P. (2015). *Biomecánica clásica, aplicada a la actividad física y el deporte*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Weineck, J. (2005). *La anatomia deportiva*. Barcelona, España.: Paidotribo.
- Wesker. (2005). *Prometheus, texto y atla de anatomia, anatomia general y aparato locomotor*. Madrid: Medica panamericana.