



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CULTURA FÍSICA



BUAP

FACUFI

READAPTACIÓN DE ARTROPLASTIA DE RODILLA POST
OPERATORIA A UN AÑO DE EVOLUCIÓN, ESTUDIO DE CASO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CULTURA FÍSICA

PRESENTA:

ADOLFO RODRÍGUEZ CORIA

DIRECTOR(ES):

MTRO. RENÉ MORANCHEL CHARROS

MTRO. EDGAR LEÓN JOSÉ

FEBRERO 2022

DEDICATORIA

Esta tesis es producto de esfuerzo y dedicación, por eso se las dedico a mis padres quienes han sido base de mucho brío, temple y sufrimiento, han demostrado ser los mejores en mi vida, ayudándome a guiar paso a paso, para conseguir el triunfo merecido.

A mi hermano que ha estado conmigo y para mí en todo momento, mi primer amigo y por lo tanto el mejor en mi vida, siempre viendo y queriendo lo mejor para mí, he podido contar con su apoyo cada que lo necesito.

A mi abuelita que siempre ha sido parte fundamental de mi formación como persona, demostrado amor y apoyo desde que era pequeño, haciéndome entender cuando estoy equivocado y reconociéndome mis aciertos y logros obtenidos. Me hace saber que nunca dejaré de contar con ella.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por estar presente en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón cada que lo necesito e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Le doy gracias a mis padres Olimpia y Francisco por haberme apoyado en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de perseguir mis sueños. Por ser un excelente ejemplo de vida, pero sobre todo criarme a base de amor y confianza día a con día.

A mi hermano Leonardo por ser un ejemplo a seguir para mí, por todas las enseñanzas que me ha brindado, desde el futbol hasta consejos de vida. Por todo el tiempo y la paciencia que me ha brindado desde que era un bebé y todo lo que hace por mí día con día.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzado mi formación como profesional, y plasmaron en mí su enseñanza, aquellos que tuvieron la paciencia y generosidad dejando de lado egoísmos para poderme instruir y ayudar en momentos difíciles.

A mis asesores de tesis. Mtro. René Moranchel Charros y Mtro. Edgar León por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios de posgrado con éxito.

Y finalmente a la Facultad de Cultura Física por haberme brindado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación en el Centro de Salud Físico Integral (CeSFI).

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2. Planteamiento del Problema	9
1.3. Antecedentes	12
1.3.1. Antecedentes de investigación	12
1.3.2 Antecedentes Históricos	14
1.4 JUSTIFICACIÓN	15
1.5 Objetivos	20
1.5.1 Objetivo General	20
1.5.2 Objetivos Específicos	20
1.6 Pregunta de Investigación	21
1.6.1 Pregunta de Investigación	21
1.6.2 Variables	21
1.6.3 Definiciones de trabajo u operacionales	22
1.7 Marco contextual	22
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Marco teórico	23
2.1.1 Artroplastia de rodilla	23
2.1.1.1 Signos, síntomas y tratamiento post-operatorio de una artroplastia de rodilla	30
2.1.1.2 Fases del tratamiento terapéutico posterior a una prótesis de rodilla y ejercicios a realizar.	31
2.1.2 Artrosis	36
2.1.3 Estabilidad	37
2.1.3.1 Sistemas estabilizadores en rodilla	39
2.1.4 Sistema Vestibular	40
2.1.5 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva	41
2.1.6 Análisis de movimiento	43
2.1.7 Huella Motriz	45
2.1.7.1 La huella motriz en las diferentes lesiones	45
2.1.7.2 Metodología de trabajo sobre la huella motriz	46
2.1.7.3 Momentos de la automatización del gesto	46
2.1.8 Envejecimiento y estabilidad	48

2.1.8.1 Sistema musculoesquelético	48
2.1.8.2 Sistema Neuromuscular	49
2.1.8.3 Sistemas sensoriales	50
2.1.8.4 Respuestas anticipatorias en presencia de cambios posturales	51
2.1.8.5 Tareas dependientes de la estabilidad	51
2.2 Marco Legal	52
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	52
3.1 Método de Investigación	52
3.2 Metodología	52
3.3 Universo y Muestra	53
3.4 Instrumentos	54
3.4.1 Toma de medidas y variables	60
3.4.2. Variables medidas en el estudio	61
3.5 Estadística	61
CAPÍTULO IV. Análisis de Resultados	95

RESUMEN

La artroplastia de rodilla es una de las alternativas más utilizadas para combatir la artrosis avanzada, dando al paciente una seguridad de volver a caminar sin dolor (Sánchez y Rodríguez, 2015).

Un tratamiento terapéutico en pacientes intervenidos de dicha operación podría reducir su dependencia a cualquier tipo de órtesis (en este caso, bastón), y proporcionar al paciente una evolución más rápida, en cuanto a la reducción del dolor, recuperación de la movilidad de la rodilla, mejora de la marcha y restablecimiento de la capacidad funcional (Sánchez y Rodríguez, 2015).

El objetivo de este estudio ha sido analizar la eficacia de un programa de ejercicios funcionales para el tratamiento post quirúrgico de artroplastia total de rodilla, con el fin de recuperar el rango de movimiento y la estabilidad articular de la rodilla derecha.

La paciente tiene una edad de 71 años, fue intervenida de artroplastia total de rodilla debido a una artrosis.

Las variables dependientes estudiadas fueron: amplitud articular, antropometría, alteraciones de la estabilidad.

Los datos registrados han sido analizados con la plataforma de Biobotix Labs y Biodex Balance System SD.

Se pudo observar que hubo diferencias en los datos basales referentes a las variables de rango articular, antropometría y estabilidad.

En base a los resultados obtenidos se puede determinar que a pesar de que este tratamiento de rehabilitación se haya llevado a cabo después de un año de la intervención de artroplastia total de rodilla, se pudo mejorar la movilidad, masa muscular y estabilidad en miembros inferiores.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido al envejecimiento de la población y al aumento en la esperanza de vida, en la actualidad la artroplastia de rodilla es una de las cirugías más frecuentes en el primer mundo (Bade y Stevens, 2011).

La Artroplastia de Rodilla (ATR) es una de las cirugías más practicadas y realizadas con mayor éxito, permite a los pacientes que padecen de dicha patología articular llevar un estilo de vida independiente, sin dolor en la mayoría de los casos y con mejora de la funcionalidad (Bade y Stevens, 2011).

La artrosis y la artritis reumatoide son las afecciones que más alteran el funcionamiento de la articulación de rodilla, destruyendo el cartílago y tejidos periarticulares. Dependiendo del dolor, la limitación articular y la impotencia funcional, el cirujano determina dicha cirugía (Kisner y Allen, 2005).

Gran parte del éxito de la cirugía tanto a nivel motor como funcional depende en gran medida de la realización de una correcta rehabilitación y recuperación de la funcionalidad. Actualmente, todos los protocolos están dirigidos a recuperar el balance muscular y articular, reducir el dolor y mejorar la deambulación (Kisner y Allen, 2005).

En este estudio se añade al protocolo estándar de rehabilitación, un trabajo de estabilidad mediante un programa de ejercicios.

El protocolo estándar de rehabilitación se basa en crioterapia, electroterapia/TENS modulado, movilizaciones pasivas sumadas a propuesta de programa de ejercicios funcionales.

La investigación propone la recuperación de la estabilidad como una alternativa para el correcto desempeño mecánico de la extremidad inferior.

El problema de la investigación **¿Cuál es la eficacia del entrenamiento de la estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total**

de rodilla a un año de evolución para la recuperación de la eficiente mecánica del miembro inferior?

Permitió desarrollar el objetivo general; determinar la eficacia del entrenamiento de la estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total de rodilla a un año de evolución.

En la artrosis, las articulaciones afectadas con mayor frecuencia son las rodillas y las caderas, aunque prácticamente todas las articulaciones grandes y pequeñas pueden sufrir esta alteración (Conarthritis, 2016).

Dentro de las diferentes estructuras articulares que componen la anatomía humana, la rodilla es una de las más expuestas y menos protegidas a padecer lesiones mecánicas, ya que es una articulación que soporta, transmite y estabiliza las distintas fuerzas posturales, de equilibrio y carga en las distintas actividades cotidianas como la marcha, el salto, levantar objetos, arrodillarse (Kisner y Allen, 2005). No existe una actividad que implique desplazamiento en la cual no se utilice esta articulación (Kisner y Allen, 2005).

En el contexto de una patología crónica de este tipo, el paciente, necesita de la intervención de distintos profesionales. Entre ellos, el tratamiento de terapia física va a ocupar un lugar muy importante ya que va a ofrecer al paciente distintos procedimientos terapéuticos para lograr un mejor rendimiento funcional.

Es evidente que cuando una persona es intervenida de Artroplastia Total de Rodilla (ATR) tiene unas expectativas funcionales que requieren la aplicación de diferentes procedimientos de recuperación, entre los que el tratamiento de terapia física presenta un papel fundamental a la hora de conseguir una mayor funcionalidad de la articulación sustituida. Sin embargo, la evidencia científica no permite fundamentar actualmente el diseño de un protocolo hospitalario que permita al paciente beneficiarse de la efectividad de la rehabilitación multidisciplinaria en la recuperación de este proceso quirúrgico (Sanchez y Rodríguez, 2015).

Por esta razón, la presente investigación se basa en aplicar un entrenamiento de estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total de rodilla y determinar su eficacia para la realización de actividades en la vida cotidiana.

Este proyecto se divide en tres capítulos; en el primero se encuentra el problema de investigación, antecedentes históricos y de investigación, justificación, objetivos, pregunta de investigación, variables, definiciones de trabajo y el marco contextual. Los diferentes problemas y alteraciones a nivel fisiológico y anatómico que se presentan al entrar a la tercera edad, principalmente la artrosis y una de sus consecuencias, la artroplastia total de rodilla. Así mismo, se aborda la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva y su descubrimiento.

En el segundo capítulo se habla sobre las características, así como la historia de la artroplastia de rodilla y su proceso de rehabilitación. De igual manera, se toca el tema de la artrosis y sus factores de riesgo, estabilidad y sus tipos de sistema, sistema vestibular y sus características, facilitación neuromuscular propioceptiva, análisis de movimiento, componentes de la huella motriz y su metodología de trabajo, envejecimiento y su relación con la estabilidad.

Por último, en el tercer capítulo se abordan los métodos de investigación y la metodología, el universo y muestra, instrumentos utilizados, la toma de medidas y variables, estadística y conclusión.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Qué tan eficaz es el entrenamiento de estabilidad en pacientes de la tercera edad post quirúrgicos de artroplastia total de rodilla, con un año de evolución para recuperar la mecánica natural del miembro inferior?

Las enfermedades reumáticas, por su alta frecuencia, están consideradas como las patologías crónicas que causan mayor impacto en el estado físico y mental de la población, así como en el menoscabo de la calidad de vida de la misma. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades reumáticas, y entre

todas ellas la artrosis, afectan entre el 1 y 1.5 % de la población mundial. Además, en Latinoamérica las cifras de la Organización Panamericana de la Salud, indican que hay 34 millones de personas con discapacidad permanente y 140 millones con discapacidad temporal a causa de las enfermedades reumáticas (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2016).

Debemos tener en cuenta que el 73% de la población mayor de 50 años padecen algún tipo de dolencia articular o muestran signos radiológicos de artrosis según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque en un principio la artrosis no sea dolorosa. De ellos, la sintomatología está presente en el 60% de los hombres y en el 70% de las mujeres en edades por encima de los 65 años (Levante-El Mercantil Valenciano, 2018).

Las causas que provocan artrosis y que la fisioterapia atiende son: obesidad, cambios bioquímicos en la sustancia del hueso, alteraciones en la estructura articular, deformaciones, dolor intenso e incapacidad física. Provocando en el paciente un grado de inseguridad que lo orilla a sentirse cohibido, diferente a los demás, y que no le permiten llevar una vida normal, lo que deriva en su postración al no poder ser atendidos de manera adecuada (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Es importante entonces crear conciencia en la población sobre las consecuencias de no tratarse adecuadamente la artrosis, e incluso que puede presentarse a edades más tempranas por factores secundarios. Con la edad aumenta el riesgo de padecer esta enfermedad. Mientras que sólo un 4.0% de los pacientes de 20 años tiene artrosis, a los 70 años la artrosis afecta al 70.0% de los pacientes, principalmente en las rodillas, que es la forma más frecuente en que la artrosis aparece con la edad y que tarde o temprano afecta a casi todo el mundo (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Más de la mitad de las personas de más de 60 años sufren dolor y limitaciones de movilidad en las articulaciones. Puesto que precisamente los descuidos durante los primeros 20 años de edad pueden ser decisivos para los problemas de desgaste posteriores, es importante empezar con la prevención cuando se es joven (Instituto

Mexicano del Seguro Social, 2014). Una actividad periódica con un esfuerzo moderado, como la natación puede prevenir futuras afecciones articulares.

La alimentación también tiene un papel importante. La iniciativa “Decálogo de los huesos y las articulaciones” de la OMS recomienda que cuando exista una artrosis se practiquen ayunos terapéuticos periódicos y se cambie a una alimentación fundamentalmente vegetariana. Es importante limitar el consumo de carne y recurrir con mayor frecuencia al pescado como fuente de proteína (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Una alimentación responsable y un ejercicio suficiente también ayudarán a evitar el sobrepeso, lo que reduce el riesgo de sufrir enfermedades articulares. Por ejemplo, una pérdida de 5.5 kg de peso reduce a la mitad la probabilidad de sufrir una artrosis de rodilla (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Los más propensos a ser candidatos a ser intervenidas quirúrgicamente para un reemplazo de rodilla son las personas que presentan la enfermedad, quienes sin saber se hacen un daño al no acudir a profesionales para que traten su problema de salud (Doma, Grant y Morris, 2018).

La movilidad precoz de la articulación intervenida, va a acelerar el proceso de normalización de todas las alteraciones fisiológicas que supone la implantación de una articulación artificial, permitiendo que el paciente recupere lo antes posible un nuevo esquema corporal (Sánchez y Rodríguez, 2015).

La inestabilidad es una de las principales causas de fracaso tras la artroplastia total de rodilla, con una prevalencia de 0.5-22.0% según las diferentes series (Carbó, Laguna, Del Moral, Barrientos y Vaquero, 2016).

Todos estos problemas mencionados conllevan a que el índice de operaciones de reemplazo de rodilla realizadas en México siga aumentando, y cuando esta exista, haya falta de control de la misma ya que no existen servicios que brinden una atención de calidad y a precios accesibles.

Por ello, este estudio se dedicó a crear un protocolo de ejercicios funcionales para personas con este tipo de cirugía, el cual se enfocará en fortalecer las estructuras que rodean a la rodilla sin tener que hacer uso de aparatos y con ello poder llevar una vida normal y sin dificultades. Las personas candidatas a seguir este protocolo son aquellas que cumplan con estas características:

- Ser adulto de la tercera edad.
- Haber tenido un tratamiento precario e incompleto o no haber tenido uno inmediatamente después de la cirugía.

1.3. Antecedentes

1.3.1. Antecedentes de investigación

El tratamiento rehabilitador previo y posterior a una cirugía de ATR es considerado un procedimiento esencial para una buena recuperación. Actualmente existe una gran variedad de protocolos de rehabilitación, y todos ellos coinciden en la importancia que tiene un buen fortalecimiento muscular, una buena propiocepción y estabilidad de la rodilla.

Estudios enfatizan que la notoriedad de esta intervención no sólo radica en la disminución del dolor y la restauración de la función, sino también en recuperar al máximo el aspecto psicosocial para conseguir aumentar la calidad de vida del paciente (Sánchez y Ferrero, 2006).

Por este motivo, el proceso de rehabilitación se ha de diseñar para preparar al paciente con el fin de que pueda realizar, dentro de sus limitaciones, un ejercicio físico adecuado a sus necesidades donde pueda realizar actividades deportivas sin que estas supongan un peligro y participar en actividades sociales, además de poder llevar a cabo todas las actividades de la vida diaria (Iborra, Pages, Romero y Cuxart, 2003).

Respecto al tipo de actividad física que debe realizar un paciente con ATR, nos encontramos con que no está específicamente determinada ni mucho menos estandarizada (Vogel, Carotenuo, Bastí y Levine, 2011).

No obstante, la actividad física debe ser evaluada para cada paciente, siendo importante tener en cuenta factores tales como su salud general, el tipo de prótesis, la articulación reemplazada y la intensidad de la actividad física realizada (Smith, Dainty y MacGregor, 2017).

Son pocos los estudios clínicos en los que se demuestra a largo plazo qué tipo de actividad física deportiva es mejor para un paciente con artroplastia total de rodilla; lo que es un hecho es que, dependiendo de la intensidad de la actividad física, ésta puede influir potencialmente en el nivel de desgaste del polietileno de la prótesis y, consecuentemente disminuir la duración del implante en el paciente (Bade y Stevens, 2011).

La recomendación general para los pacientes con artroplastia total de rodilla es hacer ejercicios terapéuticos, ya que éstos tienen todas las ventajas de salud reconocidas del ejercicio sin aumentar riesgos específicos por traumatismos e impactos que sí tiene el deporte.

Bade y Stevens (2011) compararon un grupo de tratamiento con un trabajo de potenciación con cargas directas combinado con ejercicios de equilibrio y propiocepción. Por otro lado, un segundo grupo con un programa de rehabilitación más convencional para realizar los ejercicios a nivel domiciliario. Los resultados demostraron que una rehabilitación más intensa con mayor carga de trabajo, aumenta significativamente la fuerza y las funciones de caminar y subir y bajar escaleras a corto y largo plazo, en comparación con una rehabilitación más conservadora con una carga menor de ejercicio.

En 2015 se realizó un estudio con tres grupos de intervención; el primer grupo realizó un programa de rehabilitación con ejercicios funcionales durante 30 min y 60 min de ejercicios de equilibrio y propiocepción. El segundo grupo realizó un programa de ejercicios funcionales de 60 minutos para realizarlo desde casa.

Respecto al tercer grupo, realizan un tratamiento de fisioterapia convencional con ejercicios isométricos e isotónicos enfocados a un aumento de la fuerza y de la función. Los resultados finales mostraron que el primer grupo de intervención consigue resultados más significativos que el del grupo con ejercicios para realizar desde casa (Moutzouri, Gleeson, Billis, Panoutsopoulou, y Gliatis, 2015).

1.3.2 Antecedentes Históricos

Los términos "técnicas de facilitación pro-pioceptiva" y "rehabilitación neuromuscular" son los primeros que se utilizaron para mencionar el método que en la actualidad se conoce, comúnmente, como Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP). Para hacer la historia de un método debemos considerar sus orígenes, su evolución y su grado de madurez, así como los profesionales que contribuyeron de manera trascendente en la creación de este método (Adler, Beckers y Buck, 2012).

La familia Kaiser construye dos institutos más en el estado de California, uno en Vallejo y el otro en Santa Mónica. El Dr. Kabat y Margaret Knott se trasladaron a Vallejo para dirigir el instituto inaugurado allí, donde realizaron gran parte del trabajo posterior. Aquí, en Vallejo, en 1953 se une al Dr. Kabat y a Margaret Knott, la fisioterapeuta Dorothy Voss (Adler, Beckers y Buck, 2012). De esta manera, queda constituido el equipo de trabajo al que deberíamos considerar los autores del concepto. El Dr. Kabat fue quien desarrolló los aspectos neurofisiológicos del concepto, mientras que Margaret Knott y Dorothy Voss desarrollaron algunas técnicas, trabajaron con el paciente y fundamentalmente le dieron un orden al trabajo, metodizándolo en 1956 (Adler, Beckers y Buck, 2012).

Por aquellos años, Margaret Knott desarrolló un programa de entrenamiento de post grado para enseñar FNP a fisioterapeutas, que rápidamente despertó el interés de profesionales de todo el mundo, impulsando de este modo una gran difusión de la FNP. El Dr. Herman Kabat y las fisioterapeutas Margaret Knott y Dorothy Voss, nos han dejado como legado la posibilidad de ver el movimiento humano desde una perspectiva diferente, permitiendo el abordaje de pacientes afectados por cualquier

patología que deje como secuela alteraciones en el movimiento y la postura. Seguramente también hubo otros numerosos profesionales que contribuyeron al desarrollo de la FNP. En la actualidad, hay terapeutas que están produciendo invalorable aportes en el campo de la investigación, docencia y asistencia haciendo que la FNP continúe su desarrollo. En muchos países es posible asistir a cursos de formación, cumpliendo con los deseos de Margaret Knott, que alentaba a los profesionales entrenados en Vallejo (EEUU) a difundir la FNP en sus propios países (Adler, Beckers y Buck, 2012).

1.4 JUSTIFICACIÓN

Como se ha introducido, la artrosis avanzada de rodilla es una de las causas más importantes de reemplazo de dicha articulación. Cuando la artrosis progresa, se producen cambios en los tejidos periarticulares, ligamentos, capsula articular, así como una disminución de la musculatura. Además, los pacientes tienen un déficit de la propiocepción en comparación con aquellos de edades similares que no padecen artrosis (Carbó, Laguna, Del Moral, Barrientos y Vaquero, 2016).

Las pruebas biológicas han demostrado que existe una reducción del número de receptores sensoriales, mecánicos alrededor de los tejidos (músculos y ligamentos) de la articulación de la rodilla con artrosis (Carbó, Laguna, Del Moral, Barrientos y Vaquero, 2016).

El dolor y la disminución de la fuerza muscular afecta al equilibrio y al control postural, principalmente aumentando la inestabilidad en los pacientes con osteoartritis (Hassan, Mockett y Doherty, 2001). Es normal que exista una disminución del equilibrio y control postural en pacientes con artrosis severa respecto a los pacientes con artrosis inicial (Kim, Yun, Yoo, Kim, Jeong, Yun, Hwang, Jung y Choi, 2011).

Por lo tanto, el aumento de artrosis y la disminución de la fuerza muscular y propiocepción contribuyen a una mayor inestabilidad postural con un aumento en la probabilidad de padecer una caída (Stan, Orban, Orban, Pectu y Gheorghe, 2013).

El paciente que padece de gonartrosis presenta un cuadro clínico que se caracteriza por dolor, incluso en reposo e incapacidad funcional, por lo que es susceptible de depender de otras personas (Conartritis, 2014).

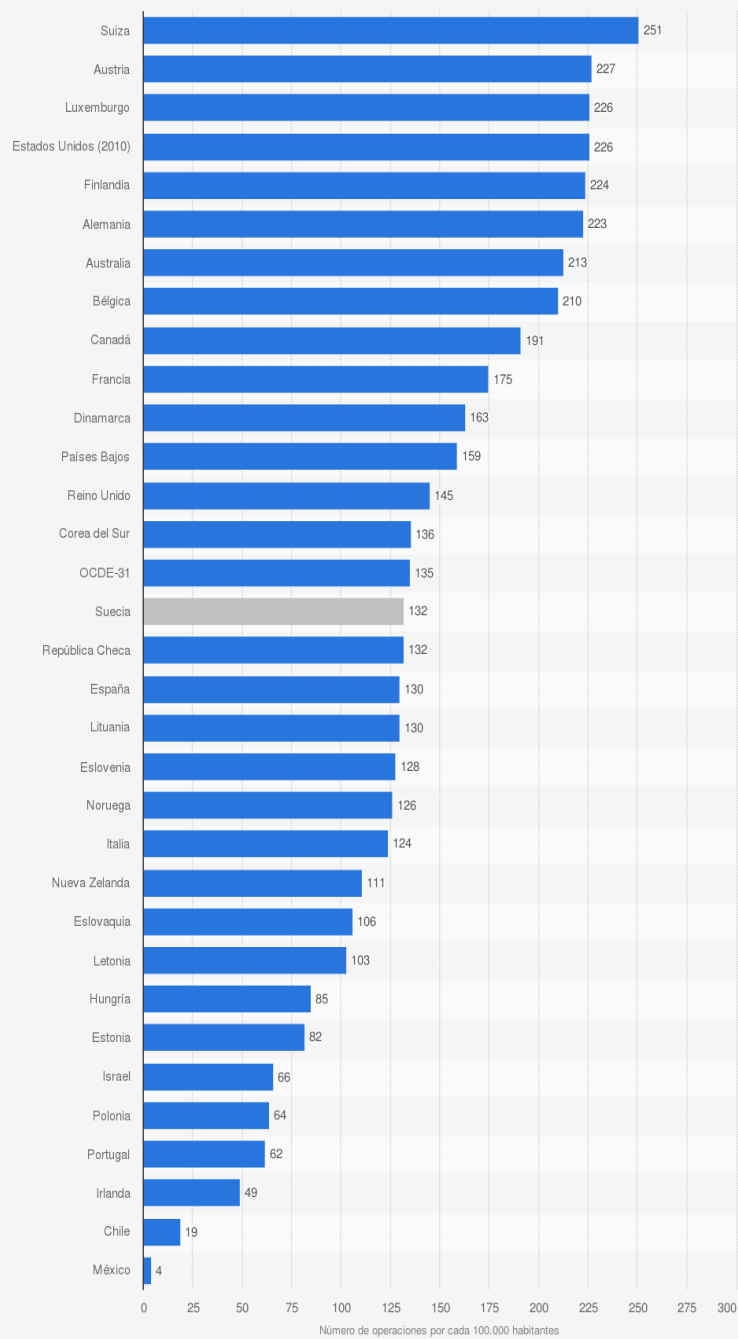
Se estima que esta patología afecta a un 75% de las personas mayores de 65 años, siendo la edad y la genética los principales factores de mayor impacto en esta enfermedad (Conartritis, 2014).

Sin embargo, las personas sometidas a la intervención quirúrgica padecen durante su recuperación como sintomatología principal, dolor severo que provoca un déficit importante en su capacidad funcional general laboral, deportiva, social.

Se concluye que el número de reemplazos articulares llevados a cabo en el mundo ha ido aumentando, siendo actualmente un procedimiento quirúrgico muy habitual.

La siguiente estadística (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos "OCDE", 2017) muestra el número de operaciones de reemplazo de la rodilla efectuadas por cada 100.000 habitantes en los países de la OCDE. En ese año, el número de prótesis de rodilla colocadas en México ascendió a 4 por cada 100.000 habitantes.

Número de operaciones de reemplazo de la rodilla efectuadas en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 2017 (por cada 100.000 habitantes)

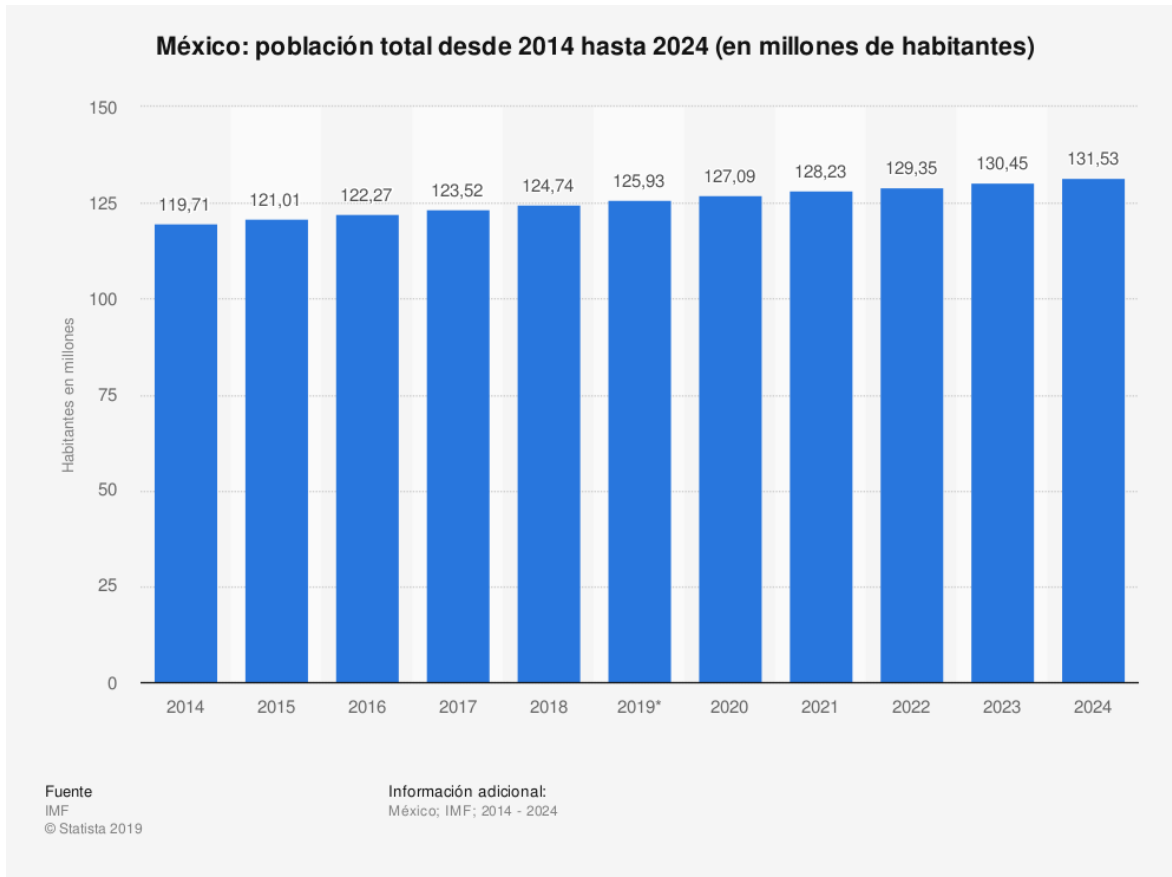


Fuente:
OECD
© Statista 2019

Información adicional:
Mundial; 2017

Recuperado de OCDE, 2017.

<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4dd50c09-en.pdf?expires=1606154675&id=id&accname=guest&checksum=E6905F483AB8008F42506E4B29456167>



Fuente: IMF, 2019. Recuperado de: <https://www.imf.org/external/datamapper/LP@WEO/MEX>

Si la población total en México actualmente es de 125.95 millones de habitantes y por cada 100,000 hay 4 que tienen artroplastia de rodilla, quiere decir que en este año ha habido 5038 operaciones quirúrgicas de remplazo articular, esto sólo de rodilla (Fondo Monetario Internacional, 2019).

En este estudio se pretende demostrar la importancia que tiene recuperar la estabilidad después de una artroplastia total de rodilla debido al deterioro propioceptivo, tanto por la artrosis de rodilla y todo lo que conlleva, como a la misma intervención quirúrgica.

Es aquí donde la realización de ejercicios encaminados al desarrollo propioceptivo y de estabilidad, incluyendo la fuerza, al aumento muscular y el equilibrio, juegan un papel esencial para el éxito de la rehabilitación.

Estos ejercicios exigen alta demanda del sistema propioceptivo, siendo éste parte fundamental dentro del mecanismo de control de la ejecución de los movimientos y del centro de gravedad (Moutzouri, Gleenson y Gliatis, 2017).

Las rodillas intervenidas quirúrgicamente por artroplastia total de rodilla se recupera a corto plazo la fuerza muscular y el recorrido articular, con unos valores funcionales poco aceptables. Es por esto que la gran mayoría de los pacientes terminan su rehabilitación con dificultades en la marcha, con alteraciones en el equilibrio y con la aparición de un mal apoyo inicial del miembro inferior operado (Stan, Orban, Orban, Pectu y Gheorghe, 2013).

En las personas operadas de artroplastia total de rodilla, además de la inestabilidad debido a la artrosis y a la disminución de la fuerza muscular, hay que considerar el deterioro del apoyo bipodal que está relacionado con la alteración de sus mecanorreceptores y la aparición de cambios en su centro de gravedad (Doma, Grant y Morris, 2018).

En la cirugía se restauran o se eliminan ligamentos, hueso y la geometría intraarticular de la articulación de la rodilla, pudiéndose alterar el sistema propioceptivo de la articulación, afectando al equilibrio y al control del movimiento (Carriedo, Torres, Abrego, Vega y Valdés, 2002).

En este sentido el Dr. Eduardo G. Carriedo Rico y sus colaboradores del Hospital de Urgencias Traumatológicas. IMSS en la Ciudad de México, pudieron demostrar en un estudio comparativo que las personas a las cuáles se les dejó el ligamento cruzado posterior al momento de colocar la prótesis tuvieron mejor estabilidad que a los que se les retiró el ligamento (Carriedo, Torres, Abrego, Vega y Valdés, 2002).

La terapia física convencional realiza un trabajo muy importante en la rehabilitación de las artroplastias totales de rodilla. Su finalidad persigue la ganancia de la fuerza muscular, el correcto recorrido articular, la disminución del dolor y la mejora general la capacidad funcional del paciente (Doma, Grant y Morris, 2018).

La gran mayoría de estudios se centran en el entrenamiento funcional sin tener en cuenta ejercicios encaminados a la recuperación del control postural y estabilidad,

factores que en el presente estudio se han tenido en consideración, ya que se enfatizó en mejorar la estabilidad de la persona para así reducir en mayor medida el riesgo de sufrir una caída.

Un método útil de análisis y de entrenamiento del equilibrio y de la propiocepción es la utilización de sistemas de balance SD. La mayoría de los estudios la utilizan sobre todo en la rehabilitación de pacientes con patología vestibular (Doma, Grant y Morris, 2018), (Stan, Orban, Orban, Pectu y Gheorghe, 2013).

Por ello, se decide considerar la importancia de involucrar esta herramienta como método de evaluación de la estabilidad y el control de la postura, y poder observar si el programa de ejercicios destinados a la mejora de la estabilidad y fuerza muscular propuesto en este estudio realmente está funcionando.

Por último, la goniometría y antropometría son variables que servirán para corroborar si ha habido avances o no en la persona, observando aumento de masa muscular y amplitud en los rangos de movimiento articular.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

1. Determinar la eficacia del entrenamiento de la estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total de rodilla a un año de evolución.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar y evaluar el estado físico funcional de la paciente.
2. Planificar la propuesta de entrenamiento.
3. Aplicar la propuesta de entrenamiento.
4. Verificar si el entrenamiento de estabilidad en artroplastia de rodilla ha incidido en la disminución del dolor y la limitación articular.

5. Comprobar la efectividad del programa en la autonomía personal de la paciente de su desempeño en actividades de la vida diaria.

1.6 Pregunta de Investigación

1.6.1 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la eficacia del entrenamiento de la estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total de rodilla a un año de evolución para la recuperación de la eficiente mecánica del miembro inferior?

Al término del tratamiento con duración de 3 meses el sujeto deberá:

- Mejorar su índice de estabilidad.
- Aumentar sus rangos de movilidad articular.
- Independizarse lo más posible del aparato ortésico.
- Tener mayor facilidad para realizar sus actividades en la vida diaria.

1.6.2 Variables

1.6.2.1 Variable independiente

Propuesta de intervención progresiva de entrenamiento en cuatro momentos.

1.6.2.2 Variables dependientes

1. Medidas antropométricas:

Perímetros circunferenciales de cintura y cadera (Cintura Mínima, Onfálica Abdominal y Cadera Máxima) y de ambos miembros inferiores (Muslo Máximo, Muslo Medio, Pantorrilla Máxima). Así como pliegues (Abdominal, Cresta Iliaca, Supraespinal, Muslo Anterior, Pantorrilla) de igual forma en ambos miembros inferiores, donde se tomaron como perímetros corregidos en este estudio de caso al Muslo Anterior y Pantorrilla.

2. Goniometría activa y pasiva en cadera (Flexión, Extensión, Abducción, Aducción), Rodilla (Flexión, Extensión) y Tobillo (Planti-Flexión, Dorsi-Flexión) aplicado en ambos miembros inferiores.
3. Cuestionario WOMAC sobre facilidad de ejecución de actividades en la vida diaria.
4. Nivel de estabilidad bípeda y monopodal.

1.6.3 Definiciones de trabajo u operacionales

El día 22 de agosto del año 2019, en el Centro de Salud Físico Integral (CeSFI) ubicado en la facultad de cultura física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) la paciente fue seleccionada para participar en este proyecto, basándose en su caso clínico.

Se le realizó medidas antropométricas y goniometría para determinar los datos iniciales y tener una base para empezar a trabajar.

De igual manera se le realizó una prueba de estabilidad monopodal y bipodal en el equipo Biodex Balance System SD.

1.7 Marco contextual

La falta de atención personal de cada individuo respecto a su salud tiene como consecuencia la precariedad a nivel informativo, la cual refleja la cantidad de enfermedades crónicas con las que se vive actualmente (Moutzouri, Gleeson, Billis, Panoutsopoulou, y Gliatis, 2015).

En nuestro país, así como en muchas zonas del mundo, las personas sufren de enfermedades crónicas que atacan distintas partes del cuerpo, tales como el desgaste articular, unas a nivel agudo (artritis) y otras a nivel crónico degenerativo (artrosis). Teniendo como consecuencia que no haya más remedio que un remplazo parcial o total de la articulación dañada.

Al pasar esto, hace que las personas intervenidas quirúrgicamente tengan limitaciones en el trabajo, se vuelvan sedentarios, y como consecuencia tengan atrofia muscular y deficiencia a nivel propioceptivo. Al haber sedentarismo se generan ciertas restricciones a nivel neuromuscular, que conforme vamos envejeciendo éstas tienden a crecer y hacerse más evidentes (Moutzouri, Gleeson, Billis, Panoutsopoulou, y Gliatis, 2015).

Por lo tanto, una persona de la tercera edad con sustitución articular debe acudir con un profesional de la rehabilitación para un óptimo progreso recuperativo que, basado en el estímulo neuromuscular mediante técnicas de facilitación dictadas de acuerdo a las características del paciente, dé como resultado fortalecimiento muscular, recuperación propioceptiva y sobretodo una mejora en la calidad de vida.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

2.1.1 Artroplastia de rodilla

Resulta imposible abarcar todos los aspectos en los que se está investigando respecto a las prótesis de rodilla. Los temas a abarcar son extensos y muy variados (geometría, congruencia, materiales, resección o no del ligamento cruzado posterior, etc).

Este primer apartado será destinado para hablar acerca de la historia de las prótesis de rodilla, así como sus materiales y método de fijación.

En cuanto a la funcionalidad de la artroplastia total de rodilla, ésta se centra en el rango de movimiento articular de la misma, o dicho de otro modo, en los grados de flexo-extensión de rodilla (Moutzouri, Gleenson y Gliatis, 2017). Para que una artroplastia total de rodilla sea funcional los valores normales de la flexión deben oscilar en un rango de movilidad entre 90° y 110° (Davies, et al., 2003) ya que al hacer el proceso quirúrgico el médico posiciona la rodilla con una flexión de 110°

antes de colocar la prótesis, esto con el objeto de que ese sea el rango máximo de flexión una vez rehabilitada la persona (Broztman y Wilk, 2005).

Historia de la prótesis de rodilla.

En 1860, el cirujano francés Verneuil realizó la interposición de partes blandas para reconstruir la superficie articular de una rodilla (Gili, 2014). Se podría decir que éste fue el primer intento de creación de un método de solución a la artrosis de rodilla.

Sin embargo, fue el 20 de mayo de 1890 cuando Themistocles Gluck creó la primera prótesis de rodilla de la que se tenga conocimiento (Gili, 2014). Era una prótesis de diseño propio fabricada con marfil y reemplazó la rodilla de una joven víctima de la tuberculosis (Fig. 1). Gluck, de descendencia alemana, nació en Rumania en 1853, donde su padre se desempeñaba como médico de la corte real.

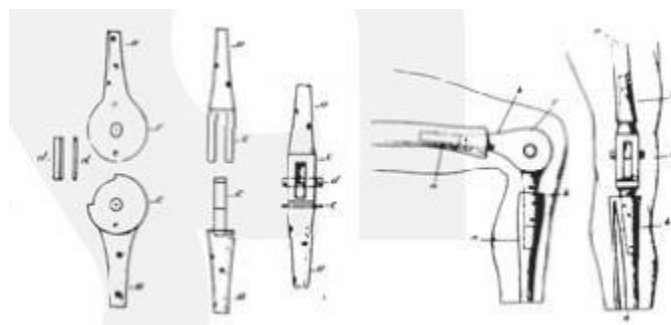


Figura 1. Esquemas de diseño e implantación de la prótesis de rodilla fabricada en marfil inventada por Gluck (Gili, 2014).

En abril de 1972, Freeman y Swanson, del Imperial College London Hospital, publicaron sus primeros resultados con la prótesis ICLH (Gili, 2014) (Figura 2). Esta prótesis ya tenía algunos conceptos del diseño posterior llamado “Total Condylar”: tanto el fémur como la tibia constaban de una sola pieza, los instrumentos permitían cortes perpendiculares y paralelos en tibia y fémur, se

evitaba el sacrificio de los ligamentos cruzados y la estabilidad se lograba por el efecto espaciador de la prótesis.



Figura 2. Prótesis ICLH de Freeman y Swanson. Los componentes femorales y tibiales son de una sola pieza, sacrifica ligamentos cruzados y se estabiliza por efecto espaciador (Gili, 2014).

En la misma década, casi simultáneamente, el traumatólogo John Insall y el bioingeniero Peter Walker se encontraron en el Hospital for Special Surgery (HSS) de Nueva York. Allí, junto a Chitranjan Ranawat, otro traumatólogo del HSS, iniciaron una saga de notable desarrollo protésico en la rodilla.

El equipo del HSS iba por caminos paralelos y complementarios, logrando refinar este diseño al agregar la articulación fémoro rotuliana, un poste tibial de estabilización posterior, una quilla tibial central para mejorar su anclaje y un diseño de geometría más congruente. Mejoraron el instrumental para su colocación y enfatizaron los conceptos de alineamiento articular y de balance ligamentoso, considerándolos claves para el éxito y durabilidad del implante (Gili, 2014). El concepto básico del diseño “Total Condylar” (Figura 3) y los aspectos fundamentales de su implantación estaban en ese momento casi completamente definidos.

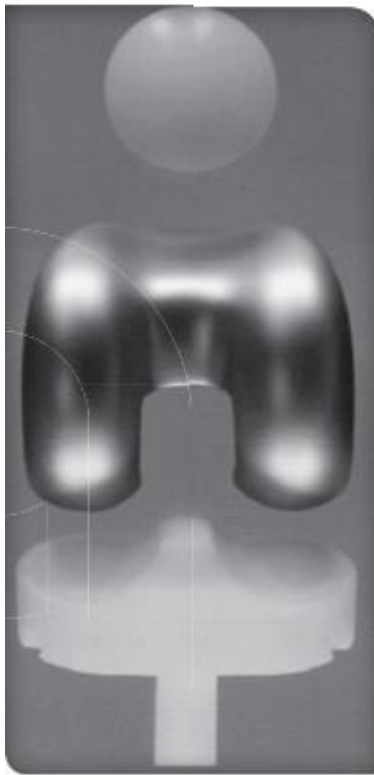


Figura 3. Prótesis “Total Condylar” original, nótese la ausencia de estabilización posterior y el componente tibial “All Poly” (Gilli, 2014).

Este diseño se volvió un punto de referencia en la evolución de las artroplastias de rodilla y generó una confluencia del diseño protésico hacia el concepto “Total Condylar”. Con algunos perfeccionamientos posteriores, estas prótesis marcaron un camino que, en sus conceptos esenciales, sigue vigente hasta el día de hoy.

Posteriormente se fueron incorporando varias modificaciones que perfeccionaron el diseño “Total Condylar”, mejorando su performance y sobrevida (Figura 4). Entre ellas, se cuenta el desarrollo de la bandeja tibial metálica para mejorar la distribución de las cargas y prevenir aflojamientos, una mayor estabilidad de la porción femororotuliana, mejoras en su geometría y congruencia, especificidad derecha/izquierda, aumento de la flexión, platillo tibial móvil y la incorporación de nuevos materiales que eventualmente mejorarían su desempeño y longevidad (Gili, 2014).



Figura 4. Prótesis contemporáneas.
a) diseño de hiperflexión.
b) con bandeja tibial móvil.
(Gilli, 2014)

La necesidad de revisión de las prótesis fallidas y la ejecución de artroplastias en situaciones de extremo daño óseo y deformidad articular, impulsaron el desarrollo de prótesis más modulares y con mayor estabilidad intrínseca (Figura 5), las que permitieron adaptarse a estas situaciones extremas con gran ductilidad (Gili, 2014).

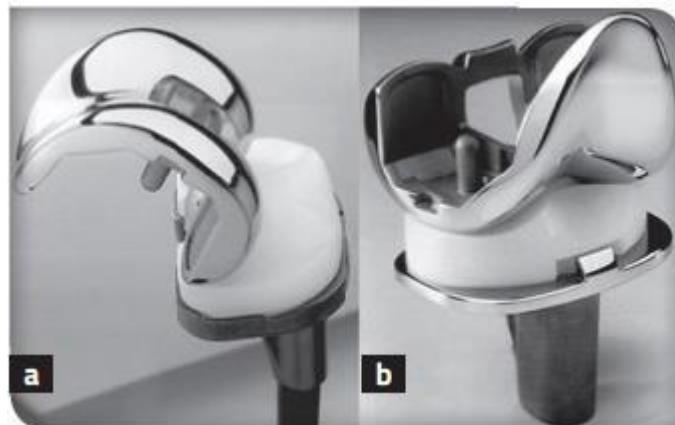


Figura 5. Prótesis de revisión con sus aditamentos básicos que le permiten compensar pérdidas óseas e inestabilidad articular (Gilli, 2014).

Tipos de Prótesis de Rodilla.

- Prótesis unicompartmental de rodilla

Su indicación fundamental es el tratamiento de la artrosis de rodilla que sólo afecta a uno de los lados de la articulación. Se supone que, como no toda la rodilla está afectada, el reemplazo protésico debería de limitarse a las regiones dañadas. Sin embargo, muchos cirujanos no la utilizan porque no evita la progresión de la enfermedad al otro lado y porque no existe mucha experiencia en su uso. Sus componentes son los mismos que en una prótesis total, pero sólo para una mitad de la rodilla (Figuras 6 y 7) (MBA Surgical Empowerment, 2018).



Figura 6. Modelo protésico Unicompartmental. (MBA Surgical Empowerment, 2018)

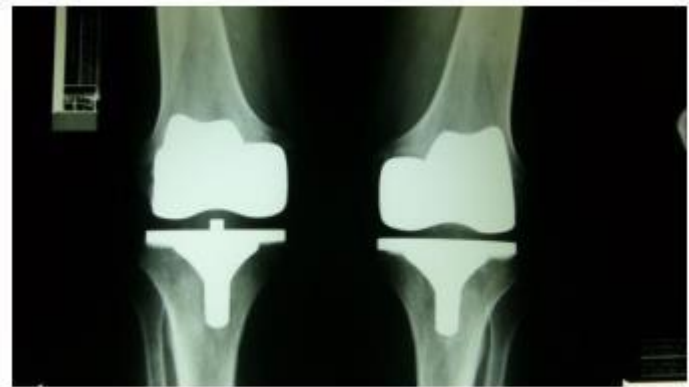


Figura 7. Prótesis de rodilla unicompartmental normal. Radiografía anteroposterior y lateral. (MBA Surgical Empowerment, 2018)

- Prótesis bicompartmental

Es aquella en la que se sustituye completamente la superficie tibial y femoral (Figuras 8 y 9), es decir, los compartimentos fémoro-tibial interno y externo (MBA Surgical Empowerment, 2018).



Figura 8. Modelo protésico Bicompartimental.
(MBA Surgical Empowerment, 2018)



Figura 9. Radiografía anteroposterior y lateral de rodilla.
(MBA Surgical Empowerment, 2018)

- Prótesis total de rodilla

Es el tipo de prótesis de rodilla más habitual (Figuras 10 y 11). Consiste en un reemplazo completo de las dos superficies articulares integrando de los siguientes componentes (MBA Surgical Empowerment, 2018):

- a) Bandeja tibial: Fabricada en metal (habitualmente cromo cobalto o aleaciones de titanio), fija la prótesis a la tibia proximal.
- b) Componente femoral: Se fija a la parte distal del fémur y actúa como superficie de fricción, por lo que suele fabricarse en cromo-cobalto.
- c) Inserto: Se sitúa entre los dos componentes anteriores y actúa como superficie de fricción junto con el componente femoral. Suele estar fabricado en polietileno.
- d) Componente patelar: No se utiliza en todos los casos y su uso depende de las preferencias personales del cirujano. Habitualmente está hecha de polietileno.



Figura 10. Modelo protésico tricompartmental o total de rodilla (MBA Surgical Empowerment, 2018)

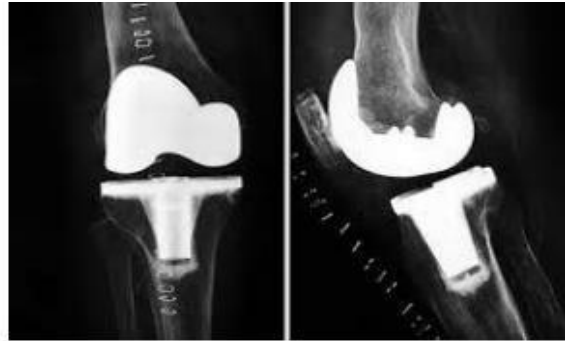


Figura 11. Radiografía antero-posterior y lateral de una prótesis total o tricompartmental. (MBA Surgical Empowerment, 2018)

2.1.1.1 Signos, síntomas y tratamiento post-operatorio de una artroplastia de rodilla

La primera semana de la intervención el paciente presentará (Junquera, 2016):

- Dolor, que aumenta cuando flexiona la rodilla
- Rigidez para realizar movimientos de flexo-extensión
- Inflamación y edema
- Adherencia de la cicatriz y tejidos blandos adyacentes
- Debilidad muscular
- Marcha antiálgica

Consejos para el paciente con una prótesis de rodilla para una recuperación exitosa

Luego de cirugía el paciente debe seguir al pie de la letra los consejos e instrucciones que el médico especialista y el fisioterapeuta le dan, para lograr una completa recuperación y saber que gran parte del éxito del tratamiento depende en gran medida del paciente.

Se recomienda al paciente (Junquera, 2016):

- Sentarse en sillas altas

- No durar más de 30 minutos sentado con la rodilla flexionada o extendida, es decir, alternar las posiciones
- Utilizar calzado cómodo y cerrado que le sujete bien el pie
- No aumentar o bajar de peso según sea el caso, debe mantener una dieta equilibrada, para no sobrecargar la rodilla
- Retirar alfombras o mobiliarios que pueden ocasionar una caída
- Realice los ejercicios indicados para el hogar 3 veces al día
- Después del ejercicio o cuando esté inflamada la zona, colocarse compresas frías
- Cuando marche con muletas puede hacerlo de forma cruzada o en paralelo. De forma cruzada debe adelantar consecutivamente los dos bastones, luego la pierna operada y por último la pierna sana. De forma paralela, el paciente debe adelantar consecutivamente el bastón contrario a la pierna operada, luego la pierna operada y por último la pierna sana.
- Para sentarse el paciente debe colocar las piernas en contacto con la silla, luego colocar ambas manos sobre el apoyabrazos, adelantar el pie de la pierna operada y sentarse lentamente. Y para levantarse hacer lo mismo.
- Para subir escaleras debe colocar el/los bastón/es en el escalón superior, subir la pierna sana y luego la operada
- Para bajar las escaleras debe colocar el/los bastón/es en el escalón inferior, bajar la pierna operada y a continuación la pierna sana.
- Mantener la herida limpia y desinfectada.

2.1.1.2 Fases del tratamiento terapéutico posterior a una prótesis de rodilla y ejercicios a realizar.

A continuación, se menciona una serie de fases adecuadas para llevar el tratamiento fisioterapéutico de una prótesis de rodilla (Healy, Lorio y Lemos, 2001):

- Fase Post-operatoria inmediata (1- 10 días)

En esta fase, el paciente tiene una marcada inflamación, dolor e incluso edema, también se le es imposible elevar el miembro inferior operado debido a la debilidad

muscular, no flexiona la rodilla más allá de 10° o menos, y le cuesta extender la rodilla a 0.0°.

Rehabilitación de prótesis de rodilla - primera fase:

La intervención para la sustitución articular de la rodilla es una intervención muy frecuente. Es justamente por la frecuencia con que se realiza que el procedimiento es sumamente seguro y con un porcentaje alto de éxito. Se manejará información acerca de en qué debe consistir la primera fase de la rehabilitación de la prótesis de rodilla y los 7 aspectos más importantes durante ésta fase (que dura desde el 1er hasta el 21vo día después de la cirugía).

Recordando que la cirugía de prótesis de rodilla es un proceso bastante agresivo, por lo que hay que tener paciencia en la recuperación. Poco a poco y con la ayuda de un profesional, el paciente se puede recuperar y volver a la normalidad (Doma, Grant y Morris, 2018).

Los primeros días los objetivos se centran en disminuir el dolor, la inflamación, edema, ir aumentando gradualmente el tono muscular por medio de ejercicios sencillos, sin generar dolor, como, por ejemplo, los isométricos. Luego del 4to día aproximadamente, se aumenta progresivamente la intensidad y dosis, con el fin de mejorar la fuerza muscular de miembro inferior en especial del cuádriceps, disminuir y evitar contracturas, aumentar la amplitud de movimiento articular de la rodilla más allá de 10°, evitar adherencias y educar al paciente a marchar adecuadamente con los aditamentos como muletas o bastón.

Tratamiento terapéutico y ejercicios:

- Crioterapia diaria
- Electroterapia, en especial en el cuádriceps
- Movilización pasiva: flexo-extensión de rodilla en decúbito supino según lo tolerado buscando la máxima amplitud articular. Flexión de cadera con rodilla extendida.
- Movilización activa libre: el paciente en decúbito supino en camilla, sin despegar el talón de la camilla, debe deslizarlo hasta flexionar la rodilla lo más que pueda y a

tolerancia. Otro ejercicio a realizar es la flexión y extensión del tobillo en decúbito supino o sedente.

- Movilización activa asistida: ayudar al paciente con apoyo parcial a realizar una flexión de cadera con rodilla extendida.
- Soporte de peso, carga parcial, según tolerancia con el aditamento, es decir, apoyar el pie en el suelo con ayuda de la muleta o bastón.
- Potenciación muscular: contracciones estáticas isométricas de cuádriceps, en donde el paciente se coloca en decúbito supino en la camilla, se coloca una almohada o un balón pequeño debajo de la rodilla y se le indica al paciente que empuje hacia abajo la almohada, haciendo que se contraiga el cuádriceps, mantener la posición por 3 a 7 segundos según lo tolerado. Realizar también contracciones isométricas de abductores y extensores de cadera.
- Subir y bajar escaleras con apoyo del aditamento
- Ejercicios de reeducación propioceptiva en balancín
- Reeducación de la marcha con abandono progresivo de aditamentos
- Masoterapia de drenaje de todo miembro inferior para disminuir edema e inflamación.
- Masoterapia suave y descontracturante de todo miembro inferior
- Movilización de tejidos blandos y cicatriz
- Movilización de la rótula
- Estiramiento pasivo de todos los músculos del miembro inferior

Las siguientes fases de tratamiento consisten en reforzar y potenciar los objetivos anteriormente mencionados, progresivamente se llevará al máximo de flexión posible, al igual que de extensión. Se deberá someter gradualmente al paciente a ejercicios con peso o resistencia hasta lograr vencerlo para aumentar la fuerza. Se sigue trabajando la cicatriz y los tejidos blandos hasta que no estén adheridos o contracturados. Por último, se trabaja la propiocepción, equilibrio y la marcha hasta lograr que el paciente no tenga posturas inadecuadas y se sienta seguro a la hora de reintegrarse a sus actividades diarias.

- Fase Post-operatoria tardía (2-6 semanas)

En ésta fase se continúan los objetivos de la primera fase, pero poco a poco se necesita ganar más amplitud para la rodilla.

Rehabilitación de prótesis de rodilla - segunda fase:

Ésta fase dura desde el día 21 hasta el día 45 después de la cirugía.

Tratamiento fisioterapéutico y ejercicios:

- Crioterapia diaria
- Electroterapia (TENS) en músculos que lo requiera
- Acondicionamiento muscular con la bicicleta estática con asiento alto
- Movilización activa libre: el paciente en sedente debe flexionar y extender la rodilla lo más que pueda y a tolerancia. También puede flexionar la cadera con rodilla extendida en decúbito supino, abducir la cadera con rodilla extendida en decúbito lateral, sentadillas, flexo-extensión de rodilla y tobillo.
- Potenciación muscular (excéntrico y concéntrico) con mayor peso, de cuádriceps, isquiotibiales, tríceps sural, aductores y abductores
- Movilización pasiva: flexo-extensión de rodilla según lo tolerado buscando la máxima amplitud articular
- Soporte de peso sin ayuda y con transferencia de peso (unipodal), control de giros.
- Subir y bajar escaleras sin aditamento
- Ejercicios de reeducación propioceptiva y equilibrio en balancín (bipodal, unipodal, sentadillas...)
- Reeducación de la marcha sin aditamentos
- Masoterapia descontracturante de todo miembro inferior
- Movilización de tejidos blandos y cicatriz
- Estiramiento pasivo de músculos de miembro inferior

- Fase Intermedia (7-13 semanas)

Tratamiento fisioterapéutico y ejercicios:

- Continuar con los ejercicios de la fase anterior, con más peso y más repeticiones.
- Acondicionamiento neuromuscular en bicicleta estática con asiento bajo
- Subir escaleras con pesos en el tobillo
- Ejercicios propioceptivos y de equilibrio con mayor dificultad
- Ejercicios concéntricos y excéntricos manteniendo la posición por 5 segundos
- Reeducar la marcha y superar obstáculos
- Estiramientos de músculos de miembro inferior

- Fase Avanzada (14-26 semanas)

Ya a partir de ésta fase los objetivos se plantean son más avanzados y se busca el logro de la independencia de la persona y la prevención de futuras lesiones.

Tratamiento fisioterapéutico y ejercicios:

- Continuar con los ejercicios de la fase anterior, con más peso y más repeticiones.
- Acondicionamiento neuromuscular en bicicleta estática con asiento bajo y aumentar resistencia y velocidad
- Subir escaleras con pesos de tobillo y con mayor velocidad
- Ejercicios concéntricos y excéntricos manteniendo la posición por más de 10 segundos
- El paciente debe ser capaz de caminar libremente sin alteraciones de posturas o desequilibrio
- Estiramientos de músculos de miembro inferior

Ya en ésta última etapa, algunos pacientes pueden ser capaces de practicar deportes como golf, natación, bicicleta, entre otros, que no impacten fuertemente en la articulación (Jain, Lee, Morey, Morey, Chong, Kang y Kim, 2017). La actividad sexual puede reiniciar entre la semana 4 y 12 luego de la cirugía, siempre teniendo cuidado con posturas que puedan luxar la articulación (Junquera, 2016). Cuando el paciente sea independiente en la transferencia de peso con mayor seguridad y sin aditamentos puede conducir un vehículo (Junquera, 2016). Los ejercicios realizados durante la terapia es un programa a largo plazo, el paciente no debe descuidar la

actividad física que le permite mantener su estado funcional óptimo. (Jain, Lee, Morey, Morey, Chong, Kang y Kim, 2017)

2.1.2 Artrosis

La artrosis es una enfermedad articular degenerativa caracterizada por un deterioro progresivo del cartílago hialino acompañado de alteraciones sinoviales y del hueso subcondral. Probablemente no se trata de una sola enfermedad sino de un grupo heterogéneo de patologías con distinta etiología y pronóstico, pero con manifestaciones clínicas, anatomopatológicas y radiológicas comunes (Beltrán, Belmonte y Lerma, 2008).

El Instituto Mexicano del Seguro Social en el 2014, muestra la evidencia de la existencia de factores considerados de riesgo para osteoartrosis. Entre los que destacan:

- Edad ≥ 65 años
- Obesidad
- Sexo femenino
- Actividad laboral y/o ejercicio de alto impacto
- Traumatismos
- Mala alineación articular
- Genéticos
- Metabólicos
- Debilidad muscular
- Velocidad de la marcha
- Acortamiento de miembros pélvicos

Según el Instituto Mexicano del Seguro Social en el 2014 los factores de riesgo que favorecen la aparición de osteoartrosis en rodilla son:

a) Modificables:

- Sobrecarga articular
- Obesidad
- b) Parcialmente modificables
 - Trauma mayor
 - Defectos propioceptivos
 - Atrofia de Cuádriceps
 - Enfermedad inflamatoria articular
- c) No modificables
 - Edad
 - Sexo
 - Raza
 - Trastornos endócrinos o metabólicos
 - Factores genéticos
 - Trastornos congénitos o del desarrollo

Los factores que favorecen la progresión de la osteoartrosis son (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014):

***Parcialmente Modificables**

- Sobrepeso
- Obesidad
- Baja ingesta de vitamina C
- Sedentarismo

***No modificables**

- Sexo
- Raza

2.1.3 Estabilidad

La estabilidad puede ser entendida como la capacidad de un cuerpo de mantener el equilibrio, es decir de evitar ser desequilibrado. También se ha descrito a la estabilidad como la propiedad de volver a un estado inicial previo a la perturbación.

En este sentido la estabilidad postural puede ser definida como la habilidad de mantener el cuerpo en equilibrio, manteniendo la proyección del centro de masas dentro de los límites de la base de sustentación (Grupo Sobre Entrenamiento, 2013).

Esta definición está más relacionada con una definición de la estabilidad corporal en condiciones estáticas, que no presenta una correlación con las demandas de estabilidad durante la ejecución de tareas motrices asociadas a las actividades deportivas o funcionales. Por lo que parece existir una clara diferenciación entre la estabilidad postural en situaciones estáticas y la estabilidad postural funcional durante la ejecución de una tarea motriz dinámica (Grupo Sobre Entrenamiento, 2013).

Tipos de estabilidad (Grupo Sobre Entrenamiento, 2013):

- Estabilidad Estática. Profundizando esta diferenciación podríamos definir a la estabilidad postural estática como el mantenimiento del equilibrio y estabilidad sobre una base de sustentación firme, fija e inamovible.

- Estabilidad Dinámica. Mientras que la estabilidad dinámica puede definirse como la demanda sobre un individuo para mantener su estabilidad luego de un cambio de posición o locación (es decir una transición dinámica estática de la base de sustentación).

- Estabilidad Articular. Tomando estas definiciones y puntos de vista podemos diferenciar aún más las posibilidades de estabilización y por ende la demanda a los sistemas involucrados en la estabilidad de manera diferente, incluyendo el concepto de estabilidad estática inestable, como el mantenimiento de la estabilidad postural estática sobre una base de sustentación firme y fija, pero sobre una superficie de sustentación inestable.

Ahora bien, en relación a la estabilidad articular podemos decir que esta puede definirse como el estado en que una articulación permanece o retorna inmediatamente a su alineación óptima a través de una ecualización de fuerzas (externas e internas).

2.1.3.1 Sistemas estabilizadores en rodilla

a) Sistema estabilizador pasivo

A continuación, se describen los tipos de estabilidad (Universidad Santa Paula, 2014):

- Estabilidad frontal por acción de los ligamentos laterales.
- Estabilidad sagital por acción del eje central: ligamento cruzado anterior (LCA) y posterior (LCP); el primero garantiza que no se produzca subluxación tibial anterior durante la flexión, y el segundo que no se produzca subluxación posterior durante la extensión.
- Estabilidad de la rotación en extensión, merced a la tensión de todas las estructuras ligamentarias, por encaje del macizo de las espinas tibiales en la escotadura intercondílea, bloqueando de ese modo la rodilla.
- Estabilidad de la rotación en flexión por enrollamiento del pivote central en rotación interna y de los ligamentos laterales en rotación externa.

b) Sistema estabilizador activo

Aparato extensor formado por la continuidad del cuádriceps, la rótula y el tendón rotuliano (Universidad Santa Paula, 2014).

La estabilización activa y pasiva solo se pueden alcanzar a la perfección en un miembro inferior con centrado normal (Universidad Santa Paula, 2014).

Una desviación angular acentuada precipita la claudicación del sistema a raíz de la gran magnitud de las fuerzas que se aplican contra una superficie estimada entre 765 y 1.150 mm² (Universidad Santa Paula, 2014):

- De 1,3 a 1,8 veces el peso del cuerpo durante la marcha llana.

- De 5 a 7 veces al subir o bajar escaleras.
- Hasta 20 veces durante una práctica deportiva.

2.1.4 Sistema Vestibular

El sistema o aparato vestibular es el órgano sensorial que produce sensaciones relacionadas con el equilibrio (Figura 12). Se compone de un laberinto óseo que contiene el laberinto membranoso; este último es el verdadero receptor (Guyton, 1985).

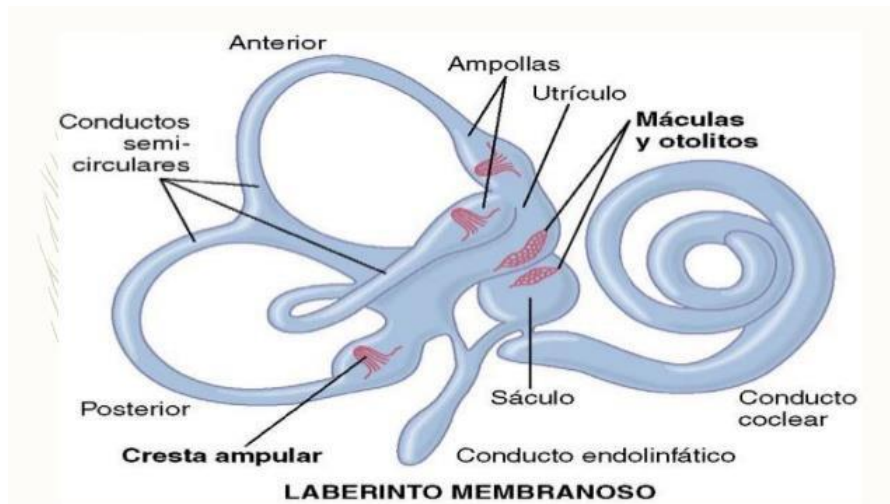


Figura 12. Aparato vestibular; laberinto membranoso.
(Castillo, 2014)

En la parte superior de la figura 12 se muestra el laberinto membranoso, formado principalmente por el caracol, los conductos o canales semicirculares, y dos cámaras grandes que se llaman utrículo y sáculo. El caracol interviene en la audición y no tiene que ver con el equilibrio. Sin embargo, el utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares son de enorme importancia en el mantenimiento del equilibrio y la estabilidad (Guyton, 1985).

En la pared del utrículo y del sáculo hay una pequeña zona de poco más de 2 mm de diámetro llamada mácula. Cada una de estas máculas es una zona sensible para

descubrir la orientación de la cabeza en relación con la tracción de la gravitación, o de otras fuerzas aceleradoras (Guyton, 1985).

Cada mácula está cubierta de una capa gelatinosa en la cual están incluidos pequeños cristales de carbonato de calcio llamada otoconia. La mácula también tiene millares de células ciliadas que proyectan los cilios hacia arriba penetrando en la sustancia gelatinosa (Guyton, 1985).

Sus células sensoriales generan impulsos que llegan hasta el cerebelo, lo que nos permite mantener el equilibrio a pesar de que realicemos desplazamientos, giros o aceleraciones (Guyton, 1985).

El sistema vestibular es sensible a dos tipos de información: la posición de la cabeza en el espacio y los cambios repentinos en la dirección del movimiento de ésta (De la Cuerda, Piedrola y Page, 2017). Determinados circuitos del troco encefálico controlan los movimientos de los ojos y de la cabeza. La corteza cerebral (materia gris) utiliza la información que le proporciona el aparato vestibular (mide la aceleración y la inclinación) para generar una medida subjetiva del automovimiento y una percepción del mundo externo (De la Cuerda, Piedrola y Page, 2017).

2.1.5 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (PNF, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) es una filosofía y un concepto terapéutico. Como filosofía la PNF no tiene limitaciones de tiempo ni de edad, y el concepto terapéutico es un proceso de crecimiento continuo.

La PNF ha sido uno de los conceptos terapéuticos más reconocidos desde la década de 1940. El Dr. Kabat y Margaret (Maggie) Knott iniciaron estas técnicas y procedimientos terapéuticos y siguieron expandiéndolos y desarrollándolos cuando se mudaron a Vallejo, California en 1947 (Adler, Beckers y Buck, 2012).

Al principio trataron con este método principalmente a pacientes con esclerosis múltiple y poliomielitis. A medida que fueron ganando experiencia se hizo evidente que este abordaje terapéutico también era efectivo en pacientes con muchos otros problemas. Hoy se utiliza este método en pacientes con enfermedades neurológicas, traumáticas y ortopédicas.

Definición y filosofía de la PNF (Adler, Beckers y Buck, 2012):

- Facilitación: hacerlo más fácil.
- Neuromuscular: pertinente a los nervios y a los músculos.
- Propioceptiva: asociada a cualquiera de los receptores sensoriales que transmiten la información concerniente al movimiento y a la posición corporal.

De acuerdo con esta filosofía, existen determinados principios que son fundamentales de la PNF (Adler, Beckers y Buck, 2012):

- La PNF es un abordaje integrado: cada tratamiento se enfoca en la persona como una totalidad, no sólo en un segmento de su cuerpo o un problema específico.
- Teniendo en cuenta el potencial existente y no explorado de los pacientes, el terapeuta siempre se enfocará en movilizar sus reservas.
- El enfoque del tratamiento es positivo, reforzando y utilizando lo que el paciente puede hacer, tanto en los niveles físicos como psicológicos.
- El objetivo principal de cualquier tratamiento es ayudar a los pacientes a alcanzar su nivel de funcionalidad más alto.
- Con el objetivo de alcanzar el mayor nivel de funcionalidad, el terapeuta debe integrar los principios del control y del aprendizaje motor. Se incluye el tratamiento en el nivel de estructuras corporales, en el nivel de actividad, así como en el nivel de participación (Clasificación Internacional de Funcionamiento o CIF de la OMS).

Filosofía de la PNF (Adler, Beckers y Buck, 2012):

1. Enfoque positivo: sin dolor, objetivos posibles, predisposición al éxito, tratamientos directos.
2. Mayor nivel de funcionalidad: abordaje funcional, CIF, incluye el tratamiento de las estructuras corporales y el nivel de actividad.
3. Moviliza el potencial del paciente a través de un entrenamiento intensivo: participación activa, aprendizaje motor, autoentrenamiento.
4. Considera al ser humano como un todo: se incluyen los factores ambientales, personales, físicos y emocionales.
5. Utilización de los principios del control y aprendizaje motor: repetición en contextos diferentes; se representan las etapas del control motor, variabilidad de la práctica.

2.1.6 Análisis de movimiento

La planificación y el control minucioso de la carga es el eje central del proceso de rehabilitación (Dietrich, Klaus y Klaus, 2007).

Previo a esto, es importante hacer un diagnóstico funcional con conocimientos kinésicos.

Se toman los siguientes componentes esenciales de la carga (Dietrich, Klaus y Klaus, 2007):

- a) Volumen
- b) Intensidad
- c) Direccionalidad

a) Volumen.

Es la cantidad de trabajo que se le da al paciente.

Se mide en tiempo o repeticiones en sesiones o ciclos de sesiones.

La cantidad también está relacionada con la dificultad coordinativa y la velocidad de ejecución.

Ejemplo: Ejercicio - Sentadilla

Volumen - 3 Series de 6 Repeticiones.

b) Intensidad.

Es la velocidad de los desplazamientos.

Se mide en tiempo y en velocidad de desplazamiento angular.

Conforma parte de la carga total.

Ejemplo: Ejercicio - Sentadilla,

Volumen - 3 Series de 6 Repeticiones

Intensidad - 3 segundos de duración de cada repetición

c) Direccionalidad.

Es el objetivo coordinativo del proceso de rehabilitación. Es la intención, el lugar donde queremos llegar. La materia del proceso de enseñanza aprendizaje.

Se mide en dificultad coordinativa. Conduce toda la estrategia de readaptación.

Ejemplo: Ejercicio - Sentadilla,

Volumen - 3 Series de 6 Repeticiones

Intensidad - 3 segundos de duración de cada repetición

Direccionalidad – Fortalecimiento de miembros inferiores para mayor rendimiento deportivo.

2.1.7 Huella Motriz

Cuando una persona sufre una lesión, ya sea muscular, articular u ósea, se produce una alteración de los movimientos automáticos grabados a nivel subcortical. A esta alteración se le conoce como huella motriz (González, 2011). Denominada así por el filósofo y psicólogo estadounidense William James.

Componentes de la huella motriz.

Durante este proceso, existen varias alteraciones a nivel subcortical (Avilés, Ruiz, Navia, Rioja y Rivas, 2014):

- Alteración de los automatismos preexperimentados. Modificación de las respuestas preprogramadas para proteger la estructura en vías de reparación.
- Evocación del evento traumático. Referencia al evento traumático que inhibe la elección de algunos automatismos peligrosos para la evolución de la lesión.

2.1.7.1 La huella motriz en las diferentes lesiones

- La huella motriz en lesiones articulares. Está muy presente la evocación. Importante alteración de los automatismos preexperimentados (García, 2019).
- La huella motriz en lesiones musculares. Predomina un importante componente evocativo. Si son agudas no estará muy presente, si son crónicas será la causa, ya que, al no reeducar el movimiento correcto, el erróneo generado por la alteración se graba a nivel subcortical y se vuelve un automatismo (García, 2019).
- La huella motriz en lesiones por sobreuso. El componente evocativo es de baja incidencia. Alto componente de alteración de los automatismos preexperimentados (García, 2019).

2.1.7.2 Metodología de trabajo sobre la huella motriz

Existen dos tipos de ejercicio, los cuales se clasifican según el control psicomotriz (García, 2019):

- Ejercicios con control cortical. Son funcionales cuando existe una alteración de los automatismos preexperimentados causada por una lesión. Son los primeros ejercicios que se deben hacer dentro de la rehabilitación de una lesión. Se le enseña al paciente cómo hacer el movimiento para que después él lo realice con voluntad y conciencia del movimiento. Se realiza sin llegar a la fatiga, ya que esto genera incoordinación y se pierde el propósito de estos ejercicios.

- Ejercicios con control subcortical. Evocación del evento traumático. Una vez regrabados los automatismos preexperimentados a nivel cortical se empieza a trabajar con ejercicios a nivel subcortical, los cuales simulan situaciones reales del paciente. Al trabajar este tipo de ejercicios hay miedo por parte del paciente, ya que al hacerlo hay una inhibición de automatismos.

2.1.7.3 Momentos de la automatización del gesto

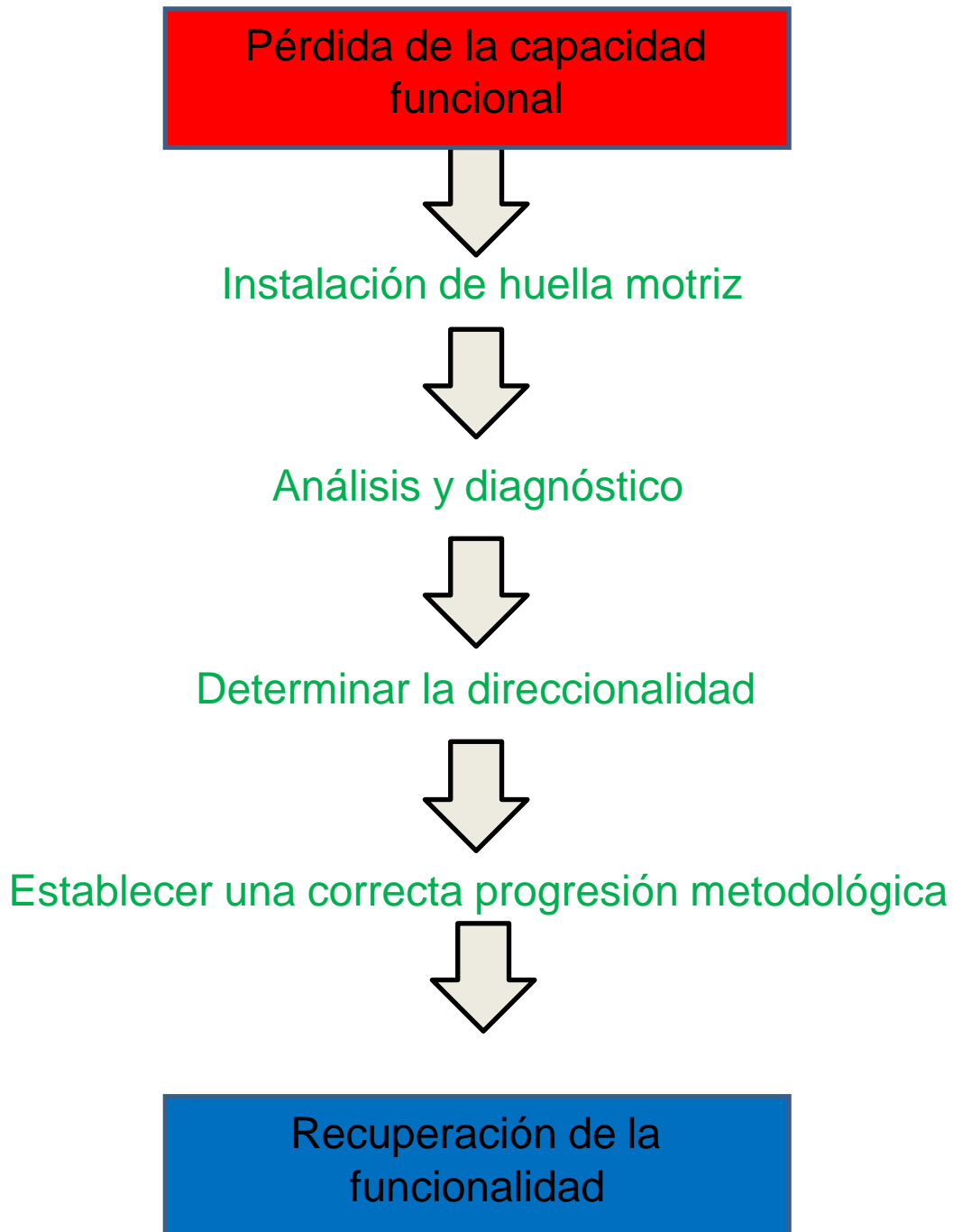
- Momento previo al gesto. El objetivo es poner al paciente en condiciones de realizar el gesto. Para esto es necesario resolver el síntoma y estimular la fuerza (García, 2019).

- Momento Cortical. El inicio del aprendizaje motor. Se comienza a grabar el gesto sobre la base de la ejecución correcta y la repetición (García, 2019).

- Momento Subcortical. A partir de haber grabado correctamente el gesto en el Sistema Nervioso con control cortical se incrementa la experiencia motriz aumentando los niveles de dificultad (García, 2019).

- Momento Subcortical integrado a la función. Comienza a realizar el gesto automatizado en el marco de la función. El desplazamiento horizontal del Centro de Gravedad (García, 2019).

El proceso de readaptación debe aumentar la capacidad manejando de manera muy precisa la carga y la direccionalidad.



Elaboración propia basada en García, 2019

2.1.8 Envejecimiento y estabilidad

Durante todo el proceso del envejecimiento, existen múltiples cambios estructurales, morfológicos y funcionales. Esto produce una serie de modificaciones en el organismo de los adultos mayores, que les obliga a adaptarse en todos los aspectos de su vida. Se producen de manera más acentuada a partir de la quinta y sexta década de vida (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

2.1.8.1 Sistema musculoesquelético

- Fuerza Muscular. Disminuye con la edad y ha sido definida como la cantidad de fuerza producida durante una única contracción máxima de un músculo. Existe una reducción casi del 40-50% de la musculatura del miembro inferior (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

- Resistencia. Definida como la capacidad del músculo para contraerse continuamente a niveles submáximos, se mantiene en mejor estado que la fuerza muscular, aunque también disminuye. La reducción de la masa muscular es mayor en los miembros inferiores que en los superiores y se caracteriza por la pérdida de fibras musculares de tipo I (utilizadas para el control postural) y de tipo II (empleadas para las carreras de velocidad) (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

A medida que avanza la edad, el tejido adiposo sustituye a las fibras musculares tipo I y II. De igual forma, también existe una disminución de las unidades motoras, que provoca un enlentecimiento de la activación muscular (Adams, 1971).

Además, aparecen alteraciones en el funcionamiento muscular debido a que la fuerza máxima isométrica disminuye, los músculos se fatigan rápidamente y el ritmo para mantener y realizar la tensión muscular es más bajo (Adams, 1971).

- Articulaciones. Existe una disminución articular y pérdida de la flexibilidad en la columna vertebral. Se acentúa con la edad y se produce una reducción del 50% en la extensión en personas mayores de entre 70-84 años. Además, la presencia de alteraciones estructurales en los discos y cuerpos vertebrales de la columna da

lugar a una postura de flexión cada vez mayor, lo que debilita la musculatura del tronco e impide la corrección de la posición (Adams, 1971).

De igual modo, la disminución de la flexibilidad puede desencadenar cambios en el alineamiento postural, que provocan alteraciones en el centro de gravedad, y, por tanto, una realineación de otros segmentos corporales para compensar (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017). Esto se traduce en un aumento de la cifosis torácica con aplanamiento de la curvatura lumbar e inclinación posterior de la pelvis o bien en un incremento compensador de la lordosis lumbar (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

Junto a estos cambios, en los adultos mayores, puede aparecer una postura con flexión de cadera y rodilla, junto con una flexión dorsal de la articulación del tobillo (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Cuando la columna dorsal se mantiene en posición de cifosis, los miembros superiores se mantienen por delante del cuerpo si la persona está relajada. Esto provoca un mayor desplazamiento anterior del centro de gravedad, da lugar a un cambio en el equilibrio y obliga a colocar los brazos hacia atrás para compensar (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

En los miembros inferiores aparece una recolocación de la rodilla y del tobillo para mantener la postura lo más erecta posible; se reduce la longitud de los miembros inferiores y desciende el centro de gravedad en relación con la base de apoyo, aumentando de este modo la estabilidad (Adams, 1971).

2.1.8.2 Sistema Neuromuscular

Los cambios durante la posición estática participan en el sistema neuromuscular en el control postural coordinando las fuerzas de manera eficaz para regular la posición del cuerpo en el espacio. De este modo, la interacción entre los sistemas sensoriales y motores favorece los ajustes posturales necesarios para mantener el equilibrio (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

Estos ajustes originan una serie de fuerzas posturales que producen el movimiento del centro de presión para mantener la postura y el equilibrio. Durante el envejecimiento existe una disminución del equilibrio en las personas mayores, junto a cambios en la velocidad de balanceo y variaciones en el centro de presión (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2014).

Así, las personas mayores tienden a presentar mayor balanceo de manera espontánea. Pero es preciso señalar que su estabilidad puede variar con los ojos abiertos o cerrados durante pruebas de estabilidad estática (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

Las respuestas y adaptaciones motoras ante las perturbaciones del entorno en muchos adultos mayores presentan cambios en los sistemas de control postural que provocan dificultad para mantener el equilibrio. Entre estos cambios aparecen debilidad muscular, retraso en el tiempo de activación de los músculos sinergistas en respuesta a la inestabilidad y dificultad para adaptar movimientos y mantener el equilibrio como respuesta ante las demandas del ambiente y las tareas (Earle y Beachle, 2008).

La postura estática de las personas mayores, ante determinadas perturbaciones externas, como empujar, tirar, inclinar, etc., responde con patrones de compensación y adaptación al medio. Estos patrones están mediados por el reflejo vestibuloespinal que mantiene la estabilidad postural estática y dinámica gracias a la contracción de músculos agonistas y antagonistas, conservando de este modo el equilibrio (Earle y Beachle, 2008).

2.1.8.3 Sistemas sensoriales

Para mantener la estabilidad y producir una respuesta motora apropiada, es necesaria la integración de toda la información sensorial (somatosensorial, visual, auditiva y vestibular). Durante el envejecimiento se produce un declive en los sistemas sensoriales de la estabilidad (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

Una muestra de esto es que algunas personas mayores presentan alteraciones y una disminución en la sensibilidad para identificar vibraciones, presión y sensibilidad

táctil (Doma, Grant y Morris, 2018). Además, también se produce una disminución de la agudeza y del campo visual (ojos cerrados), el equilibrio disminuye, por lo que aumenta el balanceo en posición estática. (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

De igual modo, existe un declive en la función vestibular, que provoca alteraciones en la organización y respuesta de los estímulos que proceden de los sistemas visuales y somatosensorial. Así, la presencia de grandes estímulos podría provocar en los adultos mayores respuestas desorganizadas y lentas que causarían respuestas posturales inadecuadas o escasas (Mirella, 2009).

2.1.8.4 Respuestas anticipatorias en presencia de cambios posturales

Ante determinadas situaciones, los procesos anticipatorios posibilitan la adopción de respuestas motoras para el control de la estabilidad. Estos ajustes suelen usarse de una manera activocognitiva más que reactivaautomática para estabilizar el cuerpo antes de llevar a cabo un movimiento voluntario (caminar, levantarse, cambios de sedestación a bipedestación, tirar) (Mirella, 2009).

De este modo, muchas personas mayores presentan dificultades para anticipar ajustes en la postura de manera adecuada, lo que se traduce en una respuesta más lenta e ineficiente (Levante-El Mercantil Valenciano, 2018).

2.1.8.5 Tareas dependientes de la estabilidad

Mantener la estabilidad depende de la capacidad individual, las demandas de la tarea y las estrategias utilizadas. Durante el envejecimiento estas capacidades disminuyen, pero son compatibles con su funcionamiento. En el caso de las personas mayores, pueden existir dificultades en la realización de las tareas cuando haya que llevar a cabo múltiples simultáneamente (De la Cuerda, Piedrola, y Page, 2017).

Al realizar muchas actividades diarias, las personas deben adoptar diferentes disposiciones del cuerpo, orientaciones y movimientos que permitan una postura

vertical, mientras se mantienen estables para poder realizar otras tareas como caminar, hablar o manipular (Levante-El Mercantil Valenciano, 2018).

2.2 Marco Legal

El día 22 de Agosto de 2019 se le invitó a la participante a leer el documento de consentimiento informado; firmando y aceptando los lineamientos que establece para autorizar su participación en el estudio, así como la utilización de información recolectada por el investigador del proyecto en la elaboración de análisis y comunicación de estos resultados.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Método de Investigación

El investigador realizó un método de investigación mixto donde involucró variables cuantitativas y cualitativas, las variables cuantitativas fueron analizadas con el programa EXCEL, mientras que las variables cualitativas fueron analizadas en una tabla de categorización de respuestas de un cuestionario cerrado respondido por la paciente.

3.2 Metodología

El día 22 de Agosto de 2019 la paciente ingresó a tratamiento experimental recuperación de estabilidad después de haber recibido terapia tradicional por 6 meses sin haber obtenido avance significativo.

Los signos y síntomas que presentaba eran:

Síntomas:

- Dolor en la rodilla
- Molestia al tacto

Signos:

- Dificultad para flexionar la rodilla
- Dificultad para estar en pie
- Inflamación y eritema en la rodilla

La paciente fue sometida a un régimen de 3 sesiones de 2 horas por semana durante 3 meses. Las cuales se basaban en un protocolo estándar de rehabilitación (Hielo, electroestimulación, masaje) durante 40 minutos, y ejercicios de contracción isotónica concéntrica y propiocepción durante 1 hora.

Se le tomaron medidas a priori y posteriori de nivel de estabilidad, rangos de movilidad articular, medidas antropométricas y se le aplicó el cuestionario WOMAC para conocer la sintomatología que ella presentaba.

Los datos fueron analizados y la información obtenida fue utilizada para la comprobación de la hipótesis.

3.3 Universo y Muestra

La fase experimental del presente estudio fue realizada en el Centro de Salud Físico Integral (CeSFI) de la facultad de Cultura Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), ubicada en Av. San Claudio esq. 24 sur Jardines de San Manuel, Ciudad Universitaria, 72592 Puebla, Pue., y cuyo periodo de realización fue de agosto a noviembre del 2019.

De los 4 pacientes atendidos al momento, solamente la paciente resultaba elegible para el método experimental recuperación de estabilidad. El estudio de caso lo compuso una persona del género femenino de 71 años de edad intervenida de artroplastia total de rodilla. Esta paciente tenía un año de haber tenido la operación cuando se empezó este estudio.

La paciente accedió a firmar el consentimiento informado y actualmente continua con el tratamiento.

El diseño de investigación es un estudio experimental controlado.

La duración del estudio fue de 13 semanas, realizándose mediciones en 4 momentos. La primera medición se realizó antes de comenzar el programa de ejercicios. Éste corresponde con la primera semana de rehabilitación. La segunda medición se realizó al término del mes de septiembre, correspondiente a la semana 6. La tercera medición se realizó a finales del mes de octubre, correspondiente a la semana 10. Y la cuarta medición se realizó un día después del último día de tratamiento, correspondiente a la semana 13.

3.3.1 Participante

Edad	71 años
Ocupación	Ama de casa
Estatura	1.45 m
Peso	46 kg

3.4 Instrumentos

El equipo utilizado que se describe a continuación sirvió para:

- Medir variables dependientes.
- Ajustar parámetros de entrenamiento.

a) Biobotix Labs

Se utilizó el goniómetro digital creado por Biobotix Labs, con el cual, mediante su sensor de movimiento Biobotix Sense (Figura 13), captura el rango de movimiento y el análisis biomecánico con ayuda de tecnología wearable. Así mismo, estos datos arrojados por el Biobotix Sense se fueron monitoreando y almacenando con ayuda de Biobotix Movil (Figura 14), una aplicación para celular que sirve como herramienta para que se visualice en tiempo real el rendimiento del paciente.

Todo esto con el objeto de medir los grados de flexión, extensión, abducción y aducción de cadera, flexión y extensión de rodilla, y flexión y extensión de tobillo.



Figura 13. Biobotix Sense.
(Biobotix Labs, 2019)



Figura 14. Biobotix Movil.
(Biobotix Labs, 2019)

b) Cinta Métrica

Se utilizó una cinta métrica universal (Figura 15) con una escala de 0 cm a 100 cm para valorar antropométricamente los siguientes parámetros:

- Cintura Mínima
- Onfálica Abdominal
- Cadera Máxima
- Muslo Máximo
- Muslo Medio
- Pantorrilla Máxima



Figura15. Cinta Métrica Universal.

c) Plicómetro

Se utilizó un plicómetro tipo Slim Guide (Figura 16) para calcular la grasa corporal a través de la medición de los siguientes pliegues cutáneos:

- Cresta Iliaca
- Supraespinal
- Abdominal
- Muslo Anterior
- Pantorrilla



Figura 16. Plicómetro Slim Guide.

d) Biodex Balance System SD

El Biodex Balance System SD (Figura 17) es una plataforma circular que se mueve libremente sobre los ejes X (anteroposteriores) e Y (medio-laterales) anañizando sus fuerzas, pero no sobre el eje Z (fuerza de reacción del suelo).

El Biodex Balance System es utilizado para entrenar y evaluar la estabilidad tanto dinámica como estática (Biodex, 2019).

Extremadamente versátil, es el único sistema que proporciona un programa rápido y preciso de detección y acondicionamiento de riesgos de caídas para adultos mayores; evaluación y entrenamiento de cadena cerrada, carga de peso para pacientes de extremidades inferiores, y agrega el componente de evaluación objetiva del equilibrio a un programa de manejo de conmociones cerebrales. (Biodex, 2019. Balance System™ SD)

La utilidad de esta plataforma fué para la valoración de la habilidad de la paciente para mantener la estabilidad postural dinámica. Se le valoró en el programa Fall Risk Testing (Figura 18), el cual mide y compara la velocidad de balanceo con los datos normativos para predecir el riesgo. El índice de velocidad de balanceo se deriva de la velocidad y la altura del paciente. (Biodex, 2019. Testing Modes)



Figura 17. Biodex Balance System SD.
(Biodex, 2019)



Figura 18. Pantalla de Fall Risk Testing. (Biodex, 2019)

Este test permite modificar la inestabilidad de la plataforma en un rango de 1 a 12, siendo el 1 el nivel más inestable y el 12 el más estable. De igual forma permite modificar el número de repeticiones, así como la duración de cada una.

En este estudio se realizó cada evaluación con los siguientes parámetros:

- Número de repeticiones: 3 en cada posición (monopodal y bípeda)
- Tiempo de cada repetición: 20 segundos
- Nivel de inestabilidad: De 12 a 8 en cada repetición

e) Cuestionario WOMAC (Índice de osteoartritis de las universidades de Western Ontario y McMaster)

Es un instrumento que evalúa la efectividad de la artroplastia total de cadera o de artrosis (Estrella, López y Arcila, 2014). En 1999 se realizó una primera traducción al español para la población afectada de osteoartrosis de cadera y rodilla, mientras que su validación se hizo en 2002. Desde entonces se ha utilizado en numerosos estudios de ámbito internacional (López, Martínez, Romero, Navarro y González, 2009).

El cuestionario está formado por 24 ítems agrupados en 3 escalas: dolor (0-20), rigidez (0-8), capacidad funcional (0-68). Los ítems se distribuyen de la siguiente manera:

- a. Las primeras ocho preguntas están relacionadas con el dolor.
- b. Seguidamente hay dos preguntas relacionadas con la rigidez de la articulación.
- c. El cuestionario termina con catorce preguntas relacionadas con la dificultad en realizar al sujeto las actividades de la vida diaria.

A pesar de su extensión, es el único instrumento específico encontrado que se ha adaptado en la población con esta enfermedad osteoarticular de cadera y de rodilla (Doma, Grant y Morris, 2018).

En este estudio se ha utilizado una versión reducida que sirve para evaluar la sintomatología y la discapacidad física del sujeto después de una ATR. Esta versión recoge 11 de los 24 ítems de la versión completa del cuestionario WOMAC.

A continuación, podemos observar la versión reducida del WOMAC 24:

El número seguido de la W corresponde al número de pregunta del cuestionario original.

1. W 3 (dolor por la noche en la cama).
2. W 4 (dolor al estar sentado o tumbado).
3. W 19 (dificultad cuando está tumbado en la cama).
4. W 21 (dificultad al estar sentado).
5. W 8 (dificultad al bajar las escaleras).
6. W 9 (dificultad al subir las escaleras).
7. W 2 (dolor al subir o bajar las escaleras).
8. W 7 (rigidez de día tras estar sentado o tumbado).
9. W 6 (rigidez al despertarse por la mañana).
10. W 18 (dificultad para quitarse medias o calcetines).
11. W 16 (dificultad para ponerse medias o calcetines).

3.4.1 Toma de medidas y variables

La toma de los datos personales, antropométricos, goniométricos, de estabilidad y el cuestionario de WOMAC se han realizado bajo estricta confidencialidad de la paciente.

Todas las medidas realizadas para el estudio se han obtenido en el Centro de Salud Físico Integral (CeSFI) de la Facultad de Cultura Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), con el previo consentimiento de la

paciente. Todas las pruebas se realizaron cuatro veces durante el estudio, una al principio, dos intermedias y una al final del tratamiento.

3.4.2. Variables medidas en el estudio

1. Variables cuantitativas goniométricas: Flexión, extensión, abducción y aducción de cadera, flexión y extensión de rodillas, flexión y extensión de tobillos.

2. Variables cuantitativas antropométricas: Valores de diámetros de cintura mínima, onfálica abdominal, muslo máximo, muslo medio, pantorrilla máxima, cadera máxima. Valores de pliegues cutáneos de cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pantorrilla. Siendo los de muslo anterior y pantorrilla los perímetros corregidos.

3. Variables cuantitativas de estabilidad: Posición bípeda sin apoyo en superficie inestable, posición monopodal sin apoyo en superficie inestable.

4. Variables cualitativas: Se aplicó el cuestionario WOMAC dos veces, la primera antes de iniciar el tratamiento y la segunda al final del tratamiento.

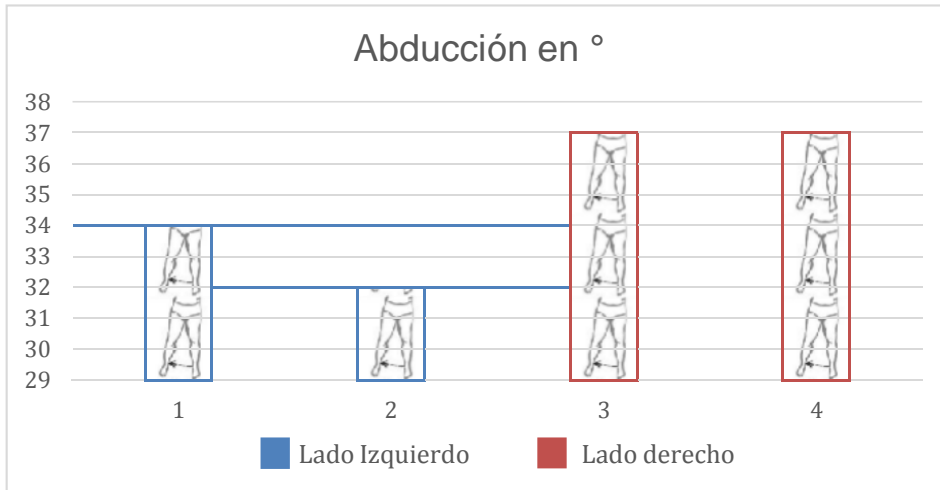
3.5 Estadística

Fecha: 22 de agosto de 2019

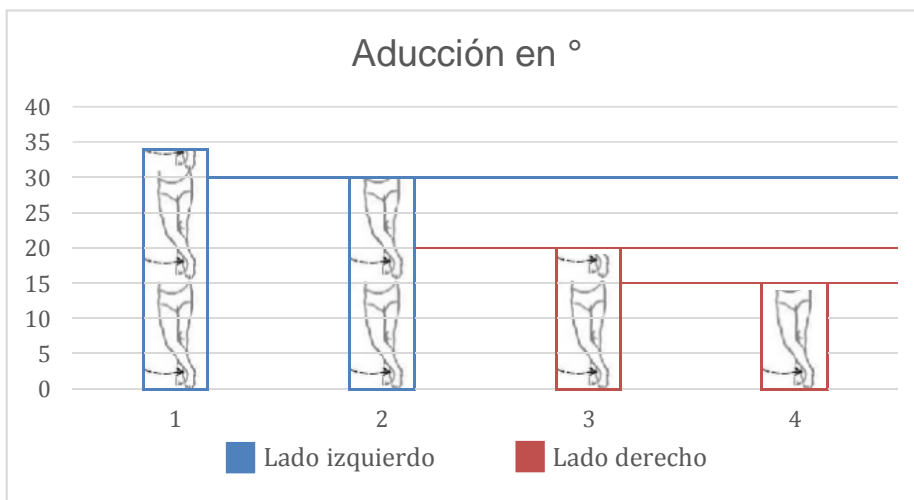
Goniometría

Articulación: Cadera

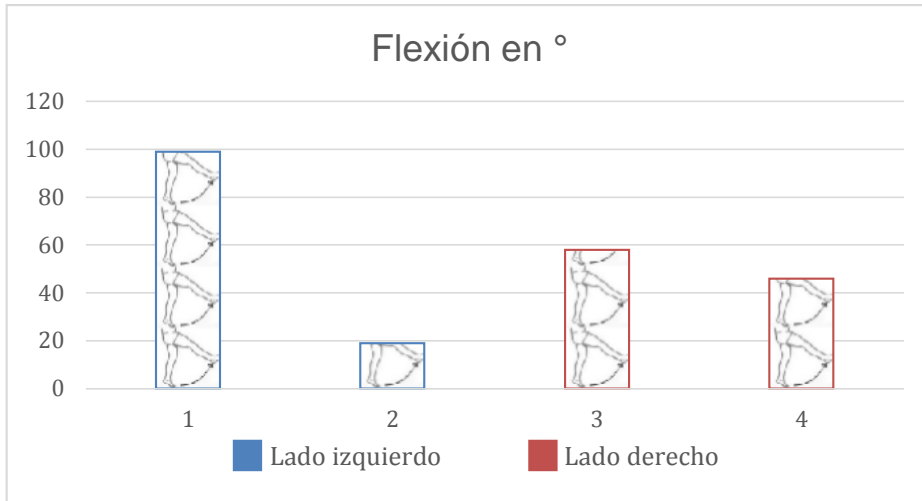
Tipo de movimiento	Movimiento	Movimiento	Movimiento	Movimiento
	Pasivo Izquierdo	Activo Izquierdo	Pasivo Derecho	Activo Derecho
Abducción	34°	32°	37°	37°
Aducción	34°	30°	19°	14°
Flexión	99°	75°	58°	46°
Extensión	14°	5°	6°	3°



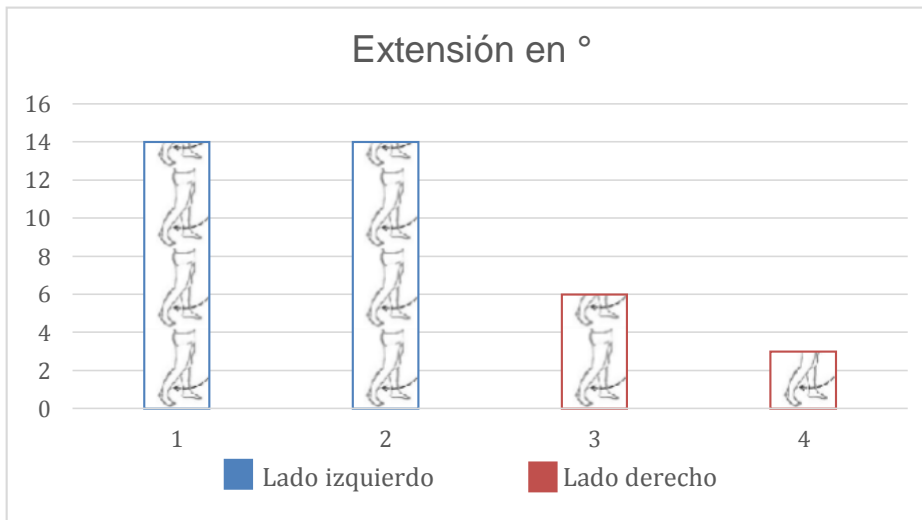
Gráfica 1. Grados de abducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



Gráfica 2. Grados de aducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



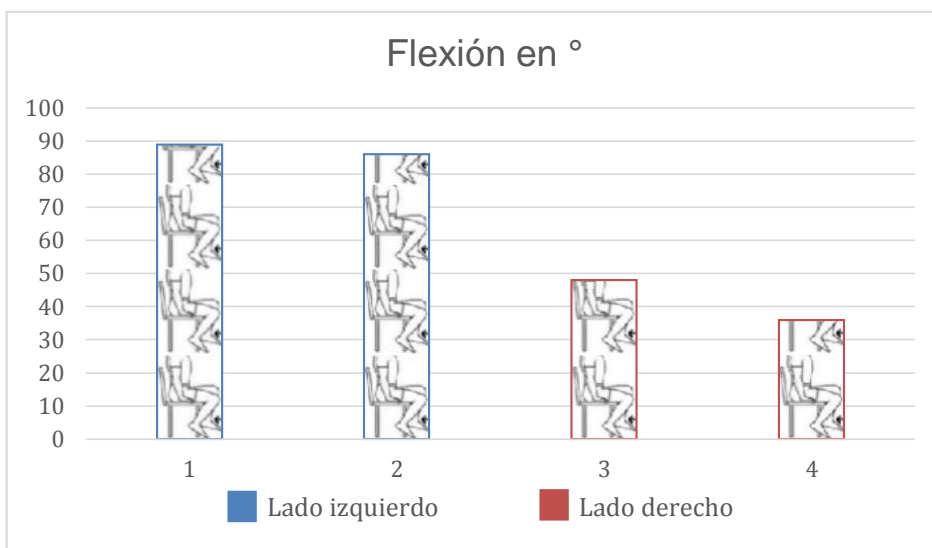
Gráfica 3. Grados de flexión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



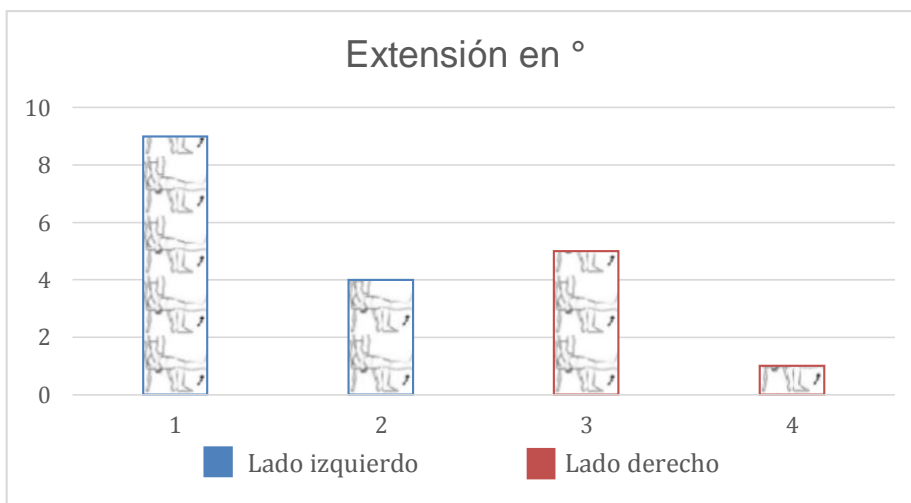
Gráfica 4. Grados de extensión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

Articulación: Rodilla

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	89°	86°	48°	36°
Extensión	9°	4°	5°	1°



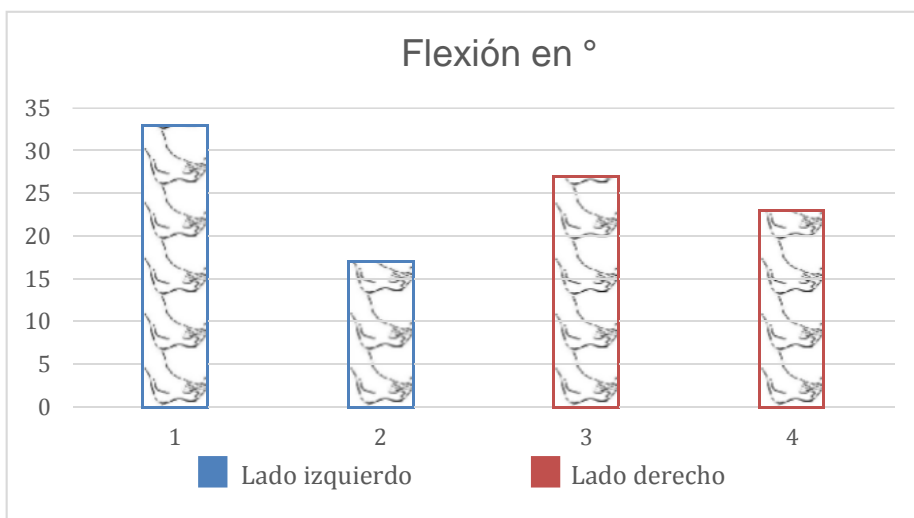
Gráfica 5. Grados de flexión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



Gráfica 6. Grados de extensión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

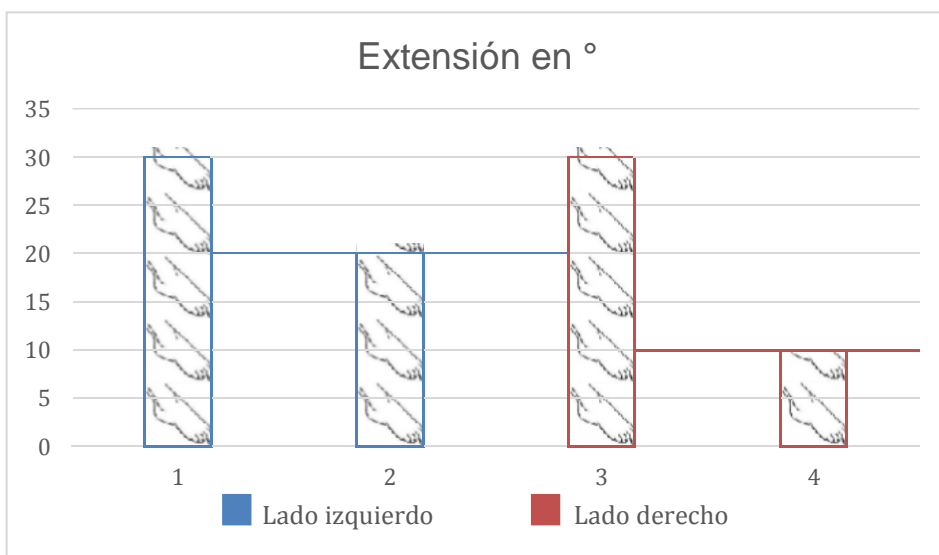
Articulación: Tobillo

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	33°	17°	27°	23°
Extensión	31°	21°	31°	10°



Gráfica 7. Grados de flexión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

Fuente propia.

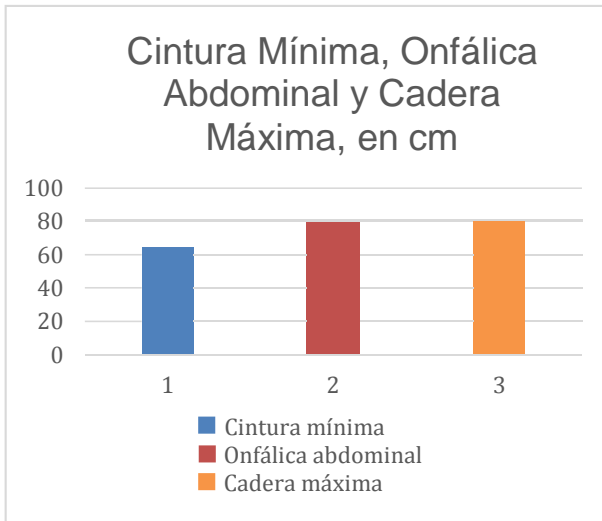


Gráfica 8. Grados de extensión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

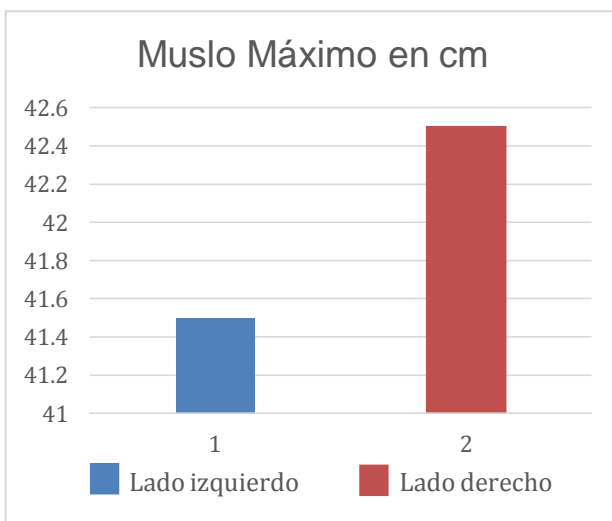
Fuente propia.

Antropometría

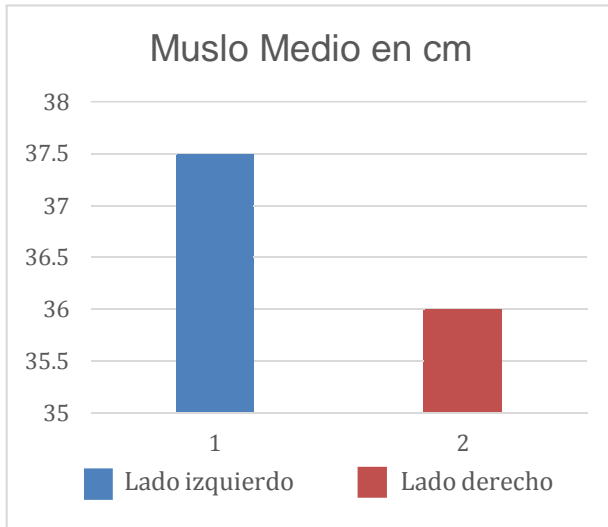
CIRCUNFERENCIA	IZQUIERDO	DERECHO
Cintura Mínima	64.7	
Onfálica Abdominal	80.4	
Cadera Máxima	80.5	
Muslo Máximo	41.5	42.5
Muslo Medio	37.5	36
Pantorrilla Máxima	27.5	28.1



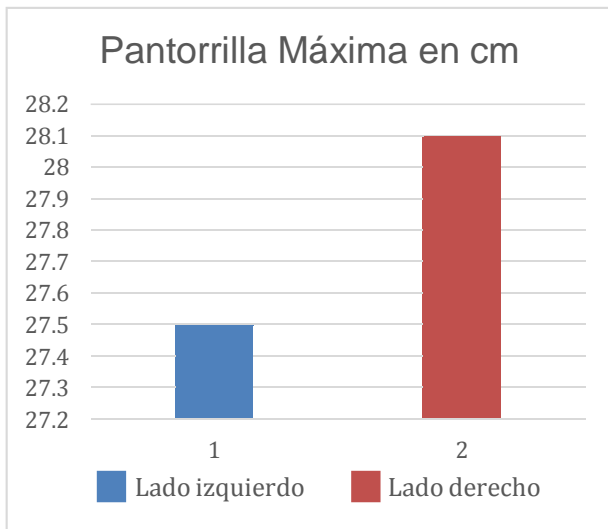
Gráfica 9. Circunferencia de Cintura Mínima (1), Onfálica Abdominal (2) y Cadera Máxima (3), en cm.
Fuente propia



Gráfica 10. Circunferencia de Muslo Máximo (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

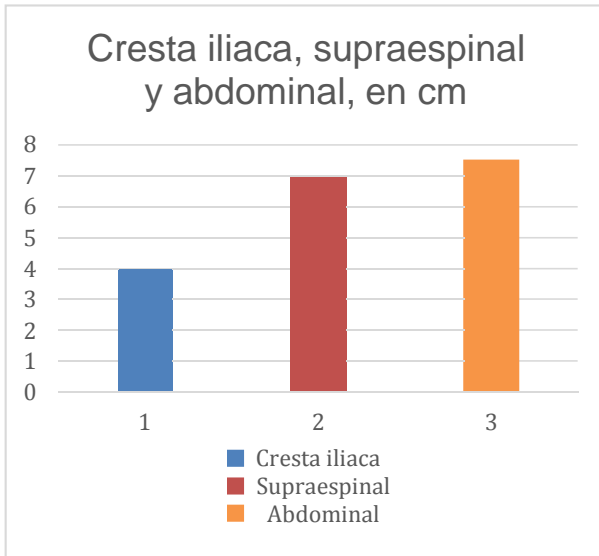


Gráfica 11. Circunferencia de Muslo Medio (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

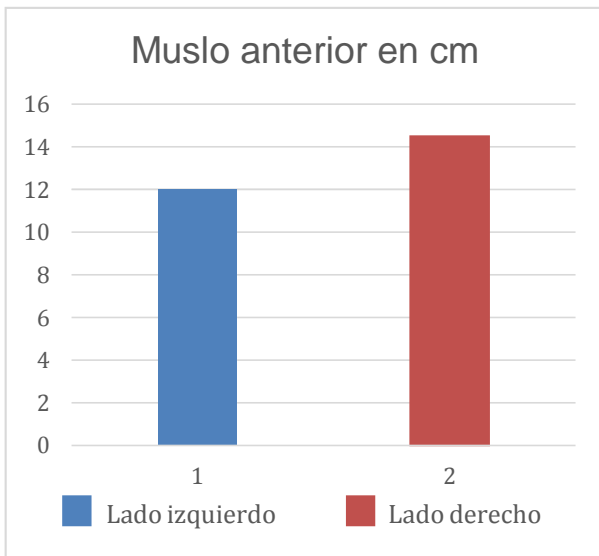


Gráfica 12. Circunferencia de Pantorrilla Máxima (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

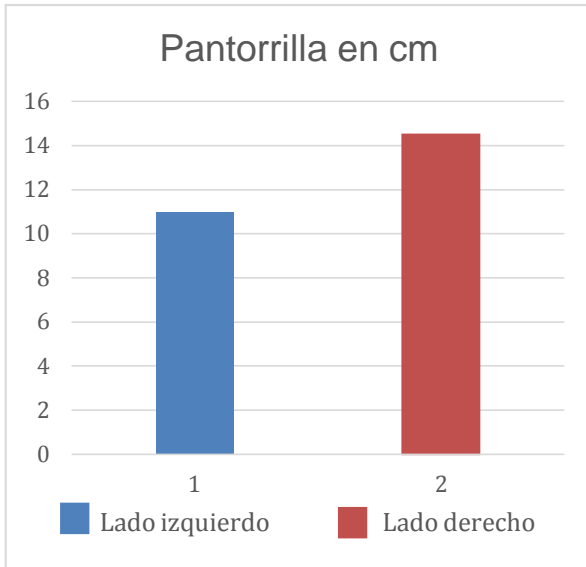
PLIEGUE CUTÁNEO	MEDIDA IZQUIERDA	MEDIDA DERECHA
Cresta Iliaca	4	
Supraespinal	7	
Abdominal	7.5	
Muslo Anterior	12	14.5
Pantorrilla	11	14.5



Gráfica 13. Pliegue cutáneo de Cresta Iliaca (1), supraespinal (2) y abdominal (3), en cm.
Fuente propia.



Gráfica 14. Pliegue cutáneo de Muslo Anterior 1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

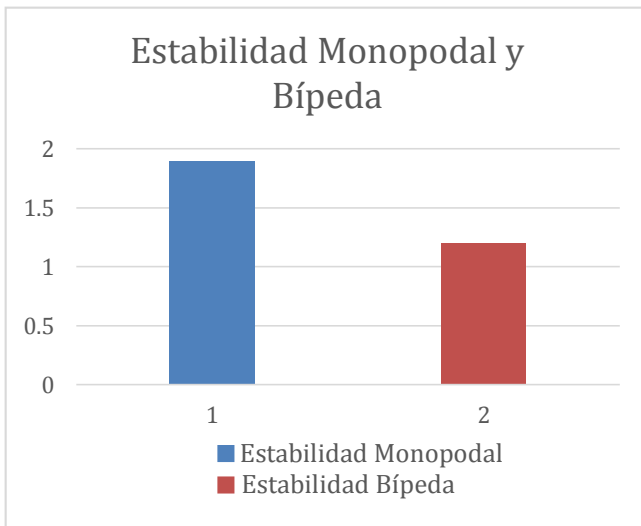


Gráfica 15. Pliegue cutáneo de Pantorrilla 1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

Estabilidad Tren Inferior

Monopodal: 1.9

Bípeda: 1.2



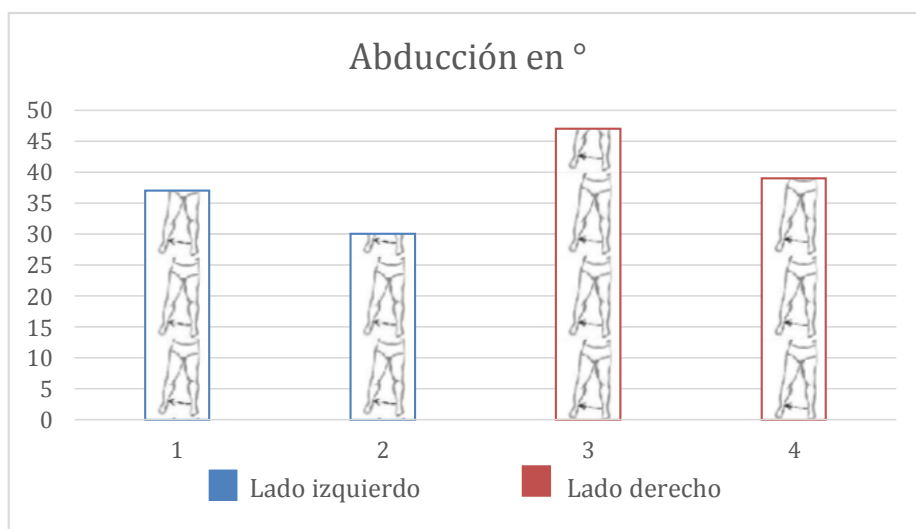
Gráfica 16. Nivel de Estabilidad Monopodal (1) y Bípeda (2), según datos de Biodex Balance System SD.
Fuente propia

Fecha: 01 de Octubre de 2019

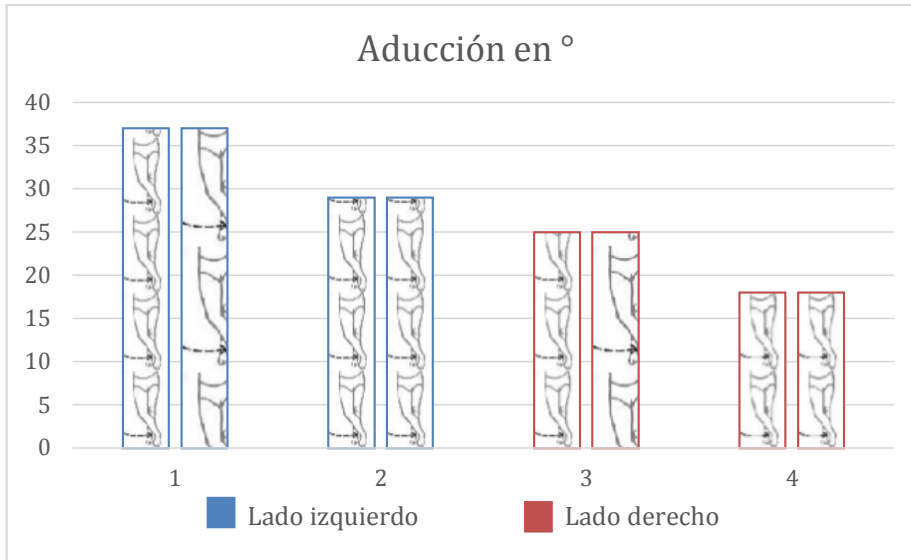
Goniometría

Articulación: Cadera

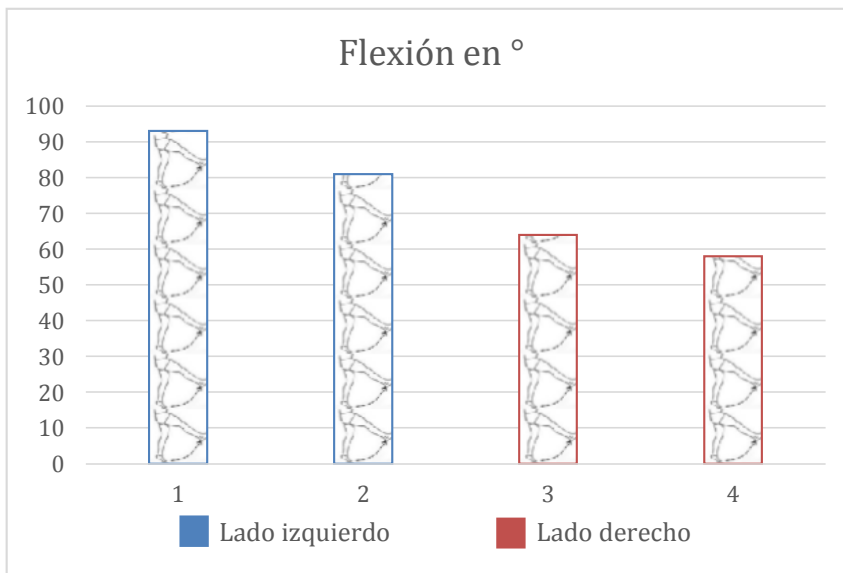
Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Abducción	37°	30°	47°	39°
Aducción	37°	29°	25°	18°
Flexión	93°	81°	64°	58°
Extensión	18°	9°	17°	7°



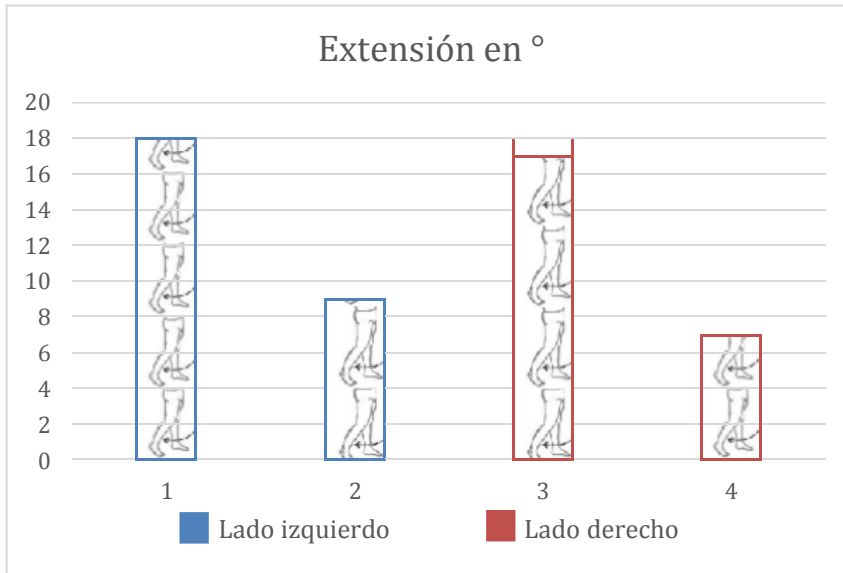
Gráfica 17. Grados de abducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo). Fuente propia.



Gráfica 18. Grados de Aducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



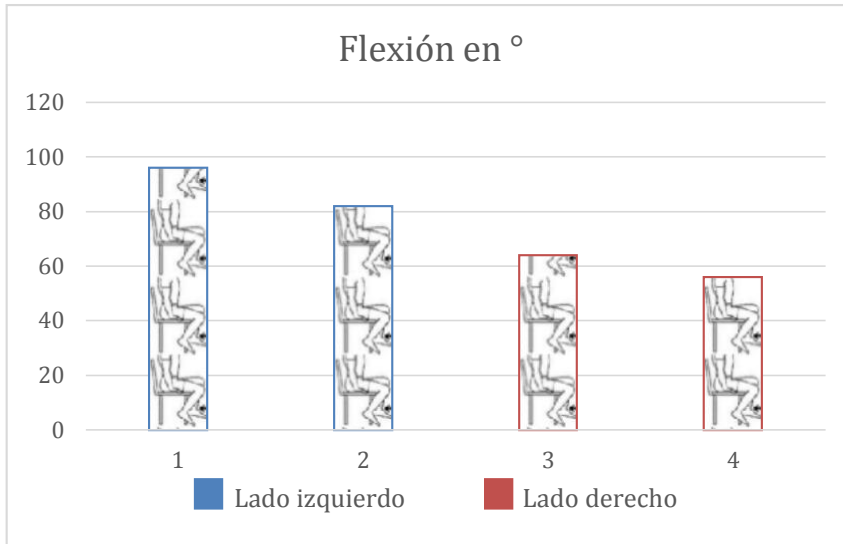
Gráfica 19. Grados de flexión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



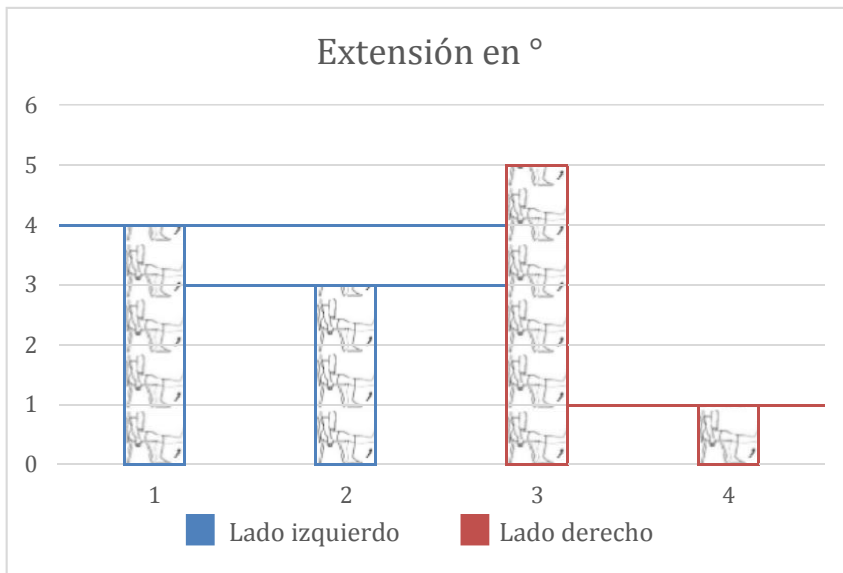
Gráfica 20. Grados de extensión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo). Fuente propia.

Articulación: Rodilla

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	96°	82°	64°	56°
Extensión	4°	3°	5°	1°



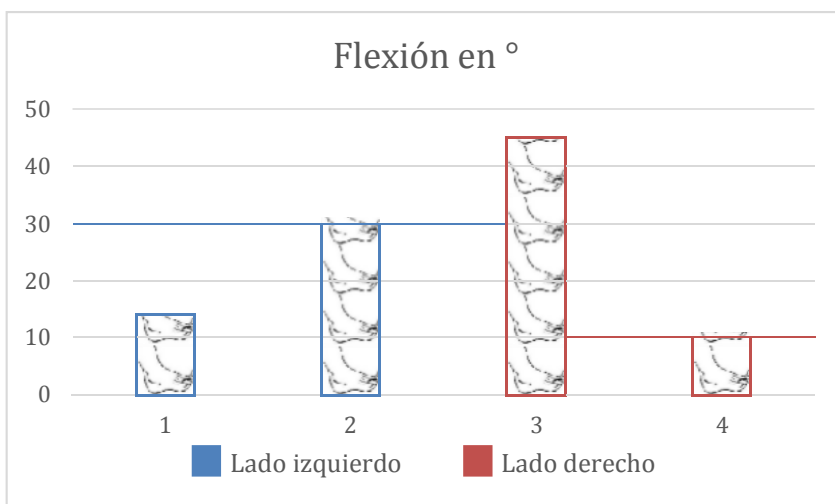
Gráfica 21. Grados de flexión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



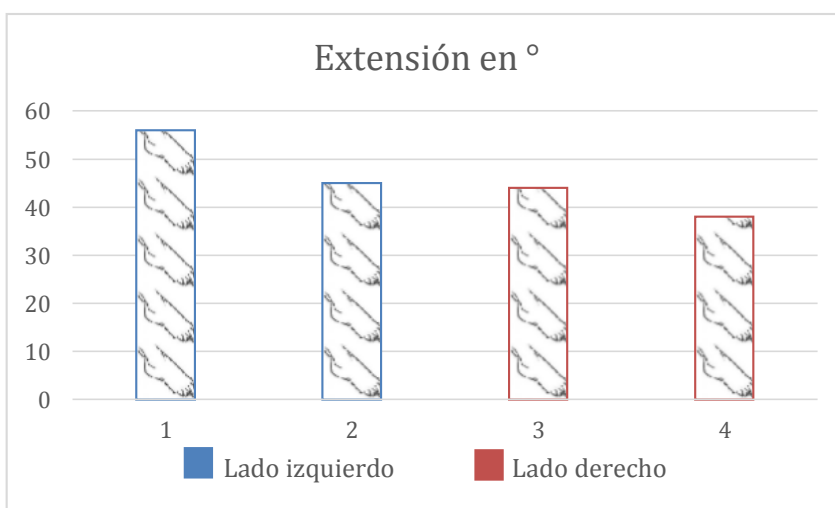
Gráfica 22. Grados de extensión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

Articulación: Tobillo

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	14°	31°	45°	11°
Extensión	56°	45°	44°	38°



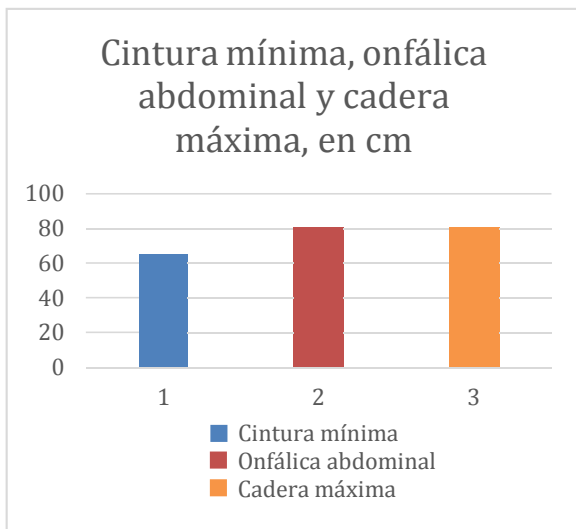
Gráfica 23. Grados de flexión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



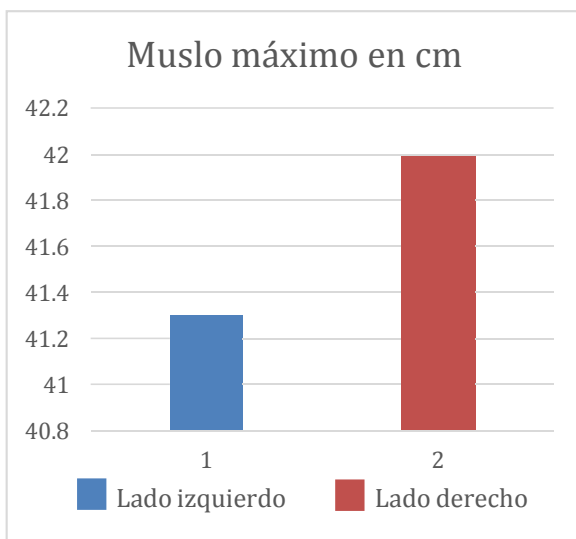
Gráfica 24. Grados de extensión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

Antropometría

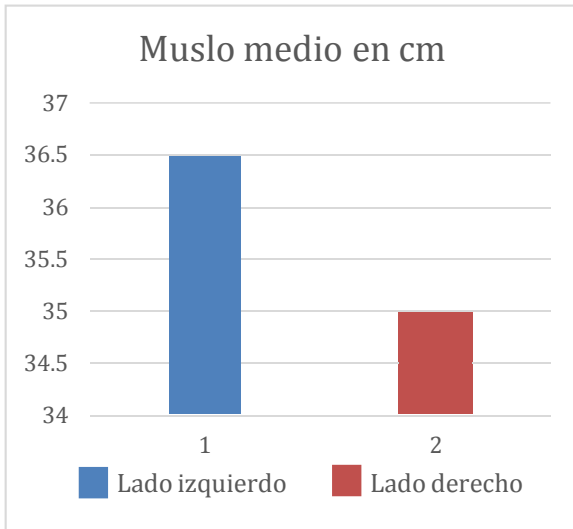
CIRCUNFERENCIA	IZQUIERDO	DERECHO
Cintura Mínima	65	
Onfálica Abdominal	81.5	
Cadera Máxima	80.5	
Muslo Máximo	41.3	42
Muslo Medio	36.5	35
Pantorrilla Máxima	26.5	26.5



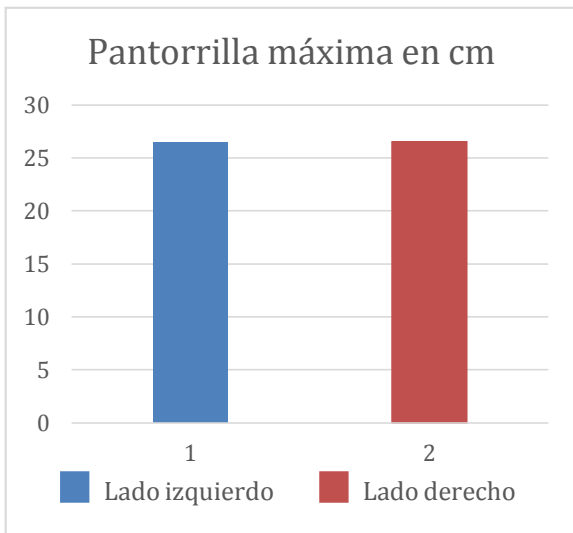
Gráfica 25. Circunferencia de cintura mínima (1), onfálica abdominal (2) y cadera máxima (3), en cm. Fuente propia.



Gráfica 26. Circunferencia de muslo máximo (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm. Fuente propia.

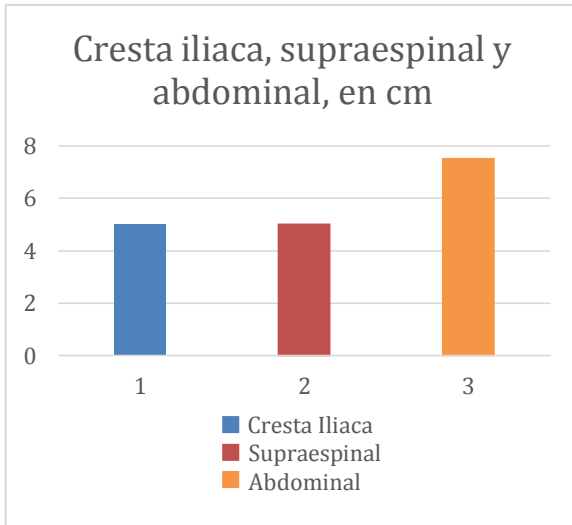


Gráfica 27. Circunferencia de muslo medio (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

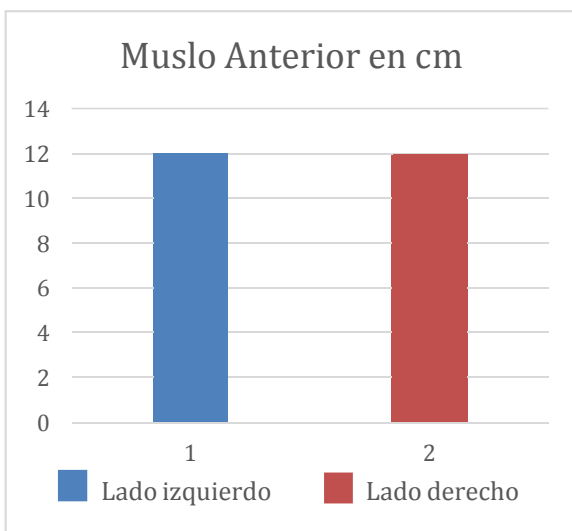


Gráfica 28. Circunferencia de pantorrilla máxima (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

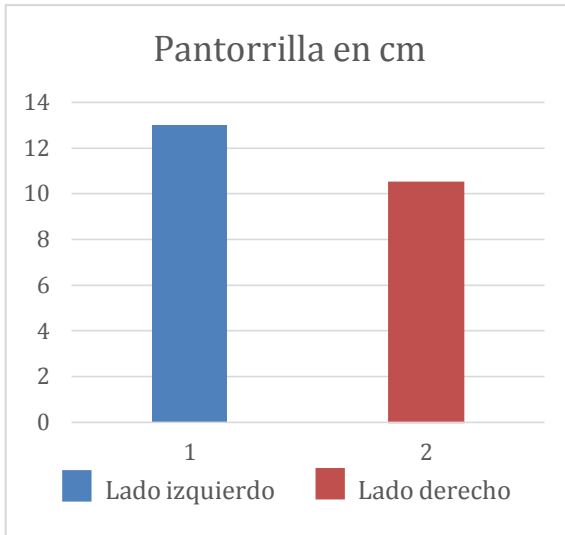
PLIEGUE CUTÁNEO	MEDIDA IZQUIERDA	MEDIDA DERECHA
Cresta iliaca	5	
Supraespinal	5	
Abdominal	7.5	
Muslo Anterior	12	12
Pantorrilla	13	10.5



Gráfica 29. Pliegue cutáneo de Cresta iliaca (1), supraespinal (2) y abdominal (3), en cm. Fuente propia.



Gráfica 30. Pliegue cutáneo de Muslo Anterior (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm. Fuente propia.

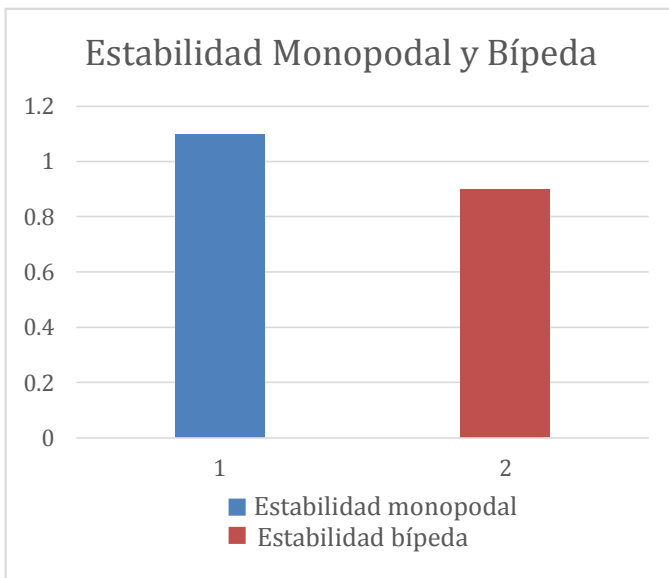


Gráfica 31. Pliegue cutáneo de pantorrilla (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

Estabilidad Tren Inferior

Monopodal: 1.1

Bípeda: 0.9



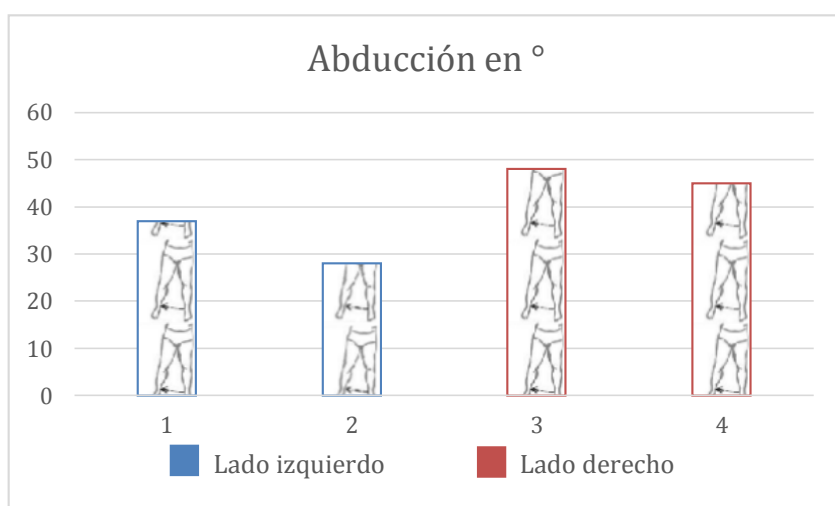
Gráfica 32. Nivel de Estabilidad Monopodal (1) y Bípeda (2), según datos de Biodex Balance System SD.
Fuente propia.

Fecha: 24 de Octubre de 2019

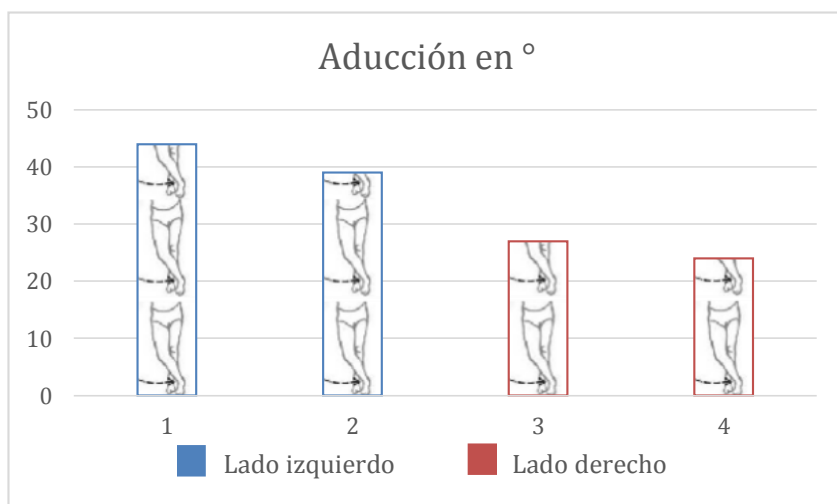
Goniometría

Articulación: Cadera

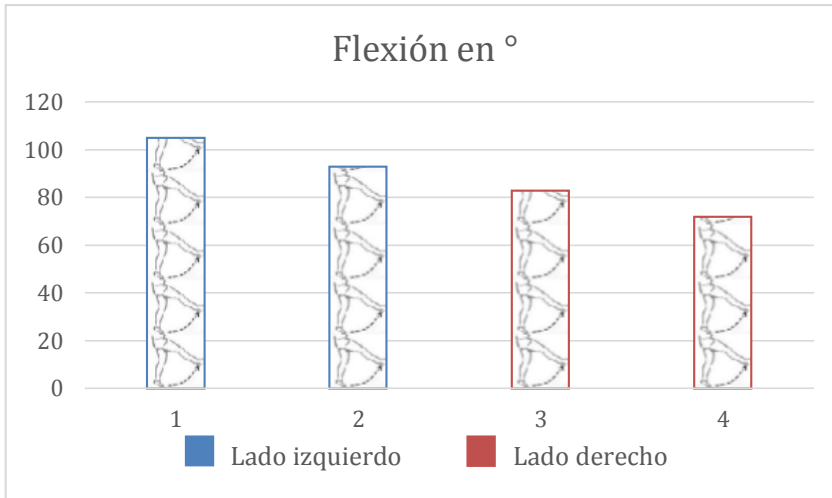
Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Abducción	37°	28°	48°	45°
Aducción	44°	39°	27°	24°
Flexión	105°	93°	83°	72°
Extensión	26°	9°	13°	4°



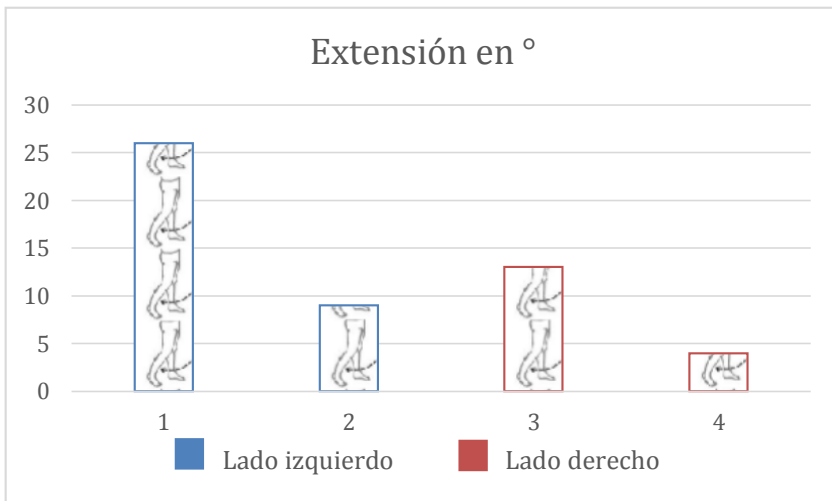
Gráfica 33. Grados de abducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo). Fuente propia.



Gráfica 34. Grados de aducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo). Fuente propia.



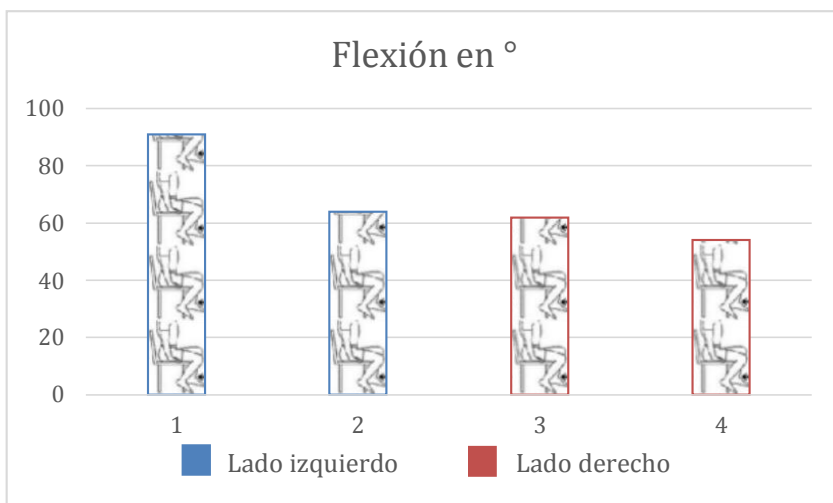
Gráfica 35. Grados de flexión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



Gráfica 36. Grados de extensión de cadera. (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

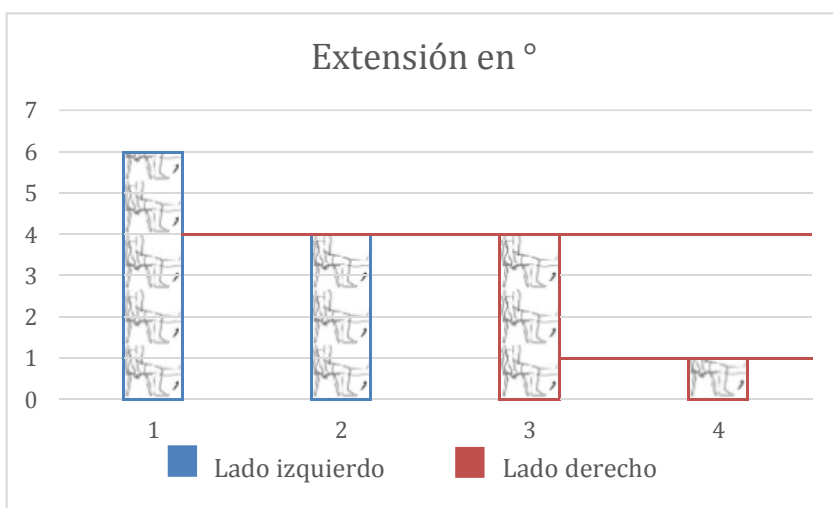
Articulación: Rodilla

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	91°	64°	62°	54°
Extensión	6°	4°	4°	1°



Gráfica 37. Grados de flexión de rodilla (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

Fuente propia.

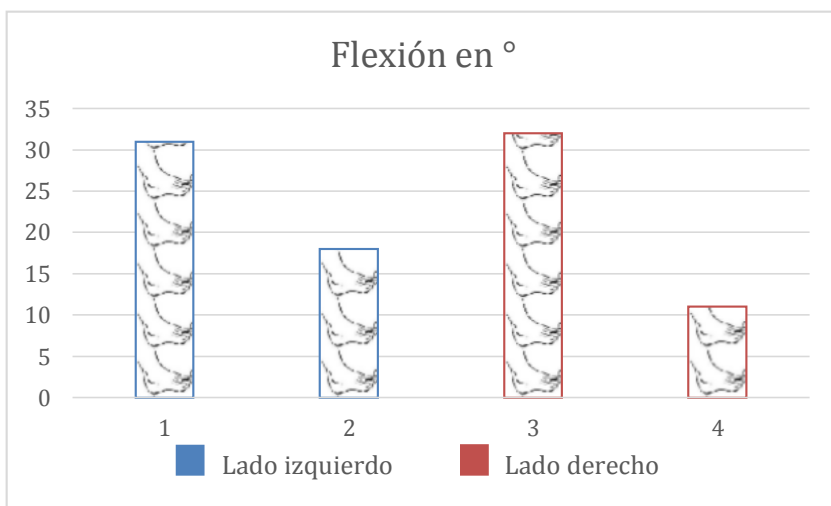


Gráfica 38. Grados de extensión de rodilla (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

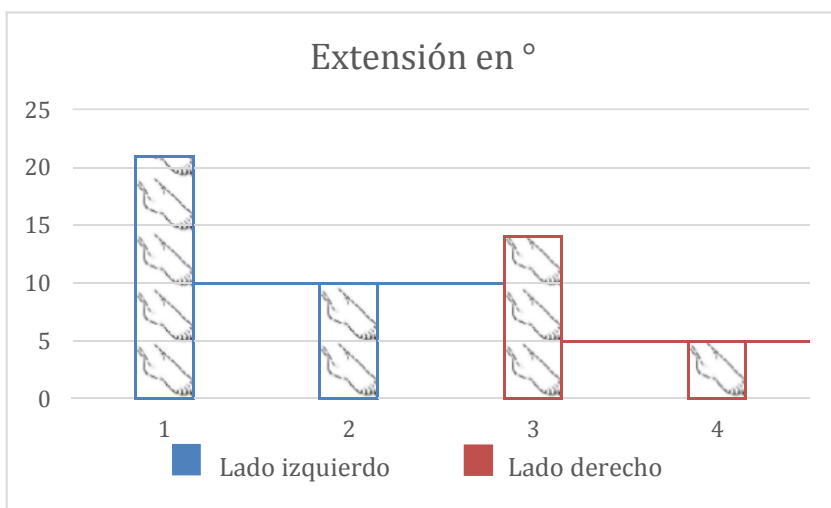
Fuente propia.

Articulación: Tobillo

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	31°	18°	32°	11°
Extensión	21°	10°	14°	5°



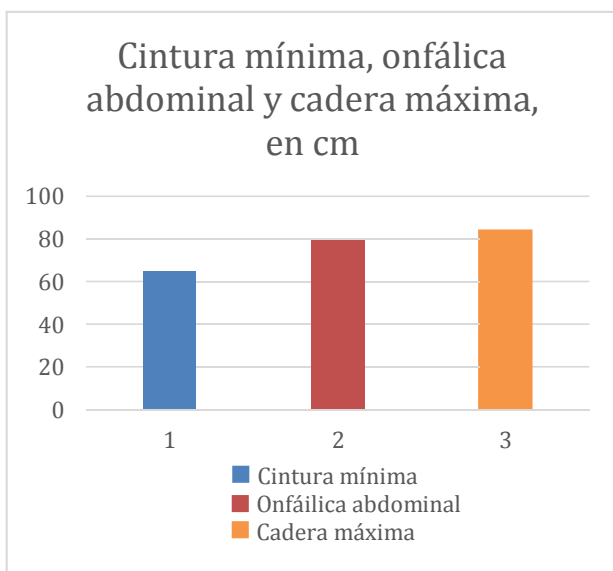
Gráfica 39. Grados de flexión de tobillo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



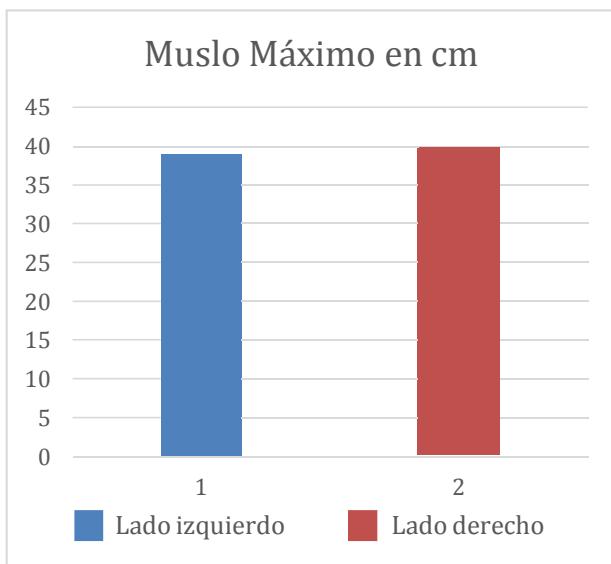
Gráfica 40. Grados de extensión de tobillo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

Antropometría

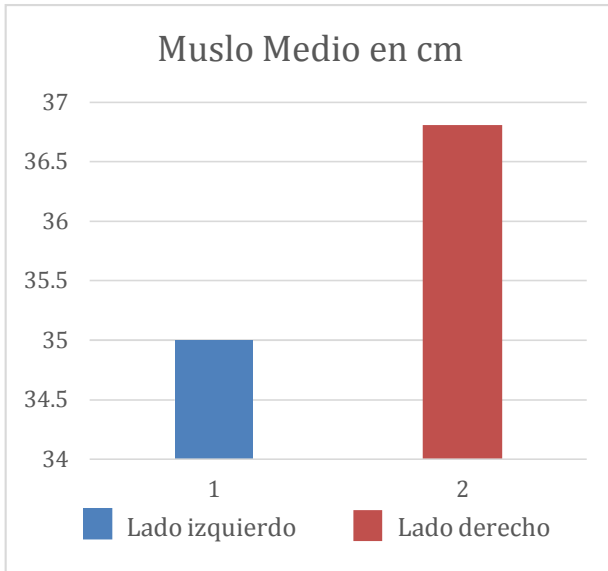
CIRCUNFERENCIA	IZQUIERDO	DERECHO
Cintura Mínima	65	
Onfálica Abdominal	77	
Cadera Máxima	84	
Muslo Máximo	39	39
Muslo Medio	35	36.8
Pantorrilla Máxima	26	27



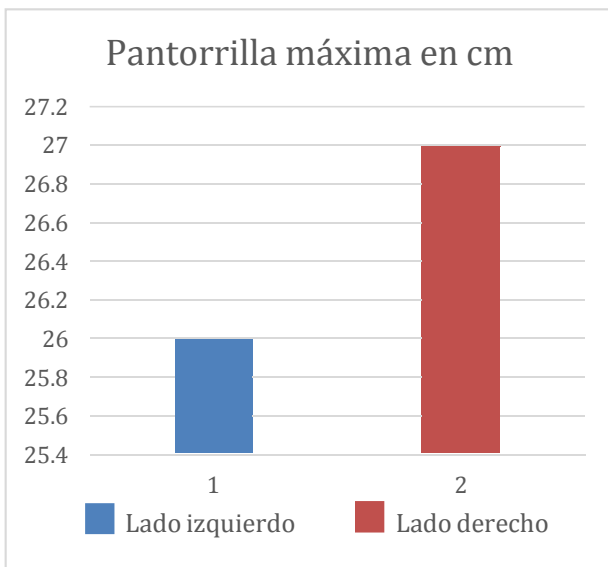
Gráfica 41. Circunferencia de cintura mínima (1), onfálica abdominal (2) y cadera máxima (3), en cm, Fuente propia.



Gráfica 42. Circunferencia de muslo máximo (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm. Fuente propia.

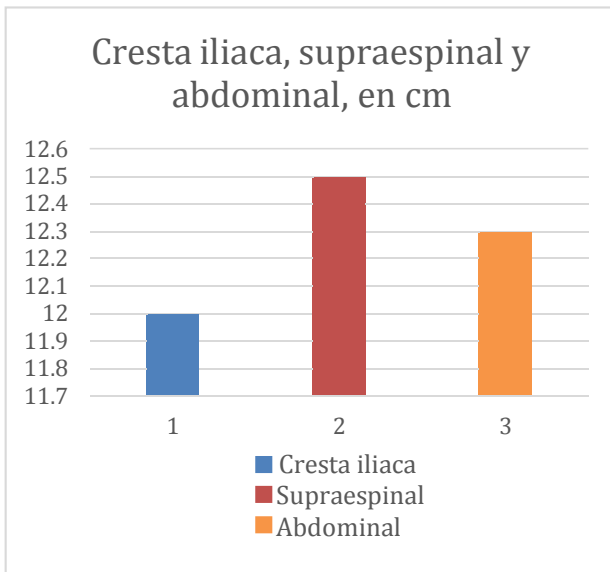


Gráfica 43. Circunferencia de muslo medio (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

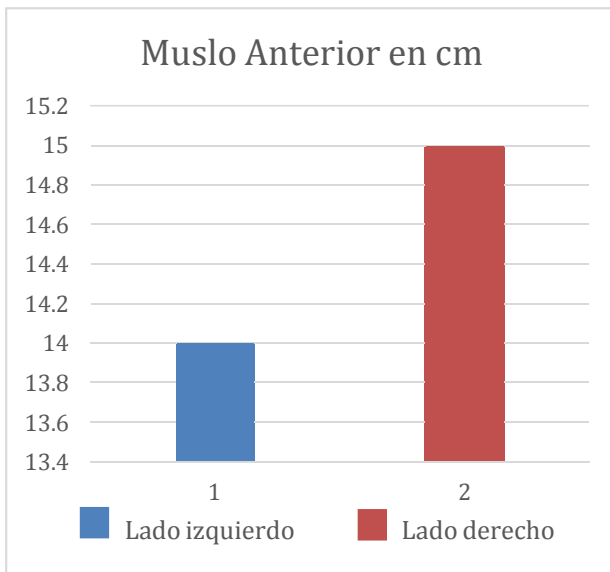


Gráfica 44. Circunferencia de pantorrilla máxima (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

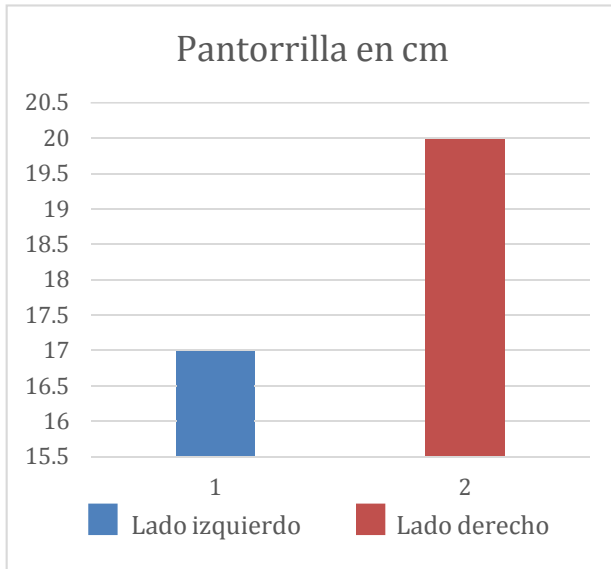
PLIEGUE CUTÁNEO	MEDIDA IZQUIERDA	MEDIDA DERECHA
Cresta iliaca	12	
Supraespinal	12.5	
Abdominal	12.3	
Muslo Anterior	14	15
Pantorrilla	17	20



Gráfica 45. Pliegue cutáneo de Cresta Iliaca (1), supraespinal (2) y abdominal (3), en cm.
Fuente propia.



Gráfica 46. Pliegue cutáneo de muslo anterior (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

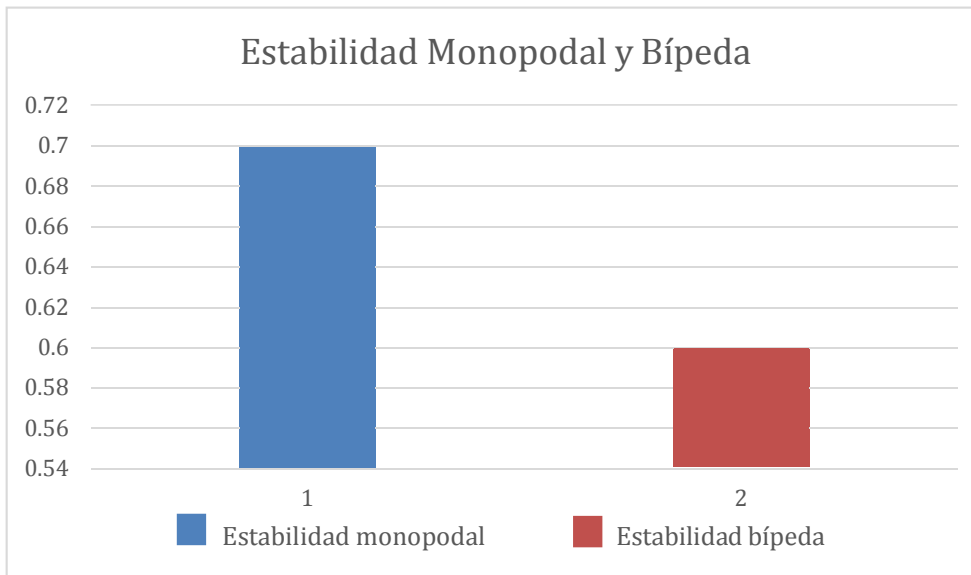


Gráfica 47. Pliegue cutáneo de pantorrilla (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

Estabilidad Tren Inferior

Estabilidad Monopodal: 0.7

Estabilidad Bípeda: 0.6



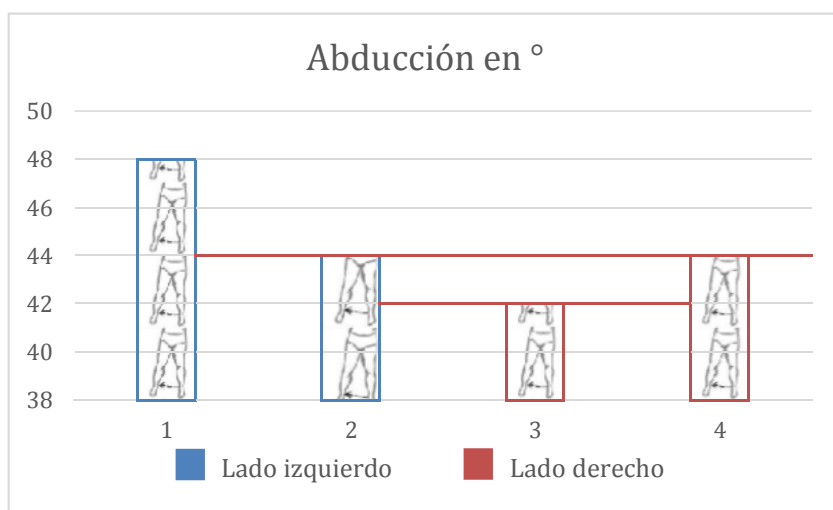
Gráfica 48. Nivel de Estabilidad Monopodal (1) y Bípeda (2), según datos de Biodex Balance System SD.
Fuente propia.

Fecha: 21 de Noviembre de 2019

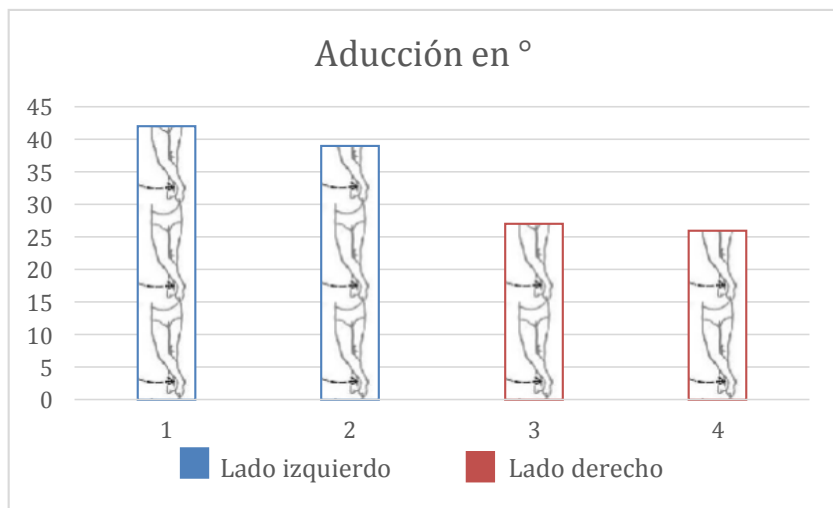
Goniometría

Articulación: Cadera

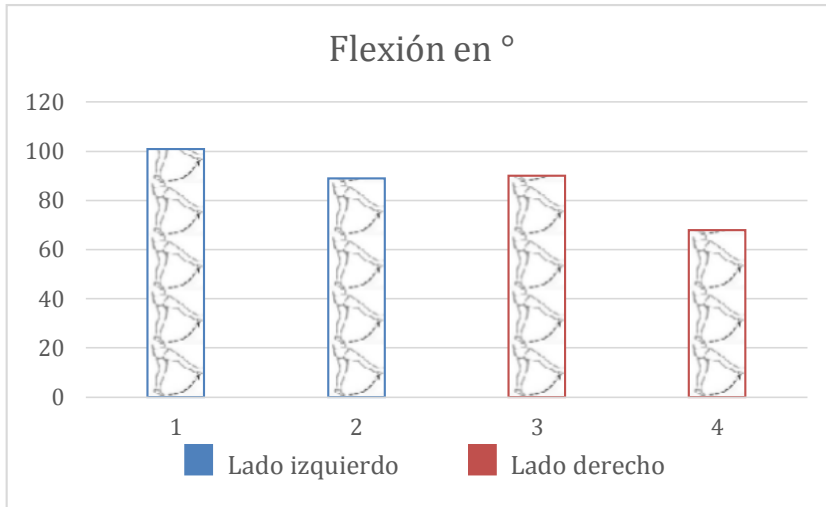
Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Abducción	48°	44°	42°	44°
Aducción	42°	39°	27°	26°
Flexión	101°	89°	90°	68°
Extensión	24°	17°	18°	11°



Gráfica 49. Grados de abducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

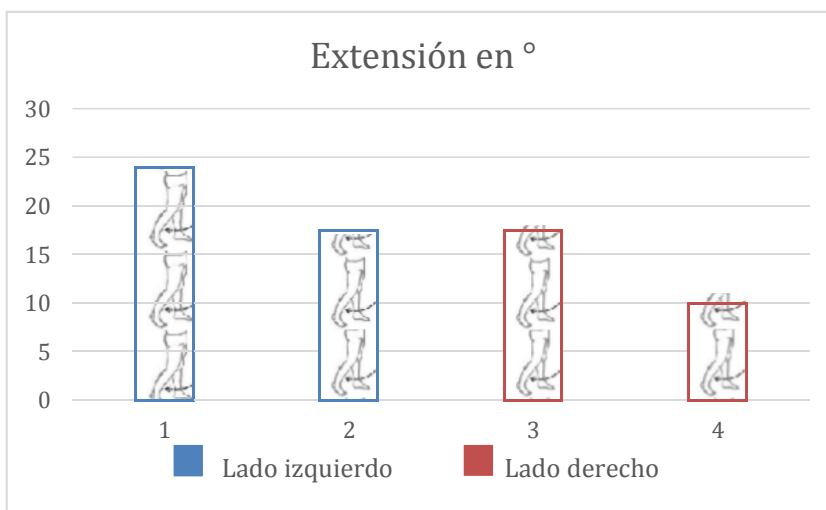


Gráfica 50. Grados de aducción de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



Gráfica 51. Grados de flexión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

Fuente propia.

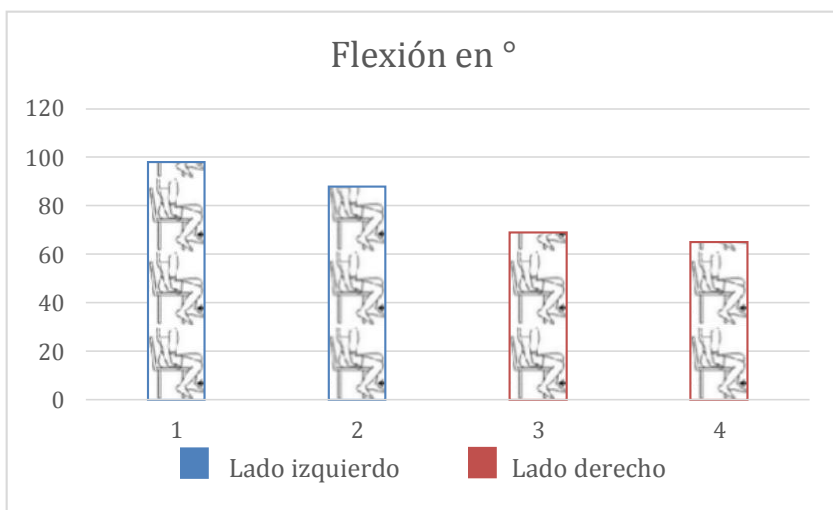


Gráfica 52. Grados de extensión de cadera. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

Fuente propia.

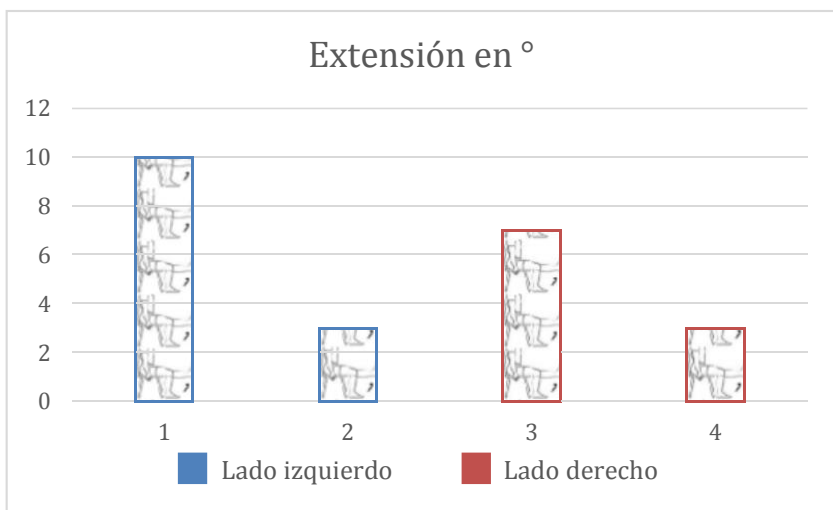
Articulación: Rodilla

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	96°	88°	69°	65°
Extensión	10°	3°	7°	3°



Gráfica 53. Grados de flexión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

Fuente propia.

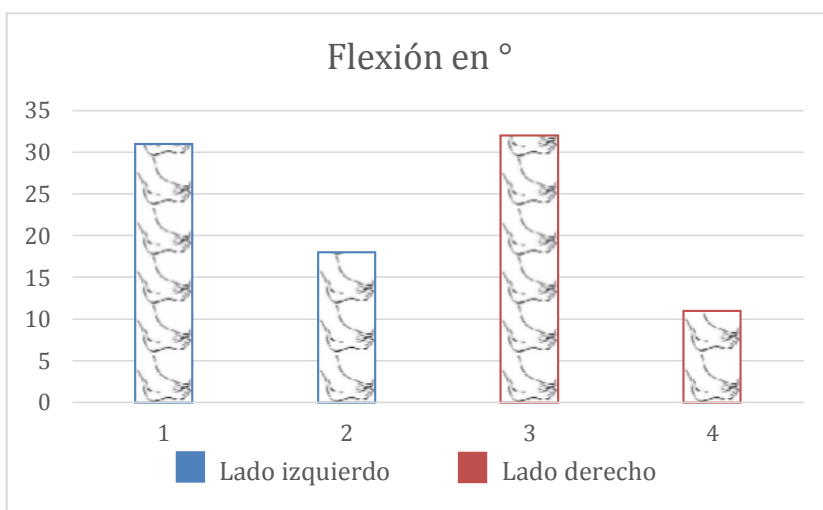


Gráfica 54. Grados de extensión de rodilla. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).

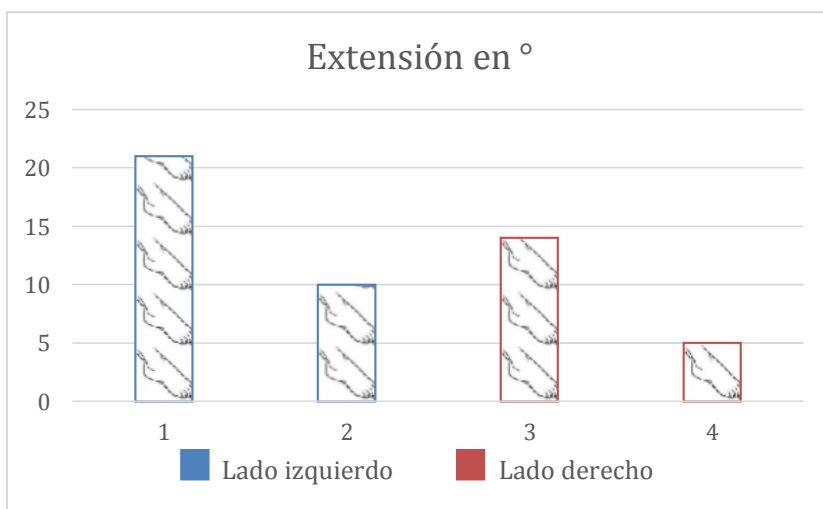
Fuente propia.

Articulación: Tobillo

Tipo de movimiento	Movimiento Pasivo Izquierdo	Movimiento Activo Izquierdo	Movimiento Pasivo Derecho	Movimiento Activo Derecho
Flexión	31°	18°	32°	11°
Extensión	21°	10°	14°	5°



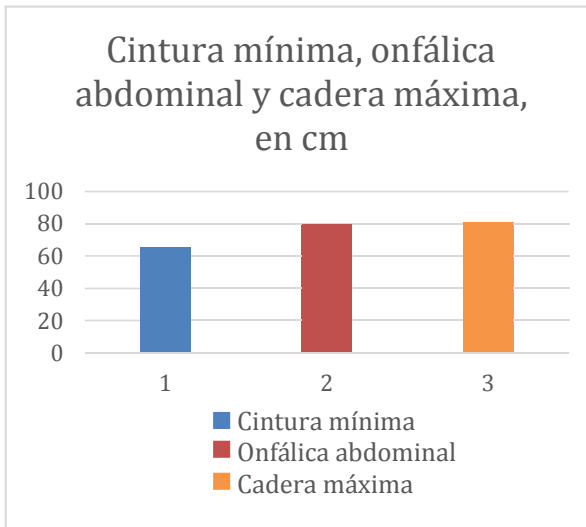
Gráfica 55. Grados de flexión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.



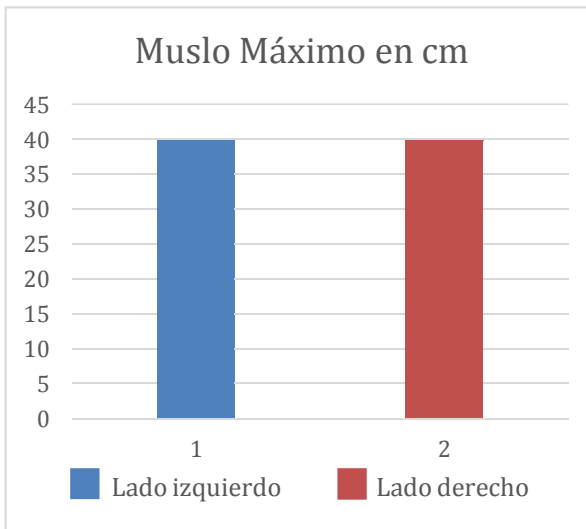
Gráfica 56. Grados de extensión de tobillo. Lado izquierdo (1 - Movimiento Pasivo, 2 - Movimiento Activo) y lado derecho (3 - Movimiento Pasivo, 4 - Movimiento Activo).
Fuente propia.

Antropometría

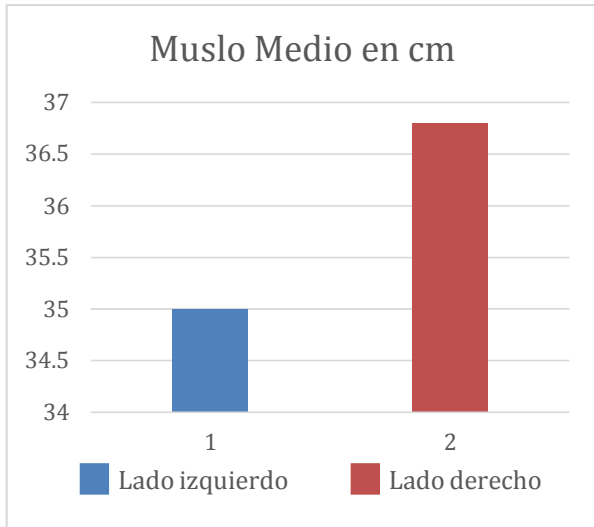
CIRCUNFERENCIA	IZQUIERDO	DERECHO
Cintura Mínima	65	
Onfálica Abdominal	77	
Cadera Máxima	84	
Muslo Máximo	39	39
Muslo Medio	35	36.8
Pantorrilla Máxima	26	27



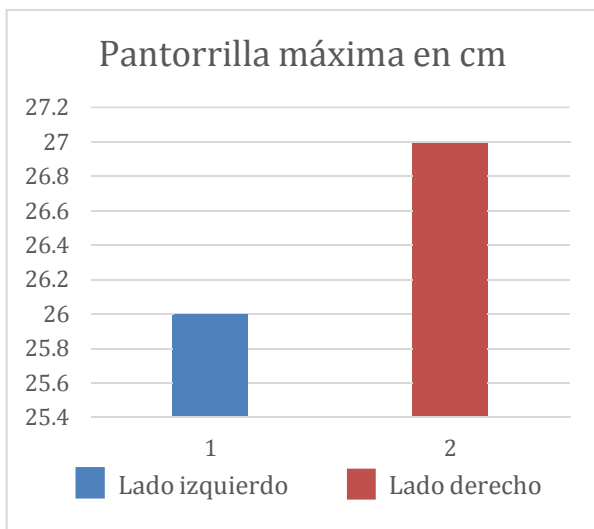
Gráfica 57. Circunferencia de cintura mínima (1), onfálica abdominal (2) y cadera máxima (3), en cm. Fuente propia.



Gráfica 58. Circunferencia muslo máximo (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm. Fuente propia.

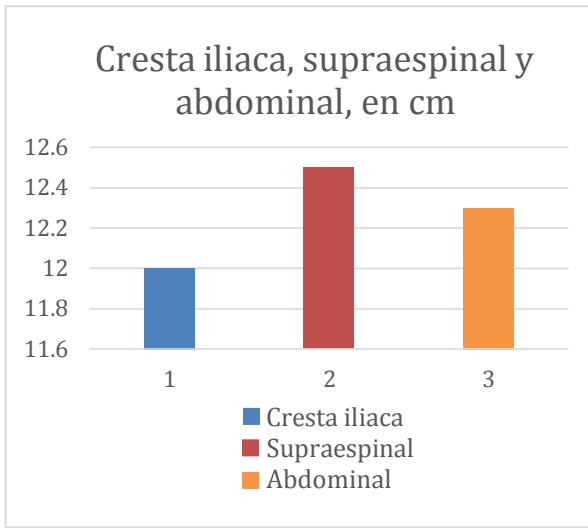


Gráfica 59. Circunferencia muslo medio (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

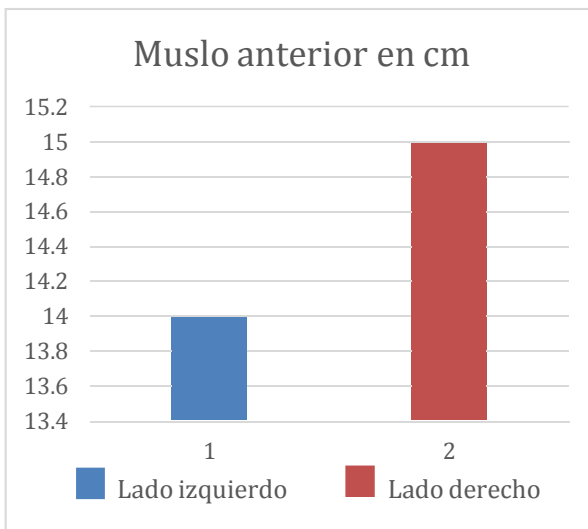


Gráfica 60. Circunferencia pantorrilla máxima (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

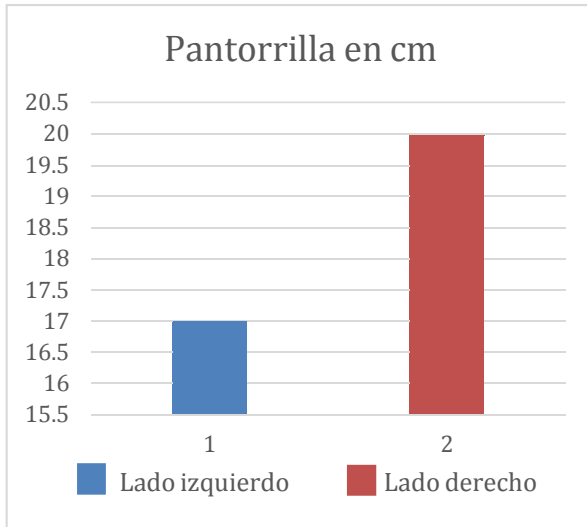
PLIEGUE CUTÁNEO	MEDIDA IZQUIERDA	MEDIDA DERECHA
Cresta iliaca	12	
Supraespinal	12.5	
Abdominal	12.3	
Muslo Anterior	14	15
Pantorrilla	17	20



Gráfica 61. Pliegue cutáneo de Cresta iliaca (1), supraespinal (2) y abdominal (3), en cm.
Fuente propia.



Gráfica 62. Pliegue cutáneo de muslo anterior (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

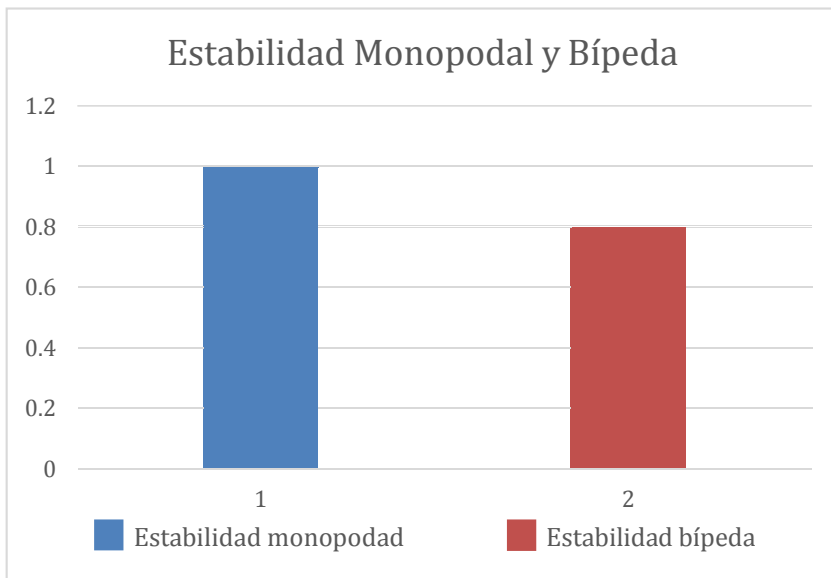


Gráfica 63. Pliegue cutáneo de pantorrilla (1 – lado izquierdo, 2 – lado derecho) en cm.
Fuente propia.

Estabilidad Tren Inferior

Estabilidad Monopodal: 1

Estabilidad Bípeda: 0.8



Gráfica 60. Nivel de Estabilidad Monopodal (1) y Bípeda (2), según datos de Biodex Balance System SD.
Fuente propia.

CAPÍTULO IV. Análisis de Resultados

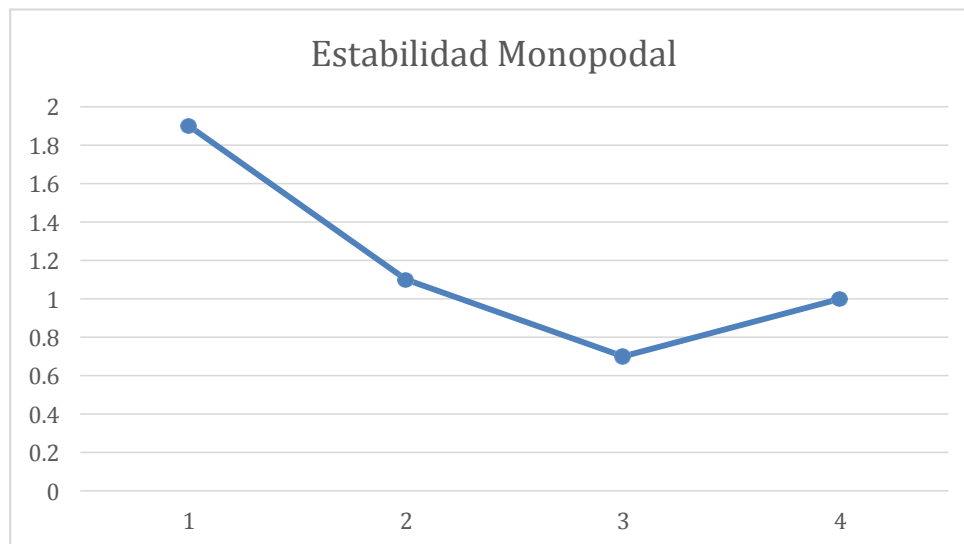
Una vez aplicados los instrumentos de recolección de información, se procedió a realizar el procedimiento correspondiente para el análisis de los mismos, por lo tanto, la información que arrojó fue la que indicaron las conclusiones a las cuáles llegó esta investigación.

Se realizaron tablas hechas en el programa Excel, con el objetivo de obtener una mejor comprensión de los resultados.

Los resultados se arrojaron en el sistema de balance “Biodex Balance System SD” el cuál ya contiene resultados normativos disponibles de poblaciones saludables de referencia para comparación del balance, en concusiones en atletas y para riesgo de caídas dependientes de cada edad.

ESTABILIDAD MONOPODAL RESULTADOS:

MOMENTO 1	22/08/2019	1.9
MOMENTO 2	01/10/2019	1.1
MOMENTO 3	24/10/2019	0.7
MOMENTO 4	25/11/2019	1



Gráfica 61. Gráfica de progresión de los datos de estabilidad monopodal de los 4 momentos.

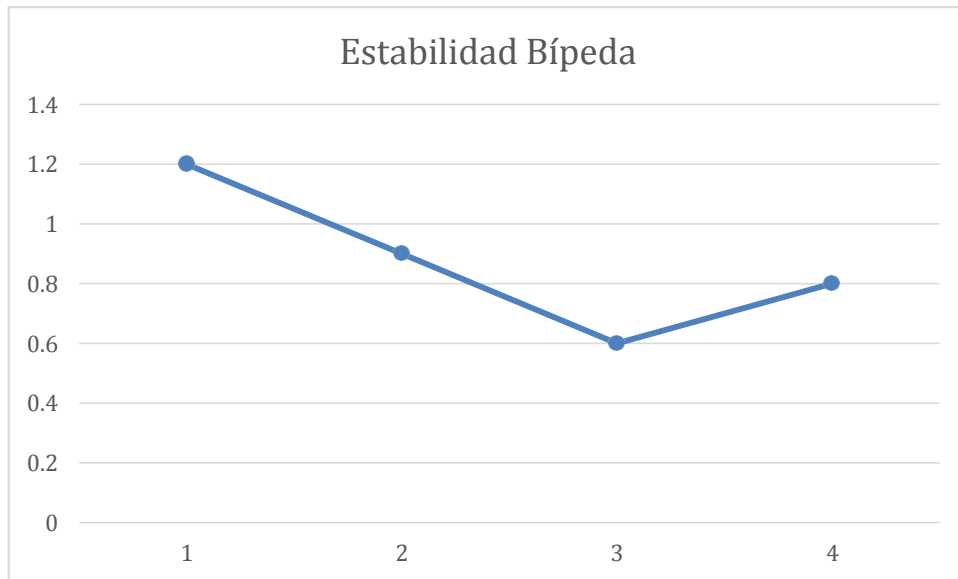
Fuente propia.

INTERPRETACIÓN:

Como se muestra en la gráfica, podemos observar que hubo una progresión de 0.8 en el segundo momento con respecto al primero, siendo ésta la mayor progresión obtenida durante los cuatro momentos. En el tercer momento hubo una progresión de 0.4 con respecto al segundo. Y en el cuarto momento se observa un retraso de 0.3 con respecto al tercero, esto causado por la imposibilidad de asistencia regular a las terapias por parte de la paciente. Siendo el resultado obtenido de 1 en el cuarto momento, teniendo una ganancia final obtenida de 0.9 con respecto al primer momento.

ESTABILIDAD BÍPEDA. RESULTADOS:

MOMENTO 1 - 22/08/19	1.2
MOMENTO 2 - 01/10/19	0.9
MOMENTO 3 - 24/10/19	0.6
MOMENTO 4 - 25/11/19	0.8



Gráfica 62. Gráfica de progresión de los datos de estabilidad bípeda de los 4 momentos.
Fuente propia.

INTERPRETACIÓN:

Como se muestra en la gráfica, podemos observar que hubo una progresión constante de 0.3 en el segundo momento con respecto al primero y en el tercer momento con respecto al tercero. Y en el cuarto momento se observa un retraso de 0.2 con respecto al tercero, esto causado por la imposibilidad de asistencia regular a las terapias por parte de la paciente. Siendo el resultado obtenido de 0.8 en el cuarto momento, teniendo una ganancia final obtenida de 0.4 con respecto al primer momento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

1. La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) tuvo un impacto positivo en la recuperación de la estabilidad en la participante con artroplastia total de rodilla.
2. La participante intervenida de artroplastia total de rodilla, presentó una importante alteración tanto a nivel funcional como de la estabilidad, con un alto riesgo de sufrir una caída.
3. El protocolo de terapia utilizado en este estudio, basado en un trabajo con cargas progresivas junto con ejercicios de propiocepción y plataforma de equilibrio, mejoraron, a corto plazo, la función articular y muscular de la participante.
4. El programa de ejercicios funcionales utilizado en este estudio, junto con el protocolo de terapia, mejoró, a corto plazo, el recorrido articular de la articulación de la rodilla de la participante después de una artroplastia total de rodilla, con movimientos que duplicaron el grado de recorrido con respecto al inicial.
5. En la evaluación de cada mes se observó una mejoría en la estabilidad monopodal y bípeda a excepción de la última, en la cual, refleja un retroceso a causa

de el gran número de faltas a las sesiones durante ese mes por parte de la participante por cuestiones personales.

Con esto, la respuesta a la pregunta de investigación: “**¿Cuál es la eficacia del entrenamiento de la estabilidad en paciente de la tercera edad post quirúrgico de artroplastia total de rodilla a un año de evolución para la recuperación de la eficiente mecánica del miembro inferior?**”, es positiva, siendo de gran eficacia desde el primer mes, garantizando una mejor movilidad, autonomía y reducción de signos y síntomas.

5.2 Recomendaciones

Preparación previa:

1. Antes de comenzar a trabajar con ejercicios, asegurarse de reducir primero la sintomatología para que no intervenga como limitante para el trabajo.
2. En caso de presencia de calor en la zona de la rodilla, aplicar hielo de 3 a 5 minutos antes de iniciar la terapia; esto porque puede haber presencia no solo de calor, sino de inflamación y dolor, lo cual hay que controlarlo con frío para poder trabajar sin dificultad.

Protocolo físico:

1. Subir la carga de trabajo respecto al paciente, si aún no domina la primera fase no hay que aumentarla porque puede generar fatiga por sobrecarga.
2. Masajear ambos miembros inferiores después de trabajar, esto para relajación muscular y evitar o reducir mialgias.
3. Una vez que se note una mejoría en la estabilidad de ambos miembros inferiores se puede empezar a trabajar en caminadora eléctrica en la mínima velocidad, tiempo e inclinación, y regulando en todo momento las sensaciones del paciente.

Aspecto Psicológico:

1. Tener paciencia y disfrutar la terapia en todo momento, ya que son pacientes que en su mayoría, están tristes o deprimidos y nuestra actitud con ellos influye de manera considerable en el resultado final y en su estado anímico.

Referencias

Adams, J. *A closed-loop theory of motor learning*. Journal of Motor Behaviour (1971). Pp. 111

Adler, Beckers y Buck. (2012). *La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la Práctica*. Madrid, España: Panamericana. Pp. 1

Avilés, C., Ruiz, L., Navia, J., Rioja, N., Rivas, D. (2014). *La pericia perceptivo-motriz y la cognición en el deporte: Del enfoque ecológico y dinámico a la enacción*. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-97282014000200036

Bade, M., Stevens, J. (2011). *Early High-Intensity Rehabilitation Following Total Knee Arthroplasty Improves Outcomes*. <https://www.rehabeducation.com/wp-content/uploads/2015/02/TotalKneeHI.pdf>

Beltrán, J., Belmonte, M., Lerma, J. (2008). *Artrosis*. <https://svreumatologia.com/wp-content/uploads/2008/04/Cap-21-Artrosis.pdf>

Biotix Labs (2019). Biotix Móvil. Recuperado de https://biotixlabs.com/?nabw=1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Biodex (2019). *Balance System™ SD*. Recuperado de <https://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/balance-system-sd>

Biodex (2019). *Testing Modes*. Recuperado de <https://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/biosway-portable/testing-modes>

Carbó, E., Laguna, R., Del Moral, F., Barrientos, J. y Vaquero, J. (2016). *Inestabilidad no traumática de prótesis de rodilla primaria y su revisión*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022016000200105

Carriedo, E., Torres, F., Abrego, C., Vega, H., Valdés, M. (2002). *Pótesis total de rodilla, estabilizado o no estabilizada*. <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2002/or022b.pdf>

Conartritis Coordinadora General de Artritis. (2014). *¿Qué es la artritis reumatoide?*. Recuperado de <http://www.conartritis.org/todo-sobre-artritis/que-es-la-ar/que-es-la-artritis-reumatoide/>

De la Cuerda, C., Piedrola, P. y Page, M. (2017). *Control y Aprendizaje Motor*. Madrid, España: Panamericana. pp. 13

De la Cuerda, C., Piedrola, P. y Page, M. (2017). *Control y Aprendizaje Motor*. Madrid, España: Panamericana. pp. 114

De la Cuerda, C., Piedrola, P. y Page, M. (2017). *Control y Aprendizaje Motor*. Madrid, España: Panamericana. pp. 115

Dietrich, M., Klaus, C., Klaus, L. (2007). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Badalona, España: Paidotribo. Pp. 95-97

Doma, K., Grant, A., Morris, J. (2018). *The Effects of Balance Training on Balance Performance and Functional Outcome Measures Following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-018-0964-7>

Earle, R., Beachle, T. (2008) *Manual NSCA. Fundamentos de entrenamiento personal*. Barcelona, España: Paidotribo.

Estrella, D., López, J., Arcila, R. (2014). *Medición de la calidad de vida en pacientes mexicanos con osteoartrosis*. <https://www.medigraphic.com/pdfs/fisica/mf-2014/mf141b.pdf>

Fondo Monetario Internacional (2019). *México: población total desde 2014 hasta 2024 (en millones de habitantes)*. Recuperado de <https://www.imf.org/external/datamapper/LP@WEO/MEX>

García, L. (Octubre 2019). *Alteración de la respuesta motriz*. En T. Bonino (Presidencia), *Certificación en Fisioterapia Deportiva*. Certificación llevada a cabo en Puebla, México.

Gili, F. (2014). *Cirugía de Reemplazo Articular en Clínica Alemana*. Santiago, Chile: Contacto Científico, (S.l), v. 4, n. 5. Recuperado de <http://contactocientifico.alemana.cl/ojs/index.php/cc/issue/view/20/37>

González, A. (2011). *Pensamiento filosófico-científico contemporáneo*. Blogspot. Recuperado de <http://filo-contemporanea-cecimoyaho.blogspot.com/2011/04/pragmatismo.html>

Grupo Sobre Entrenamiento. (2013). *Propiocepción, Equilibrio, Estabilidad, Estabilidad Estática, Estabilidad Dinámica. ¿Todo es lo mismo?* Recuperado de: <https://g-se.com/propiocepcion-equilibrio-estabilidad-estabilidad-estatica-y-dinamica-todo-es-lo-mismo-bp-N57cfb26d41282>

Guyton, A. (1985). *Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso*. D.F, México: Interamericana. (Orig. 1972), pp. 138

Hassan, B., Mockett, S. y Doherty, M. (2001). *Static Postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contractions in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1753664/pdf/v060p00612.pdf>

Healy, W., Lorio, R., Lemos, M. (2001). *Athletic Activity after Joint Replacement*. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03635465010290032301?journalCode=ajsb&>

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (2016). *Día Mundial de la Artritis*. Recuperado de <https://www.gob.mx/issste/articulos/dia-mundial-de-la-artritis-72879?idiom=es>

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2014). *Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Rehabilitación en el Paciente Adulto con Osteoartrosis de Rodilla en los Tres Niveles de Atención*. Mexico: Coordinación Técnica de Excelencia Clínica, pp. 12. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/726GER.pdf>

I. Sanchez B, A. Ferrero M, J. Aguilar, et al. (2006) *Manual Sermef de rehabilitacion y medicina física*. Recuperado de https://www.academia.edu/37208873/Manual_SERMEF_de_rehabilitacion_y_medicina_fisica_SERMEF_Manual_of_Physical_and_Rehabilitation_Med

Jain, N., Lee, S., et al. (2017). *Early Clinical Outcomes of a New Posteriorly Stabilized Total Knee Arthroplasty Prosthesis: Comparisons with Two Established Prostheses*. https://www.researchgate.net/publication/319424516_Early_Clinical_Outcomes_of_a_New_Posteriorly_Stabilized_Total_Knee_Arthroplasty_Prosthesis_Comparisons_with_Two_Established_Prostheses

Junquera, M. (2016). *Rehabilitación de una prótesis de rodilla o artroplastia de rodilla. Consejos, ejercicios y fases de tratamiento*. Recuperado de: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/rehabilitacion-de-una-protesis-de-rodilla-o-artroplastia-de-rodilla-consejos-ejercicios-y-fases-de-tratamiento>

J. Iborra, E. Pages, B. Romero, A. Cuxart. Efecto del ejercicio sobre las prótesis articulares. (2003). *Rev Rehabilitación*, p. 37; 391-6. Recuperado de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048712003734100?via%3Dihub>

Kim, S., Yun, H., Yoo, D., Kim, H., Jeong, S., Yun, S., Hwang, G., Jung, K., Choi, H. (2011). *Balance control and knee osteoarthritis severity*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3309250/pdf/arm-35-701.pdf>

Kisner, C. y Allen, L. (2005). *Ejercicio Terapéutico. Fundamentos y Técnicas*. Barcelona, España: Paidotribo. (Orig. 1996), pp. 344-347

Kisner, C. y Allen, L. (2005). *Ejercicio Terapéutico. Fundamentos y Técnicas*. Barcelona, España: Paidotribo. (Orig. 1996), pp. 352

Levante-El Mercantil Valenciano. (2018). *Por fin un tratamiento que funciona ante el avance de la artrosis*. Recuperado de <https://www.levante-emv.com/vida-y-estilo/salud/2018/11/16/tratamiento-funciona-avance-artrosis/1796253.html>

López, S., Martínez, C., Romero, A., Navarro, F., González, J. (2009). *Propiedades métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física*. <https://core.ac.uk/download/pdf/82584972.pdf>

MBA Surgical Empowerment. (2018). *Tipos de prótesis de rodilla*. Recuperado de <https://www.mba.eu/blog/tipos-de-protesis-de-rodilla/>

Mirella, R. (2009) *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad*. Barcelona, España: Paidotribo. pp. 67

Mirella, R. (2009) *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad*. Barcelona, España: Paidotribo. pp. 89

Moutzouri, M., Gleeson, N., Billis, E, Panoutsopoulou, I., Gliatis, J. (2015). *What is the effect of sensori-motor training on functional outcome and balance performance of patients undergoing TKR? A systematic review*. https://www.academia.edu/34529683/What_is_the_effect_of_sensory-motor_training_on_functional_outcome_and_balance_performance_of_patients_undergoing_TKR_A_systematic_review

Moutzouri, M., Gleenson, N., Gliatis, J. (2017). *The effect of total knee arthroplasty on patients' balance and incidence of falls: a systematic review*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-016-4355-z>

M. Davies, Johnston, W., Beaupre, L., Lier, D. (2003). *Effect of adjunctive range-of-motion therapy after primary total knee arthroplasty on the use of health services after hospital discharge*. *Can J Surg*. Vol. 46, n° 1, p. 30– 36. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3211656/>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos “OCDE” - Health Statistics. (2017). *Número de operaciones de reemplazo de rodilla*, pp. 199. Recuperado de <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4dd50c09-en.pdf?expires=1606154675&id=id&accname=guest&checksum=E6905F483AB8008F42506E4B29456167>

Sánchez, B., Rodríguez, J. y González, B. (2015). *Recuperación de la artroplastia de rodilla a través de la movilización pasiva continua*. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272015000200014

Smith, T., Dainty, J., MacGregor, A. (2017) *Trajectory of physical activity following total hip and knee arthroplasty: data from the English Longitudinal Study of Ageing (ELSA) cohort*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21679169.2017.1332683?journalCode=iejp20>

Stan, G., Orban, H., Orban, S., Petcu, D., Gheorghe, P. (2013). *The Influence of Total Knee Arthroplasty on Postural Control*. https://www.researchgate.net/publication/259316610_The_Influence_of_Total_Knee_Arthroplasty_on_Postural_Control

S. Broztman, K. Wilk. (2005). *Rehabilitación ortopédica clínica*, 2ª ed. Panamericana. p. 453-457. Recuperado de <https://sites.google.com/site/paysuckmema/home/rehabili-hc3ngvymeqqj>

Vogel, L., Carotenuto, G., Basti, J., Levine, W. (2011). *Physical Activity After Total Joint Arthroplasty*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445215/>

Universidad Santa Paula. (2014). *Boletín USP Egresados de Terapia Física*. N° 7. París. Enciclopedia Médica Quirúrgica. <https://www.uspsantapaula.com/inicio/images/documentos/egresados-tf/Boletin-Febrero-Marzo-2014.pdf>

ANEXOS

Momento 1 – 22/08/19



Figura 1. Vista anterior de rodilla con artroplastia
Fuente propia.

Momento 2 – 01/10/19



Figura 2. Vista anterior de rodilla con artroplastia
Fuente propia.

Momento 3 – 24/10/19



Figura 3. Vista anterior de rodilla con artroplastia
Fuente propia.

Momento 4 – 21/11/19



Figura 4. Vista anterior de rodilla con artroplastia
Fuente propia.



Figura 5. Vista anterior de ambas rodillas (de lado izquierdo la rodilla con artroplastia, de lado derecho rodilla sin artroplastia). Fuente propia.



Figura 6. Ejercicio para contracción muscular isotónica concéntrica para cuádriceps.
Fuente propia.



Figura 7. Ejercicio para contracción muscular isotónica concéntrica para isquiotibiales.
Fuente propia.



Figura 8. Ejercicio para contracción muscular isotónica concéntrica para pretibiales.
Fuente propia.



Figura 9. Ejercicio para contracción muscular isotónica concéntrica para tríceps sural.
Fuente propia.



Figura 10. Ejercicio asistido para flexión de rodilla con ayuda de cinta.
Fuente propia.



Figura 11. Flexión asistida de rodilla.
Fuente propia.



Figura 12. Extensión asistida de rodilla.
Fuente propia.



Figura 13. Flexión asistida de rodilla.
Fuente propia.



Figura 14. Ejercicio de estabilidad monopodal sin apoyo.
Fuente propia.



Figura 15. Ejercicio de subir escalón con apoyo.
Fuente propia.



Figura 16. Ejercicio de bajar escalón con apoyo.
Fuente propia.



Figura 17. Caminata suave a nivel bajo en caminadora eléctrica.
Fuente propia.



Figura 18. Evaluación de estabilidad en plataforma de estabilometría "Biodex Balance System SD". Fuente propia.



Figura 19. Evaluación de estabilidad en plataforma de estabilometría "Biodex Balance System SD". Fuente propia.