



UADY

CIENCIAS DE LA SALUD

POSGRADO INSTITUCIONAL
EN CIENCIAS DE LA SALUD

"Evaluación de la intervención fisioterapéutica en la marcha, sobre el riesgo de caídas en adultos con Diabetes Mellitus tipo 2 que acuden a la Unidad Universitaria de Inserción Social (UUIS) de San José Tecoh"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN.

Programa:

Posgrado Institucional en Ciencias de la Salud:

Maestría en Investigación en Salud.

Tesis presentada por:

L.R Elda Pamela Solís Ancona

En opción al grado de:

Maestra en Investigación en Salud

Directoras de tesis:

Dra. Nina Valadez González

Dra. María Guadalupe García Escalante

Mérida, Yucatán, México,

2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT por la beca que recibí durante el tiempo que estudié en el Posgrado Institucional en Ciencias de la Salud y que hizo posible mi participación en el programa de la Maestría en Investigación en Salud 2017-2019.

A todos los profesores que me acompañaron durante el período escolarizado, en especial a mis directoras de tesis, Dra. Nina Valadez González y Dra. María Guadalupe García Escalante, gracias por su apoyo, tiempo, dedicación y todas las enseñanzas que hicieron posible la presentación de este documento final.

A mi comité tutorial Dra. Damaris Estrella Castillo, M en C Jolly Hoil Santos, M en C. Ligia Vera Gamboa, Dra. Yelda Leal y a la Dra. Patricia Gómez Aguilar, gracias por toda la ayuda y sugerencias que me brindaron durante el desarrollo de este proyecto.

A la Dra. Julia Candila, a la MTS Nadia Maldonado, a los estudiantes, pasantes, trabajadores y pacientes del UUIS de San José techoh, gracias por el apoyo, colaboración y por ser parte fundamental del proyecto.

Al Br. Gerardo Cetina García y al L.R Luis Felipe Góngora, por apoyarme durante el trabajo de campo.

Quiero agradecer especialmente a mi Familia, a mis padres Rubén Solís De Zavala y a Elda María Ancona Ricalde, así como a mis hermanos Rubén, Rodrigo y Ricardo por su paciencia y apoyo. Este trabajo es fruto de un esfuerzo en conjunto, gracias por acompañarme en este reto.

INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes.....	5
Justificación.....	25
Material y métodos.....	27
Resultados.....	47
Discusión.....	57
Conclusiones.....	62
Limitaciones.....	63
Perspectivas.....	64
Referencias Bibliográficas.....	65
Anexos.....	7

RESUMEN

Introducción: La prevalencia de Diabetes Mellitus tipo 2 (DT2) en México aumentó de 7% en 2006 a 9.4% en 2016. La DT2 es una pérdida progresiva de la secreción de insulina por las células beta pancreáticas con frecuencia en el contexto de resistencia a la insulina, el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina que produce. Una de las complicaciones más frecuentes de este padecimiento es la neuropatía diabética periférica (NDP), que causa debilidad muscular, pérdida de sensibilidad, equilibrio y modificación de marcha, limita la movilidad, capacidad funcional e independencia de personas que viven con DT2, por lo que aumenta el riesgo de caídas.

Objetivo: Determinar el efecto de una intervención fisioterapéutica en la marcha, sobre el riesgo de caídas en pacientes con DT2 que acudieron a la Unidad Universitaria de Inserción Social de San José Tecoh (UUIS).

Métodos: Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, cuasi experimental, pre y post intervención de 24 sesiones de fisioterapia sobre la marcha a 21 adultos que viven con DT2, los cuales acudieron a la UUIS. Se les calculó el índice de masa corporal (IMC), los rangos de movimiento (ROM) y la fuerza muscular (FM) de los miembros inferiores, también se les tipificó la huella plantar de acuerdo con el protocolo de Hernández-Corvo y se les midió el riesgo de caídas con el test de Tinetti. Se analizaron los datos mediante comparaciones de medias pareadas con la prueba *t de student* y comparación de rangos en muestras pareadas utilizando la prueba de Wilcoxon.

Resultados: Participaron 21 adultos, mayores de 40 años, con un tiempo de evolución de DT2 de 13 ± 8 años; el 85.76% fueron mujeres, y 61.91% presentó obesidad. En promedio, aumentaron los ROM, mejoró la FM y el riesgo de caídas disminuyó un 25%. La huella plantar registró un cambio a pie tipo normal de un 34% en el derecho y en el izquierdo de 14%. Se observaron cambios en disminución de riesgo de caídas, aumento de ROM y FM ($p<0.05$).

Conclusión: El aumento de fuerza muscular, equilibrio, coordinación y rangos de movimiento disminuyó el riesgo de caídas en los pacientes con DT2 que participaron en el presente estudio. La fisioterapia se debe de considerar como una opción de prevención de las complicaciones a largo plazo de la DT2, y se debería de brindar en el primer nivel de atención en salud.

INTRODUCCIÓN

México es el quinto país con más enfermos de diabetes mellitus (DM) en el mundo, y al comparar el número de individuos con DM en cada país, relacionando esta cifra con el tamaño de sus poblaciones totales, México es el número uno, con cifras que ascienden a 12 millones de personas con diabetes (1).

La DM se caracteriza por la deficiencia en la regulación del metabolismo de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas, y resulta de un deterioro en la secreción de insulina, la resistencia a la insulina o una combinación de ambos (2).

Las personas que viven con DM tienen un mayor riesgo de desarrollar complicaciones macrovasculares y microvasculares, como consecuencias de la hiperglucemia crónica que presentan (2).

La neuropatía diabética periférica (NDP) es una neuropatía sensitivo motora simétrica, los factores de riesgo incluyen la duración de la DT2 y un control deficiente de la glucemia (3), causa debilidad muscular, pérdida de la sensibilidad, del equilibrio y modificación de la marcha, aumentando el riesgo de caídas, lo que puede llevar a la ulceración del pie y a lesiones que pueden infectarse y llevar a la amputación (4).

La marcha es un elemento de la movilidad humana que pudiera percibirse como algo no relacionado con la DT2, sin embargo, se ha observado que muchas personas con este padecimiento presentan un tipo de marcha distinta a la de personas sin esta condición. Las alteraciones de la marcha en estas personas actúan como factores de riesgo en la frecuencia de caídas que generan lesiones que agravan su condición física.

Dado el interés general por preservar e incrementar la calidad de vida de las personas que viven con DT2 y prevenir el riesgo de caídas, cuyas consecuencias pueden ser la aparición de úlceras, heridas y las amputaciones de miembros inferiores, en esta investigación se evaluaron los ROM, la FM, el riesgo de caídas y la huella plantar de un grupo de personas yucatecas que padecen DT2, se aplicó un tratamiento fisioterapéutico y se evaluó el efecto del mismo en la fortaleza de los

músculos del tobillo, en el equilibrio, la coordinación, y en la disminución del riesgo de caídas.

ANTECEDENTES

La salud es un elemento fundamental para el desarrollo económico del país. Para que México se posicione en el contexto de la economía global a nivel competitivo, es necesario tener una población sana que pueda desarrollar sus capacidades y potencialidades (5).

Frente a esta visión de salud deseable se encuentra que la DM se ha convertido en una epidemia que afecta a millones de personas en el mundo y que se ha incrementado en estos últimos años.

De acuerdo con la *International Diabetes Federation* (IDF) hay aproximadamente 424.9 millones de personas de 20 a 79 años con diabetes y el número de muertes debido a esta enfermedad entre personas del mismo rango de edad es de 4.0 millones (1).

En particular, México se encuentra en un estado de alerta debido a que, en la actualidad, es el quinto país con más enfermos de DM por debajo de China, India, Estados Unidos y Brasil, y si se compara el número de individuos con DM en cada país, relacionando esta cifra con el tamaño de la población total, México es el número uno, con cifras que ascienden a 12.5 millones de adultos con diabetes (1).

En un estudio sobre la DM en México realizado en el 2013 por Hernández-Ávila *et al.* (6) se señala que la enfermedad se encuentra en diferentes proporciones en cada estado de la República:

De los adultos en México, 9.17% ha recibido un diagnóstico de diabetes, con resultados heterogéneos entre estados: de 5.6% en Chiapas a 12.3% en el Distrito Federal. Del total de diabéticos, 46.95% reportó también diagnóstico de hipertensión, 4.47% antecedente de infarto del corazón y 54.46%, antecedentes familiares de diabetes. De los adolescentes, 0.68% ha sido ya diagnosticado con diabetes (6).

En relación con el impacto económico de la enfermedad, en el 2017 la IDF estimó que en la Región Norteamericana y del Caribe (NAC), de la cual forman parte México, Canadá, Estados Unidos de América y 25 países y territorios en el Caribe,

se gastó 377.3 mil millones de dólares en servicios de salud para personas con DM. Esto corresponde al 52% del total gastado a nivel mundial, ese año (1).

En el reporte de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), 2016 MC, de México, se reportó que a 9.4% de la población se le ha diagnosticado DT2, y la mayor prevalencia de personas con 10.2% de diagnóstico médico previo de diabetes se observó en la región sur, que incluye Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. En esta misma región se observó la mayor proporción de hombres con diagnóstico médico previo de DT2 (11.3%) (7).

Unidad Universitaria de Inserción Social de San José Tecoh

En Yucatán, la colonia San José Tecoh se encuentra en el sur de la ciudad de Mérida, con una población de aproximadamente 8,100 habitantes. Esta área se considera vulnerable debido al alto desempleo, bajos ingresos y actividad de pandillas, el 60% de los hogares de bajos ingresos en Mérida están ubicados en el área sur (8).

La Unidad Universitaria de Inserción Social (UUIS), fue creada hace 20 años, por la Universidad Autónoma de Yucatán y patrocinada por la Fundación Kellogg, con la ideología de “Una Nueva Iniciativa “UNI” en la cual se proponía sustentar estrategias de servicio de primer nivel de atención, formación profesional y participación comunitaria, creando proyectos para que las personas que están en una situación de vulnerabilidad tuvieran opciones para transformar su realidad, visualizando horizontes factibles en lo individual y colectivo.

Desde el año 2012 esta unidad forma parte de la Dirección General de Desarrollo Académico de la UADY, integrada por cuatro facultades: Enfermería, Medicina, Psicología y Odontología. Debido a esta participación multidisciplinaria, la (UUIS) se reestructuró administrativamente para apoyar el modelo académico y favorecer el desarrollo social y comunitario, promoviendo la autogestión de los ciudadanos en áreas de vulnerabilidad social y económica del sur de la ciudad de

Mérida. En la UUIS se propicia la participación de la comunidad en diversas acciones en pro de la salud y bienestar social.

De acuerdo con el XX informe anual de actividades de la UUIS, en el Área de enfermería se llevaron a cabo proyectos y programas comunitarios que buscaban optimizar la Atención Primaria en Salud (APS) y contar con servicios para fomentar y mejorar los niveles de atención a la promoción, prevención y atención individualizada, con el objetivo de educar en la salud. Estos servicios incluyeron educación e información acerca de la DT2.

En el 2017 se registraron 1634 consultas al servicio médico de la UUIS, entre las cuales 359 se otorgaron a pacientes entre 41 y 60 años (22%) y 310 a pacientes de más de 60 años (19%). El 6% de estas consultas fue por afecciones endocrinológicas como DT2. En el área de nutrición el principal motivo de consulta fue, en primer lugar, el control de peso ya fuera por sobrepeso, obesidad o bajo peso (297), seguido por pacientes que acudieron por control de diabetes mellitus (26), dislipidemias (32) e hipertensión arterial (30). En cuanto al área de rehabilitación, el rango de edad de la población que acudió a los servicios fluctuó entre 46-65 años, y eran predominantemente mujeres. La atención más solicitada fue la fisioterapia, seguida por los tratamientos de kinesioterapia. Las patologías más frecuentes entre los pacientes fueron aquellas con enfermedades reumáticas y secuelas de algún Evento Vascular Cerebral (EVC) (9).

La DT2 no es nada más una enfermedad de importancia local, sino que es considerada como epidemia a nivel nacional y mundial, por lo que, específicamente es relevante reconocerla como una enfermedad de atención prioritaria en México. De acuerdo con la OMS la DM es una grave enfermedad crónica que se desencadena cuando el páncreas no produce suficiente insulina o cuando el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina que produce (10).

Estudios epidemiológicos recientes han demostrado que el aumento de la adiposidad es el factor de riesgo más importante para la DT2, también la inactividad física es un factor clave de riesgo, y tanto la actividad aeróbica como el entrenamiento de resistencia son beneficiosos. La duración del sueño corta (≤ 5 horas por noche) como la prolongada (≥ 9 horas por noche) se asocian a un mayor

riesgo al igual que trabajos en turnos rotativos. Además, fumar cigarrillos es igual un factor de riesgo para desarrollar DT2 (2).

Clasificación de la Diabetes mellitus

La DM se clasifica principalmente en: Diabetes Mellitus tipo 1 (DT1), Diabetes Mellitus tipo 2 (DT2), Diabetes Gestacional (DG) y Diabetes tipo MODY (*Maturity Onset Diabetes of the Young*).

La DT1 o insulino dependiente, se debe a una destrucción autoinmunitaria de las células beta pancreáticas, que conduce a una deficiencia absoluta de insulina. Esta destrucción tiene múltiples predisposiciones genéticas, también está relacionada con factores ambientales mal definidos. La tasa de destrucción es muy variable. Se caracteriza por presentarse al inicio de la infancia o en la juventud, pero puede haber casos de adultos que adquieran este tipo de diabetes (11).

La DT2 o no insulino dependiente se debe a una pérdida progresiva de la secreción de insulina por las células beta pancreáticas con frecuencia en el contexto de resistencia a la insulina, el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina que produce, lo cual dificulta progresivamente el control de los niveles de glucosa en sangre y conduce al desarrollo de complicaciones micro y macrovasculares, esto sucede casi siempre al inicio de la etapa adulta. Este tipo de DM representa la mayoría de los casos mundiales. (11).

La diabetes gestacional (DG), es cualquier grado de intolerancia a la glucosa con inicio o primer reconocimiento en el segundo o tercer trimestre del embarazo y no tiene indicios claros de haber comenzado antes del período de gestación, la mayoría de los casos se resuelven después del parto. Sin embargo, las mujeres con DG tienen un riesgo mayor de desarrollarla en otros embarazos, así como DT2 más adelante en sus vidas (11).

Las formas de diabetes asociadas a defectos monogénicos en la función de las células β se conocen como diabetes de inicio en la madurez de los jóvenes (MODY), se caracterizan por la aparición de hiperglucemia a una edad temprana

(generalmente antes de los 25 años) y por un deterioro de la secreción de la insulina con un mínimo o ningún defecto en la acción de la insulina (12).

Diabetes Mellitus tipo 2

Es una enfermedad multifactorial que involucra factores genéticos y ambientales.

La presentación clínica, la fisiopatología subyacente y la progresión de DT2 en pacientes que la padecen pueden variar considerablemente entre ellos, la presentación atípica de los síntomas puede dificultar la clasificación clara de la DT2. En el momento del diagnóstico, muchas personas que viven con DT2 son asintomáticos, mientras que otros presentan hiperglucemia grave o incluso cetoacidosis diabética. La diabetes autoinmune latente en adultos y la diabetes de inicio en la madurez de los jóvenes pueden enmascararse como DT2. En individuos asintomáticos, el momento y la frecuencia de las pruebas de prediabetes o DT2 se basan en la presencia o ausencia de factores de riesgo. La detección en personas en riesgo es importante porque la prediabetes es común y aproximadamente el 30% de las personas con DT2 no están diagnosticadas. (2)

Tabla 1. Valores diagnósticos de referencia.

Parámetros	Glucosa normal	Prediabetes	DT2
Hemoglobina A1c	<5.7%	5.7-6.4%	≥6.5%
Glucosa plasmática en ayunas	<110 mg/dl	100-125 mg/dl	≥126 mg/dl
2 horas de plasma de prueba de tolerancia oral a la glucosa.	<140 mg/dl	140-199 mg/dl	≥200 mg/dl

American Diabetes Association 2014.

La DT2 representa el 85-95% de todos los casos de diabetes en el mundo. Un estilo de vida sedentario se considera uno de los principales factores de riesgo para esta enfermedad y sus complicaciones. La mayoría de las personas que viven con DT2 presentan dislipidemia, hipertensión e hiperinsulinemia, que están asociadas con el síndrome metabólico y conducirán a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular prematura.

Las condiciones y complicaciones comórbidas se consideran para determinar la calidad de vida de las personas con DT2. La mejora de la aptitud muscular y cardiorrespiratoria se asocia con tasas de mortalidad reducidas (13).

Complicaciones crónicas de la diabetes mellitus tipo 2

La hiperglucemia crónica es una de las principales condiciones de la DT2 que puede ocasionar importantes afectaciones en órganos y sistemas (14).

El riesgo de complicaciones crónicas aumenta en función de la duración e intensidad de la hiperglucemia. Las complicaciones crónicas de la DM pueden ser oftalmológicas, renales, neurológicas, gastrointestinales, genitourinarias, cardiovasculares, dermatológicas y dentales. (15).

Una de las complicaciones más comunes de la DT2 es la NDP, que es un término que indica la existencia de un desorden en los nervios periféricos, de cualquier causa. La mayoría de las veces daña las fibras nerviosas o las células nerviosas completas (16).

En la población con DM, la prevalencia de NPD es aproximadamente del 30% en pacientes hospitalizados con diabetes y del 20-30% en pacientes que viven en comunidades (17). Este tipo de neuropatía da como resultado daño periférico afectando los nervios sensitivos y motores (18).

La debilidad muscular que presentan los pacientes con DT2 afecta el ciclo de la marcha que es la secuencia de movimientos coordinados que permiten el desplazamiento, siendo el equilibrio y la locomoción sus principales componentes. En el ciclo de la marcha interviene la interacción de los sistemas aferentes (la vista, el vestibular y el propioceptivo) con los centros donde se procesa la información (médula, cerebelo, tronco y hemisferios cerebrales), la vía piramidal y la extrapiramidal que son la eferencia motora, y por último el sistema musculoesquelético (19, 20). Es importante el buen funcionamiento de estos sistemas para que la marcha se realice de manera adecuada, pues cuando no están en armonía, se presentan alteraciones en el ciclo de la marcha que afectan a la persona y que pueden ocasionar caídas frecuentes. Debido al daño periférico que presentan las

personas que viven con DT2 y NDP, éstas llegan a ser incapaces de detectar un traumatismo en el pie y, por lo tanto, no hay respuesta al dolor. Esto hace que incluso una pequeña ampolla o herida puede progresar a úlcera crónica, que sin el tratamiento adecuado puede llegar a la amputación de algún miembro inferior.

Ciclo de la marcha

El ciclo de la marcha inicia cuando el talón se levanta del suelo y termina con el siguiente contacto del mismo pie, con el suelo.

Este movimiento se divide en: fase de apoyo que es cuando una pierna se encuentra en contacto con el suelo, y fase de balanceo, cuando la pierna aún no contacta con el suelo. Cuando ambos pies están en contacto con el suelo se denomina fase de doble apoyo o de sustentación. La duración de cada fase de la marcha se distribuye en 60% fase de apoyo y 40% fase de balanceo (Figura 1 y 2).

Componentes de la fase de apoyo: (Figura 3)

- Contacto del talón: Momento en el que el talón toca el suelo.
- Apoyo plantar: Contacto de la parte anterior del pie con el suelo.
- Apoyo medio: Punto en el que el cuerpo pasa sobre la pierna que soporta peso.
- Elevación del talón: Cuando el talón se eleva del suelo.
- Despegue del pie: Momento en el que los dedos se elevan del suelo.

Componentes de la fase de balanceo: (Figura 4)

- Aceleración: Rápida aceleración del extremo de la pierna inmediatamente después que los dedos dejan el suelo.
- Balanceo medio: La pierna en movimiento rebasa a la pierna de apoyo.
- Desaceleración: La pierna desacelera preparándose para el contacto del talón (21).

La marcha está compuesta por pasos que se puede definir como la secuencia de acontecimientos entre puntos sucesivos donde se da el contacto de los pies de manera alterna. A dos pasos consecutivos se les denomina zancada (19).

En el ciclo de la marcha, se pueden caracterizar aspectos como:

- **Longitud del paso:** es la distancia entre los puntos de contacto de un pie y el otro pie. Depende de la estatura y se acerca a 40 cm.
- **Altura del paso:** el movimiento de las extremidades inferiores otorga una altura de 5 centímetros al paso, evitando el arrastre de los pies.
- **Amplitud de base:** la distancia entre ambos pies es la base de sustentación y equivale de 5 a 10 centímetros.
- **Cadencia o ritmo del paso:** se relaciona con la longitud del paso y la altura del individuo. Los sujetos altos dan pasos a una cadencia más lenta, en cambio los más pequeños dan pasos más rápidos. Puede ir entre 90 a 120 pasos/min.
- **Desplazamiento vertical y lateral:** equivalen aproximadamente a 5 cm cada uno.
- **Movimiento articular:** Los movimientos articulares de tobillo ocurren entre los 20° de flexión plantar y los 15° de dorsiflexión. La rodilla se mueve entre extensión completa a 60° de flexión (en la fase de balanceo). La cadera se moviliza entre 30° de flexión y 15° de extensión, aproximadamente.
- **Velocidad:** se aproxima a 1 metro por segundo; sin embargo, puede variar en un rango entre 3 y 4 Km/hr dependiendo del largo de las extremidades inferiores y la resistencia aeróbica del individuo (19).

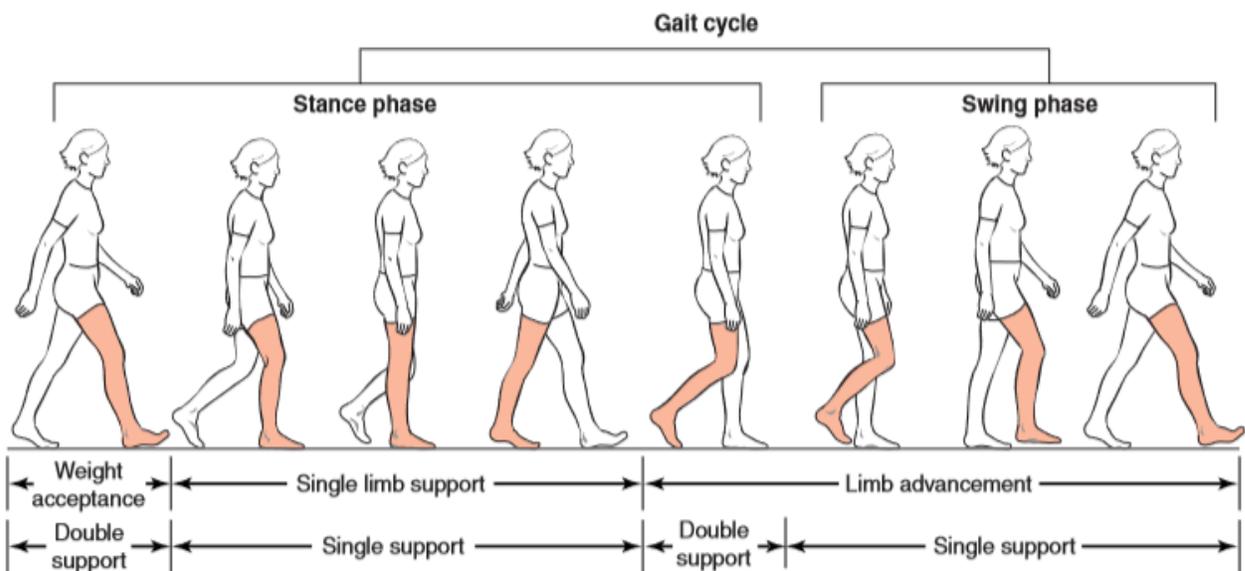


Figura 1. Fases de la Marcha. Fuente: Lynn S. Lippert. Clinical Kinesiology and Anatomy. 6th edition. Philadelphia: F.A Davis Company; 2017.

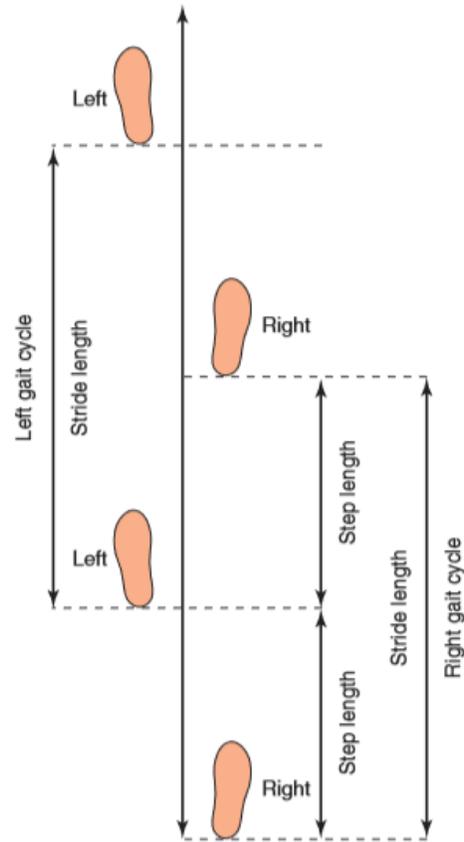


Figura 2. Componentes de la marcha. Fuente: Lynn S. Lippert. Clinical Kinesiology and Anatomy. 6th edition. Philadelphia: F.A Davis Company; 2017.

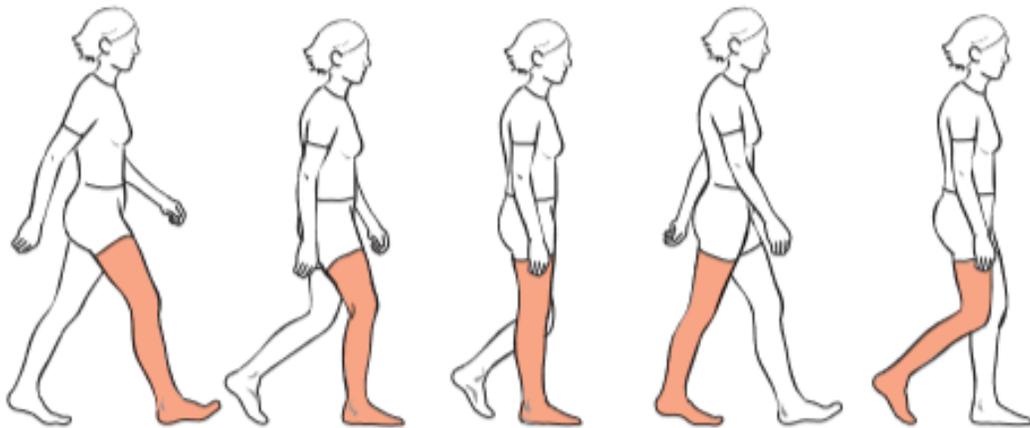


Figura 3. Componentes de la fase de apoyo. Fuente: Lynn S. Lippert. Clinical Kinesiology and Anatomy. 6th edition. Philadelphia: F.A Davis Company; 2017.

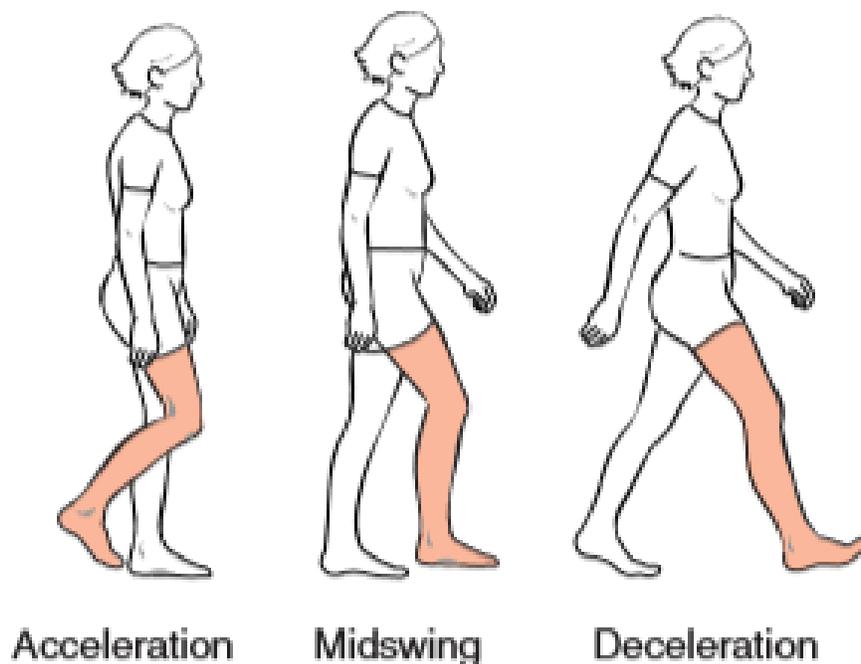


Figura 4. Componentes de la fase de balanceo. Fuente: Lynn S. Lippert. Clinical Kinesiology and Anatomy. 6th edition. Philadelphia: F.A Davis Company; 2017.

La articulación del tobillo está formada por tres huesos: tibia, peroné y superficie superior del astrágalo. Esta articulación permite, principalmente, movimientos hacia arriba y hacia abajo, conocidos como flexión dorsal y flexión plantar respectivamente. Los movimientos laterales pueden realizarse, aunque muy limitados por las terminaciones óseas de la tibia y el peroné (21, 22).

Cinética y Cinemática del tobillo y pie durante la marcha

Cinética

El peso del cuerpo, al estar en posición bipodal, se transmite a través de la pelvis hacia el suelo mediante las extremidades inferiores. Cada pie soporta la mitad del peso del cuerpo. Al primer contacto con el suelo, el hueso que recibe las fuerzas es el astrágalo, su misión cinética es distribuir las fuerzas hacia los diferentes puntos de apoyo. Cuando se realiza un análisis de fuerzas en el plano sagital (pasa exactamente por la mitad del cuerpo, dividiéndolo en dos partes iguales, derecha e

izquierda) se ha comprobado que el 60% de las fuerzas se dirigen al calcáneo y el 40% al antepié.

Esta proporción varía al levantar el talón del suelo, momento en que aumenta la carga que recibe el antepié. Al analizar las fuerzas en el plano transversal (es perpendicular al eje longitudinal del cuerpo) se observa que el astrágalo desempeña el papel de distribuidor de cargas. Hacia atrás, transmite la mayor parte de la carga, que llega al suelo a través de la tuberosidad del calcáneo.

Cuando la fuerza es hacia delante, una parte de esta se transmite, a través de la cabeza del astrágalo, a las cuñas y a los 3 primeros metatarsianos, se la conoce como pie dinámico. En el lado externo, las fuerzas llegan al suelo a través de calcáneo, cuboides y metatarsianos, el cual se conoce como pie estático. En el antepié, la carga se distribuye a través de todos los metatarsianos, el primero absorbe como mínimo el doble de fuerza que cada uno de los restantes y la transmite al suelo a través de los sesamoideos.

Cinemática

El tobillo tiene un papel fundamental para la absorción del impacto y la progresión en la fase de apoyo y facilita el avance del miembro inferior durante la fase de balanceo. En el ciclo de la marcha completo el tobillo presenta dos recorridos de flexión plantar y dos de dorsiflexión alternados. Durante la fase de apoyo, se producen, sucesivamente, una flexión plantar, una dorsiflexión y una plantar. Mientras que en la fase de balanceo sólo se registra una dorsiflexión.

El pie tiene un conjunto de articulaciones que le permiten el movimiento en los 3 planos del espacio: flexión-extensión, rotación interna-rotación externa y pronación-supinación.

1. Articulaciones de acomodación, son las que amortiguan el choque del pie con el suelo y lo adaptan a las irregularidades del terreno. Son las articulaciones del tarso y tarsometatarsianas.

2. Articulaciones de movimiento. Su función es dinámica y son fundamentales para la marcha. Son la del tobillo y las de los dedos (22).

Estática bipodal y carga

El apoyo bipodal está limitada por diversos factores que determinan la distribución del peso corporal y las presiones plantares:

- Factores intrínsecos del individuo, que son propios a la persona que no dependen de las circunstancias o del medio que lo rodea, por ejemplo, alteraciones patológicas en bipedestación, peso corporal, patologías inflamatorias o crónico degenerativas.
- Factores extrínsecos al individuo: que son adquiridos como, por ejemplo, tipo de terreno por donde deambulan, tipo de calzado y uso de ayudas externas.

Cuando el pie está en ángulo recto, el peso del cuerpo se reparte entre el talón posterior y el anterior, siendo mayor el porcentaje de peso recibido en la parte posterior, aproximadamente el 60% del total del peso recibido. Cuando el pie está apoyado sobre el talón, todo el peso se transmite directamente al talón posterior, al igual que ocurre sobre el talón anterior en posición equina.

La línea de gravedad del cuerpo desciende desde la bóveda craneal, pasa por delante del raquis cervical y dorsal, cruza la primera vértebra lumbar y es secundario al plano anterior de las articulaciones sacroilíacas. Desde allí desciende por detrás del plano de las caderas, debido a que los gemelos están relajados en posición vertical. Se conserva el equilibrio de las articulaciones coxofemorales por el ligamento anterior. La línea de gravedad pasa por delante del plano de las rodillas, siendo los músculos y ligamentos posteriores de esta los que mantienen el equilibrio del individuo en posición erguida y, finalmente, la línea de gravedad incide en el suelo dentro del triángulo de sustentación, sobre la línea que une las dos articulaciones mediotarsianas (23).

Huella plantar

Una forma válida y sencilla de analizar la huella del pie, para el estudio de la prevalencia de las alteraciones biomecánicas, es mediante la obtención de la huella plantar utilizando un pedigráfico (24).

El estudio de la huella plantar ha sido el más empleado por la facilidad que supone, y por los buenos indicadores de confiabilidad y validez que presenta, esta

metodología se sigue utilizando ya que la impresión directa sobre los pies es más precisa incluso que la medición realizada a través de un sistema de escáner (25).

Métodos de evaluación de la huella plantar

Protocolo de evaluación de la huella plantar de Hernández Corvo

El método de Hernández Corvo consiste en tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar. Presenta una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie, que va desde el pie plano hasta el pie cavo extremo.

El procedimiento consiste en: marcar dos puntos, en las prominencias más internas de la huella (1 y 1'). Una vez hecho esto, se realiza el trazo inicial que es el que une ambos puntos. Después se marca otro punto en la parte más anterior de la huella (incluyendo los dedos) y en la parte más posterior otro (2 y 2'). Se trazan perpendiculares a estos últimos puntos respecto al trazo inicial. La distancia entre este trazo y el punto 1 es la medida fundamental y se ha de trasladar tantas veces como quepa en el trazo inicial (3, 4 y 5). Se traza una perpendicular a la línea 3, pasando por la parte más externa de la huella; otra perpendicular a 4 y otra a 5 pasando también por la parte más externa (6, 7 y 8 respectivamente). La distancia entre el trazo inicial y 6 es X (ancho del metatarso); la distancia entre 9 y 7 es Y (arco externo, superficie apoyo mediopié). Con las medidas resultantes y utilizando la Ecuación de Hernández Corvo, $\%X = (X-Y/X)100$, se puede obtener el tipo de pie, clasificándose de acuerdo a los resultados de la ecuación en 0-34%: Pie plano; 35-39%: Pie plano/normal; 40-54%: Pie normal; 55-59%: Pie normal/cavo; 60-74%: Pie cavo; 75-84%: Pie cavo fuerte; 85-100%: Pie cavo extremo (25).

El ciclo de la marcha en personas con DT2

Las personas que viven con DT2 tienen menos movilidad en el tobillo durante la marcha. La pérdida de equilibrio y debilidad muscular debido a la DT2 y a la NDP

conlleva a anomalías de la marcha que incluyen: una distribución de peso inapropiada en el pie, pasos cortos y fase de doble apoyo más larga también puede alterar la percepción sobre el movimiento y la orientación espacial necesaria para mantener la postura. La hiperglicemia prolongada puede conducir a debilidad muscular, rigidez articular y cambios degenerativos tempranos en el cerebro. Estos son factores que pueden afectar aún más el control del equilibrio en personas que viven con DT2. El deterioro del equilibrio es uno de los tres principales factores de riesgo de caídas y, por lo tanto, está asociado con el miedo a las caídas y la reducción de la calidad de vida en las personas con que viven con DT2. De la misma manera, la pérdida en la sensibilidad de la planta del pie tiene implicaciones en la distribución incorrecta del peso en el pie, lo cual afecta el equilibrio y la base de apoyo. La disminución de la fuerza de los músculos flexores, extensores y la movilidad del tobillo contribuyen a la reducción en la velocidad de la marcha (26).

Las personas con NPD tienen un riesgo mucho mayor de caer que aquellas con sensación intacta, la mayoría de las caídas ocurren durante la marcha, estos pacientes pueden tener dificultades para mantener la estabilidad dinámica mientras caminan (27).

La mayoría de las caídas se producen en lugares cerrados; entre los más frecuentes se mencionan el baño, el dormitorio y la cocina. Se han identificado numerosos factores de riesgo que propician las caídas, las causas se clasifican en factores intrínsecos (asociados con la edad, hábitos de vida y comorbilidades) extrínsecos (factores individuales como vestimenta y fármacos y factores ambientales) y situacionales (interacción individuo/entorno) (28).

Las consecuencias de las caídas pueden ser muy limitantes para realizar las actividades de la vida diaria de las personas y a menudo, hasta pueden ser fatales. La mayoría de estas son de origen multifactorial, la frecuencia anual de caídas en adultos mayores es del 30% en la comunidad y del 50% en instituciones. Los factores de riesgo pueden ser intrínsecos (déficit cognitivo, visual, debilidad muscular, problemas neurológicos, cardiovasculares, problemas de marcha y equilibrio, etc) y extrínsecos (ambientales). Las principales consecuencias de las

caídas son aumento significativo en la morbilidad, mortalidad, problemas psicológicos, costos económicos elevados y por último privación social de la persona y de sus cuidadores (29).

En un estudio realizado en el 2018 por Palma Hernández J *et al.* (30) en el sur de Mérida, Yucatán con una muestra de 49 adultos con una edad promedio de 68 años (± 5), con DT2, la media de caídas en el último año fue de 1(± 0.7). En ese mismo estudio, la evaluación del riesgo de caídas medida con la escala Tinetti indicó que el 3% no tuvo riesgo, 81% tuvo riesgo y el 16% presentó riesgo grave; con la escala J.H. Downton se observó que el 2% presentó riesgo leve, 70% moderado y 28% grave. Por lo anterior se concluyó que entre los adultos mayores con DT2 del sur de Mérida existe un riesgo de caídas.

Para mejorar la marcha de pacientes con DT2 se recomienda la aplicación de kinesioterapia.

Kinesioterapia

La kinesioterapia es un método terapéutico que se realiza por medio de movimientos activos o pasivos de todo el cuerpo o de alguna de sus partes (31), se usó por los médicos como medio curativo durante siglos, particularmente con propósitos terapéuticos en condiciones tales como las secuelas de enfermedades del aparato locomotor; y hasta hoy se reconoce su eficacia. Es, sin duda, la parte de la fisioterapia que ocupa el mayor tiempo de trabajo de los profesionales que materializan las técnicas de rehabilitación (32).

Los objetivos de esta terapia son: recuperar y/o mantener los rangos de movimientos articulares completos, evitar la retracción de estructuras blandas, fortalecer el tejido muscular debilitado, facilitar el restablecimiento de la actividad neurológica normal, estimular las capacidades sensitivas, perceptivas y motrices del individuo, y conservar y/o restablecer el esquema corporal, la coordinación y el equilibrio (33).

La aplicación de kinesioterapia puede llevarse a cabo de dos maneras: pasiva o activa. La kinesioterapia pasiva es el conjunto de técnicas terapéuticas aplicadas

por el fisioterapeuta a las estructuras afectadas. Se aplican generalmente para tratar las consecuencias de las enfermedades de los sistemas o aparatos respiratorio, cardiovascular, musculoesquelético, osteoarticular y muscular. Esta terapia puede abarcar todas las técnicas de ejercicios ejercidas por el terapeuta como movilizaciones tisulares (masajes), movilizaciones articulares, tracciones, posturas articulares, entre otras. La kinesioterapia activa utiliza el movimiento provocado por la actividad muscular del sujeto con un objetivo terapéutico preciso (34).

Antes de aplicar alguna técnica de kinesioterapia es importante conocer las condiciones del paciente, mediante una evaluación previa.

Test de Tinetti: instrumento de evaluación del equilibrio y la marcha

El test de Tinetti se utiliza para evaluar anormalidades en el equilibrio y la marcha de los pacientes. Con una especificidad del 80% y una sensibilidad del 74%, es uno de los test más utilizados en el campo de la fisioterapia (35).

Es una de las pruebas más utilizadas en este campo, consta de 16 elementos: 9 para el equilibrio del cuerpo y 7 para la marcha. El puntaje máximo es 16 para el equilibrio, 12 para la marcha y, por lo tanto, 28 para el puntaje global (equilibrio y marcha). Una puntuación total de menos de 20 puntos indica un alto riesgo de caídas, una puntuación entre 20 y 23 puntos indica un riesgo moderado de caídas, una puntuación entre 24 y 27 indica un bajo riesgo de caídas y una puntuación de 28 puntos indica que no hay riesgo de caídas (36).

Tratamiento para mejorar la motricidad y disminuir el riesgo de caídas

Una de las estrategias más efectivas para reducir el riesgo de caídas en las personas que viven con DT2 son las intervenciones de ejercicio, fortalecimiento de las extremidades inferiores y el ejercicio de equilibrio que son suficientemente desafiantes. El entrenamiento de la marcha también se considera un componente de la intervención de ejercicio, incluidos los cambios en la cadencia, la longitud del paso, el ritmo y la dirección (37).

Los resultados de algunos estudios han comprobado la eficacia de un tratamiento fisioterapéutico en la prevención de caídas. En el 2017 Gu & Dennis (38) realizaron una revisión de la literatura entre 2014 y 2016 procedentes de diferentes bases de datos electrónicas, para encontrar estudios que evalúan la efectividad de programas de prevención de caídas en personas con DT2 y NDP.

En las intervenciones descritas en los artículos resultantes de la revisión, se incluyeron programas de fortalecimiento de miembros inferiores, ejercicios de equilibrio, marcha y aeróbicos, concluyendo que las personas con DT2 y NDP pueden mejorar la marcha y el equilibrio después de participar en programas que tienen como objetivo evitar riesgos de caídas.

En estudios realizados en Suiza (39) y en India (40) en personas con DT2 y NDP, se incluyeron programas de fortalecimiento de miembros inferiores, ejercicios de equilibrio, y marcha, en los cuales se concluyó que con la intervención fisioterapéutica se puede evitar riesgos de caídas.

En el 2010, Allet *et al.* (39) realizaron un estudio controlado aleatorio con una intervención en 35 participantes. La intervención fue un entrenamiento fisioterapéutico que consistió en un calentamiento (5 min), seguido de un circuito de entrenamiento (40 min) que incluía ejercicios de marcha, equilibrio y ejercicios de fortalecimiento en miembros inferiores, dos veces a la semana durante 12 semanas. Se midió la marcha y el equilibrio con test de Tinetti, el miedo a las caídas con la Escala internacional de eficacia de las caídas (*Falls Efficacy Scale International*), la fuerza muscular con un dinamómetro y la movilidad articular con un goniómetro, antes y después de la intervención. Al finalizar el entrenamiento el grupo aumentó la velocidad habitual al caminar 0.149 m/s ($p < 0.001$), también mejoraron significativamente el equilibrio, movilidad, grado de preocupación por caer, flexión y extensión de cadera, dorsiflexión y flexión plantar del tobillo ($p < 0.0026$).

En el 2013, Majeed *et al.* (40) realizaron un estudio controlado aleatorio, con una intervención en 16 participantes con NDP, con una edad de 65 ± 2.12 años. Los participantes recibieron educación sobre la diabetes, una vez a la semana por 6 semanas, en sesiones de 30 minutos cada una y se les aplicó un programa de ejercicios 3 veces por semana durante 6 semanas, con una duración de 30 minutos

por sesión. Cada sesión de la intervención incluyó un calentamiento de 5 minutos y ejercicios de marcha y equilibrio. Se midieron los resultados de la prueba *Timed Up and Go* (tiempo de levantarse y caminar) para evaluar el equilibrio, y la prueba de *Six Minutes Walk Test* (6MWT), (caminata de 6 minutos) para la marcha. Después de la intervención, los participantes mostraron una mejoría significativa en las puntuaciones de ambos test ($p < 0.05$). El estudio mostró que los ejercicios utilizados mejoran el equilibrio y la marcha en personas con DT2 y NDP, disminuyendo el riesgo de caídas.

Partiendo de los resultados de los estudios antes descritos, se asume que siguiendo un programa de al menos 18 sesiones de fisioterapia se pueden obtener resultados significativos en pacientes de DT2 para la disminución de riesgo de caídas, aplicando ejercicios de movilizaciones, fortalecimiento de miembros inferiores, equilibrio y marcha.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La DM es un problema de salud pública cuya prevalencia e incidencia están en incremento. México es el quinto país con más enfermos de DM en el mundo, y si comparamos el número de individuos con DM en cada país, relacionando esta cifra con el tamaño de sus poblaciones totales, México es el número uno, con números que ascienden a 12 millones de adultos que viven con diabetes (1).

En la ENSANUT 2016, se reportó que la mayor prevalencia de personas con diagnóstico médico previo de diabetes se observó en la región sur, la cual fue de 10.2% (8).

Debido a la hiperglucemia crónica, las personas con DT2 tienen un mayor riesgo de desarrollar complicaciones macrovasculares como enfermedad isquémica coronaria, enfermedad cerebrovascular y complicaciones microvasculares como retinopatía, nefropatía y neuropatía. En México, se reporta que 60% de los individuos con DT2 tiene alguna forma de neuropatía diabética y su frecuencia depende de la duración de la DT2 (41). Esta consecuencia causa debilidad muscular, pérdida de la sensibilidad, equilibrio y modificación de la marcha entre otras, que limitan la movilidad, capacidad funcional y la independencia de las personas que la padecen, por lo que las personas con esta enfermedad tienen un mayor riesgo de caídas. De esta manera, se presenta un riesgo mayor de fisuras o grietas y alteración de la microcirculación que pueden ocasionar pequeñas heridas, que sin el cuidado y tratamiento necesario se pueden convertir en úlceras crónicas, lo que puede llevar a amputaciones si no se recibe el tratamiento adecuado. La escasez de investigaciones en esta población hace que sea difícil predecir los efectos de una intervención fisioterapéutica sobre las caídas, en México. Sin embargo, en investigaciones realizadas en países como India y Suiza, se encontraron evidencias de que, a corto plazo, un programa de fisioterapia enfocado en la prevención de las caídas mejora el equilibrio, el desempeño en la marcha y fortalece los músculos de pacientes con DT2 (42, 43).

Pregunta de investigación

¿La intervención fisioterapéutica en la marcha del adulto con DT2 disminuye el riesgo de caídas en pacientes que acuden a la Unidad Universitaria de Inserción Social de San José Tecoh (UUIS), de febrero del 2018 a junio del 2019?

JUSTIFICACIÓN

La DM se ha convertido en una epidemia que afecta a millones de personas en el mundo y que ha aumentado en estos últimos años. Tiene como efecto la hiperglucemia, que al paso del tiempo daña gravemente órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos. El tipo más común de DM, a nivel mundial, es la DT2 que se presenta en el 90% de los casos de pacientes con DM (44).

Entre los factores de riesgo más comunes de la DT2 se encuentran la obesidad y la inactividad física. Asimismo, debido a las complicaciones crónicas vasculares de la DT2 como la NDP, las características de la marcha y el equilibrio al caminar se alteran, ocasionando una alta incidencia de caídas que aumentan el riesgo de generar lesiones que se conviertan en úlceras si no reciben el tratamiento necesario y con el paso del tiempo aumenta la posibilidad de amputaciones. De acuerdo con la ENSANUT 2016 el 46.4% de las personas con DM no realiza medidas preventivas para evitar o retrasar alguna complicación por la enfermedad. Sobre este problema existe poca información científica, específicamente sobre la forma como se puede prevenir el riesgo de caídas en pacientes con DT2, mediante la intervención fisioterapéutica en la marcha y en el equilibrio. En general, las publicaciones científicas recientes, a nivel mundial indican la importancia de estas prácticas para mejorar el estado de las personas con DT2. Sin embargo, aún se sabe poco acerca de posibles estrategias de tratamiento de prevención de las caídas que causan estas alteraciones en la marcha.

En Yucatán ha aumentado la prevalencia de la DT2 y de la inactividad física en los últimos años. Las personas que viven con DT2 se desalientan en cuanto a

realizar algún tipo de actividad física, debido a preocupaciones sobre posibles úlceras y amputaciones de miembros inferiores, en algunos casos, cuando asisten a algún centro de salud, no se les brinda información pertinente como el tipo de actividad física que es la ideal para personas con esta condición y el tipo de calzado necesario para realizarla, ni se le da importancia a la prevención de caídas mediante una intervención fisioterapéutica en la marcha.

En concordancia con los objetivos y compromisos adquiridos por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) desde hace más de veinte años, para impulsar estrategias de servicio de primer nivel de atención, formación profesional y participación comunitaria, creando proyectos cuyo fin sea la transformación social, este estudio se realizó en las instalaciones de la UUIS de San José Tecoh, unidad que es parte de la UADY. En la UUIS se cuenta con espacios adecuados para la evaluación y atención de los pacientes con DT2 que participan en este estudio, con el fin de generar información aplicable en programas institucionales de salud, y beneficios que mejoren la calidad de vida, tanto de los pacientes, como de sus familias y la comunidad. La UUIS de San José Tecoh tiene el objetivo de contribuir a la formación de estudiantes de la UADY, desarrollando competencias profesionales en la atención de asuntos del espectro social y de salud, prestando servicios de calidad, con atención de primer nivel en forma adecuada y oportuna.

Con este estudio se comprobó la eficacia de algunas estrategias de tratamiento fisioterapéutico, que tuvieron como objetivo aumentar la fuerza, los rangos de movimiento en las extremidades inferiores y el equilibrio en la marcha, para que se puedan prevenir y evitar las complicaciones de las caídas a corto y a largo plazo, y con ello mejorar la calidad de vida y la marcha de las personas con DT2 en nuestra región.

HIPÓTESIS

La intervención fisioterapéutica en la marcha disminuye significativamente el riesgo de caídas en adultos con DT2 que acuden a la UUIS de San José Tecoh.

OBJETIVOS

General

Determinar el efecto de una intervención fisioterapéutica en la marcha, sobre el riesgo de caídas en pacientes con DT2 que acuden a la Unidad Universitaria de Inserción Social de San José Tecoh, de febrero del 2018 a junio del 2019.

Específicos

- 1.- Describir las características sociodemográficas de los sujetos de estudio.
- 2.- Determinar los rangos de movimiento del tobillo pre y post de la intervención fisioterapéutica sobre la marcha.
- 3.- Determinar la fuerza muscular del tobillo pre y post de la intervención fisioterapéutica sobre la marcha.
- 4.- Evaluar el cambio del tipo de huella plantar post intervención fisioterapéutica sobre la marcha.
- 5.- Comprobar la eficacia de la intervención fisioterapéutica comparando el riesgo de caídas pre y post.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo y diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, cuasi experimental, pre y post intervención en personas que viven con DT2 que acudan a la UUIS de San José Tecoh, en el período de febrero del 2018 a junio del 2019.

Universo: Adultos con DT2 que acudieron a la UUIS de San José Tecoh en Mérida Yucatán, durante el periodo comprendido entre el mes de febrero del 2018 a junio del 2019.

Muestra: Se realizó un muestreo por conveniencia; tras la selección de participantes se contó con una muestra de 21 participantes que cumplieron los criterios de inclusión y concluyeron las 24 sesiones.

Criterios de selección

Inclusión

- Personas con diagnóstico médico previo de DT2.
- Personas mayores de 40 años.
- Personas que aceptaron ser parte del proyecto de investigación y firmaron la carta de consentimiento informado (Anexo 1)

Exclusión

- Personas con problemas cardiovasculares severos que les impedía realizar los ejercicios de la terapia.
- Con algún otro tipo de enfermedad crónico-degenerativa, que les impedía realizar los ejercicios de terapia.
- Personas que presentaron úlceras infecciosas.
- Personas que presentaron amputaciones en algún miembro inferior.
- Personas que presentaron daño cognitivo evidente.
- Personas que presentaron rangos de movimiento aumentado.

Eliminación

- Personas que no completaron la intervención.
- Personas que desarrollaron úlceras infecciosas u otro tipo de lesión durante la intervención.

Variables estudiadas:

- Datos sociodemográficos: Edad actual, sexo, estado civil, escolaridad, ocupación, edad al diagnóstico de DT2 e índice de masa corporal (IMC).

- Variables que evaluaron la eficacia de la intervención fisioterapéutica: rangos de movimiento, fuerza muscular, huella plantar y riesgo de caídas, pre y post intervención.

Tabla 2. Definición de las variables y escalas de medición.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Edad actual	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo hasta el momento actual en que se realiza un estudio.	Se tomó de lo que refiera el (la) paciente en entrevista y se midió en años. (Anexo 2)
Sexo	Condición orgánica humana que distingue entre femenino y masculino	Se obtuvo de lo referido por el paciente en la entrevista (Anexo 2) y se midió como a) Mujer. b) Hombre.
Estado civil	Es la situación de las personas físicas determinada por sus relaciones de familia, provenientes del matrimonio o del parentesco, que establece ciertos derechos y deberes en el ámbito jurídico.	Lo referido por el paciente en la entrevista (Anexo 2) y se midió como: a) Soltero b) Casado c) Divorciado d) Unión libre e) Viudo
Escolaridad	Nivel de estudios máximo alcanzado en el Sistema Nacional de Educación.	Se midió como el nombre del grado máximo de estudios referido por el paciente en la entrevista (Anexo 2) a) Analfabeta b) Primaria incompleta c) Primaria completa d) Secundaria incompleta e) Secundaria completa f) Preparatoria incompleta g) Preparatoria completa h) Licenciatura incompleta i) Licenciatura completa j) Posgrado
Ocupación	Actividad a la que una persona se dedica en un determinado tiempo.	Se obtuvo de lo referido por el paciente en la entrevista (Anexo 2) y se midió como a) Empleado b) Desempleado c) Profesional d) Técnico e) Obrero f) Pensionado g) Jubilado h) Hogar i) Empleo independiente j) Otro

Duración de la enfermedad	Tiempo transcurrido desde la fecha de diagnóstico de la enfermedad hasta el momento del estudio.	Se tomó de lo referido por el paciente y recabado en la historia clínica y se midió en años. (Anexo 2)
Índice de masa corporal (IMC)	Es una fórmula que se utiliza para evaluar el peso corporal en relación con la estatura. La fórmula permite medir la composición corporal y ha demostrado ser una manera eficaz de determinar la grasa corporal.	Con una báscula con estadímetro marca BAME, se midió el peso del paciente en kilogramos y la talla en cm, El IMC se calculó dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros ($IMC = \text{peso [kg]} / \text{estatura [m]}^2$). (Anexo 2). Se midió como: Bajo peso <18,5 Rango normal 18,5-24,99 Sobrepeso 25-29,99 Obesidad ≥ 30
Rangos de movimiento	Evaluación de la posición de una articulación en el espacio. En este caso, se trata de un procedimiento estático que se utiliza para cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación.	Se midieron los rangos de movimiento de las articulaciones inferiores del paciente con un goniómetro, y se midió en grados. (Anexo 3) -Dorsiflexión 80° -Flexión plantar 150° -Inversión 30° -Eversión 15°
Fuerza muscular	Es la capacidad de un músculo o un grupo de músculos de ejercer tensión contra una carga durante la contracción muscular.	Se le pidió a la persona que realice el movimiento y se tomó del resultado de la aplicación de la valoración de la escala de Daniels-Worthingham, la cual mide la fuerza muscular. A mayor puntaje mejor es el desempeño (Anexo 4), y se midió como: Grado 5= Normal= Movimiento completo con máxima resistencia. Grado 4= Bien= Movimiento completo con resistencia de fuerte a moderada. Grado 3= Regular= Movimiento completo y mantiene posición final, sin tolerancia a ninguna resistencia. Grado 2= Mal= Movimiento con amplitud parcial. Grado 1= Escaso= Contracción del musculo sin movimiento. Grado 0= Nulo= No hay contracción muscular.

Análisis de Huella plantar. Protocolo de Hernández Corvo	Consiste en pisar sobre un dispositivo de goma impregnado en tinta bajo el cual hay un papel que tras la pisada se impregna de la tinta y señala la huella plantar.	Se tomó el resultado del análisis de la huella plantar de acuerdo con el protocolo de Hernández Corvo (Anexo 5) y se midió como: -Pie plano 0-34% -Pie plano/normal 35-39% -Pie normal 40-54% -Pie normal/cavo 55-59% -Pie cavo 60-74% -Pie cavo fuerte 75-84% -Pie cavo extremo 85-100%
Riesgo de caídas	Aumento de la susceptibilidad a las caídas que pueden causar daño físico.	Se tomó del resultado de la aplicación de la valoración del test Tinetti, la cual mide los riesgos individuales de caídas basados en su desempeño en tareas específicas de balance y marcha. A mayor puntaje mejor es el desempeño (Anexo 6), y se midió como: -Un puntaje de 25-28 indica bajo riesgo de caídas, -Un puntaje de 19-24 indican un riesgo moderado de caídas, -Un puntaje menor a 19 indica un alto riesgo de caídas.

Tabla 3. Variables para describir el grupo de estudio.

Variable	Tipo cualitativa o cuantitativa	Escala de medición.	Categorías de análisis
Edad actual	Cuantitativa	De razón continua.	Años cumplidos al momento del estudio
Sexo	Cualitativa	Nominal dicotómica	Mujer Hombre
Estado civil	Cualitativa	Nominal	Soltero Casado Viudo Divorciado Unión libre
Escolaridad	Cualitativa	Ordinal	Analfabeta Primaria incompleta Primaria completa Secundaria incompleta Secundaria completa Preparatoria incompleta Preparatoria completa Licenciatura incompleta Licenciatura completa Posgrado
Ocupación	Cualitativa	Nominal	Empleado

			Desempleado Profesional Técnico Obrero Pensionado Jubilado Hogar Empleo independiente Otro
Evolución de la DT2	Cuantitativa	De razón continua	Años que han pasado desde que tiene la enfermedad
Índice de masa corporal (IMC)	Cualitativa	Ordinal	Bajo peso Normopeso Sobrepeso Obesidad
Rangos de movimiento			
Dorsiflexión	Cuantitativa	De razón continua	Grados
Flexión plantar	Cuantitativa	De razón continua	Grados
Inversión	Cuantitativa	De razón continua	Grados
Eversión	Cuantitativa	De razón continua	Grados
Fuerza muscular			
Dorsiflexión e inversión (tibial anterior)	Cualitativa	Ordinal	Grado 5= Normal Grado 4= Bien Grado 3= Regular Grado 2= Mal Grado 1= Escaso Grado 0= Nulo
Flexión plantar (gemelos y sóleo)	Cualitativa	Ordinal	Grado 5= Normal Grado 4= Bien Grado 3= Regular Grado 2= Mal Grado 1= Escaso Grado 0= Nulo
Inversión (tibial posterior)	Cualitativa	Ordinal	Grado 5= Normal Grado 4= Bien Grado 3= Regular Grado 2= Mal Grado 1= Escaso Grado 0= Nulo
Eversión con flexión plantar (peroneo lateral largo y corto)	Cualitativa	Ordinal	Grado 5= Normal Grado 4= Bien Grado 3= Regular Grado 2= Mal Grado 1= Escaso Grado 0= Nulo
Análisis de Huella plantar. Protocolo de Hernández Corvo	Cualitativa	Ordinal	Pie plano 0-34% Pie plano/normal 35-39% Pie normal 40-54% Pie normal/cavo 55-59% Pie cavo 60-74% Pie cavo fuerte 75-84%

			Pie cavo extremo 85-100%
Riesgo de caídas	Cualitativa	Ordinal	Riesgo Bajo 25-28 Riesgo moderado 19-24 Riesgo Alto <19

Fuentes y recolección de la información: Instrumentos (Anexos 2, 3, 4, 5 y 6)

Métodos-Técnicas

Los datos se recabaron por medio de una serie de pruebas (Anexos 3, 4, 5 y 6) y se llevaron a cabo entrevistas (Anexo 2) para la obtención de los datos necesarios de las variables a considerar. Durante el primer encuentro con los sujetos del grupo de estudio, el investigador entregó la hoja de consentimiento informado para que firmen (Anexo 1) y se les explicó de que se trataba el proyecto.

Para la recolección de los datos de los rangos de movimiento se realizó la medición de la función musculoesquelética (45) (Anexo 3). A continuación, se explica el procedimiento por el cual se recabaron esos datos:

Dorsiflexión y Flexión plantar: Este movimiento se realizó en el plano sagital. El paciente sentado, con la rodilla flexionada para permitir una dorsiflexión máxima de tobillo. Cuando el paciente se estuvo en la posición adecuada, uno de los brazos del goniómetro se colocó sobre la línea paralela del eje longitudinal del peroné (superficie lateral de la pierna), el goniómetro se centró sobre la planta del pie en línea con el eje longitudinal del quinto metatarsiano. Los límites normales y amplitud de movimiento son de 80° para dorsiflexión y de 155° para flexión plantar

Inversión-Eversión: Este movimiento se realizó en un plano frontal con el paciente en sedestación con la rodilla flexionada sobre el borde de la camilla, y la planta del pie paralela al suelo. El goniómetro se sostuvo en forma lateral cuando se midió la inversión (movimiento del pie hacia abajo y adentro) y hacia la línea media cuando se midió la eversión (movimiento del pie hacia abajo y afuera), este se fijó en 90° y se consideró a esa posición como el punto de partida. Uno de los brazos se colocó paralelo al eje longitudinal de la pierna y el otro se mantuvo paralelo a la superficie plantar del antepié, detrás de la cabeza del primer metatarsiano. El movimiento se registró con una desviación de la posición de 0° en la cual la planta del pie es paralela al piso.

Los límites normales de amplitud de movimiento son: para inversión 30° y para eversión 15°.

Para recabar los datos de fuerza muscular se realizó el Test de Daniels-Worthingham (46) (Anexo 4), por medio de la cual se recabaron los siguientes datos:

Para la medición de la flexión plantar (músculos gemelos y sóleo): La posición del paciente fue de pie sobre el miembro que se exploró, con la rodilla extendida, el paciente requirió de soporte externo (dos dedos apoyados en una superficie aledaña para mantener el equilibrio). En cuanto a la posición del fisioterapeuta, se mantuvo sentado, y observó lateralmente la extremidad que se exploró. El movimiento consiste en la evaluación del paciente al elevar el talón del suelo repetidamente, completando la amplitud de la flexión plantar. La puntuación fue de acuerdo con lo que el paciente logró realizar, dentro de los parámetros descritos a continuación:

Grado 5: realizó un mínimo de 20 elevaciones de talón, completando el movimiento, sin descansar entre los ejercicios y sin que se haya producido fatiga.

Grado 4: el paciente realizó un número de elevaciones entre 10 y 19, sin descansar entre ejercicios y sin que haya mostrado señales de fatiga.

Grado 3: el paciente realizó entre 1 y 9 elevaciones correctamente, sin descansar y sin fatiga.

Grado 2: el paciente apenas elevó el talón del suelo y no pudo lograr, de puntitas, la posición final de la prueba.

Para el grado 1 y 2 se cambió de posición al momento de realización la valoración: el paciente se colocó en decúbito prono, con los pies sobresaliendo de la mesa. El fisioterapeuta de pie, en el extremo de la mesa, frente a la extremidad que se valoró, una mano sobre el tendón de Aquiles y se le pidió al paciente que realice el movimiento.

La puntuación de acuerdo con el desempeño del paciente se calificó en:

Grado 1: el tendón reflejó cierta actividad contráctil del musculo, pero no se produjo ningún movimiento.

Grado 0: no se detectó ninguna actividad contráctil.

Dorsiflexión e inversión (tibial anterior): El paciente se colocó en sedestación, y el fisioterapeuta sentado en el piso, frente al paciente, con el talón del paciente

apoyado en su muslo, una mano se colocó alrededor de la parte posterior de la pierna, inmediatamente por encima de los maléolos, para los grados 5, 4 y 3, la mano que aplicó resistencia se situó sobre la porción dorsomedial del pie. El test consistió en pedirle al paciente que realice la dorsiflexión del tobillo e inversión, manteniendo los dedos relajados.

La puntuación es de acuerdo con lo que el paciente realizó.

Grado 5: Movimiento completo con máxima resistencia.

Grado 4: Movimiento completo con resistencia de fuerte a moderada.

Grado 3: Movimiento completo y mantuvo posición final, sin tolerancia a ninguna resistencia.

Grado 2: Movimiento con amplitud parcial.

Grado 1: Hubo contracción del musculo sin movimiento, se palpó sobre la porción anteromedial del tobillo a nivel de los maléolos.

Grado 0: No hubo contracción muscular.

Inversión del pie (tibial posterior): El paciente se sentó, con el tobillo colocado en ligera flexión plantar. El fisioterapeuta se sentó frente al paciente. Una mano se utilizó para estabilizar el tobillo, inmediatamente por encima de los maléolos. La mano que aplicó resistencia se colocó en la porción dorsomedial del pie, a nivel de las cabezas de los metatarsianos. La resistencia se aplicó en sentido de eversión y ligera dorsiflexión.

Se le pidió al paciente que invierta el pie, realizando el movimiento completo.

La puntuación es de acuerdo con lo que el paciente realizó:

Grado 5: Movimiento completo con máxima resistencia.

Grado 4: Movimiento completo con resistencia de fuerte a moderada.

Grado 3: Movimiento completo y mantuvo posición final, sin tolerar ninguna resistencia.

Grado 2: Movimiento con amplitud parcial.

Grado 1: Contracción del musculo sin movimiento.

Grado 0: No hubo contracción muscular.

Eversión del pie con flexión plantar: El paciente permaneció sentado al momento de la prueba. El fisioterapeuta se sentó en el piso, frente al paciente. Una

mano se colocó alrededor de la parte posterior de la pierna, inmediatamente por encima de los maléolos, para estabilizar. La mano que aplicó la resistencia se situó sobre la porción dorsolateral del pie, la resistencia se aplicó en el sentido de la inversión y ligera dorsiflexión. El test consistió en pedirle al paciente que realice la eversión con depresión de la cabeza del primer metatarsiano y ligera flexión plantar. La puntuación es de acuerdo con lo que el paciente realizó.

Grado 5: Movimiento completo con máxima resistencia.

Grado 4: Movimiento completo con resistencia de fuerte a moderada.

Grado 3: Movimiento completo y mantuvo posición final, sin tolerancia a ninguna resistencia.

Grado 2: Movimiento con amplitud parcial.

Grado 1: La palpación detectó cierta actividad contráctil en uno o ambos músculos, que puede originar un salto en el tendón.

Grado 0: No se detectó actividad contráctil.

Para la realización de la impresión de la huella plantar se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Se preparó el material a utilizar (cartulina, pintura en gel)

- 2) Se le limpió la planta del pie al paciente posteriormente se le pintó con la pintura en gel.

- 3) Con los dos pies descalzos, el paciente apoyó el pie seco junto al papel. Progresivamente apoyó el pie pintado en el papel (el paciente se sostuvo e las barras paralelas para no perder el equilibrio) y mantuvo la posición anatómica con el peso repartido en los dos pies durante unos 30 segundos.

- 4) Levantó el pie de una vez, verticalmente, mientras el evaluador sujetó firmemente el papel para que no se mueva

Luego se evaluó la huella plantar (Anexo 5) de acuerdo con el Protocolo de valoración de la huella plantar de Hernández Corvo:

Sobre la fotocopia de la huella se aplicó el siguiente protocolo de valoración:

1. Se marcaron los puntos 1 y 1' en las prominencias internas del antepié y del retropié respectivamente.

2. Se unieron estos dos puntos formando el trazo inicial.

3. Se marcaron los puntos 2 y 2' en el extremo anterior y posterior de la huella respectivamente.

4. Se trazó una línea perpendicular al trazo inicial y que pasó por 2, y otro también perpendicular al trazo inicial y que pasó por 2'.

5. La distancia entre la línea que pasó por 2 y el punto 1 se llama medida fundamental. Se anotó en la planilla y se trasladó a lo largo del trazo inicial tantas veces como quepa en la huella.

6. Se trazó perpendiculares a la línea inicial y pasó por las divisiones de la medida fundamental (se les denominó de arriba abajo 3, 4 y 5).

7. Se trazó una línea entre 3 y 4 perpendicular a 3 (y paralela al trazo inicial), que pasó por el punto más externo del pie. Se llamó línea 6.

8. Se midió el valor X, que correspondió a la anchura del metatarso, que es la distancia entre el trazo inicial y la línea 6. Se anotó en la planilla.

9. Se trazó la línea 7, que paso por el punto más externo del pie entre las líneas 4 y 5. Fue paralela al trazo inicial.

10. Se trazó la línea 8, que pasó por el punto más externo del pie por debajo de la línea 5. También fue paralela al trazo inicial.

11. Se midió la distancia ta entre la línea 8 y el trazo inicial. Se anotó en la planilla.

12. Se trazó la línea 9 paralela al trazo inicial. Pasó por el punto más externo de la zona interna entre 4 y 5.

13. Se midió la distancia Y, entre 9 y 7 y se anotó en la planilla.

14. Se midió la distancia ay entre la línea 9 y el trazo inicial y se anotó en la planilla.

15. Se calculó el %X según la ecuación y se anotó en la planilla la valoración del pie que corresponda.

Calculo $\%X = (X - Y)100$.

Tabla 4. Valoración del tipo de pie.

0-34%	Pie plano
35-39%	Pie plano/normal
40-54%	Pie normal
55-59%	Pie normal/cavo
60-74%	Pie cavo
75-84%	Pie cavo fuerte
85-100%	Pie cavo extremo

Para evaluar la marcha y equilibrio se aplicó el test Tinetti (Anexo 6) que se divide en dos partes, en la primera se evaluó la marcha, el paciente permaneció de pie con el examinador, se le pidió que camine por el pasillo unos 8 metros a “paso normal” luego regreso a “paso ligero pero seguro”. Para evaluar la parte de equilibrio, el paciente se sentó en una silla dura sin apoyabrazos, se le pidió que se levante y se observó los intentos para levantarse, la posición y equilibrio, cuando el paciente se encontró en bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible, el fisioterapeuta empujó suavemente en el esternón del paciente con la palma de la mano tres veces, se repitió el procedimiento pero con los ojos cerrados, luego se le pidió al paciente que realice una vuelta de 360° hacia ambos lados. Para finalizar se le pidió que se siente y se observó como realizó el movimiento.

Una vez completadas las evaluaciones se realizó la intervención fisioterapéutica individualizada, que consistió en 24 sesiones, dos veces a la semana, el programa de rehabilitación se llevó a cabo en 4 fases aumentando progresivamente las repeticiones, resistencia y dificultad de ejercicios de acuerdo con las necesidades de cada paciente (Tablas 5, 6, 7 y 8).

Tabla 5. Primera fase del programa de rehabilitación.

Se llevó a cabo de la primera a la sexta sesión de tratamiento fisioterapéutico.

Objetivo	Tratamiento	Dosis	Herramienta de medición
1) Recuperar rangos de movimiento.	Estiramientos lentos y sostenidos de la articulación del tobillo Estiramientos de isquiotibiales en bipedestación.	-5 estiramientos, sosteniendo 10 segundos en la máxima extensión, -3 estiramientos de cada pierna sosteniendo 10 segundos 2 días a la semana.	Goniómetro
2) Fortalecer músculos plantiflexores y dorsiflexores de tobillo.	Fortalecimiento con uso de bandas de resistencia al momento de realizar el movimiento.	5 repeticiones, 2 días a la semana.	Test de Daniels-Worthingham
3) Reeducción de la marcha.	-Caminar hacia delante: Elevando bien las rodillas, y apoyando primero el talón y después la punta del pie. -Caminar lateralmente con ayuda de las barras paralelas. Comenzar con pasos más cortos, y continuar por unos más largos.	3 vueltas de cada patrón de marcha, 2 días a la semana.	Observación/ Tinetti.
4) Mejorar equilibrio y coordinación.	-En bipedestación, mantener apoyo monopodal por 10 seg primero con un miembro inferior y sucesivamente con el otro, elevando el miembro contrario, flexionando la rodilla y sosteniéndose con una mano en la barra. -Caminar sobre puntas. -Caminar sobre talones. -Caminar en tándem. -Caminar en tándem hacia atrás. * Mantener la posición erguida, con la mirada hacia el frente.	3 repeticiones de cada ejercicio, 2 días a la semana.	Tinetti

Tabla 6. Segunda fase del programa de rehabilitación.

Se llevó a cabo de la séptima a la duodécima sesión de tratamiento fisioterapéutico.

Objetivo	Tratamiento	Dosis	Herramienta de medición
1) Recuperar rangos de movimiento.	Misma secuencia que la primera fase.	-5 estiramientos, sosteniendo 15 segundos en la máxima extensión, -5 estiramientos de cada pierna sosteniendo 10 segundos 2 días a la semana.	Goniómetro
2) Fortalecer músculos plantiflexores y dorsiflexores de tobillo.	Misma secuencia que la primera fase.	10 repeticiones, 2 días a la semana.	Test de Daniels-Worthingham
3) Reeducción de la marcha.	Misma secuencia que primera fase.	-5 vueltas de cada patrón de marcha, 2 días a la semana.	Observación/ Tinetti.
4) Mejorar equilibrio y coordinación.	Misma secuencia que primera fase. Aumentar: -Caminar de lado, cruzando un pie por delante del otro. -Caminar y sostener una pelota con ambas manos y codos estirados, mover brazos sincronizados con el paso. *Mantener la posición erguida, con la mirada hacia el frente.	-15 segundos en bipedestación apoyo monopodal. -5 repeticiones de cada ejercicio, 2 días a la semana.	Tinetti

Tabla 7. Tercera fase del programa de rehabilitación.

Se llevó a cabo de la decimotercera a la decimoctava de tratamiento fisioterapéutico.

Objetivo	Tratamiento	Dosis	Herramienta de medición
1) Recuperar rangos de movimiento.	Misma secuencia que segunda fase.	-15 estiramientos, sosteniendo 15 segundos en la máxima extensión, -7 estiramientos de cada pierna sosteniendo 10 segundos 2 días a la semana.	Goniómetro

2)Fortalecer músculos plantiflexores y dorsiflexores de tobillo.	Misma secuencia que segunda fase.	15 repeticiones, 2 días a la semana.	Test de Daniels-Worthingham
3) Reeducción de la marcha.	Misma secuencia y dosis que en la fase 2		Observación/ Tinetti.
4) Mejorar equilibrio y coordinación.	Misma secuencia que segunda fase. Aumentar: -En bipedestación sostener una pierna elevada sobre marcas en el piso por 5 seg, repetir con ambas piernas. * Mantener la posición erguida, con la mirada hacia el frente.	-20 segundos en bipedestación apoyo monopodal. -5 repeticiones de cada ejercicio, 2 días a la semana.	Tinetti

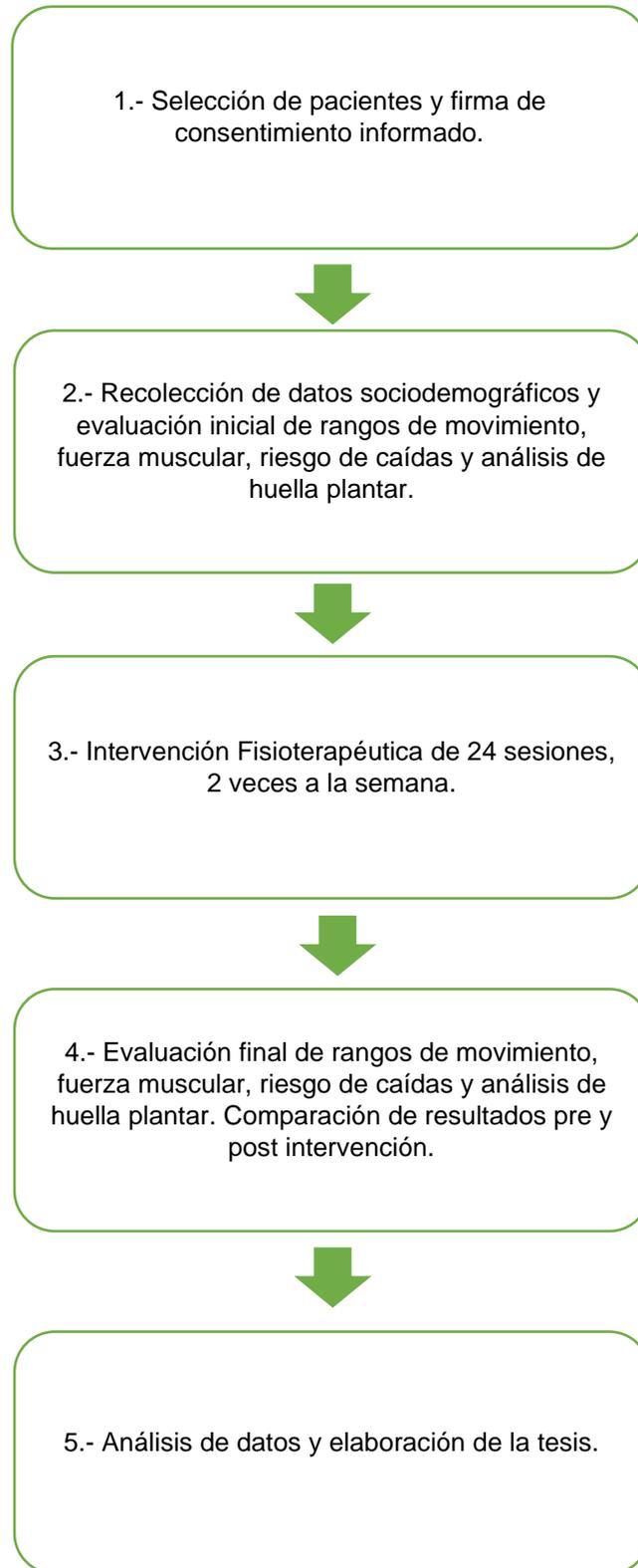
Tabla 8. Cuarta fase del programa de rehabilitación.

Se llevó a cabo de la decimonovena a la vigesimocuarta sesión de tratamiento fisioterapéutico.

Objetivo	Tratamiento	Dosis	Herramienta de medición
1) Recuperar rangos de movimiento.	Misma secuencia que tercera fase.	-20 estiramientos, sosteniendo 20 segundos en la máxima extensión, -10 estiramientos de cada pierna sosteniendo 5 segundos 2 días a la semana.	Goniómetro
2)Fortalecer músculos plantiflexores y dorsiflexores de tobillo.	Misma secuencia que tercera fase.	20 repeticiones, 2 días a la semana.	Test de Daniels-Worthingham
3) Reeducción de la marcha.	Misma secuencia y dosis que en la fase 3		Observación/ Tinetti.
4) Mejorar equilibrio y coordinación.	Misma secuencia que tercera fase. Aumentar: -Caminar sobre marcas específicas señaladas sobre el suelo. - Caminar portando objetos esquivando obstáculos. -Realizar giros, hacia un lado y otro.	-30 segundos en bipedestación apoyo monopodal. -5 repeticiones de cada ejercicio, 2 días a la semana. -Sostener 10 segundos una pierna elevada sobre marcas en el piso.	Tinetti

	* Mantener la posición erguida, con la mirada hacia el frente.		
--	--	--	--

Flujograma



Descripción del flujograma

1. Se identificaron a los pacientes con una evolución de DT2 de 5 años o más y que fueron mayores de 40 años, que vivieran en la zona de afluencia por el UUIS San José Tecoh. Se les invitó a participar en el estudio de manera personal, a personas que cumplieron los criterios de inclusión. Aquellos que aceptaron la invitación para la participación, acudieron a la UUIS en la fecha y horario que se les indicó. El día del primer encuentro el investigador repartió la hoja de consentimiento informado que firmaron (Anexo 1) y se les explicó cuál iba a ser su participación en el proyecto.
2. Se les aplicó un cuestionario con los datos sociodemográficos a estudiar e información complementaria (Anexo 2), se realizó una evaluación de rangos de movimiento (ROM, Anexo 3), fuerza muscular de miembros inferiores (escala de Daniels-Worthingham, Anexo 4), análisis de huella plantar (Protocolo de Hernández Corvo, Anexo 5) y valoración de riesgo de caídas (Tinetti, Anexo 6).
3. Se inició el programa de fisioterapia con ejercicios individualizados en un grupo de 21 personas, divididas en 3 grupos. El programa consistió en un total de 24 sesiones, las cuales se llevaron a cabo 2 sesiones por semana. Cada sesión duró aproximadamente entre 40- 50 min, durante ese tiempo se realizaron ejercicios de estiramientos, movilizaciones y fortalecimiento de miembros inferiores (específicamente a músculos dorsiflexores: tibial anterior, tibial posterior, peroneo largo, peroneo lateral corto; plantiflexores: gemelo, soleo), ejercicios de marcha, coordinación y equilibrio.
4. Al término del programa de fisioterapia se realizó la evaluación de rangos de movimiento, fuerza muscular, riesgo de caídas, y análisis de huella plantar con la que se evaluó el impacto del programa de fisioterapia implementado en los pacientes con DT2, mediante el análisis estadístico de los resultados de las pruebas pre y post intervención. También se les brindó a los participantes un manual de ejercicios para la casa (Anexo 7).
5. Análisis de datos y conclusiones.

Plan de procesamiento, análisis de datos y presentación de resultados

La información recabada se capturó en una base de datos y el procesamiento de la información se realizó a través de los programas Microsoft Excel y SPSS, para el análisis de medias se utilizó la prueba *t de student* para muestras pareadas y la prueba de rangos con signo de wilcoxon para muestras pareadas

Descripción de los datos

Después de la realización de las bases de datos y recolección de los resultados de las pruebas aplicadas, procedió el análisis estadístico mediante los programas Microsoft Excel y el Software SPSS.

Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas del estudio (medias, desviación estándar y porcentajes) y de las variables que evaluaron la eficacia de la intervención fisioterapéutica (medias, desviación estándar, frecuencias y porcentajes).

Diferencias en variables sociodemográficas

Para analizar las diferencias en las frecuencias de la variable de IMC se realizó la prueba estadística *t de student* para muestras pareadas con un nivel de confianza de 95%, previo a la aplicación de la prueba se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los datos.

Diferencias en variables que evaluaron la eficacia de la intervención fisioterapéutica.

Para analizar las diferencias observadas en las variables que evaluaron la eficacia de la intervención fisioterapéutica se realizó previamente al análisis la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de todos los datos. Después de obtener los resultados de la variable rangos de movimiento se realizó en los movimientos de inversión en pie derecho e izquierdo y el de flexión plantar en pie izquierdo la prueba *t de student* para muestras pareadas con un nivel de confianza

de 95%, para los movimientos restantes (dorsiflexión del pie derecho e izquierdo, flexión plantar del pie derecho e inversión de ambos pies) se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas con un nivel de confianza de 95%. Para analizar la fuerza muscular en los movimientos de dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión de ambos pies se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas con un nivel de confianza de 95%. En cuanto a el riesgo de caídas, para comparar las puntuaciones pre y post intervención se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas con un nivel de confianza de 95%. Por último, para comparar la huella plantar pre y post intervención, se utilizó la prueba *t de student* para muestras pareadas, con un nivel de confianza de 95%.

Consideraciones éticas

Esta investigación no presentó algún riesgo para la salud, de acuerdo con la "Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos", adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio de 1964 y de acuerdo con los lineamientos establecidos en la "Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial 1964", con las modificaciones realizadas en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. Y de acuerdo con la ley general de salud y su reglamento en el apartado para investigación con seres humanos, conforme a:

Título I Capítulo único: Artículos 1,3

Título II Capítulo I: Artículos 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21 y 22

Título II Capítulo II: Artículo 28

Se redactó una carta de consentimiento informado para cada participante. Durante el desarrollo de la investigación se preservará su integridad, siguiendo las normas éticas y bioéticas. La información de cada uno de ellos será mantenida en absoluta confidencialidad, dirigida al uso exclusivo de esta investigación, sin fines de lucro. Todo paciente fue informado acerca de los lineamientos de esta investigación, la cual pudo abandonar libremente en cualquier momento.

RESULTADOS

A partir de la aprobación del comité de ética de la UUIS de San José tecoh en febrero del 2018, se les realizó la valoración inicial a 7 personas en abril del mismo año, de las cuales solo 2 terminaron las 24 sesiones, en agosto se realizó la valoración inicial del segundo grupo de personas el cual consistió en 13 personas, de las cuales todas terminaron con éxito las 24 sesiones de fisioterapia. Por último, en enero del 2019 se les realizó la valoración inicial a 18 personas de las cuales 11 fueron eliminados del grupo inicial, en total concluyeron 6 personas (Figura 5).

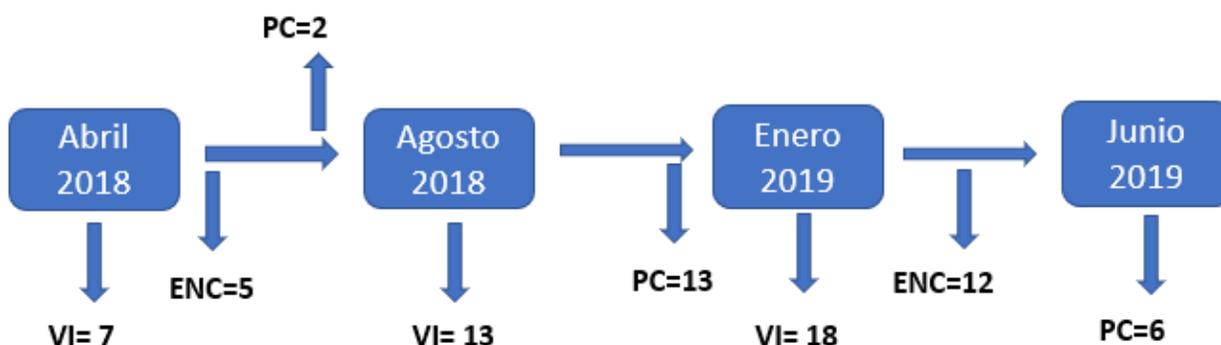


Figura 5. Línea del tiempo en la obtención de pacientes. VI=Total de valoraciones iniciales (38), PC= Participantes que concluyeron las 24 sesiones (21), ENC= Eliminados por no concluir 24 sesiones (17). Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio de la ficha de datos sociodemográficos.

Características sociodemográficas de los sujetos de estudio.

De las 38 valoraciones iniciales, 21 participantes completaron las 24 sesiones de fisioterapia 2 veces a la semana. El promedio de edad del grupo fue de 60 ± 5 años, 18 (85.72%) eran mujeres, con relación al estado civil 15 (71.43%) participantes refirieron ser casado(a), respecto a la escolaridad, 6(28.57%) concluyó la primaria, en cuanto a la ocupación 85.72% refirieron ser amas de casa. El promedio de tiempo de evolución de DT2 fue de 13 ± 8 años, de los participantes que tuvieron de 5 a 10 años de evolución el 53.8% obtuvo riesgo alto de caídas y los

que tuvieron más de 10 años el 75% presentó riesgo alto de caídas. Los resultados no fueron significativos ($p=0.4$).

El 62% presentó obesidad, el 9.5% cambio de estado nutricional uno de sobrepeso a normopeso y el otro de obesidad a sobrepeso. Los participantes restantes no cambiaron de categoría, pero sí se registró una disminución del IMC.

Entre los grupos de acuerdo con el estado nutricional al comparar los que tenían obesidad y nos que no tenían obesidad, no se encontraron diferencias significativas, en el grupo de normopeso todos los participantes tuvieron más de 10 años de evolución (12-30 años). (Tabla 9).

Tabla 9. Datos sociodemográficos y antropométricos de los participantes.

Variable	N=21 (100%)
Edad (años) Media (DE)	60±5 años
Sexo Hombre Mujer	3 (14.28%) 18 (85.72%)
Estado Civil -Casado/a -Soltero/a -Viuda	15 (71.43%) 4 (19.05%) 2 (9.52%)
Escolaridad -Primaria completa -Primaria incompleta -Secundaria completa -Preparatoria incompleta -Licenciatura	6 (28.57%) 5 (23.81%) 4 (19.04%) 2 (9.52%) 4 (19.04%)
Ocupación -Ama de casa -Vendedor -Comerciante -Jubilado	18 (85.72%) 1 (4.76%) 1 (4.76%) 1 (4.76%)
Duración de DT2 (años) Media (DE)	13±8
Peso -Normopeso -Sobrepeso -Obesidad	3 (14.28%) 5 (23.81%) 13 (61.91%)

DE: Desviación estándar. Fuente: datos del grupo de estudio recolectados por medio de la ficha de información sociodemográfica.

ROM del tobillo pre y post intervención fisioterapéutica sobre la marcha

En los rangos de movimiento se observó una mejoría después de completar las 24 sesiones de fisioterapia en el movimiento de dorsiflexión del lado derecho del

50% y del lado izquierdo del 60%, en cuanto a la flexión plantar aumento en un 7% del lado derecho y un 9% del izquierdo. En el movimiento de inversión se registró mejoría del 14% y en el de inversión de 20% en ambos lados (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de medias en ROM pre y post intervención

Movimiento	Pre-intervención			Post intervención			Valor de P*
	Media (DE)	Rangos		Media (DE)	Rangos		
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Dorsiflexión							
• Derecho	85 (± 1.7)	80	88	80 (± 1.7)	75	83	<0.009 ^b
• Izquierdo	84 (± 1.4)	82	87	80 (± 1.5)	78	85	<0.007 ^b
Flexión plantar							
• Derecho	109 (± 6.6)	100	125	118 (± 7.2)	105	135	<0.001 ^b
• Izquierdo	110 (± 8.8)	95	130	123 (± 7.3)	110	140	<0.002 ^a
Inversión							
• Derecho	14 (± 5)	5	25	18 (± 4.4)	10	30	<0.005 ^a
• Izquierdo	14 (± 4.4)	5	20	18 (± 4.4)	10	26	<0.006 ^a
Eversión							
• Derecho	5.6 (± 3.1)	2	10	9.8 (± 2.7)	5	15	<0.008 ^b
• Izquierdo	5.8 (± 2.99)	2	13	9.8 (± 2.8)	5	15	<0.001 ^b

^aPrueba *t de student*.

^b Prueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio de Goniometría.

FM del tobillo pre y post intervención fisioterapéutica sobre la marcha

En promedio, en la fuerza muscular los participantes no presentaron grados normales en algún movimiento, sin embargo, después de la intervención, se registró una mejoría de 12% en dorsiflexión derecha y en eversión con flexión plantar en el pie izquierdo, del 14 % en eversión con flexión plantar en el pie derecho, en flexión plantar izquierda del 15% y derecha del 17% y en dorsiflexión derecha e izquierda se registró una mejoría del 16%. Se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la comparación de rangos de las variables de FM en ambos miembros inferiores (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación de rangos en FM pre y post intervención

Movimiento	Pre-intervención			Post intervención			Valor de P*
	Media (DE)	Rangos		Media (DE)	Rangos		
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Dorsiflexión							
• Derecho	2.71 (± 0.5)	2	4	3.3 (± 0.4)	3	4	<0.004
• Izquierdo	2.61 (± 0.5)	2	4	3.4 (± 0.5)	3	4	<0.002
Flexión plantar							
• Derecho	2.47 (± 0.5)	2	3	3.3 (± 0.7)	2	4	<0.002
• Izquierdo	2.47 (± 0.5)	2	3	3.2 (± 0.7)	2	4	<0.001
Inversión							
• Derecho	2.47 (± 0.5)	1	3	3.1 (± 0.5)	2	4	<0.001
• Izquierdo	2.47 (± 0.5)	2	3	3.2 (± 0.5)	2	4	<0.001
Eversión con flexión plantar							
• Derecho	2.1 (± 0.4)	1	3	2.8 (± 0.5)	2	4	<0.002
• Izquierdo	2 (± 0.4)	1	3	2.66 (± 0.5)	2	4	<0.004

* Prueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio de la escala de Daniels-Worthingham

Evaluación del cambio del tipo de huella plantar post intervención fisioterapéutica sobre la marcha.

Los resultados de la medición de la huella plantar pre y post intervención en el pie derecho demostraron que hubo un cambio en los porcentajes, a pesar de no mostrar diferencia significativa en la comparación de medias siendo $p=0.617$ en huella plantar derecha y $p=0.639$ en la huella plantar izquierda (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de medias en huella plantar pre y post intervención

Huella plantar	Pre-intervención			Post intervención			Valor de P*
	Media (DE)	Rangos		Media (DE)	Rangos		
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Derecha	49.01 (± 18.52)	6.25	78.49	50.31 (± 9.62)	35.29	68.75	0.617
Izquierda	51.25 (± 18.07)	22.22	81.52	52.55 (± 10.64)	33.33	76.47	0.637

*Prueba *t de student*

DE: Desviación estándar

Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio del protocolo de Hernández Corvo para análisis de la huella plantar.

En los porcentajes de los resultados post del pie derecho no se registró pie plano y cavo fuerte, en cuanto a los resultados para pie normal se modificaron de 3(14%) en la evaluación antes de la intervención a 10(48%) en la final, en porcentaje disminuyó el tipo de pie normal/cavo de 7(33%) a 3(14%), y aumentó el porcentaje de pie plano/normal de 1(5%) a 4(19%) (Figura 6 y 7).

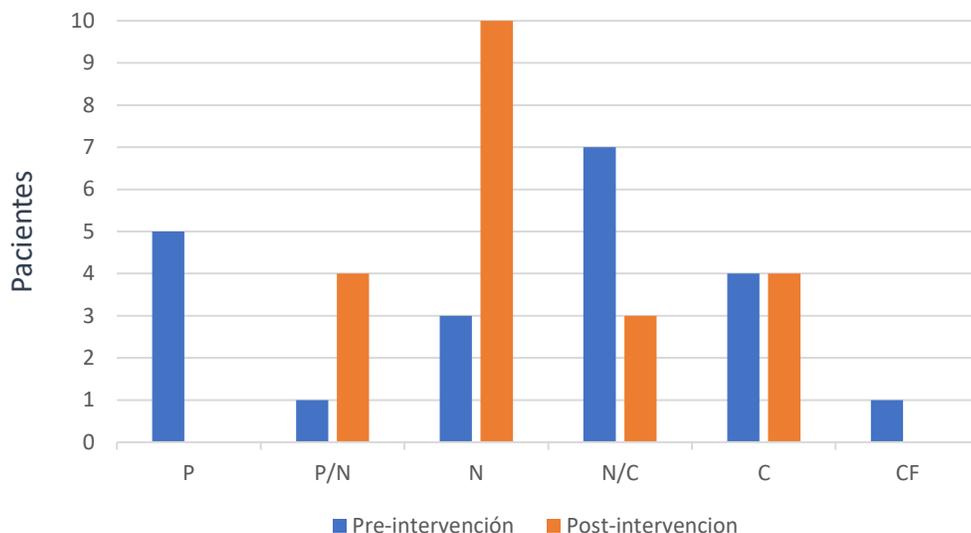


Figura 6. Frecuencia de tipo de pie pre y post intervención obtenida de la evaluación de la huella plantar del pie derecho. P=Plano, P/N=Plano/Normal, N=Normal, N/C=Normal, C=Cavo, CF=Cavo fuerte. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio del protocolo de Hernández Corvo para análisis de la huella plantar.

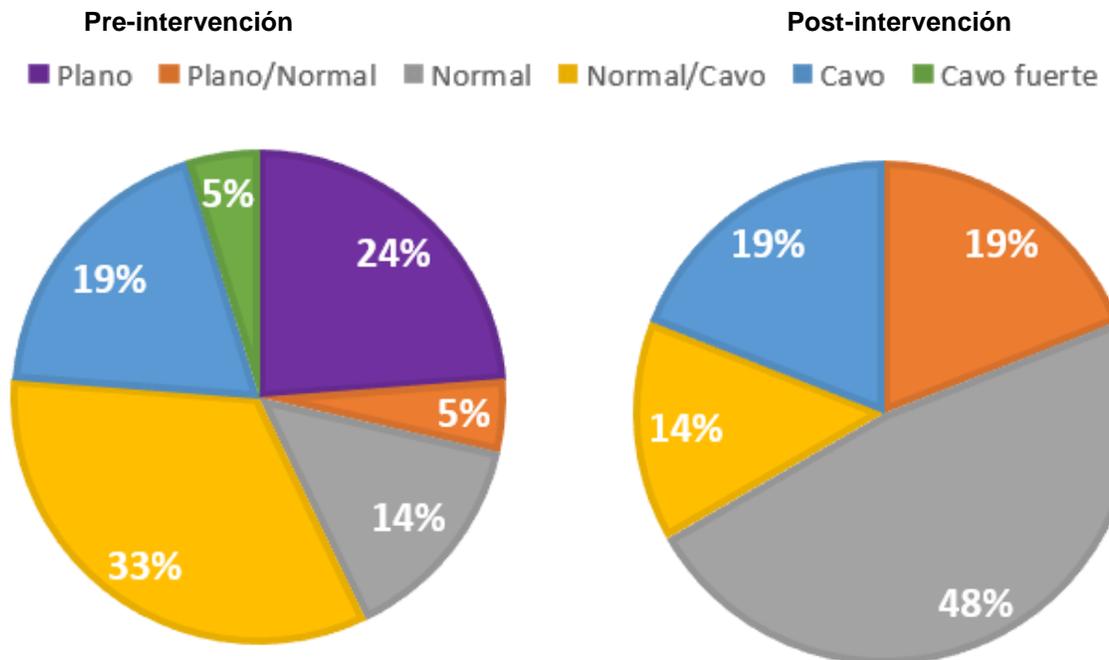


Figura 7. Porcentajes pre y post intervención obtenida de la evaluación de la huella plantar del pie derecho. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio del protocolo de Hernández Corvo para análisis de la huella plantar.

En cuanto al pie izquierdo disminuyó la incidencia de pie plano de 5 (24%) a 1 (5%) , así como pie cavo de 7(33%) a 2 (9%), en cuanto a pie normal/cavo aumentó de 2 (9%) a 6 (29%) también se registró un aumento en la incidencia de pie normal de 6 (29%) a 9(43%), se registró en la evaluación post intervención 2(9%) de tipo de pie plano/normal y el pie cavo presentó un cambio de 7 (33%) a 2 (9%) post intervención (Figura 8 y 9).

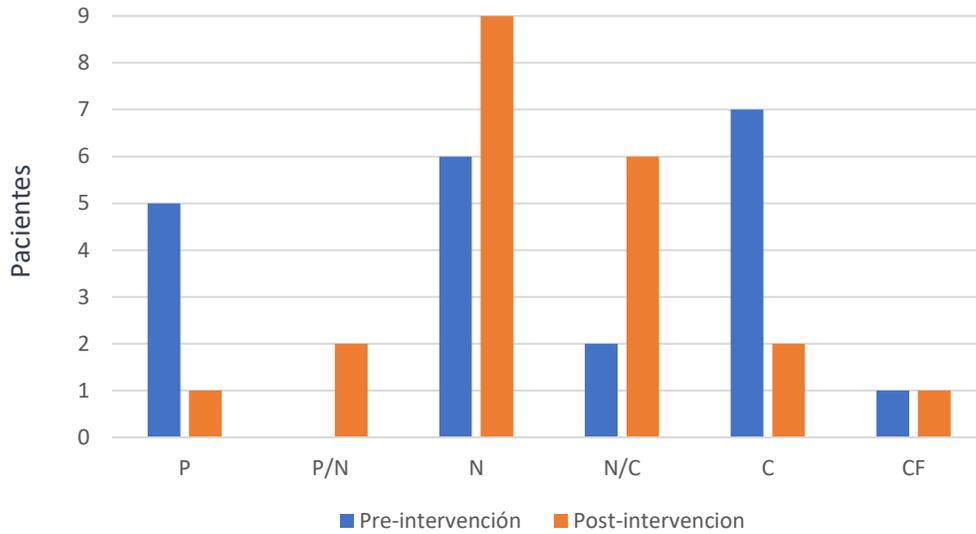


Figura 8. Frecuencias de tipo de pie pre y post intervención obtenida de la evaluación de la huella plantar del pie izquierdo. P=Plano, P/N=Plano/Normal, N=Normal, N/C=Normal, C=Cavo, CF=Cavo fuerte. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio del protocolo de Hernández Corvo para análisis de la huella plantar.

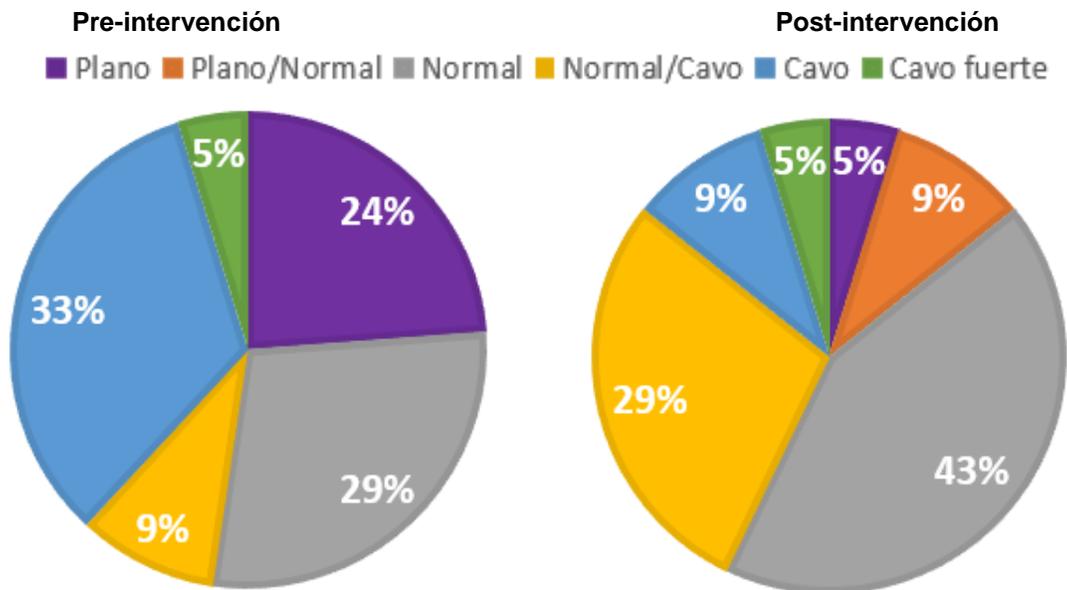


Figura 9. Porcentajes pre y post intervención obtenida de la evaluación de la huella plantar del pie izquierdo. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio del protocolo de Hernández Corvo para análisis de la huella plantar.

Eficacia de la intervención fisioterapéutica comparando el riesgo de caídas pre y post.

En el riesgo de caídas el promedio antes de la intervención fue 16 de 28 puntos y al finalizar fue 23 de 28 puntos, el riesgo de caídas disminuyó un 25%, la comparación de rangos de las puntuaciones en el riesgo de caídas tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación de rangos en riesgo de caídas pre y post intervención

Pre-intervención			Post intervención			Valor de P*
Media (DE)	Rangos		Media (DE)	Rangos		
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
16.80 (± 3.5)	12	22	23.14 (± 3.1)	17	27	<0.005

*Prueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio la escala de Tinetti de marcha y equilibrio.

En la figura 10 se representa el número de pacientes y los resultados obtenidos en la evaluación inicial y final en el puntaje total de la escala de TINETTI (28 puntos), se observa que ningún paciente obtuvo el puntaje de bajo riesgo en la evaluación inicial y en la evaluación final solo dos personas tuvieron una puntuación de riesgo alto de caídas.

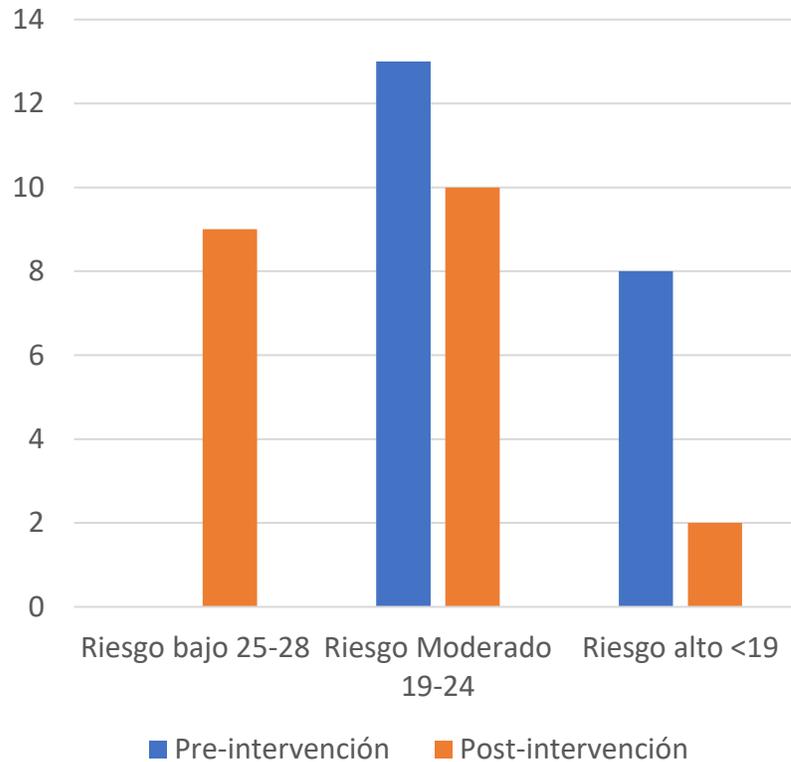


Figura 10. Puntuación pre y post intervención obtenida en el test TINETTI pre y post intervención. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio la escala de Tinetti de marcha y equilibrio.

El test evalúa dos apartados, en relación con equilibrio se encontró que 18 (85.7%) obtuvieron una puntuación igual o menor a 10, siendo que la puntuación máxima es de 16 puntos, en la post intervención la puntuación más baja fue de 11, 11(52.38%) obtuvieron calificaciones iguales o mayores que 14. El 100% presentó una mejor puntuación en la evaluación de equilibrio post intervención. En el apartado de marcha el 100% presentó una mejoría, 15 (71.42%) obtuvieron puntuaciones iguales o mayores a 10, siendo 12 el máximo. (Figuras 11 y 12)

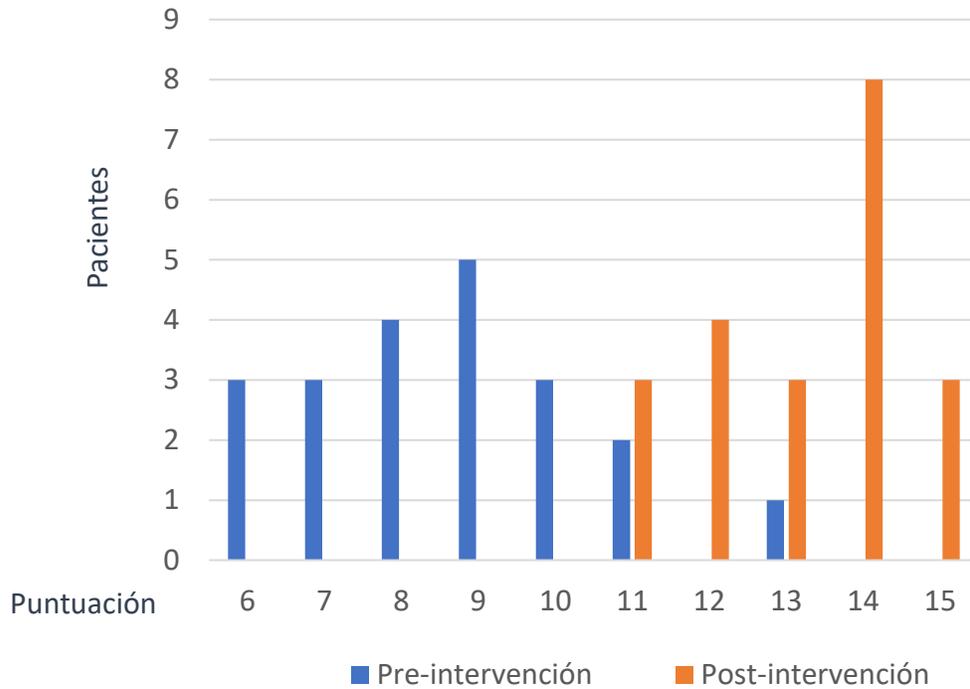


Figura 11. Puntuación pre y post intervención obtenida en el apartado de equilibrio en el test TINETTI. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio la escala de Tinetti de marcha y equilibrio.

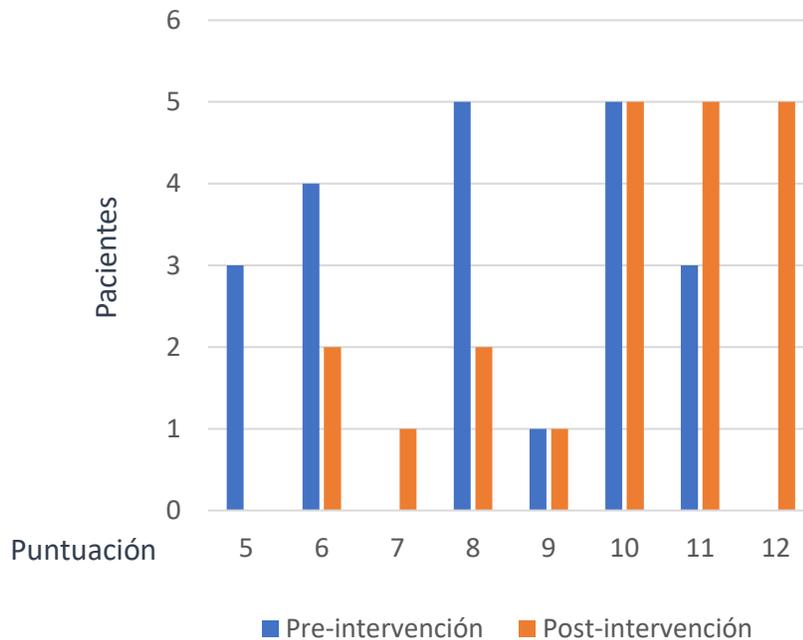


Figura 12. Puntuación pre y post intervención obtenida en el apartado de marcha en el test TINETTI. Fuente: Elaboración con datos del grupo de estudio recolectados por medio la escala de Tinetti de marcha y equilibrio.

DISCUSIÓN

La hipótesis de esta tesis plantea la disminución significativa del riesgo de caídas en adultos con DT2 después de una intervención fisioterapéutica.

En el análisis de las características sociodemográficas de los sujetos de estudio, se encontró que el rango de edad y el tiempo de evolución que presentaron los participantes en la presente intervención concuerda con los reportes de otros estudios. Sartor *et al.* (47) aplicaron una intervención en un grupo de 26 personas de una población brasileña con 59 ± 4 años de edad con un tiempo de evolución de DT2 de 17 ± 10 años, de igual manera Saleh *et al.* (48) realizaron la intervención con una muestra de 15 persona egipcias con la misma edad pero con un tiempo de evolución de DT2 de 10.8 ± 3 años , por otra parte Majeed *et al.* (40) realizaron su estudio con 16 participantes con una edad de 65 ± 2.12 años, a diferencia de Taveggia *et al.* (18) que realizaron un estudio en Italia con una muestra de 27 personas que tuvieron una edad de 72 ± 9 años, que fue ligeramente mayor a las anteriores.

En cuanto al sexo, el porcentaje de participación de las mujeres del presente estudio es mayor al reportado en los estudios realizados por Taveggia *et al.* Sartor *et al.* y Saleh *et al.* (18, 47 y 48), con un rango de 42% a 63%, lo que muestra una participación equitativa de mujeres y hombres, contrario al estudio de Richardson *et al.* (43) en población estadounidense en el cual el 89% de participantes fueron hombres. Una posible explicación para la diferencia de porcentajes entre los sexos podría ser la influencia cultural, ya que se ha observado que, en la población mexicana, las mujeres asisten más al centro de salud y tienen una participación mayor que los hombres en actividades relacionadas con el cuidado de la salud (8, 30).

Respecto al mayor porcentaje de obesidad que se encontró en los participantes del presente estudio coincide con los datos de otros autores (47,48) en un rango de 26.68 a 32.4 kg/m², probablemente debido a que la obesidad es uno de los factores de riesgo asociados a la enfermedad (7).

En relación al análisis de los rangos de movimiento del tobillo pre y post intervención, el programa de estiramientos en la articulación de tobillo que se utilizó

en el presente estudio obtuvo resultados positivos en cuanto al aumento de rangos de movimiento, es decir, que se registró mayor flexibilidad en los músculos de dicha articulación. Coincidiendo con Ayala *et al.* (49) en el análisis de revisión sobre las técnicas de estiramiento para aumentar los ROM; reportaron que existe amplia evidencia científica que demuestra que la aplicación de programas de estiramientos mejora la flexibilidad. También mencionan estos autores que no existe una técnica más eficaz que otra, debido a que el tipo de estiramiento que se utilice para mejorar el ROM articular, se debe de individualizar de acuerdo con las necesidades del paciente.

La intervención aplicada en este estudio mejoró significativamente la fuerza muscular en músculos de la articulación del tobillo. Estos resultados son similares a los obtenidos por Sartor *et al.* (47) la intervención fue de 40-60 min por sesión, dos veces a la semana por 12 semanas; la cual mejoró significativamente la funcionalidad de los músculos de la articulación del tobillo ($p < 0.05$). Estos autores recomiendan que, considerando que la diabetes es una enfermedad crónica, las acciones preventivas, como un protocolo de ejercicios adecuado, debe de ser prescrito para esta población como una terapia complementaria.

En la presente intervención, en el análisis de la huella plantar se observó una disminución del porcentaje de pie plano y pie cavo. No se encontró algún estudio que haya utilizado el protocolo de Hernández-Corvo, para comparar la eficacia de un tratamiento; solo se ha utilizado para tipificar la huella plantar. Alam *et al.* (50) realizaron una rutina de ejercicios semejante a la aplicada en este estudio, en una población de la India, demostraron que la inclusión del fortalecimiento y el estiramiento de músculos específicos de tobillo, además del programa de ejercicios con enrollamiento con toalla convencional (semejantes a los aplicados en el presente estudio), mejoró significativamente ($p < 0.05$) la caída navicular, la actividad muscular y el equilibrio dinámico en el pie plano de los pacientes, los cambios que mencionan en las presiones plantares podrían ser equiparables a los cambios que encontramos al realizar la tipificación de la huella plantar, en el presente estudio.

La comparación de medias de la tipificación de la huella plantar pre y post intervención no fue significativa, pero se registró un cambio en cuanto a las

frecuencias de pie tipo normal derecho de un 34% y en el izquierdo de 14%, esta modificación de la huella plantar pudo ser causa de un cambio de postura, disminución de IMC y reeducación de la marcha. Semejantes a estos hallazgos, Neri SGR *et al.* (51) realizaron un estudio trasversal, en el cual se realizó una asociación entre la obesidad y una distribución alterada de la presión plantar en mujeres de edad avanzada, con una muestra de 211 mujeres brasileñas, se concluyó que las mujeres con un mayor IMC generaron más fuerza al caminar en el antepié comparadas con las de menor índice, por lo cual los autores sugieren que, debido a esto, las participantes con obesidad podrían presentar pie plano. Los resultados de este estudio apoyan la relación entre obesidad y pie plano, ya que se observó que al disminuir el IMC ya no se presentó mayor presión plantar en la zona del arco del pie y podría estar implicado en el cambio de tipo de pie.

Otra posible explicación a la modificación de la huella plantar se refiere a la reeducación de la marcha de los participantes, mismo que concuerda con Bennour S *et al.* (52) quienes realizaron un estudio en Suiza, en el cual se aplicó una reeducación de la marcha para modificar los parámetros de la huella plantar, contaron con una muestra de 10 participantes sanos que realizaron 27 sesiones, que consistieron en aumento y disminución de los componentes de la marcha y del ángulo de progresión del pie, como conclusión el estudio introdujo un método que permitió que los participantes pudieran modificar los parámetros de manera rápida y precisa, esto es, el caminar con huellas plantares modificadas cambio la cinemática del plano sagital de la extremidad inferior.

Posteriormente se analizó la eficacia de la intervención fisioterapéutica observando una disminución en el riesgo de caídas, resultados comparables a los obtenidos por Allet *et al.* (42) quienes realizaron un estudio en una población suiza, en la cual se evaluó el efecto de un programa de entrenamiento, con el objetivo de prevenir las caídas en los adultos mayores, cuyos resultados confirman que el equilibrio puede mejorarse mediante una intervención dirigida, que aumente la fuerza muscular y la movilidad articular. Asimismo, coincide con otros estudios en diferentes poblaciones como el de Richardson JK *et al.* (43) en estadounidenses, Cerrahoglu, *et al.* (53) en turcos, Taveggia *et al.* (18) en italianos, Majeed *et al.* (40)

en hindúes, Sartor *et al.* (47) en brasileños y Saleh *et al.* (48) en egipcios, que demuestran eficacia en sus intervenciones.

Actualmente los estilos de vida se caracterizan por la inactividad física y largos periodos de sedentarismo. La OMS recomienda que los adultos de 18 a 64 años deben realizar al menos 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada como caminar, trotar, jardinería etc., durante toda la semana, o al menos 75 minutos de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa durante la semana, o una combinación de actividad vigorosa y moderada. En cuanto a los adultos mayores se recomienda la misma cantidad de actividad física, pero también debe incluir el equilibrio y fortalecimiento muscular, adaptados a la capacidad y circunstancias del individuo (1).

El papel del fisioterapeuta debería de comenzar desde la prevención y extenderse durante el curso de la enfermedad, debido a que la prescripción del ejercicio y la manera correcta de ejecutarlo, así como el espacio adecuado y tipo de calzado que debería utilizar la persona, tanto al momento de realizar el ejercicio como para las actividades de la vida diaria que implican desplazamiento, son importantes para prevenir las complicaciones de la DT2.

Sin embargo, de acuerdo con lo observado en este estudio, la participación del fisioterapeuta no se considera en la atención primaria, sino que es requerida hasta que se presenta una complicación evidente, como es el caso de curaciones de úlceras mediante agentes físicos, o para tratamiento pre protésico, en caso de alguna amputación. A las personas que asisten a los centros de salud o a las clínicas comunitarias se les brindan medicamentos, una dieta especial y se les menciona que deben realizar ejercicios aeróbicos como caminar, pero no se prescriben ejercicios específicos ni mucho menos se les informa sobre el tipo de calzado que deben utilizar para realizar los ejercicios.

La DT2 es una enfermedad crónica, el número de personas que la padecen va en aumento por lo que los profesionales de salud deben prepararse para brindar herramientas necesarias y preventivas para enfrentar a esta enfermedad y disminuir las complicaciones de esta. La fisioterapia debería ser parte del protocolo de

prevención, no solo ser considerada cuando la persona presenta complicaciones como NDP, retinopatía, úlceras y amputaciones.

CONCLUSIONES

- 1.- El promedio de edad de los participantes fue de 60 ± 5 años, el 85.76% fueron mujeres, con 13 ± 8 años de evolución de DT2 y el 61.91% presentaron obesidad.
- 2.- Se encontró un aumento significativo en los rangos de movimiento del tobillo ($p < 0.05$).
- 3.- Se observó un aumento en la fuerza muscular en ambos miembros inferiores con una diferencia significativa ($p < 0.05$).
- 4.- Se observaron cambios en el tipo de huella plantar sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Se registraron cambios en las frecuencias de tipo de huella plantar pre y post intervención.
- 5.- El efecto de la intervención fisioterapéutica en la marcha sobre el riesgo de caídas que se aplicó a los participantes obtuvo resultados estadísticamente significativos al aumentar los ROM, fuerza muscular y disminuir el riesgo de caídas ($p < 0.05$).

LIMITACIONES

Entre las limitaciones de este estudio se debe tomar en cuenta que la muestra fue pequeña, con 21 participantes que terminaron las 24 sesiones, a pesar de que la invitación para participar se hizo extensiva a un número mayor de individuos. En relación con lo anterior, se observó que las personas que continuaron con el estudio son las que ya presentaban síntomas de NPD y a partir de las primeras sesiones, empezaron a disminuir sus síntomas. Las personas asintomáticas presentaron menor interés que las personas con síntomas, pues no percibieron los beneficios de la terapia desde el principio de la intervención.

Este estudio pudo haber sido realizado por un equipo multidisciplinario, que permitiera el abordaje del desapego al tratamiento, entre otros aspectos observados. Una de las acciones para disminuir el desapego al tratamiento es encontrar estrategias para incrementar el compromiso, con un enfoque multidisciplinario para avanzar en el área de adherencia al tratamiento, por lo que se requiere una acción coordinada de profesionales de salud, investigadores, planificadores de la salud y responsables políticos.

PERSPECTIVAS

El diseño del estudio nos permite establecer la relación entre el riesgo de caídas y consecuencias de la DT2, como disminución en ROM, FM y alteraciones en la huella plantar. El establecimiento de patrones de marcha y biomecánicos de los miembros inferiores para cada momento evolutivo de la DT2 aporta datos importantes en la exploración física, permite prevenir y emprender un mejor abordaje de las complicaciones mejorando la calidad de vida de las personas que viven con DT2, por lo tanto, presentar oportunidades para el abordaje de la enfermedad, estableciendo un programa para la prevención y tratamiento de las complicaciones antes mencionadas, así como la disminución de las alteraciones de la marcha, disminución de equilibrio y coordinación.

Continuar con el estudio de la prevención del riesgo de caídas, como son realizar una valoración del tipo de calzado, y brindar información acerca del tipo de calzado adecuado, medición de las presiones plantares, estrategias que permitan el apego al tratamiento en personas que viven con DT2, ya que es un tema prioritario de salud pública, debido a que tiene consecuencias negativas como aumento de costos del sistema sanitario, fracasos terapéuticos y aumento de las tasas de hospitalización. También afecta en el ámbito social, tanto de la persona como de la familia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- International Diabetes Federation, Diabetes Atlas 8ed. Bélgica, Bruselas: IDF, 2017. [En línea]. [Citado 19 sep 2017]. Disponible en: <http://www.diabetesatlas.org/across-the-globe.html>.
- 2.- DeFronzo RA, Ferrannini E, Groop L, Henry RR, Herman WH, Holst JJ, *et al.* Type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Dis Primers* 2015; 1: 15019.
- 3.- Lee CC, Perkins BA, Kayaniyil S, Harris SB, Retnakaran R, Gerstein HC, Zinman B, Hanley AJ. Peripheral Neuropathy and Nerve Dysfunction in Individuals at High Risk for Type 2 Diabetes: The PROMISE Cohort. *Diabetes Care*. 2015 May;38(5):793-800.
- 4.- Timar B, Timar R, Gaiță L, Oancea C, Levai C, Lungeanu D. The Impact of Diabetic Neuropathy on Balance and on the Risk of Falls in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Cross Sectional Study. *PLoS ONE*.2016;11(4).
- 5.- Secretaría de Salud. Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes. México: SSP, 2013. [En línea]. [Citado 24 sep 2017]. Disponible en: <http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/estrategia/Estrategia con portada.pdf>
- 6.- Hernández-Ávila M, Gutiérrez JP, Reynoso-Noverón N. Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publ Mex* 2013;55(2):129-136.
- 7.- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), 2016. [En línea]. [Citado 31 oct 2017]. Disponible en: http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf
- 8.- Vicente A, Candila J, Thomas JJ, Gómez Aguilar P, Oliva Avilés C. Living With Type 2 Diabetes in San José Tecoh, Yucatán, México: A Phenomenological Study. *Journal of Transcultural Nursing*. 2019;30(3):214-221.
- 9.- XX Informe Anual de Actividades, Unidad Universitaria De Inserción Social de San José Tecoh: 2017.

- 10.- Organización Mundial de la salud. Informe Mundial Sobre la Diabetes. 2016. [En línea]. [Citado 5 sep 2019]. Disponible en: www.who.int/diabetes/global-report.
- 11.- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2017. *Diabetes care* 2017; 40 (suppl. 1) 1-142.
- 12.- American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 2014; 37(1)S81-S90.
- 13.- Pan B, Ge L, Xun YQ, Chen YJ, Gao CY, Han X, *et al*. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (2018);15:72.
- 14.-Ramin T, Hernández G. Prediction of diabetic nephropathy: The need for a sweet biomarker. *J Nephropathology*. 2013, 2(1): 4-5.
- 15.- Longo D, Kasper DL, Jameson JL, Fauci AS, Hauser SL, Loscalzo J. *Harrison Principios de Medicina Interna*. 19ª edición. Editorial Mc Graw Hill. México, D.F. 2016.
- 16.- Dunnigan SK, Ebadi H, Breiner A, Katzberg HD, Lovblom LE, Perkins BA, *et al*. Conduction slowing in diabetic sensorimotor polyneuropathy. *Diabetes Care*. 2013;36:3684-3690.
- 17.- Papanas N, Ziegler D. Risk Factors and Comorbidities in Diabetic Neuropathy: An update 2015. *Rev Diabet Stud*. 2015;12(1-2):48-62.
- 18.- Taveggia G, Villafaña JH, Vavassori F, Lecchi C, Borboni A, Negrini S. Multimodal treatment of distal sensorimotor polyneuropathy in diabetic patients: A randomized clinical trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2014;37(4):242-252.
- 19.- Cerda L. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Rev Med Clin Condes*. 2014;25(2):265-275.
- 20.- Haro M. Laboratorio de análisis de marcha y movimiento. *Rev Med Clin Condes*. 2014;25(2):237-247.
- 21.-. Lippert LS. *Clinical Kinesiology and Anatomy*. 6ta ed. Philadelphia: F.A Davis Company; 2017.

- 22.- Viladot Voegeli A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Rev Esp Reumatol* 2003;30(9):469-77
- 23.- Pérez Verdún MA. Biomecánica del pie diabético: Estudio experimental de pacientes con diabetes mellitus tipo I con y sin neuropatía periférica. [tesis de doctorado]. Málaga, España: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga; 2013.
- 24.- Gonzalez-Martin C, Pita-Fernandez S, Seoane-Pillado T, Lopez-Calviño B, Pertega-Diaz S, Gil-Guillen V. Variability between Clarke's angle and Chippaux-Smirak index for the diagnosis of flat feet. *Colomb Med (Cali)*. 2017; 48(1): 25-31.
- 25.-Sánchez Ramírez C. Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernández Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. *Fisioterapia*. 2017; 39(5):209-21.
- 26.- Dixon CJ, Knight T, Binns E, Ihaka B, O'Brien D. Clinical measures of balance in people with type two diabetes: A systematic literature review. *Gait & Posture*. 2017;58:325-332.
- 27.- Alam U, Riley DR, Jugdey RS, Azmi S, Rajbhandari S, D'Aout K, Malik RA. Diabetic Neuropathy and Gait: A Review. *Diabetes ther*. 2017;8:1253-1264.
- 28.- Quintar E, Giber F. Las caídas en el adulto mayor: factores de riesgo y consecuencias. *Actual.Osteol*. 2014;10(3):278-286.
- 29.- Calero MJ, López-Cala G, Ortega AR, Cruz-Lendínez AJ. Prevención de caídas en el adulto mayor: revisión de nuevos conceptos basada en la evidencia. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*. 2016;6(2):71-82.
- 30.-Palma Hernández, J, Euán Paz A, Huchim-Lara O, Méndez-Domínguez N. Riesgo de caídas y de sensibilidad periférica entre adultos mayores con diabetes. *Fisioterapia*. 2018;40(5):226–231.
- 31.-Real Academia Española. [En línea]. [Citado 20 oct 2017]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=MhV6JHw>
- 32.-Arce Morera E, Hernández Escalada T, Armas Montesino L. Acupuntura y kinesiología en el tratamiento de la capsulitis adhesiva del hombro. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2016;32(1):83-92

- 33.-Fernández, C. Cinesiterapia bases fisiológicas y aplicación práctica. Barcelona, España. Editorial Elsevier. 2013.
- 34.-Génot C, Neiger H, Leroy A, Dufour G, Péninou G, Pierron G. Kinesioterapia. Tomo I, Parte II Miembros inferiores. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. 2da reimpresión. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2002.
- 35.- Beudart C, Marquet D, Mannarino M, Bukinx F, Demonceau M, Crielaard JM, Reginster JY, Bruyere O. Effect of 3 months of short sessions of controlled whole body vibrations on the risk of fall among nursing home residents. *BMC Geriatrics*. 2013;13(42).
- 36.- Buckinx F, Croisier JL, Reginster JY, Petermans J, Goffart E, Bruyere O. Relationship between isometric strength of six lower limb muscle groups and motor skills among nursing home residents. *J Frailty Aging*. 2015; 4:184–187.
- 37.-Chapman A, Meyer C, Renehan E, Hill KD, Browning CJ. Exercise interventions for the improvement of falls-related outcomes among older adults with diabetes mellitus: A systematic review and meta-analyses. *J Diabetes Complications*. 2017;31(3):631-645.
- 38.- Gu Y, Dennis SM. Are falls prevention programs effective at reducing the risk factors for falls in people with type-2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy: A systematic review with narrative synthesis. *Journal of Diabetes and Its Complications*. 2017;31:504– 516.
- 39.- Allet L, Armand S, De Bie R.A, Golay A, Monnin D, Aminian K, Staal J.B, De Bruin E.D. Diabetic patients' gait and balance can be improved with a specific training program. A randomised controlled trial. *Diabetologia*. 2010; 53:458–466.
- 40.- Majeed Kutty NA, Latheef Majida NA. Effects of multisensory training on balance and gait in persons with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Asia Pacific Disability Rehabilitation Journal*. 2013;24(2):79-91.
- 41.- Flores-Cuevas IJ, Cuevas-Nuñez ZA, López-Ascencio R, Vásquez C. Detección de Neuropatía Diabética Periférica en Adultos Mayores de 60 años en el Centro de Salud "México BID" de Colima, México. *Arch de Medi*. 2018;14(4)

- 42.- Allet L, Armand S, Aminian K, Pataky Z, Golay A, De Bie R.A, De Bruin E.D. An exercise intervention to improve diabetic patients' gait in a real-life environment. *Gait & Posture*. 2010;32:185–190.
- 43.- Richardson JK, Sandman D, Vela S. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):205-209.
- 44.- Secretaría de salud. Boletín epidemiológico Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema único de información. 2015; 13(32).
- 45.- Kottke FJ, Lehmann JF. *Krusen/Medicina física y rehabilitación*. 4ta ed. Madrid: Editorial panamericana; 2000. 31-32.
- 46.- Hislop HJ, Avers D Brown M Daniels y Worthingham. *Técnicas de balance muscular: Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales*, 9ª ed. ELSEVIER España, 2014.
- 47- Sartor CD, Hasue RH, Cacciari LP, Butugan MK, Watari R, Pássaro AC, Sacco IC. Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014;15(1).
- 48.- Saleh MS, Rehab NI. Effect of Ankle Proprioceptive Training on Gait and Risk of Fall in Patients With Diabetic Neuropathy: A Randomized Controlled Trial. *Int. J. Diabetes Res* 2019 May; 2(1): 40-45
- 49.- Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte*. 2012; 5(3): 105-112.
- 50.- Alam F, Raza S, Moiz JA, Bhati P, Anwer S, Alghadir A. Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. *The Physician and Sportsmedicine*. 2018; 1–11.
- 51.- Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is Associated with Altered Plantar Pressure Distribution in Older Women. *Journal of Applied Biomechanics*. 2017;33(5):323–329.

52.- Bennour S, Ulrich B, Legrand T, Jolles BM, Favre J. A gait retraining system using augmented-reality to modify footprint parameters: Effects on lower-limb sagittal-plane kinematics. *J. Biomech.* 2017.

53.- Cerrahoglu L, Koşan U, Sirin TC, Ulusoy A. Range of Motion and Plantar Pressure Evaluation for the Effects of Self-Care Foot Exercises on Diabetic Patients with and Without Neuropathy. *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 2016;106(3).

ANEXOS

Consentimiento Informado (Anexo 1)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN
FACULTAD DE MEDICINA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Lugar y fecha: _____

Por medio de la presente acepto participar en el trabajo de investigación titulado "Evaluación de la intervención fisioterapéutica en la marcha, sobre el riesgo de caídas en adultos con Diabetes Mellitus tipo 2 que acuden a la Unidad Universitaria de Inserción Social (UUIS) de San José Tecoh"

Se me ha explicado que mi participación consistirá en responder un cuestionario para la obtención de datos epidemiológicos, la aplicación de unas evaluaciones para medir rangos de movimiento (test de evaluación de rangos de movimiento), fuerza muscular (Daniels-Worthingham), riesgo de caídas (Tinetti) y análisis de la huella plantar (impresión plantar y protocolo de Hernández-Corvo). Así como una intervención fisioterapéutica que consiste en ejercicios de estiramientos y movilizaciones de miembros inferiores, ejercicios de fortalecimiento a miembros inferiores (específicamente a músculos dorsiflexores: tibial anterior, tibial posterior, peroneo largo, peroneo lateral corto; plantiflexores: gemelo, soleo), ejercicios de marcha, coordinación y equilibrio.

Como parte de su participación en el estudio le pedimos nos permita tomar fotografías y realizar videograbaciones, para una mejor valoración de la marcha. En las fotografías o videograbación que tomaremos no podrá ser identificado, a menos de que así lo desee y se cuente con el consentimiento informado y firmado.

El investigador se compromete a responder cualquier pregunta y aclarar las dudas relacionadas con la investigación. También se me informa que tengo derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento sin afectación de mi atención médica y que los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se me proporcionaran de así requerirlo.

El participar en esta investigación no me representa ningún riesgo para mi salud. Estoy al tanto de que los datos relacionados con mi vida privada obtenidos en la investigación serán manejados en forma confidencial y que no se me identificara a mí y a mi familia en posteriores publicaciones o presentaciones que deriven de este estudio.

Nombre y firma del paciente

Nombre y firma del Investigador

Testigo

Hoja de recolección de datos

Ficha de datos sociodemográficas e historia clínica (Anexo 2)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre:

Edad:

Sexo:

Estado civil:

Escolaridad:

Ocupación:

Duración de DT2:

Peso:

Talla:

IMC:

Tabla 14. Rangos de movimiento (Anexo 3)

Movimiento	Grados del lado Derecho	Grados del lado Izquierdo	Grados normales
Dorsiflexión			80°
Flexión plantar			150°
Inversión			30°
Eversión			15°

Tabla 15. Fuerza muscular (Anexo 4)

Movimiento	Lado izquierdo	Lado derecho
Flexión plantar		
Dorsiflexión e inversión		
Inversión		
Eversión con flexión plantar.		

Análisis de Huella plantar de acuerdo con Hernández Corvo (Anexo 5)

Ecuación: $\%X = (X-Y/X)100$

Tabla 16. Valoración del tipo de pie.

0-34%	Pie plano
35-39%	Pie plano/normal
40-54%	Pie normal
55-59%	Pie normal/cavo
60-74%	Pie cavo
75-84%	Pie cavo fuerte
85-100%	Pie cavo extremo

Evaluación de la marcha y el equilibrio (Escala de Tinetti) (Anexo 6)

MARCHA

Instrucciones: El paciente permanece de pie con el examinador, camina por el pasillo o por la habitación (unos 8 metros) a "paso normal" luego regresa a "paso ligero pero seguro".

1. Iniciación de la marcha (inmediatamente después de decir que ande).	
Algunas vacilaciones o múltiples para empezar.....	0
-No vacila.....	1
2. Longitud y altura de paso	
Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa el pie izquierdo con el paso.....	0
Sobrepasa el pie izquierdo.....	1
El pie derecho no se separa completamente del suelo con el paso.....	
El pie derecho se separa completamente del suelo.....	1
Movimiento del pie izquierdo	
No sobrepasa el pie derecho con el paso.....	0
Sobrepasa al pie derecho.....	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el paso.....	
El pie izquierdo se separa completamente del suelo.....	1
3. Simetría del paso	
La longitud de los pasos con los pies derecho e izquierdo no es igual.....	0
La longitud parece igual.....	1
4. Fluidez del paso	
Paradas entre los pasos.....	0
Los pasos parecen continuos.....	1
5. Trayectoria (observar el trazado que realiza uno de los pies durante unos 3 metros)	
Desviación grave de la trayectoria.....	0
Leve/moderada desviación o uso de ayudas para mantener la trayectoria.....	1
Sin desviación o ayudas.....	2
6. Tronco	
Balanceo marcado o uso de ayudas.....	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar.....	1
No se balancea, no se reflexiona, ni otras ayudas.....	2
7. Postura al caminar	
Talones separados.....	0
Talones casi juntos al caminar.....	1

PUNTUACIÓN TOTAL MARCHA: /12

EQUILIBRIO

Instrucciones: El paciente está sentado en una silla dura sin apoyabrazos. Se realizan las siguientes maniobras:

1.-Equilibrio sentado	
Se inclina o se desliza en la silla.....	0
Se mantiene seguro.....	1
2. Levantarse	
Imposible sin ayuda.....	0
Capaz, pero usa los brazos para ayudarse.....	1
Capaz de levantarse de un solo intento.....	2
3. Intentos para levantarse	
Incapaz sin ayuda.....	0
Capaz pero necesita más de un intento.....	1
Capaz de levantarse de un solo intento.....	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (los primeros 5 segundos)	
Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco.....	0
Estable pero usa el andador, bastón o se agarra u otro objeto para mantenerse.....	1
Estable sin andador, bastón u otros soportes.....	2
5. Equilibrio en bipedestación	
Inestable.....	0
Estable, pero con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) o usa bastón u otro soporte.....	1
Apoyo estrecho sin soporte.....	2
6. Empujar (el paciente en bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible). El examinador empuja suavemente en el esternón del paciente con la palma de la mano, tres veces.	
Empieza a caerse.....	0
Se tambalea, se agarra pero se mantiene.....	1
Estable.....	2
7. Ojos cerrados (en la posición 6)	
Inestable.....	0
Estable.....	1
8. Vuelta de 360 grados	
Pasos discontinuos.....	0
Continuos.....	1
Inestable (se tambalea, se agarra).....	0
Estable.....	1
9. Sentarse	
Inseguro, calcula mal la distancia, cae en la silla.....	0
Usa los brazos o el movimiento es brusco.....	1
Seguro, movimiento suave.....	2

PUNTUACIÓN TOTAL EQUILIBRIO: /16

PUNTUACION TOTAL DE LA MARCHA Y EL EQUILIBRIO: /28

Programa de ejercicios para la casa (Anexo 7)

Se debe tener en cuenta:

- Los ejercicios deberán realizarse de forma lenta y controlada.
- Cada ejercicio deberá realizarse al menos 1 vez al día, realizando 1 serie de 10 a 15 repeticiones de cada ejercicio.
- En caso de que alguno de los ejercicios aumentara o produjera dolor o inflamación excesiva, deberá suspenderse y preguntar a fisioterapeuta.

1.- Acostado boca arriba con la zona lumbar apoyada o sentados en una silla. Realizar movimientos de tobillo hacia la flexión, extensión y a los lados en toda la amplitud posible como se ve en las fotografías.



2.- Acostado boca arriba en la camilla y con la zona lumbar apoyada. Realizar círculos con los pies, se mantienen las rodillas extendidas y la pierna ligeramente levantada de la camilla. 10 círculos hacia dentro y otros 10 hacia fuera.



3.- Sentados sobre una cama o camilla con la rodilla extendida. Puede usar una venda o toalla la cual va a colocar en la planta del pie y cerca de los dedos para flexionar el tobillo. Es importante mantener la rodilla extendida. Se flexionará el tobillo hasta el punto en que se perciba tensión y se mantendrá la posición. Sostener esta posición de 10-15 segundos y repetir 10-15 veces.

Sentado en una cama o camilla con ayuda de una toalla, utilizando sólo el tobillo, rotar pie hacia adentro lo más que pueda. Mantenga la posición durante 3-5 segundos y devuelva su tobillo hasta la posición inicial. Repetir el ejercicio, pero esta vez rotando el pie hacia afuera. Repita el ejercicio de inversión y eversión de tobillo de 10-15 repeticiones,



Los siguientes ejercicios se realizarán sentados con la rodilla extendida y el pie en posición neutral. Se partirá desde esta posición para todos los movimientos con goma elástica o se pone resistencia al movimiento. De 10 a 15 repeticiones.

4.- Sentados con la rodilla extendida y banda de resistencia o resistencia manual, que se aplicara se colocada en la planta del pie como en la fotografía de modo que nos resista el movimiento, realizar el movimiento de punta con los dedos hacia el suelo como se indica en las fotografías.



5.- Sentados con la rodilla extendida y banda de resistencia colocada en el dorso del pie como en la fotografía de modo que nos resista el movimiento, llevar los dedos como se indica en las fotografías.



6.- Sentados con la rodilla extendida y la banda de resistencia colocada en el dorso del pie como en la fotografía de modo que nos resista el movimiento, se toma la banda de resistencia de manera lateral. Llevar los dedos hacia dentro con el movimiento del tobillo como se indica en las fotografías.



7.- Sentados con la rodilla extendida y banda de resistencia colocada en el dorso del pie como en la fotografía de modo que nos resista el movimiento. Llevamos los dedos hacia fuera con el movimiento del tobillo como se indica en las fotografías.



8.- Sentados en una silla o camilla. Los dedos de los pies enrollaran una toalla extendida. Repetir este movimiento 10 veces.



9.- Con las piernas estiradas y levemente separadas, contraer el musculo cuádriceps (puede colocar por debajo de la rodilla y apretar una pelota, almohada o toalla durante 5 segundos y) relajar. Se puede realizar este ejercicio sentado (como muestra la imagen o acostado).



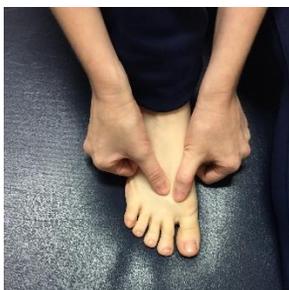
10.- Elevar una pierna estirada a unos 10-15 cm del suelo y sostener 5 segundos con la pierna levantada. 10 repeticiones con cada pierna. Se puede realizar este ejercicio sentado (como muestra la imagen o acostado).



11.- Eleva las piernas unos 10 cm y describe círculos con ellas. 15 segundos cada pierna. Se puede realizar este ejercicio sentado (como muestra la imagen o acostado).



12.- Automasaje de la musculatura de los pies, especialmente del dorso del pie, realizando inicialmente unas maniobras longitudinales entre los dedos. 3 min de masaje con aceite de almendras o con cualquier crema humectante que tenga.



13.- Colocarse de pie y sin calzado sobre el suelo y cerca de algo donde se pueda sujetar por seguridad. Levantar un pie del suelo de modo que se cargue todo el peso sobre el otro. Se hará sin sujetarse de nada a nuestro alrededor, únicamente se sujetará si se desequilibra para evitar caerse.

Una vez este estable en un solo pie, mantener la posición 30 segundos. Cuando consiga realizarlo sin problemas con los ojos abiertos, lo realizará con los ojos cerrados. Realizar 5 veces cada pie alternando.



14.- Se colocará de pie y sin calzado sobre una colchoneta o superficie deformable y cerca de algo donde se pueda sujetar por seguridad. Se mantendrá estable con apoyo en ambos pies de modo que cargue el peso sobre ambos por igual. Se hará sin sujetarse de nada a nuestro alrededor, únicamente si se desequilibra para evitar caerse. Una vez que este estable, mantendrá la posición 30 segundos. Cuando consiga realizarlo sin problemas con los ojos abiertos, lo realizará con los ojos cerrados.



15.- Se colocará de pie y sin calzado sobre una colchoneta o superficie deformable y cerca de algo donde se pueda sujetar por seguridad. Levantar un pie del suelo de modo que cargue todo el peso sobre el otro. Se hará sin sujetarse de nada a su alrededor, únicamente si se desequilibra para evitar caerse. Una vez que este estable con un solo pie, mantener la posición 30 segundos. Cuando consiga realizarlo sin problemas con los ojos abiertos, lo realizará con los ojos cerrados.



16.- Ejercicios de reeducación de la marcha: se realizará con apoyo de alguna superficie o mueble siempre con la debida precaución, 3 vueltas de cada ejercicio e ir progresando.

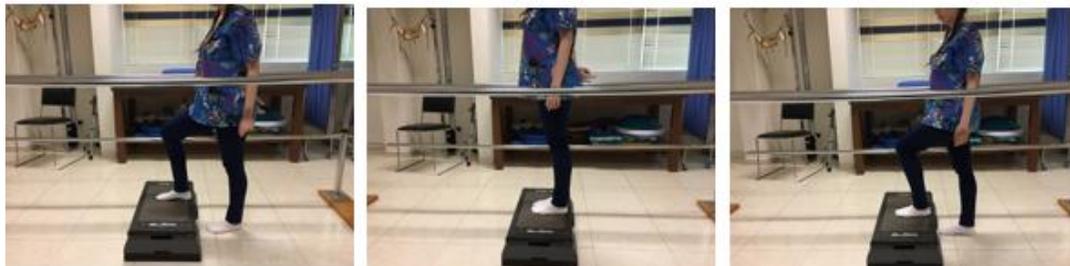
- Caminar hacia delante: Se elevará bien las rodillas, y apoyará primero el talón y después la punta. Elevando la rodilla para llevar el talón de una pierna hacia la rodilla contraria; de esta forma, dejar arrastrar el talón a lo largo de la pierna, hasta llegar al suelo donde se apoyará primero el talón y luego la punta.



- Caminar de lado con ayuda de las barras paralelas o algún mueble del que se pueda sostener. Comenzar con pasos más cortos, y continuar por unos más largos.



Caminar hacia atrás: apoyando primero la punta y después el talón. Caminar sobre marcas sobre marcas específicas señaladas sobre el suelo. Subir y bajar escalones de una escalera. Realizar giros, hacia un lado y otro.



17.-Estiramiento de isquiotibiales (pantorrillas) 5 con cada pierna sostener la posición 5-10 segundos



Evidencia fotográfica (Anexo 8)

Rutina fisioterapéutica



Evaluación

