

Disminución del puntaje de riesgo de caída a través de una intervención fisioterapéutica en adultos con diabetes mellitus tipo 2

Elda Pamela Solís-Ancona¹, Nina Valadez-González^{1*}, María Guadalupe García-Escalante¹, Ligia Vera Gamboa¹, Damaris Francis Estrella-Castillo², Nadia Cecilia Maldonado-Rodríguez², Norma Pavía-Ruz¹, Guillermo Valencia-Pacheco¹

¹Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” Universidad Autónoma de Yucatán; ² Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán; Yucatán, México.

ABSTRACT

Decrease in the risk of falls score through a physiotherapeutic intervention in adults with type 2 diabetes mellitus.

Introduction. Diabetes mellitus (DM) has become an epidemic; in Mexico 12 million adults have it. The muscle weakness and loss of balance that patients with type 2 diabetes mellitus (T2D) present affect the gait cycle, which increases the risk of falls (RF). One of the strategies that has managed to reduce RF in people living with T2D are physiotherapeutic interventions.

Objective. To determine the effect of a physiotherapeutic gait intervention and the RF in adults with T2D.

Material and Methods. Prospective, longitudinal, quasi-experimental study. A physiotherapeutic gait intervention was applied to adults with T2D, including strengthening, stretching, balance and coordination exercises; the ranges of movement (ROM), muscle strength (MS) (Daniels-Worthingham scale), plantar footprint using the Hernández-Corvo index of the lower limbs and RF score (TINETTI) were calculated.

Results. 21 adults, over 40 years of age, with a time of evolution of T2D of 13 ± 8 years participated; 85.76% were women, and 61.91% had obesity. A physiotherapy gait intervention was performed including strengthening, stretching, balance and coordination exercises. An increase in the ROM was registered and a significant difference was observed in the comparison of ranges of the MS variables in both lower limbs and the RF score decreased by 25% ($p < 0.005$). The plantar footprint registered a change to the normal type foot of 34% in the right and 14% in the left. Conclusion: The increase of the ROM, MS, balance, coordination and the modification of the plantar footprint decreased the RF score in the participants of the present study.

Historial del artículo

Recibido: 1 dic 2021

Aceptado: 2 may 2022

Disponible en línea: 1 sep 2022

Palabras clave

Diabetes mellitus tipo 2, Riesgo de caídas, Fisioterapia.

Keywords

Diabetes mellitus type 2, Risk of falls, Physiotherapy.

Copyright © 2022 por autores y Revista Biomédica.

Este trabajo está licenciado bajo las atribuciones de la *Creative Commons* (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*Autor para correspondencia:

Nina Valadez-González, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”. Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 43 No. 613 x 90, Col. Inalámbrica C. P. 97069. Mérida, Yucatán, México.

<https://orcid.org/0000-0002-2711-7028>

E-mail: valadez@correo.uady.mx

<https://revistabiomedica.mx>.

RESUMEN

Introducción. La diabetes mellitus (DM) se ha convertido en una epidemia; en México las cifras ascienden a 12 millones de adultos. La debilidad muscular y pérdida de equilibrio que presentan los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DT2) afecta el ciclo de la marcha lo que aumenta el riesgo de caídas (RC). Una de las estrategias que ha logrado reducir el RC en las personas que viven con DT2 son las intervenciones fisioterapéuticas.

Objetivo. Determinar el efecto de una intervención fisioterapéutica en la marcha, sobre el puntaje de RC (PRC) en adultos con DT2.

Material y Métodos. Estudio prospectivo, longitudinal, cuasi experimental. Se realizó una intervención fisioterapéutica en la marcha a adultos con DT2, que incluyó ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, de equilibrio y coordinación; se calcularon los rangos de movimiento articular (RDM) fuerza muscular (FM) (escala de Daniels-Worthingham), huella plantar mediante el índice de Hernández-Corvo de los miembros inferiores y PRC (TINETTI).

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. Se registró un aumento en los RDM y se observó una diferencia significativa en la comparación de rangos de las variables de FM en ambos miembros inferiores. La huella plantar registró un cambio a pie tipo normal de un 34 % en el derecho y en el izquierdo de 14%. El PRC disminuyó un 25 % ($p < 0.005$).

Conclusión. El aumento de los RDM, FM, equilibrio, coordinación y la modificación de la huella plantar disminuyó el PRC en los participantes del presente estudio.

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica que se ha convertido en una epidemia en el siglo XXI. De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes (FID) hay aproximadamente 424.9 millones de personas de 20 a 79 años con DM y el número de muertes debido a esta entre personas del

mismo rango de edad es de 4.0 millones. México es el quinto país con más enfermos de DM, si se compara el número de individuos con DM en cada país de acuerdo con su población total, México es el número uno, con cifras que ascienden a 12 millones de adultos (1).

La DT2 representa el 90% de los casos a nivel mundial (2). La hiperglucemia crónica es una de las principales condiciones de la enfermedad que puede ocasionar importantes afectaciones sobre la musculatura (3). La debilidad muscular que presentan los pacientes con DT2 afecta el ciclo de la marcha debido a que tienen menos movilidad en el tobillo (4, 5).

La pérdida de equilibrio y debilidad muscular debido a la DT2 y a la neuropatía diabética periférica (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 que puede alterar la percepción sobre el movimiento y la orientación espacial necesaria para mantener la postura. La hiperglucemia 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 estas personas. El deterioro del equilibrio es uno de los tres principales factores del RC. La pérdida de la sensibilidad en 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 (6).

Algunas de las estrategias que han logrado reducir el RC en las personas que viven con DT2 son las intervenciones de ejercicio, particularmente de equilibrio y marcha, y el fortalecimiento de las extremidades inferiores (7), como resultado de la evaluación de estudios realizados en Suiza (8) y en India (9) en personas con DT2 y NDP.

En el 2017 Gu y Dennis (10) realizaron una revisión sistemática para evaluar la efectividad de programas enfocados a la prevención de caídas en personas con DT2 y NDP, se incluyeron programas

de fortalecimiento de miembros inferiores, ejercicios de equilibrio, marcha y aeróbicos, publicados en el período de 2014 y 2016, sugieren que con estos programas las personas pueden mejorar la marcha, el equilibrio y disminuir el PRC.

La escasez de investigaciones hace que sea difícil predecir los efectos de una intervención fisioterapéutica sobre las caídas, en México. De acuerdo con la ENSANUT 2016 (11) el 46.4 % de las personas con DM no realiza medidas preventivas para evitar o retrasar alguna complicación por la enfermedad. En un estudio realizado en el 2018 por Palma Hernández J *et al.* (12), en un grupo de 49 adultos con DT2, con edad promedio de 68 años (± 5), del sur de Mérida Yucatán, se concluyó que entre los adultos mayores con DT2 del sur de Mérida existe un RC que debe ser atendido.

Las personas con DT2 de Yucatán carecen de información pertinente respecto al tipo de actividad física ideal por su condición, sobre la importancia de la prevención de caídas siguiendo alguna estrategia, entre ellas, una intervención fisioterapéutica en la marcha; por lo que se requiere la implementación de estrategias para prevenir y/o disminuir el RC en las personas afectadas.

En este estudio se evaluó un programa de intervención fisioterapéutica sobre la marcha para prevenir el riesgo de caídas en personas con DT2, cuya estrategia se enfocó en mejorar los RDM y FM en extremidades inferiores, así como el equilibrio en la marcha. Se comprobó la eficacia del conjunto de diferentes estrategias que han demostrado ser eficaces de manera aislada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, cuasi experimental, en personas que viven con DT2, mayores de 40 años, con al menos 5 años de evolución de la DT2, que acudieron a la Unidad Universitaria de Inserción Social (UUIS) de San José Tecoh, en el período de febrero del 2018 a junio del 2019, previa aprobación por el comité de ética.

Se incluyeron 21 pacientes que concluyeron la intervención, de los cuales se obtuvieron datos antropométricos y sociodemográficos (IMC, edad,

sexo, estado civil, escolaridad, ocupación y duración de la DT2). Se excluyeron pacientes con problemas cardiovasculares, úlceras infecciosas, amputaciones en algún miembro inferior y otras patologías que les impidieran realizar los ejercicios de terapia.

Se realizó una intervención fisioterapéutica sobre la marcha que incluyó ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, de equilibrio y coordinación. Se calcularon los rangos de movimiento articular (RDM), fuerza muscular (FM), la huella plantar de los miembros inferiores y el puntaje RC (TINETTI) antes y después de la intervención, se valoró su efecto mediante la comparación del puntaje.

En la valoración inicial se realizó la evaluación de RDM con un goniómetro en los movimientos de la articulación del tobillo, los límites normales y amplitud de los movimientos son: dorsiflexión 80°, flexión plantar 155°, inversión 30° y eversión 15°. En los movimientos de dorsiflexión y flexión plantar el goniómetro se fijó a 90° que se consideró como 0°, por lo que al interpretar los resultados si la medida inicial fue más cercana a los 90° significó que se presentó un movimiento disminuido, y 80° representó un RDM o valor normal positivo esto es debido a que el movimiento se realizó en el plano sagital (13). Con el paciente en decúbito dorsal o sentado, con rodilla flexionada que permitió una dorsiflexión máxima de tobillo; un brazo del goniómetro se colocó sobre la línea paralela del eje longitudinal del peroné, centrado sobre la planta del pie en línea con el eje longitudinal del quinto metatarsiano. No llegar a los grados normales, se consideró como una limitación para estos movimientos.

La Inversión-Eversión: se realizó en un plano frontal, con el paciente en decúbito dorsal o sentado. En posición sentada, la rodilla se flexionó sobre el borde de la camilla y la planta del pie paralela al suelo. En decúbito dorsal la planta del pie se colocó perpendicular al eje longitudinal del tronco (columna vertebral). El goniómetro se fijó a 90° y se consideró a esa posición como el punto de partida, con valor de 0°. Uno de los brazos se colocó paralelo al eje longitudinal de la pierna. El goniómetro se sostuvo en forma lateral para medir la inversión y hacia la

línea media para medir la eversión. El otro brazo se colocó paralelo a la superficie plantar del antepié, detrás de la cabeza del primer metatarsiano.

Los límites normales de amplitud de movimiento son: para inversión 30° y para eversión 15°. De no llegar a estas medidas, se consideró una limitación al realizar estos movimientos.

Se midió la FM de miembros inferiores específicamente de los movimientos de dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión con flexión plantar, se utilizó la escala de Daniels-Worthingham (14). Flexión plantar (músculos gemelos y sóleo): con el paciente de pie sobre el miembro que se explora, rodilla extendida. Se evaluó al paciente al elevar el talón del suelo repetidamente, completando la amplitud de la flexión plantar. La puntuación fue de acuerdo a lo que realiza el paciente:

Grado 5: realiza un mínimo de 20 elevaciones de talón, sin descansar entre los ejercicios y sin fatiga.

Grado 4: realiza entre 10 y 19 elevaciones, sin descansar entre ejercicios y sin mostrar señales de fatiga.

Grado 3: realiza entre 1 y 9 elevaciones, sin descansar, sin llegar a la fatiga.

Grado 2: apenas eleva el talón del suelo y no puede lograr de puntitas, la posición final de la prueba.

Para el grado 1 y 0 se cambia de posición al momento de realizar la valoración: el paciente se coloca en decúbito prono, con los pies sobresaliendo de la mesa. El fisioterapeuta de pie, frente a la extremidad que se va a valorar, una mano sobre el tendón de Aquiles o sobre el vientre del músculo sóleo o gemelo.

Grado 1: el tendón reflejó cierta actividad contráctil del músculo, sin movimiento.

Grado 0: sin actividad contráctil.

Se tipificó la huella plantar como: pie plano, normal y cavo mediante el índice de Hernández Corvo (15) y se valoró el PRC, el cual se clasificó en riesgo bajo, moderado y alto de acuerdo al test Tinetti que consta de 16 ítems y permite valorar el equilibrio estático y marcha, con puntuaciones que determinan: a mayor puntuación menor riesgo de caídas, < 19 es igual a riesgo alto; entre 19 y 25 existe riesgo moderado; > 25 equivale a riesgo leve

y 28 puntos significa equilibrio y marcha íntegros sin riesgo. La prueba ha demostrado una confiabilidad de 0,88, evaluada a través del alfa de Cronbach y posee una validez discriminante y concurrente (16). Posteriormente se inició el programa de fisioterapia con ejercicios individualizados, que consistió en un total de 24 sesiones, divididas en 2 sesiones por semana. Cada sesión duró 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, sóleo), ejercicios de marcha, coordinación y equilibrio. La intervención se enfocó a recuperar RDM, fortalecer músculos del tobillo, reeducación de la marcha, mejorar equilibrio y coordinación, se llevó a cabo en 4 fases aumentando progresivamente las repeticiones, resistencia y dificultad de ejercicios de acuerdo con las necesidades de cada paciente.

Al término del programa, se realizó la evaluación de RDM, FM, PRC, y análisis de huella plantar con la que se determinó 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, con el programa SPSS, se utilizó la prueba t de student para muestras pareadas, la prueba de Mcnemar y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas en las variables que fueron no paramétricas.

RESULTADOS

El promedio de edad del grupo fue de 60±5 años, 18 (85.72 %) eran mujeres, el promedio de tiempo de evolución de DT2 fue de 13±8 años, 15 (71.43 %) participantes refirieron ser casados(as), 6 (28.57%) concluyó la primaria, el 85.72 % refirieron ser amas de casa. El 14 % de los pacientes presentó peso normal, el 24 % sobrepeso y el 61.91 % obesidad.

En la tabla 1 se observa diferencia significativa en la comparación de las medias en RDM pre y post intervención. Respecto a dorsiflexión derecha, el promedio de la medida inicial cambió de manera significativa (<0.009) de 85° (±1.7) (valor cercano a los 90° que representa un movimiento disminuido)

a 80° (± 1.7) (valor en los límites normales) considerado cambio positivo o aumento en el RDM, similar al aumento observado en el lado izquierdo.

En cuanto a los resultados obtenidos en el movimiento de dorsiflexión del lado derecho se registró un aumento del 50% y del lado izquierdo del 60%, en cuanto a la flexión plantar aumentó un 6% del lado derecho y un 8% del izquierdo. En el movimiento de inversión se registró una mejoría del 13% en ambos lados y en el de eversión en el derecho aumento 28% y el izquierdo 27%.

Tabla 1. Comparación de medias en RDM (°) pre y post intervención

Movimiento	Pre-intervención	Post-intervención	Valor de P
	Media (DE)	Media (DE)	
Dorsiflexión			
Derecho	85° (± 1.7)	80° (± 1.7)	<0.009 ^b
Izquierdo	84° (± 1.4)	80° (± 1.5)	<0.007 ^b
Flexión plantar			
Derecho	109° (± 6.6)	118° (± 7.2)	<0.001 ^b
Izquierdo	110° (± 8.8)	123° (± 7.3)	<0.002 ^a
Inversión			
Derecho	14° (± 5)	18° (± 4.4)	<0.005 ^a
Izquierdo	14° (± 4.4)	18° (± 4.4)	<0.006 ^a
Eversión			
Derecho	5.6° (± 3.1)	9.8° (± 2.7)	<0.008 ^b
Izquierdo	5.8° (± 2.99)	9.8° (± 2.8)	<0.001 ^b

^aPrueba t de student.

^bPrueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Valor óptimo: Dorsiflexión 80°, flexión plantar 155°, inversión 30° y eversión 15°.

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

Se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en la comparación de las medias de los rangos de FM en ambos miembros inferiores pre y post intervención (Tabla 2).

Al inicio los participantes presentaron valores de FM considerados anormales, a pesar de no alcanzar el criterio normal posterior a la intervención, se registró un incremento o 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%.

Tabla 2. Comparación de rangos en FM pre y post intervención

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

*Prueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Valor óptimo: Grado 5= Normal= Movimiento completo con máxima resistencia.

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

De la comparación de la clasificación del tipo de pie obtenido, se demostraron cambios significativos en la frecuencia del tipo de huellas de acuerdo con el índice de Hernández Corvo, con incremento de la huella normal (14% en el derecho y 34% en el izquierdo) evidenciado principalmente en la huella plantar izquierda ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación pre y post intervención de la huella plantar.

	Pre-intervención						Post-intervención						Valor de P*
	Plano		Normal		Cavo		Plano		Normal		Cavo		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Derecho	6	28	10	48	5	24	4	19	13	62	4	19	0.223
Izquierdo	5	24	8	38	8	38	3	14	15	72	3	14	0.030

*Prueba de McNemar

Frecuencia y porcentajes de tipo de pie pre y post intervención obtenidos de la evaluación de la huella plantar del pie derecho.

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

Se observó diferencia significativa ($p < 0.005$) en la comparación de rangos del PRC (Tabla 4). El PRC pre-intervención correspondió a un riesgo alto (< 20), en tanto que el valor post intervención cambió de manera significativa a riesgo moderado (20-23), con una disminución del riesgo en 25%.

Tabla 4. Comparación de rangos en riesgo de caídas pre y post intervención

Pre-intervención	Post intervención	Valor de P*
Media (DE)	Media (DE)	
16.80 (± 3.5)	23.14 (± 3.1)	< 0.005

*Prueba de Wilcoxon.

DE: Desviación estándar.

Valor óptimo: 28 puntos.

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

DISCUSIÓN

En estudio clínico se determinó a la intervención fisioterapéutica en la marcha, con un efecto significativo sobre la disminución del riesgo de caídas en adultos con DT2 que acuden a la UUIS de San José Tecoh. Los resultados muestran que la marcha, equilibrio, rangos de movimiento y FM pueden mejorarse mediante una intervención individualizada con los mismos objetivos en adultos con DT2. Los pacientes aumentaron el RDM y la FM lo que disminuyó el PRC.

La participación de las mujeres en el presente estudio es mayor al reportado en los estudios realizados por Sartor *et al.*, Saleh *et al.* y Taveggia *et al.* (17, 18 y 19), en los cuales la participación de mujeres fue del 42% a 63%, lo que muestra una participación equitativa de mujeres y hombres, contrario al estudio de Richardson *et al.* (20) 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 a los centros de salud y tienen una participación mayor que los hombres en actividades relacionadas con el cuidado de la salud (12,21).

Con 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.

Coincidiendo con Ayala *et al.* (22) en el análisis de revisión sobre las técnicas de estiramiento para aumentar los RDM; reportaron que existe evidencia científica que demuestra que la aplicación de programas de estiramientos mejora la flexibilidad, pero se debe de individualizar de acuerdo con las necesidades del paciente. La intervención aplicada en este estudio mejoró significativamente la FM en la articulación del tobillo. Estos resultados son similares a los obtenidos por Sartor *et al.* (17) utilizando una intervención con sesiones de 40-60 min, dos veces a la semana durante 12 semanas; la cual mejoró significativamente la funcionalidad de los músculos de la articulación del tobillo ($p < 0.05$). 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 índice de Hernández-Corvo, para comparar la eficacia de un tratamiento; solo se ha utilizado para tipificar la huella plantar. Alam *et al.* (23) realizaron una rutina de ejercicios semejante a la aplicada en este estudio, en una población de la India, demostrando que la inclusión del fortalecimiento y el estiramiento de músculos del 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. En la comparación de medias de la tipificación de la huella plantar pre y post intervención se registró un cambio en cuanto a las frecuencias de pie tipo normal, esta modificación de la huella plantar pudo ser causa de un cambio de postura y reeducación de la marcha.

Semejantes a estos hallazgos, Neri SGR *et al.* (24), observaron que las mujeres con obesidad generaron más fuerza en el antepié al caminar, que podría relacionarse con mayor probabilidad de presentar pie plano. Los resultados de este estudio consideran como posible explicación a la modificación de la huella plantar debido a la reeducación de la marcha de los participantes, mismo que concuerda con el estudio realizado por Bennour *et al.* (25), en el cual se aplicó una reeducación de la marcha para modificar los parámetros de la huella plantar, mediante 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 RC, resultados comparables a los obtenidos por Allet *et al.* (8) en la cual se evaluó el efecto de un programa de entrenamiento, para prevenir las caídas en los adultos mayores, cuyos resultados confirman que el equilibrio puede mejorarse mediante una intervención dirigida, que aumente la FM y la movilidad articular. Asimismo, coincide con otros estudios en diferentes poblaciones como el de Richardson *et al.* (20) en estadounidenses, Cerrahoglu, *et al.* (26) en turcos, Taveggia *et al.* (19) en italianos, Kutty y Majida (9) en hindúes, Sartor *et al.* (17) en brasileños, Saleh y Rehab (18) en egipcios, que demuestran eficacia en sus intervenciones. Actualmente los estilos de vida se caracterizan por la inactividad física y largos períodos de sedentarismo. 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, son importantes para la prevención y/o reducción del riesgo de caídas.

CONCLUSIONES

Un programa de ejercicios de 24 sesiones durante 12 semanas fue eficaz en el aumento de los rangos de movimiento y la FM, modificación de la huella plantar, cambios en el equilibrio y la coordinación, que contribuyeron a la disminución PRC en los pacientes con DT2 que participaron en el presente estudio. La intervención fisioterapéutica podría considerarse en el primer nivel de atención en salud, como una opción para la prevención y/o reducción del riesgo de caídas de beneficio ante las complicaciones a largo plazo de la DT2.

REFERENCIAS

1. International Diabetes Federation, Diabetes Atlas 8ed. Bélgica, Bruselas: IDF, 2017. [En línea]. [Consultado 19 sep 2017]. Disponible en: <http://www.diabetesatlas.org/across-the-globe.html>.
2. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2017. *Diabetes care* 2017;40 (suppl. 1) 1-142.
3. Ramin T, Hernández G. Prediction of diabetic nephropathy: The need for a sweet biomarker. *J Nephrothol.* 2013; 2(1): 4-5. DOI: 10.5812/nephrothol.8966.
4. Cerda L. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Rev méd Clín Las Condes.* 2014;25(2):265-75. DOI: 10.1016/S0716-8640(14)70037-9.
5. Haro M. Laboratorio de análisis de marcha y movimiento. *Rev méd Clín Las Condes.* 2014;25(2):237-47. DOI: 10.1016/S0716-8640(14)70034-3.
6. 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;58:325-32. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.08.022.
7. 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):631-45. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2016.09.015.
8. 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;53:458-66. DOI: 10.1007/s00125-009-1592-4.
9. Kutty NAM, Majida NA. Effects of multisensory training on balance and gait in persons with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabil CBR Inclu Develop.* 2013;24(2):79-91. DOI: 10.5463/dcid.v24i2.206.

10. 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. *J Diabetes Complications*. 2017;31:504-16. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2016.10.004.
11. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), 2016. [En línea]. [Consultado 31 oct 2017]. Disponible en: http://promocion.salud.gob.mx/dgpps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016310oct.pdf.
12. Palma Hernández, J, Eúan Paz A, Huchim-Lara O, Méndez-Domínguez N. Riesgo de caídas y de sensibilidad periférica entre adultos mayores con diabetes. *Fisioterapia*. 2018;40(5):226–31. DOI: 10.1016/j.ft.2018.06.002.
13. Cole TM, Tobis JS. Capítulo 2, Medida de la función musculoesquelética. In: Kottke FJ, Lehmann JF. Krusen Medicina física y rehabilitación. 4ta ed. Madrid: Panamericana; 2000; P. 31-32.
14. Hislop HJ, Avers D, Brown M. Pruebas de los músculos de la extremidad inferior. In: Daniels y Worthingham Técnicas de balance muscular: Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales. 9ª ed. España: Elsevier; 2014. P. 251-267.
15. 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. DOI: 10.1016/j.ft.2017.01.002.
16. Panella L, Tinelli C, Buizza A, Lombardi R, Gandolfi R. Toward objective evaluation of balance in the elderly: Validity and reliability of measurements instrument applied to the Tinetti test. *Int J Rehabil Res*. 2008;1:65-72.
17. 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 Musculoskelet Disord*. 2014;15(1):137. DOI:10.1186/1471-2474-15-137.
18. 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; 2(1):40-45. DOI:10.17554/j.issn.2414-2409.2019.02.18.
19. Taveggia G, Villafañe JH, Vavassori F, Lecchi C, Borboni A, Negrini S. Multimodal treatment of distal sensorimotor polyneuropathy in diabetic patients: A randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014;37(4):242-52. DOI: 10.1016/j.jmpt.2013.09.007.
20. 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):205-9. DOI: 10.1053/apmr.2001.19742.
21. 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. *J Transcul Nurs*. 2018;30(3):214-21. DOI: 10.1177/1043659618790090.
22. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte*. 2012; 5(3): 105-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323327671004>.
23. 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 Phys Sportsmed*. 2019;47(3):301–11. DOI: 10.1080/00913847.2018.1553466.
24. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is associated with altered plantar pressure distribution in older women. *J Appl Biomech*. 2017 Oct;33(5):323–9. DOI: 10.1123/jab.2016-0357.
25. 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*. 2018 Ene;3(66):26-35. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.10.030.
26. 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. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016 May;106(3):189-200. DOI: 10.7547/14-095.