

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN NO. 1

DELEGACIÓN NUEVO LEÓN



**“DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA DE  
PACIENTES CON NEUROPATÍA DIABÉTICA TRATADOS CON  
UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR  
PREVENTIVA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

**DRA. MIRNA GUADALUPE SALAZAR RÍOS.**

**DIRECTOR DE TESIS:** DRA. GRACIELA MEJÍA GARCÍA.

**CO-DIRECTOR DE TESIS:** DRA. MÓNICA ALEJANDRA RIVERA HERRERA.

MONTERREY, NL., NOVIEMBRE DE 2023

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN NO. 1

DELEGACIÓN NUEVO LEÓN



**“DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA DE  
PACIENTES CON NEUROPATÍA DIABÉTICA TRATADOS CON  
UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR  
PREVENTIVA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

**DRA. MIRNA GUADALUPE SALAZAR RÍOS.**

NUMERO DE REGISTRO: R-2023-1903-013.

MONTERREY, NL., NOVIEMBRE DE 2023



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN NO. 1  
DELEGACIÓN NUEVO LEÓN

**“DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA  
DE PACIENTES CON NEUROPATÍA DIABÉTICA  
TRATADOS CON UN PROGRAMA DE  
REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR  
PREVENTIVA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

**DRA. MIRNA GUADALUPE SALAZAR RÍOS.**



MONTERREY, N.L., NOVIEMBRE DE 2023

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN NO. 1**  
**DELEGACIÓN NUEVO LEÓN**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE**

**Nombre:** Dra. Graciela Mejía García.

**Área de adscripción:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1.

**Domicilio:** Av. Constitución S/N. Esq. Con Av. Félix U. Gómez, Centro.

**Teléfono:** (81) 83525064.

**Correo electrónico:** drgracemg@hotmail.com

**Área de Especialidad:** Medicina de Rehabilitación.

**INVESTIGADOR ASOCIADO ADSCRITO AL IMSS**

**Nombre:** Dra. Mónica Alejandra Rivera Herrera

**Área de adscripción:** Unidad de Control Metabólico Ambulatorio.

**Domicilio:** Condominio Monterrey, José María Morelos, Ote. 133, Centro,  
C.P. 64000 Monterrey, N.L.

**Teléfono:** (81) 13 06 11 31 Ext 41409

**Correo electrónico:** dra.mrivera.rehab@gmail.com

**Área de Especialidad:** Medicina de Rehabilitación.

## **LUGAR DE REALIZACIÓN DE LA TESIS.**

**UNIDAD:** Unidad de Control Metabólico Ambulatorio.

**DIRECCIÓN:** Condominio Monterrey, José María Morelos, Ote. 133, Centro,  
C.P. 64000 Monterrey, N.L.

**CIUDAD:** Monterrey.

**ESTADO:** Nuevo León.

**UNIDAD:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No 1.

**DIRECCIÓN:** Av. Constitución S/N. Esq. Con Av. Félix U. Gómez, Centro.

**CIUDAD:** Monterrey.

**ESTADO:** Nuevo León.

**“DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA DE PACIENTES CON  
NEUROPATÍA DIABÉTICA TRATADOS CON UN PROGRAMA DE  
REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR PREVENTIVA”**

**APROBACION DE TESIS**



---

**Dra. Graciela Mejía García**

Director de tesis.

Especialista en Medicina de Rehabilitación.



---

**Dra. Mónica Alejandra Rivera Herrera**

Investigador asociado.

Especialista en Medicina de Rehabilitación.

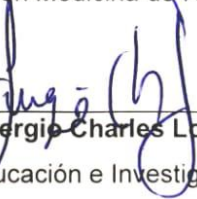


---

**Dra. Maritza García Bañuelos.**

Coordinadora de Investigación y Educación en Salud.

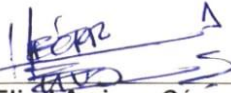
Especialista en Medicina de Rehabilitación.



---

**Dr. Sergio Charles Lozoya.**

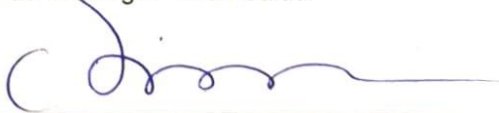
Director de Educación e Investigación en Salud.



---

**Dr. Héctor Eliud Arriaga Cázarez.**

Jefe de División de Investigación en Salud.



---

**Dr. Felipe Arturo Morales Martínez**

Subdirector de Posgrado UANL.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud **1903**.  
UMAE HOS TRAUMA ORTO No 21 N L

Registro COFEPRIS **18 CI 19 039 003**  
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 19 CEI 009 2018102**

FECHA **Viernes, 19 de mayo de 2023**

**M.E. Graciela Mejía García**

**P R E S E N T E**


Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Descripción clínica y neurofisiológica de pacientes con neuropatía diabética tratados con un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2023-1903-013

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

  
**Dr. Adrian Garcia Hernandez**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 1903

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco a la vida por cada oportunidad que he tenido y la fuerza para reponerme de cada error que he cometido.

Agradezco a mi familia, amigos y pareja por siempre acompañarme en mis mejores momentos, apoyarme en los difíciles y no dejar que me rindiera en los peores.

Agradezco la paciencia de los maestros que he tenido la oportunidad de conocer, en especial a aquellos que me han inspirado a ser mejor profesional de la salud.

Agradezco a todos los pacientes que he atendido porque gracias a ellos podemos aprender a usar la teoría de los libros para realizar verdaderas acciones que puedan mejorar la salud.



## ÍNDICE GENERAL

|                                  | Pág. |
|----------------------------------|------|
| ÍNDICE GENERAL.....              | i    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....           | ii   |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....       | iii  |
| <br>                             |      |
| I.- RESUMEN.....                 | 1    |
| II.- ANTECEDENTES.....           | 3    |
| III.- HIPOTESIS.....             | 9    |
| IV.- OBJETIVOS.....              | 10   |
| V.- METODOLOGIA.....             | 11   |
| VI.- RESULTADOS.....             | 14   |
| VII.- DISCUSIÓN .....            | 21   |
| VIII.- CONCLUSIONES.....         | 24   |
| IX.- ANEXOS.....                 | 25   |
| X.- REFERENCIAS.....             | 30   |
| XI.- RESUMEN AUTOBIOGRAFICO..... | 33   |

## INDICE DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Tabla 1.</b> Características clínicas de la población a inicio del estudio.....  | 15   |
| <b>Tabla 2.</b> Comparación de las características clínicas de los participantes al inicio y al final de estudio.....   | 17   |
| <b>Tabla 3.</b> Comparación de las características electrofisiológicas de los participantes al inicio y al final del estudio.....   | 19   |
| <b>Tabla 4.</b> Correlación de las variables latencias y amplitudes sensoriales de los nervios plantares mediales con la variable síntomas neuropáticos al final del estudio..... | 20   |

## LISTA DE ABREVIATURAS.

|              |   |
|--------------|---|
| <b>DM</b>    | Diabetes mellitus.                        |
| <b>DM2</b>   | Diabetes tipo II.                         |
| <b>HbA1c</b> | Hemoglobina glucosilada.                  |
| <b>UCMA</b>  | Unidad de Control Metabólico Ambulatorio. |

## I.-RESUMEN

### “DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA DE PACIENTES CON NEUROPATÍA DIABÉTICA TRATADOS CON UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR PREVENTIVA”

**Introducción.** La neuropatía diabética se desarrolla en el 35% de los pacientes con DM2. Existe evidencia del efecto de programas de rehabilitación cardiovascular en la mejoría de la tolerancia a la glucosa y prevención de la progresión de la neuropatía clínica y subclínica. La evaluación a través de estudios de electrodiagnóstico tiene como objetivo detectar la neuropatía periférica y además es una herramienta útil para evaluar la progresión de la enfermedad. **Objetivo.** Describir los resultados clínicos y neurofisiológicos de pacientes con neuropatía diabética tras un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y longitudinal, al que se integraron 21 participantes con edades entre 45 y 69 años, con antecedente de DM2 y sintomatología de neuropatía periférica, a quienes se les prescribió un programa de rehabilitación cardiovascular preventivo. **Resultados:** al final de seguimiento se demostraron disminución en los niveles de HbA1c ( $10.6 \pm 1.5$  vs  $8.8 \pm 1.6$ ,  $p=.001$ ), reducción del número de síntomas de neuropatía periférica ( $5.9 \pm 2.5$  vs  $2.8 \pm 1.5$ ,  $p=.001$ ), aumento de la duración del ejercicio físico durante las sesiones ( $14.9 \pm 7.6$  vs  $27.9 \pm 11.0$ ,  $p=.001$ ) e incremento en la amplitud sensorial de los nervios plantar medial derecho ( $4.9 \pm 5.1$  vs  $9.1 \pm 4.9$ ,  $p=.023$ ) y plantar medial izquierdo ( $3.4 \pm 4.2$  vs  $7.4 \pm 4.1$ ,  $p=.008$ ). Además, de correlación significativa de las amplitudes sensoriales de los nervios plantares mediales con el número de síntomas neuropáticos (Der.:  $Rho_{(19)}=-.498$ ,  $p=.042$ . Izq.:  $Rho_{(19)}=-.624$ ,  $p=.007$ ). También se identificaron aumento de las amplitudes motoras y velocidades de neuroconducción motoras de los nervios peroneos bilateral y el nervio cubital derecho, sin diferencias significativas ( $p>.05$ ). **Conclusión:** existen cambios clínicos y electrofisiológicos significativos en sujetos con antecedente de DM2 y sintomatología de neuropatía periférica posteriores a un programa de rehabilitación cardiovascular preventivo, el cual puede considerarse para la prevención de la evolución de la enfermedad y sus complicaciones.

## I.I.-ABSTRACT

### **CLINICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL DESCRIPTION OF PATIENTS WITH DIABETIC NEUROPATHY TREATED WITH A PREVENTIVE CARDIOVASCULAR REHABILITATION PROGRAM**

**Introduction.** Diabetic neuropathy develops in 35% of patients with DM2. There is evidence of the effect of cardiovascular rehabilitation programs on improving glucose tolerance and preventing the progression of clinical and subclinical neuropathy. Evaluation through electrodiagnostic studies aims to detect peripheral neuropathy and is also a useful tool to evaluate the progression of the disease. **Objective:** the aim was to describe the clinical and neurophysiological results of patients with diabetic neuropathy after a preventive cardiovascular rehabilitation program. **Methodology:** An observational, descriptive, prospective and longitudinal study was carried out, which included 21 participants aged between 45 and 69 years, with a history of DM2 and symptoms of peripheral neuropathy, who were prescribed a preventive cardiovascular rehabilitation program. **Results:** at the end of follow-up, a decrease in HbA1c levels was demonstrated ( $10.6 \pm 1.5$  vs  $8.8 \pm 1.6$ ,  $p=.001$ ). reduction in the number of symptoms of peripheral neuropathy ( $5.9 \pm 2.5$  vs  $2.8 \pm 1.5$ ,  $p=.001$ ), increase in the duration of physical exercise during the sessions ( $14.9 \pm 7.6$  vs  $27.9 \pm 11.0$ ,  $p=.001$ ) and increase in the sensory amplitude of the right medial plantar nerves ( $4.9 \pm 5.1$  vs  $9.1 \pm 4.9$ ,  $p=.023$ ) and left medial plantar nerves ( $3.4 \pm 4.2$  vs  $7.4 \pm 4.1$ ,  $p=.008$ ). Furthermore, there was a significant correlation of the sensory amplitudes of the medial plantar nerves with the number of neuropathic symptoms (Right:  $R_{hos-498}$ ,  $p=.042$ . Left:  $R_{b-8.24}$ ,  $p=.007$ ). Increased motor amplitudes and motor neuroconduction velocities of the bilateral peroneal nerves and the right ulnar nerve were also identified, without significant differences ( $p>05$ ). **Conclusions:** there are significant clinical and electrophysiological changes in subjects with a history of DM2 and symptoms of peripheral neuropathy after a preventive cardiovascular rehabilitation program, which can be considered for the prevention of the evolution of the disease and its complications.

## II.- ANTECEDENTES.

### **Diabetes mellitus.**

La Diabetes Mellitus (DM) según la Organización Mundial de la Salud se define como “grupo de alteraciones metabólicas de múltiples etiologías caracterizadas por hiperglucemia crónica y trastornos en el metabolismo de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas, como resultado de defectos en la secreción de insulina, en la acción de las mismas o ambas”, es una enfermedad crónica que en la actualidad constituye un problema de salud pública de gran importancia por su elevada prevalencia y tendencia al crecimiento. (1)

La repercusión sociosanitaria está determinada por la morbi-mortalidad elevada, secundaria al desarrollo de complicaciones agudas y crónicas, con afectación microvascular y macrovascular, que se asocian a compromiso neurológico y consecuente incapacidad, reducción en la calidad y esperanza de vida.

La polineuropatía diabética corresponde alrededor del 50 % de todas las causas de neuropatías, y se asocia una morbilidad y mortalidad alta, con gran afectación de calidad de vida. La neuropatía se presenta en el 35% de los pacientes que padecen DM tipo 1 y 26% de los pacientes que padecen DM2. (2)

Existe evidencia de los beneficios del cambio de estilo de vida en pacientes con DM2, incluyendo realizar ejercicio y cambios dietéticos, lo que pueden reducir el desarrollo de complicaciones.

Encontrar una intervención efectiva y accesible para prevenir o retrasar la progresión en pacientes con DM es un desafío importante para los médicos de atención primaria. García y cols. (2021), en Ciudad Obregón, Sonora,

realizaron un estudio con el propósito de evaluar los efectos de una intervención multidisciplinaria para mejorar la adhesión al tratamiento en pacientes con DM2, al cual se incluyeron 26 pacientes de comunidades rurales y se aplicó un inventario de calidad de vida y salud (InCaViSa), además se midió la glucosa en ayuno y hemoglobina glicosilada antes y después de la intervención. La intervención mostró mejoría en la calidad de vida, disminución de la glucosa en ayuno y mejoría en la sintomatología. (3)

En las “Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios” se recomienda a los pacientes adultos y adultos mayores con afecciones crónicas, realizar actividad física con regularidad, acumulando a lo largo de la semana entre 150 a 300 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada, o un mínimo de 75 a 150 minutos de actividad física vigorosa; acompañado por actividades de fortalecimiento muscular de intensidad moderada o elevada a grandes grupos musculares por dos o más días de la semana. El fin de la actividad física es reducir la tasa de mortalidad de causa cardiovascular y disminuir los indicadores de progresión de la enfermedad. (4)

Hamasaki y cols. (2016), realizaron una revisión de artículos publicada en el World Journal of Diabetes, donde analizaron los efectos de la actividad física diaria en pacientes con DM2, encontraron que la actividad física diaria más común es la caminata. Se demostró que caminar 30 minutos al día reduce el riesgo de complicaciones cardiovasculares y mortalidad en aproximadamente un 50% de los pacientes, por el contrario, la evidencia fue limitada con respecto a otras actividades físicas diarias como la jardinería o las tareas del hogar. (5)

### **Electrodiagnóstico en neuropatía periférica.**

Es necesario realizar un estudio objetivo para el diagnóstico de polineuropatía, tal es el caso de los estudios de electrodiagnóstico, el cual se valora mediante la neuroconducción de fibras nerviosas de gran calibre. El electrodiagnóstico tiene una sensibilidad de 97.8% y una especificidad de 96.4% en la detección de polineuropatía distal simétrica. Es un estudio útil, objetivo, preciso y confiable para detectar la neuropatía periférica en pacientes asintomáticos y es una herramienta útil para evaluar la progresión de la enfermedad; los nervios estudiados con mayor frecuencia son nervios sural, tibial y peroneo en extremidades inferiores y nervios cubital y mediano en extremidades superiores, con su respectiva onda F. El nervio sural y el nervio tibial son los nervios que se afectan con mayor frecuencia y tienen sensibilidad elevada para diagnosticar polineuropatía. Estos estudios son un indicador de daño neuronal en el segmento distal de los nervios periféricos. (6)

Talib y cols. (2018) en India, realizaron un estudio transversal con 180 sujetos con el objetivo de determinar las anomalías electrofisiológicas y analizar el papel de la conducción nerviosa en el reconocimiento de la neuropatía simétrica distal. Para su estudio los pacientes fueron divididos en tres grupos: sanos (n=60), con prediabetes (n=60) y con DM2 asintomáticos (n=60), se estudiaron nervio sural (sensorial) y nervio tibial (motor) con onda F; y encontraron que la anomalía sensorial del nervio sural fue la más obvia. Se concluyó que la amplitud del potencial de acción del nervio sensorial y los parámetros de latencia de la onda F del nervio tibial fueron las medidas más sensibles de la neuropatía periférica en personas con DM2 de diagnóstico reciente. (7)

Azizi y cols. (2019), realizaron un estudio donde se analizaron las latencias y amplitudes sensoriales de nervio sural, así como latencias y amplitudes de nervio tibial y nervio peroneo, con su onda F respectivamente, en una población de 35 pacientes con diagnóstico de DM2, quienes realizaron



un programa de ejercicio durante 8 semanas, con sesiones 3 veces por semana con una duración de 40-45 minutos a intensidad de 70 al 85% de frecuencia cardíaca máxima, en la cual realizaron ejercicios de estiramiento, calentamiento, caminata en banda sin fin y ejercicio de enfriamiento, los cuales fueron supervisados. El estudio electrofisiológico posterior a la intervención, demostró aumento en los valores de la amplitud del nervio sural y nervio tibial, además de un decremento del valor de la onda F de nervio tibial, concluyendo que el ejercicio aeróbico mejora los valores electrofisiológicos y se debería de considerar una terapia en pacientes con neuropatía diabética periférica. (8)

Mendoza-Romo y cols. (2021), publicado en la Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social un estudio transversal y analítico, incluyeron 139 pacientes con DM2 y polineuropatía sensitiva simétrica distal, se les realizó estudio de electrodiagnóstico, los nervios que predominaron con anomalía fueron el sural y los plantares medial y lateral, con mayor tendencia a las amplitudes disminuidas y mayor frecuencia de potenciales no evocados. Además, se evaluó la utilidad del nervio plantar medial, encontrando mayor sensibilidad que el potencial de acción del nervio sural para identificar neuropatías sensitivas de fibras de gran calibre en los pacientes menores a 70 años. Se concluyó que, a mayores manifestaciones clínicas, descontrol glucémico, cronobiología del paciente y tiempo de evolución de la enfermedad, mayores serán las alteraciones electrofisiológicas (9).

### **Diagnóstico clínico de la neuropatía periférica.**

En la búsqueda de formas diagnósticas menos invasivas pero específicas, se han desarrollado herramientas de aplicación clínica que evalúan síntomas y signos. El Test de Michigan es un instrumento validado por Moghtaderi en el 2006, con una sensibilidad de 79% y especificidad de 94%, con una reproducibilidad interobservador de 88.75%; se ha demostrado ser confiable en estudios de investigación. Esta herramienta se realiza a través de la aplicación de un cuestionario y un examen físico nada complejo, está

constituido por 2 fases: un autocuestionario para el paciente y un examen clínico que comprende inspección, estudio de la sensibilidad vibratoria y estudio de los reflejos aquíleos, un puntaje mayor a 7 puntos se considera anormal. (10)

Velázquez G. (2017), realizó un estudio en Nicaragua donde comparó la prueba de algodón y el Test de Michigan para la detección de neuropatía diabética en pacientes con DM2; se valoraron un total de 111 pacientes, ambas pruebas se aplicaron simultáneamente. Se encontró que la relación con los años de evolución de la diabetes era de 6-10 años de haber sido diagnosticados en ambas pruebas, sin embargo en ambas pruebas hubo una diferencia en la prevalencia de neuropatía periférica de 23.4% por la prueba del algodón y de 48.6% por el Test de Michigan; en cuanto la sensibilidad y especificidad de la prueba del algodón fue de 29.6% y 82.4% respectivamente, comparada con la sensibilidad de 79% y especificidad de 94% ya antes descrita para el test de Michigan, se pudo demostrar que esta prueba sigue siendo el Gold estándar para determinar la presencia de neuropatía diabética periférica. (11)

Guadron de Barquisimeto y cols (2020), publicaron un estudio descriptivo observacional para diagnosticar neuropatía periférica diabética en pacientes con DM2, se aplicó *The Michigan Neuropathy Screening Test* en 60 pacientes, detectándose neuropatía periférica diabética en el 60% de los pacientes, de los cuales el 33.3% mostraba síntomas, 83.3% presentaban alteración en la apariencia de los pies, 11.1% ulceración en los pies, 55.6% reflejos aquíleos reforzados y en el 19.4% estaban ausentes. Se evidenció la prevalencia elevada de neuropatía diabética periférica, siendo las principales presentaciones clínicas la anormalidad en el aspecto de los pies y las alteraciones en la sensibilidad. Concluyendo que el Test de Michigan es un examen rápido y confiable para la detección de neuropatía periférica en pacientes que padecen DM2. (12)

De acuerdo a la información previa, es necesaria la búsqueda de alternativas terapéuticas que le permitan al paciente con DM2 contrarrestar los efectos o complicaciones de dicha patología, tales como programas de rehabilitación cardiovascular preventivos. Además, es importante seleccionar las pruebas clínicas y estudios complementarios adecuados para el diagnóstico precoz y el seguimiento de los pacientes que desarrollan neuropatía periférica.

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **HIPOTESIS.**

Dado que el diseño del estudio es descriptivo se omite la redacción de una hipótesis.

#### **IV. OBJETIVOS.**

##### **OBJETIVO GENERAL.**

Describir los resultados clínicos y neurofisiológicos de pacientes con sintomatología de neuropatía diabética pre y post a un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva.

## **V. METODOLOGÍA.**

### **6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.**

Se trató de un estudio observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo.

### **6.2. UNIVERSO MUESTRAL.**

Pacientes referidos de la UCMA con diagnóstico de DM2, derechohabientes del IMSS y que recibieron un programa de ejercicio de rehabilitación cardiovascular preventiva.

### **6.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

- Pacientes referidos de la UCMA que recibieron atención en el servicio de rehabilitación cardiovascular preventiva.
- Diagnóstico de DM2.
- Mujeres y hombres  $\geq 18$  años.
- Aceptación y firma de carta de consentimiento informado.

### **6.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

- Pacientes con complicaciones relacionadas con DM2 que dificulten la realización del estudio como presencia de úlceras, amputación, hipertensión arterial no controlada o patología cardíaca agregada.

### **6.5. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

- Por conveniencia del estudio se realizó un muestreo por cuota incluyendo a los pacientes que ingresaron a los programas de rehabilitación cardiovascular preventiva de la UCMA en el periodo de mayo a agosto de 2023.

- **Técnica muestral:** Se incluyeron en el estudio todos los pacientes referidos de la UCMA que cumplieron con los criterios de selección en el periodo de mayo a agosto de 2023.

## 6.6. VARIABLES.

**Independientes:** programa de rehabilitación cardiovascular preventivo, edad, sexo, índice de masa corporal, tiempo de evolución de DM2, tratamiento hipoglucemiante.

**Dependientes:** Hemoglobina glucosilada, escala de Borg, duración del ejercicio, número de síntomas neuropáticos, latencias sensoriales, amplitudes sensoriales, latencias motoras, amplitudes motoras y velocidades de neuroconducción motoras.

## 6.7. PROCEDIMIENTO.

Este estudio se realizó posterior a su autorización por parte del comité local de ética e investigación.

Previa firma de consentimiento informado. La primera valoración de los participantes se realizó en la UCMA mediante la intervención de médico rehabilitador quien se encargó de la valoración inicial funcional en base a exploración física musculoesquelética, estratificación del riesgo cardiovascular, aplicación de prueba de esfuerzo submaximo y prescripción de ejercicio aeróbico adecuado a los objetivos del paciente. Mediante una historia clínica y exploración física se recabaron los datos sociodemográficos y clínicos de interés para el estudio. Posteriormente se llevó a cabo el estudio de neuroconducción con el equipo de electromiógrafo Viking Quest en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación. No. 1, realizando técnicas sensitivas antidrómicas (nervio sural bilateral y cubital derecho), técnicas ortodrómicas motoras (nervios peroneos de forma bilateral y cubital derecho), así como la técnica mixta de nervio plantar medial de forma bilateral utilizando

técnicas estándar. Los parámetros analizados en el estudio de neuroconducción motora incluyeron latencia distal, amplitud distal y velocidad de neuroconducción motora; así como latencia pico y amplitud para el estudio de neuroconducción sensitiva. Posteriormente el participante continuó con el plan asignado por la UCMA y al finalizar su bloque de rehabilitación cardiovascular preventiva, se recabaron los datos clínicos de interés para el estudio y se llevó a cabo el estudio electrofisiológico final. Una base de datos digital se diseñó para el posterior análisis de datos en un programa estadístico.

#### **6.8. ASPECTOS ESTADÍSTICOS.**

Los datos se procesaron y analizaron en el paquete estadístico SPSS 20.0 para Windows. Los resultados de las variables cuantitativas se expresaron con medidas de tendencia central y dispersión de acuerdo a la distribución de la muestra; y las variables cualitativas se expresaron en porcentaje. Las comparaciones entre variables se calcularon utilizando la prueba t de Student no pareada para las variables paramétricas y U de Mann-Whitney para las variables no paramétricas; se empleó el estadístico Chi Cuadrada para la comparación de las variables categóricas. Las correlaciones entre variables dependientes e independientes se estimaron utilizando los estadísticos de Pearson y Spearman de acuerdo a la distribución y tipo de variable. Se consideró un valor de  $p < .05$  y un intervalo de confianza del 95% para definir la significancia estadística de los resultados.



## VI.- RESULTADOS.

Un total de 21 participantes con antecedente de DM2 constituyeron el grupo de estudio, 18 mujeres (85.7%) y 3 hombres (14.3%), en un rango de edad entre 45 y 69 años, con una media de  $57.6 \pm 6.5$  años. Con un promedio de  $12.6 \pm 6.8$  años de evolución de DM2 en un rango de 2 a 23 años de diagnóstico.

El 42.9% (n=9) de los participantes recibía tratamiento con 3 medicamentos hipoglucemiantes, el 33.3% (n=7) con 2 medicamentos y el 23.8% (n=5) solo con un medicamento. En aquellos participantes que consumían 3 medicamentos hipoglucemiantes, la combinación más frecuente fue insulina, biguanida e inhibidor de SGLT2 (66.6% n=6), seguida de insulina, inhibidor de SGLT2 e inhibidor DPP-4 (22.2%, n=2) y por último insulina, biguanida e inhibidor DPP-4 (11.1%, n=1). En los participantes con uso de monoterapia hipoglucemiante el medicamento más frecuente fue insulina (60.0%, n=3), seguido de biguanida (20.0%, n=1) e inhibidor de SGLT2 (20.0%, n=1). Del total de participantes, 7 se administraban insulina y biguanida con tratamiento (33.3%).

Al inicio del estudio, se identificaron 18 participantes con obesidad (85.7%), 2 con sobrepeso (9.5%) y uno con peso saludable (4.8%).

Se registró un valor promedio de  $10.6 \pm 1.5$  % para la hemoglobina glucosilada (HbA1C) en los sujetos de estudio, con un rango entre 8.5 y 14.0 %. Clasificada como nivel inadecuado en el 100% de los participantes.

Del total de los sujetos de estudio el 23.8% (n=5) refirió 8 síntomas neuropáticos, 14.3% (n=3) refirió 9 síntomas, 14.3% (n=3) 7 síntomas, 14.3% (n=3) 3 síntomas, 9.5% (n=2) 6 síntomas, 9.5% (n=2) 4 síntomas y 4.8% (n=1) 5, 3 y 1 síntoma respectivamente, todos evaluados con el Test de Michigan.

El 66.7% (n=14) de los participantes recibió indicaciones para realizar sesiones de ejercicio en casa, se registró una duración promedio de las sesiones de  $10.3 \pm 3.0$  minutos, con un rango entre 5 y 15 minutos por sesión.

El 33.3% (n=7) de los sujetos realizó ejercicio supervisado en la UCMA, con sesiones de  $24.0 \pm 5.6$  minutos de duración en promedio, con un rango entre 20 y 30 minutos.

La intensidad del ejercicio de acuerdo a la escala de Borg modificada se clasificó como duro en el 85.8% (n=12) y muy duro en el 14.2% (n=2) de los participantes que realizaron ejercicio en casa. Mientras que en los sujetos que realizaron ejercicio supervisado se clasificó como algo duro en el 57.1% (n=4) y duro en el 42.9% (n=3). Las características clínicas de los participantes al inicio del estudio se muestran en la **tabla 1**.

**Tabla 1.** Características clínicas de la población a inicio del estudio.

|   | <b>Grupo de estudio.<br/>Inicial<br/>n=21</b> |
|---|---|
| <b>Sexo (%).</b>                                    |   |
| Mujeres.  | 85.7  |
| Hombres.  | 14.3  |
| <b>Edad (años).</b>                                 | $57.6 \pm 6.5$                                |
| <b>Tiempo de evolución DM2 (años).</b>              | $12.6 \pm 6.8$                                |
| <b>Índice de masa muscular (%).</b>                 |   |
| Peso saludable.                                     | 4.8   |
| Sobrepeso.  | 9.5   |
| Obesidad.   | 85.7  |
| <b>Hemoglobina glucosilada (%)</b>                  | $10.6 \pm 1.5$                                |
| <b>Número de síntomas neuropáticos.</b>             | $5.9 \pm 2.5$                                 |
| <b>Duración del ejercicio (minutos)..</b>           |   |
| Ejercicio en casa.                                  | $10.3 \pm 3.0$ (n=14)                         |
| Ejercicio supervisado.                              | $24.0 \pm 5.6$ (n=7)                          |
| <b>Intensidad en escala de Borg modificada (%).</b> |   |
| <b><i>Ejercicio en casa.</i></b>                    |   |
| Duro.   | 85.8  |
| Muy duro.   | 14.2  |
| <b><i>Ejercicio supervisado.</i></b>                |   |
| Algo duro.  | 57.1  |
| Duro.   | 42.9  |
| <b>Neuropatía diabética (%).</b>                    | 28.6  |

Se demostró neuropatía diabética en el 28.6% (n=6) de los sujetos de estudio según los criterios electrofisiológicos de la Academia Americana de Neurología.

Las medias de los valores de los estudios de neuroconducción al inicio del estudio muestran tendencia a amplitudes sensoriales disminuidas en nervio cubital, enlentecimiento de las velocidades de neuroconducción motora en nervios peroneos derecho e izquierdo, el resto de los estudios dentro de valores normales.

Los nervios que se registraron como no evocados con mayor frecuencia fueron el nervio plantar medial derecho en el 52.4% (n=11) de los sujetos de estudio, seguido del plantar medial izquierdo en el 47.6% (n=10) de los participantes, sural derecho en el 28.6% (n=6) y sural izquierdo en el 19.0% (n=4).

Un total de 17 sujetos de estudio finalizaron el seguimiento, se registró pérdida de 4 participantes, quienes no acudieron a su cita de valoración final.

Al finalizar el estudio, se identificó que el 71.4% (n=15) de los participantes redujeron los niveles de HbA1c, el 4.8 % (n=1) aumentaron los niveles y el 4.8% (n=1) permaneció igual. Se clasificaron como niveles de HbA1c inadecuados en el 52.4% (n=11) y como admisibles en el 28.6% (n=6). El promedio de HbA1c fue de  $8.8 \pm 1.6\%$  encontrando diferencias estadísticamente significativas en la comparación al inicio y al final del seguimiento ( $10.6 \pm 1.5$  vs  $8.8 \pm 1.6$ ,  $p=.001$ ).

Se demostró reducción en el número de síntomas neuropáticos en los sujetos de estudio, con diferencia significativa al inicio y al final del seguimiento ( $5.9 \pm 2.5$  vs  $2.8 \pm 1.5$ ,  $p=.001$ ).

Se registró aumento de la duración de ejercicio físico al final del seguimiento, con una media de la duración de las de  $27.3 \pm 12.6$  minutos en los participantes que realizaron ejercicio en casa, con diferencia significativa en la comparación al inicio y al final ( $10.3 \pm 3.0$  vs  $27.3 \pm 12.6$ ,  $p=.001$ ). En los sujetos que realizaron ejercicio supervisado no se encontraron diferencias significativas en la duración del ejercicio ( $24.0 \pm 5.6$  vs  $30$ ,  $p=.161$ )

Además, se identificó reducción en la variable intensidad del ejercicio de acuerdo a la escala de Borg modificada, los resultados fueron estadísticamente significativos para los sujetos que realizaron ejercicio en casa ( $\chi^2=.125$ ,  $p=.014$ ), sin embargo, para aquellos que realizaron ejercicio supervisado no ( $\chi^2=.052$ ,  $p=.652$ )

Se redujo el número de casos de neuropatía, sin diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2=.123$ ,  $p=.510$ ) en la frecuencia de presentación al inicio y al final del seguimiento (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Comparación de las características clínicas de los participantes al inicio y al final de estudio.

|   | Grupo de estudio  |                    | p      |
|---|-------------------|--------------------|--------|
|   | Inicial<br>(n=21) | Final<br>(n=17)    |        |
| <b>Hemoglobina glucosilada (%)</b>                    | 10.6 ± 1.5        | 8.8 ± 1.6          | .001** |
| <b>Número de síntomas neuropáticos.</b>               | 5.9 ± 2.5         | 2.8 ± 1.5          | .001** |
| <b>Duración del ejercicio (minutos)</b>               |                   |                    |        |
| Ejercicio en casa.                                    | 10.3 ± 3.0 (n=14) | 27.3 ± 12.6 (n=13) | .001** |
| Ejercicio supervisado.                                | 24.0 ± 5.6 (n=7)  | 30 (n=4)           | .161   |
| <b>Intensidad del ejercicio en escala de Borg (%)</b> |                   |                    |        |
| <b>Ejercicio en casa.</b>                             |                   |                    |        |
| Algo duro.  | -                 | 30.8               |        |
| Duro.   | 85.8              | 69.2               | .014   |
| Muy duro.   | 14.2              | -                  |        |
| <b>Ejercicio supervisado.</b>                         |                   |                    |        |
| Algo duro.  | 57.1              | 50.0               | .819   |
| Duro.   | 42.9              | 50.0               |        |
| <b>Neuropatía diabética (%)</b>                       | 28.6              | 19.0               | .510   |

\*\*Estadístico U de Mann-Whitney con valor de  $p < .05$ .

Las medias de los valores de los estudios de neuroconducción al final de estudio mostraron tendencia a amplitudes sensoriales disminuidas de nervio cubital y enlentecimiento de las velocidades de neuroconducción de nervios peroneos derecho e izquierdo, el resto de los valores dentro de parámetros de normalidad.

Los nervios que se registraron como no evocados con mayor frecuencia al final del estudio fueron el nervio sural izquierdo en el 14.3% (n=3), seguido del plantar medial derecho en el 9.5% (n=2), plantar medial izquierdo en el 9.5% (n=2) y sural derecho 9.5% (n=2).

Al comparar las características electrofisiológicas de los participantes al inicio y al final del seguimiento, se observó disminución de la latencia sensorial de nervio cubital derecho, aumento de la latencia sensorial de nervio sural derecho, aumento de la amplitud sensorial de nervios surales derecho e izquierdo y nervio cubital derecho; además de disminución de la latencia motora distal, aumento de la amplitud y aumento en la velocidad de neuroconducción motoras de los nervios peroneos derecho e izquierdo y nervio cubital derecho, con resultados estadísticamente no significativos en la comparación intragrupal.

Además, se demostró aumento en la amplitud sensorial de los nervios plantar medial derecho ( $4.9 \pm 5.1$  vs  $9.1 \pm 4.9$ ,  $p=.023$ ) y plantar medial izquierdo ( $3.4 \pm 4.2$  vs  $7.4 \pm 4.1$ ,  $p=.008$ ); así como aumento en la latencia sensorial de los nervios plantar medial derecho ( $1.4 \pm 1.5$  vs  $2.6 \pm 1.2$ ,  $p=.018$ ) y plantar medial izquierdo ( $1.2 \pm 1.3$  vs  $2.5 \pm 1.2$ ,  $p=.008$ ), resultados estadísticamente significativos (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Comparación de las características electrofisiológicas de los participantes al inicio y al final del estudio.

|   | Grupo de estudio  |                 | p      |
|---|-------------------|-----------------|--------|
|   | Inicial<br>(n=21) | Final<br>(n=17) |        |
| <b>Estudios de neuroconducción sensorial.</b> |                   |                 |        |
| <b>Sural derecho</b>                          |                   |                 |        |
| Latencia sensorial (ms).                      | 2.0 ± 1.3         | 2.5 ± 1.0       | .352   |
| Amplitud sensorial (µV).                      | 7.5 ± 6.3         | 10.2 ± 5.7      | .179   |
| <b>Sural izquierdo.</b>                       |                   |                 |        |
| Latencia sensorial (ms).                      | 2.1 ± 1.1         | 2.1 ± 1.0       | .663   |
| Amplitud sensorial (µV).                      | 9.8 ± 6.5         | 11.8 ± 7.3      | .367   |
| <b>Plantar medial derecho.</b>                |                   |                 |        |
| Latencia sensorial (ms).                      | 1.4 ± 1.5         | 2.6 ± 1.2       | .018*  |
| Amplitud sensorial (µV).                      | 4.9 ± 5.1         | 9.1 ± 4.9       | .023** |
| <b>Plantar medial izquierdo.</b>              |                   |                 |        |
| Latencia sensorial (ms).                      | 1.2 ± 1.3         | 2.5 ± 1.2       | .008*  |
| Amplitud sensorial (µV).                      | 3.4 ± 4.2         | 7.4 ± 4.1       | .008** |
| <b>Cubital derecho.</b>                       |                   |                 |        |
| Latencia sensorial (ms).                      | 3.1 ± 0.8         | 3.0 ± 0.8       | .294   |
| Amplitud sensorial (µV).                      | 14.4 ± 7.4        | 17.6 ± 7.2      | .144   |
| <b>Estudios de neuroconducción motora.</b>    |                   |                 |        |
| <b>Peroneo derecho.</b>                       |                   |                 |        |
| Latencia motora distal (ms).                  | 3.6 ± 1.9         | 3.2 ± 1.4       | .467   |
| Amplitud motora distal (mV).                  | 2.9 ± 3.7         | 3.0 ± 2.0       | .308   |
| Velocidad de neuroconducción motora (m/s)     | 37.7 ± 16.5       | 38.8 ± 15.6     | .663   |
| <b>Peroneo izquierdo.</b>                     |                   |                 |        |
| Latencia motora distal (ms).                  | 3.7 ± 1.9         | 3.4 ± 1.3       | .794   |
| Amplitud motora distal (mV).                  | 1.9 ± 1.3         | 2.6 ± 1.3       | .101   |
| Velocidad de neuroconducción motora (m/s)     | 42.3 ± 11.7       | 42.9 ± 12.4     | .542   |
| <b>Cubital derecho.</b>                       |                   |                 |        |
| Latencia motora distal (ms).                  | 2.7 ± 0.3         | 2.9 ± 0.2       | .268   |
| Amplitud motora distal (mV).                  | 4.4 ± 1.7         | 5.4 ± 1.8       | .078   |
| Velocidad de neuroconducción motora (m/s)     | 55.6 ± 7.9        | 56.8 ± 8.4      | .706   |

\*Estadístico t de Student con valor de  $p < .05$ .

\*\*Estadístico U de Mann-Whitney con valor de  $p < .05$ .

Se estimaron las correlaciones entre las variables latencias y amplitudes sensitivas de los nervios plantares mediales derecho e izquierdo y la variable número de síntomas neuropáticos al final del seguimiento, puesto que las variables presentaron distribución no paramétrica se utilizó el estadístico Spearman para las correlaciones. Demostrando resultados estadísticamente significativos para la correlación entre las amplitudes sensoriales y los síntomas neuropáticos (**Tabla 4**).

**Tabla 4.** Correlación de las variables latencias y amplitudes sensoriales de los nervios plantares mediales con la variable síntomas neuropáticos al final del estudio.

|                                  |                | Síntomas neuropáticos<br>n=17 | p      |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------|--------|
| <b>Plantar medial derecho.</b>   |                |                               |        |
| Latencia sensorial (ms).         | Correlación de | -.253                         | .326   |
| Amplitud sensorial (µV).         | Correlación de | -.498                         | .042*  |
| <b>Plantar medial izquierdo.</b> |                |                               |        |
| Latencia sensorial (ms).         | Correlación de | -.198                         | .447   |
| Amplitud sensorial (µV).         | Correlación de | -.624                         | .007** |

\*La correlación es significativa a nivel de 0.01 (bilateral)

\*\*La correlación es significativa a nivel de 0.05 (bilateral).

## VII.- DISCUSIÓN

El estudio demostró que existe mejoría en las condiciones clínicas y cambios en las características electrofisiológicas en sujetos con antecedentes de DM2 y sintomatología de neuropatía periférica posterior a un programa de rehabilitación cardiovascular preventivo.

Se reportó disminución de los niveles de HbA1c, reducción en el número de los síntomas neuropáticos y aumento en la duración del ejercicio físico en casa, con diferencias estadísticamente significativas al final de seguimiento.

También se demostraron diferencias significativas en estudio de neuroconducción sensorial de los nervios plantares mediales. Además, se reportó una correlación negativa baja estadísticamente significativa entre las amplitudes de los nervios plantares y los síntomas neuropáticos, lo que sugiere que a mayor número de síntomas neuropáticos menor será la amplitud sensorial.

Al respecto, Dixit y cols. en 2014, evaluaron el efecto del ejercicio aeróbico de moderada intensidad en 29 sujetos con DM2 y neuropatía periférica, demostrando aumento de la velocidad de neuroconducción motora del nervio peroneo ( $38.21 \pm 1.3$  vs  $45.5 \pm 1.24$ ,  $p=.030$ ). Si bien en nuestro estudio también encontramos aumento de la velocidad de neuroconducción motora en los nervios peroneos (derecho:  $37.7 \pm 16.5$  vs  $38.8 \pm 15.6$ ,  $p=.663$ ; izquierdo  $42.3 \pm 11.7$  vs  $42.9 \pm 12.4$ ,  $p=.542$ ) estos resultados no fueron estadísticamente significativos, probablemente por el número reducido de participantes, sin embargo, ambos estudios demuestran tendencia a encontrar disminución en las velocidades de neuroconducción en nervios peroneos. (13)



En 2018, Gholami y colaboradores, reportaron los hallazgos de un ensayo clínico aleatorio, controlado; donde se evaluó el efecto del ejercicio aeróbico sobre la neuroconducción en 12 sujetos con DM2 y neuropatía periférica, y 12 sujetos con DM2 sin neuropatía periférica; demostrando incremento significativo en las velocidades de neuroconducción sensorial del nervio sural; así como cambios no significativos en la neuroconducción motora de los nervios peroneos y tibiales, en el grupo con neuropatía periférica. Hallazgos que son similares a los de nuestro estudio pues, aunque se registró, aumento de la amplitud e incremento en la velocidad de neuroconducción motoras de los nervios peroneos bilateral y el nervio cubital derecho, éstos no fueron significativos, resultados que pueden estar asociados al tamaño reducido de la población de estudio. (14)

Streckmann y colaborades (2021) reportaron en una revisión sistemática con metaanálisis, dónde evaluaron el efecto del ejercicio aeróbico sobre la neuropatía en pacientes con DM2, reducción significativa de los niveles de HbA1c, hallazgos concordantes con nuestro estudio. (15)

Las características electrofisiológicas de tendencias a la disminución de amplitudes sensoriales y enlentecimiento de las velocidades de neuroconducción motora de los nervios cubital y peroneos bilateral, son similares a los resultados reportados por Mendoza-Roma y cols (2021) en un estudio descriptivo donde se incluyeron a 138 participantes con DM2 y neuropatía periférica (9).

Algunas limitaciones del estudio: 1) el tamaño de muestra es escaso, 2) no se consideró la inclusión de pacientes sin sintomatología de neuropatía periférica como grupo control, 3) los factores anteriores pueden condicionar a la interpretación errónea del efecto de la intervención; además 4) es necesario puntualizar el factor operador dependiente en el estudio de electrodiagnóstico.

De las fortalezas, la información acerca de los cambios electrofisiológicos en los nervios plantares y su correlación con otras variables clínicas en sujetos con DM2 y sintomatología de neuropatía periférica es escasa, lo que destaca la importancia de los resultados y el considerar la valoración de estos nervios en los estudios de neuroconducción en el diagnóstico de la neuropatía periférica.

## **VIII.-CONCLUSIONES.**

Este estudio demostró que existen cambios clínicos y electrofisiológicos positivos en sujetos con antecedente de DM2 y sintomatología de neuropatía periférica posteriores a un programa de rehabilitación cardiovascular preventivo.

El cual contribuye potencialmente a la mejoría de los niveles de hemoglobina glucosilada, a la disminución del número de síntomas de neuropatía periférica, así como al incremento de la duración del ejercicio físico por sesión; además de contribuir a la modificación de las características electrofisiológicas mejorando las amplitudes sensoriales; y que puede considerarse como una estrategia efectiva para la prevención de la evolución de la enfermedad y sus complicaciones.

Serán necesarios estudios posteriores con mayor número de participantes y diseños metodológicos que permitan determinar el efecto de la intervención, así como valorar los protocolos de electrodiagnóstico más adecuado en el diagnóstico de neuropatía periférica en pacientes con DM2.

## IX.- ANEXOS

### Anexo I.



**CONSENTIMIENTO**  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio: Evaluación clínica y neurofisiológica de pacientes con neuropatía diabética tratados con un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva.

Lugar y fecha: Monterrey, Nuevo León, a \_\_\_\_\_. Número de registro: \_\_\_\_\_.

|   |  |
|---|--|
| Justificación y objetivo de estudio:                          | Se está llevando un estudio de neuroconducción en UMFyR #1 IMSS con el objetivo de describir las modificaciones electrofisiológicas posterior a un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva en pacientes con DM2 tipo 2, y por tal motivo se le invita a participar al igual que los demás pacientes con el mismo diagnóstico. |
| Procedimientos:   | Si usted acepta, su participación consistirá en dos fases: al inicio y término de completar un ciclo de programa de rehabilitación cardiovascular preventiva, se realizará una serie de preguntas y estudio de neuroconducción.  |
| Posibles riesgos y molestias                                  | Su participación no implica riesgo alguno, tal vez sienta mínimo dolor durante realización de estudio de neuroconducción.  |
| Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio: | En apoyo a las cuestiones de investigación, que permita a los médicos externos de la UMF 1 ofrecer un diagnóstico y tratamiento precoz para mejorar la calidad de atención y reducir el número de complicaciones.  |
| Información sobre el tratamiento:                             | Los resultados obtenidos en la prueba serán estadísticos e informativos para conocer las modificaciones electrofisiológicas posterior a un programa de rehabilitación cardiovascular preventiva.   |
| Participación o retiro:                                       | Usted podrá retirarse del estudio en el momento en el que se desee sin que esto le conlleve una repercusión sobre la atención médica actual o futura.  |
| Privacidad y confidencialidad:                                | Si usted acepta participar, toda la información que se obtenga de su persona será confidencial y solamente será utilizada para los fines de la investigación. Respetando el anonimato en todo momento.   |

**Declaración de consentimiento:**

- No acepto participar en el estudio.
- Sí acepto participar en el estudio.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigador Responsable: Dra. Graciela Mejía García. Tel: 81 20959171

Colaboradores: Dra. Mirna Gpe. Salazar Rios.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfonos (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comisión.etica@imss.gob.mx](mailto:comisión.etica@imss.gob.mx).

---

Nombre y firma del sujeto

---

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

**Anexo II.**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**



**Cuestionario MNSI (The Michigan Neuropathy Screening Instrument)**

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| El paciente presentó algún síntoma la semana pasada:                               |       |       |
| 1. Tiene las piernas y/o los pies entumecidos                                      | Sí= 1 | No= 0 |
| 2. Alguna vez ha tenido dolor de tipo ardor en piernas y/o pies                    | Sí= 1 | No= 0 |
| 3. Son sus pies demasiado sensibles al tacto                                       | Sí= 1 | No= 0 |
| 4. Presenta calambres en sus piernas y/o en sus pies                               | Sí= 0 | No= 0 |
| 5. Presenta sensación de pinchazos en sus piernas o pies                           | Sí= 1 | No= 0 |
| 6. Siente dolor cuando las cubiertas de la cama tocan su piel.                     | Sí= 1 | No= 0 |
| 7. En la tina o ducha tiene la sensación de agua caliente cuando el agua está fría | Sí= 0 | No= 1 |
| 8. Ha tenido usted alguna herida abierta en su pie                                 | Sí= 1 | No= 0 |
| 9. Su doctor le dijo alguna vez que usted tiene neuropatía diabética               | Sí= 1 | No= 0 |
| 10. Usted se siente débil la mayor parte del tiempo                                | Sí= 0 | No= 0 |
| 11. Sus síntomas empeoran por las noches.  | Sí= 1 | No= 0 |
| 12. Le duelen sus piernas cuando usted camina.                                     | Sí= 1 | No= 0 |
| 13. Es capaz de sentir sus pies cuando camina.                                     | Sí= 0 | No= 1 |
| 14. La piel de sus pies se seca tanto que se agita.                                | Sí= 1 | No= 0 |
| 15. La han amputado alguna vez   | Sí= 1 | No= 0 |
| Puntaje máximo: 13   |       |       |

**Anexo III**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**



|    | Escala de Borg        |   |
|----|-----------------------|---|
| 0  | Reposo                |   |
| 1  | Muy muy Suave         |    |
| 2  | Muy Suave             |   |
| 3  | Suave                 |   |
| 4  | Algo Duro             |   |
| 5  | Duro                  |  |
| 6  | Más Duro              |   |
| 7  | Muy Duro              |  |
| 8  | Muy muy Duro          |   |
| 9  | Máximo                |  |
| 10 | Extremadamente Máximo |   |

Anexo IV



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
 UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD  
 COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD



HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Nombre: \_\_\_\_\_ NSS: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_ Tiempo de evolución de DM2: \_\_\_\_\_ años  
 IMC: \_\_\_\_\_ Tratamiento: \_\_\_\_\_ Hb glucosilada: \_\_\_\_\_  
 1. <18.5 -Bajo peso 1. Insulina ( ) Inicial: \_\_\_\_\_  
 2. 18.5 a 24.9 -Peso 2. Biguanida ( ) Subsecuente: \_\_\_\_\_  
 saludable 3. Inhibidor de SGLT2 ( )  
 3. 25 a 29.9 -Sobrepeso 4. Inhibidor DPP-4 ( )  
 4. >30 -Obesidad 5. Análogo de GLP-1 ( )  
 6. Otro ( )

**Escala**

Inicial ( \_ / \_ / \_ ) Subsecuente ( \_ / \_ / \_ )

Test de Michigan \_\_\_\_\_

**Ejercicio**

Tiempo de ejercicio: Inicial ( \_ / \_ / \_ ) Subsecuente ( \_ / \_ / \_ )

Escala de Borg \_\_\_\_\_  
 Fc máxima al esfuerzo \_\_\_\_\_

Neuroconducción

|                  | Fecha ( _ / _ / _ ) |          |    | Fecha ( _ / _ / _ ) |          |    |
|------------------|---------------------|----------|----|---------------------|----------|----|
|                  | Derecho .           |          |    | Derecho.            |          |    |
|                  | Latencia            | Amplitud | VC | Latencia            | Amplitud | VC |
| <b>Sensorial</b> |                     |          |    |                     |          |    |
| Sural            |                     |          |    |                     |          |    |
| Cubital          |                     |          |    |                     |          |    |
| <b>Motor</b>     |                     |          |    |                     |          |    |
| Peroneo          |                     |          |    |                     |          |    |
| Cubital          |                     |          |    |                     |          |    |
| <b>Mixto</b>     |                     |          |    |                     |          |    |
| Plantar medial   |                     |          |    |                     |          |    |

|                  | Fecha ( _ / _ / _ ) |          |    | Fecha ( _ / _ / _ ) |          |    |
|------------------|---------------------|----------|----|---------------------|----------|----|
|                  | Izquierdo.          |          |    | Izquierdo.          |          |    |
|                  | Latencia            | Amplitud | VC | Latencia            | Amplitud | VC |
| <b>Sensorial</b> |                     |          |    |                     |          |    |
| Sural            |                     |          |    |                     |          |    |
| Cubital          |                     |          |    |                     |          |    |
| <b>Motor</b>     |                     |          |    |                     |          |    |
| Peroneo          |                     |          |    |                     |          |    |
| Cubital          |                     |          |    |                     |          |    |
| <b>Mixto</b>     |                     |          |    |                     |          |    |
| Plantar medial   |                     |          |    |                     |          |    |



## X.- REFERENCIAS.

1. Vintimilla Enderica, P. F., Giler Mendoza, Y. O., Motoche Apolo, K. E., & Ortega Flores, J.J. Diabetes Mellitus Tipo 2: Incidencias, Complicaciones y Tratamientos Actuales. RECIMUNDO 2019;3(1): 26-37.
2. Camacho-López J. Prevalencia de neuropatía periférica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, atendidos en la Clínica Hospital del ISSSTE en Mazatlán, Sinaloa. Rev Esp Med Quir 2011;16(2):71-74. doi: [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.26-37](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.26-37)
3. García-Flores, R., Campos-Rivera, NH., Sotelo-Quíñonez, TI., Acosta-Quiroz, CO. Intervención multidisciplinaria en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en comunidades rurales: un estudio piloto. Horiz Sanit [Internet]. 2021;21(1). doi: <http://dx.doi.org/10.19136/hs.a21n1.3928>.
4. Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo [WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en: <http://apps.who.int/iris>.
5. Hamasaki H. Daily physical activity and type 2 diabetes: A review. World J Diabetes. 2016;7(12):243-251. doi:10.4239/wjd.v7.i12.243Nikolaos
6. Papanas N, Giassakis G, Papatheodorou K, et al. Sensitivity and specificity of a new indicator test (Neuropad) for the diagnosis of peripheral neuropathy in type 2 diabetes patients: a comparison with clinical examination and nerve conduction study. J Diabetes Complications. 2007;21(6):353-358. doi:10.1016/j.jdiacomp.2006.08.003
7. Talib SH, Punde G, Dase RK. Nerve Conduction Abnormalities in Pre-Diabetics and Asymptomatic Diabetics. J Assoc Physicians India. 2018;66(4):29-32.

8. Azizi, S., Najafi, S., Rezasoltani, Z., Sanati, E., Zamani, N., & Dadarkhah, A. Effects of Aerobic Exercise on Electrophysiological Features of Diabetic Peripheral Neuropathy: Single-Blind Clinical Trial. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 2019; 35:164–169. doi:10.1097/TGR.0000000000000229.
9. Mendoza-Romo MA, Ortiz-Martinez AY, Fabela-Mendoza K, García-Hernández JA, Acuña-López MA, Miramontes-Zapata M et al. Manifestaciones clínicas y alteraciones electroneuromiográficas en pacientes con diabetes tipo 2 y polineuropatía. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2021;59(3):224-32.  
Disponibile en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34370421>
10. Lunetta M, Le Moli R, Grasso G, Sangiorgio L. A simplified diagnostic test for ambulatory screening of peripheral diabetic neuropathy. *Diabetes Res Clin Pract*. 1998;39(3):165-172. doi:10.1016/s0168-8227(98)00005-9.
11. Galeano, IJ. Comparación entre la prueba del algodón y el test de Michigan para el diagnóstico de Neuropatía periférica en pacientes diabéticos tipo 2 del centro de salud Perla María Norori. 2017 [Tesis de licenciatura publicada]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/7085>.
12. Agobian G, Traviezo Valles LE. Neuropatía periférica diabética en el Ambulatorio Urbano Tipo II Dr. Gualdrón de Barquisimeto, Venezuela. *Rev méd sinerg*. 2020;5(4):448.  
Disponibile en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/448>
13. Dixit S, Maiya AG, Shastry BA. Effect of aerobic exercise on peripheral nerve functions of population with diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes: a single blind, parallel group randomized controlled trial. *J Diabetes Complications*. 2014 May-Jun;28(3):332-9. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2013.12.006. Epub 2013 Dec 27.

14. Gholami F, Nikookheslat S, Salekzamani Y, Boule N, Jafari A. Effect of aerobic training on nerve conduction in men with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Neurophysiol Clin.* 2018 Sep;48(4):195-202. doi: 10.1016/j.neucli.2018.03.001. Epub 2018 Mar 30. PMID: 29606547.
15. Streckmann F, Balke M, Cavaletti G, Toscanelli A, Bloch W, Décard BF, Lehmann HC, Faude O. Exercise and Neuropathy: Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* 2022 May;52(5):1043-1065. doi: 10.1007/s40279-021-01596-6. Epub 2021 Dec 29. PMID: 34964950.

## **XI. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO.**

Mirna Guadalupe Salazar Ríos.

**Aspirante al grado de:** Especialista en Medicina de Rehabilitación.

**Tesis:** “DESCRIPCIÓN CLÍNICA Y NEUROFISIOLÓGICA DE PACIENTES CON NEUROPATÍA DIABÉTICA TRATADOS CON UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR PREVENTIVA”

**Campo de estudio:** Ciencias de la salud.

### **Datos personales:**

**Lugar de origen:** Culiacán, Sinaloa.

**Fecha de nacimiento:** 23 de mayo de 1993

**Padres:** José Luis Salazar Félix y Mirna Alicia Ríos Avilés.

### **Formación académica:**

**Profesional:** egresada de la Universidad Autónoma de Sinaloa como Médico Cirujano y Partero en el año 2019.

**Posgrado:** actualmente residente de cuarto año en la especialidad de Medicina de Rehabilitación, en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación No. 1, del IMSS, N.L.