

Reporte de caso

Pie diabético. Tratamiento médico multidisciplinario y Ozonoterapia.

Dra. Ana María Rivera Soto

Médico Cirujano y Homeópata, M. en C. Toxicología, CINVESTAV. Candidato a Doctor en Ciencias Genómicas UACM, México

Dra. Aimeé Peredo Llaguno

Lic. en Terapia Física. Universidad Politécnica de Pachuca, México

Dra. Nalleli Weber Chuliá

Presidenta de la Sociedad Nacional de Profesionales en Ozonoterapia SC – SONAPROZ, México

Palabras clave

*Úlcera,
pie diabético,
diabetes,
tratamiento
multidisciplinario,
ozonoterapia*

Resumen

En pacientes con diabetes mellitus tipo 2; las úlceras por pie diabético son una emergencia médica y un problema de salud pública, siendo esta la principal causa de hospitalización y de amputaciones. Es un padecimiento multifactorial en el que se incluyen: insuficiencia venosa periférica profunda, neuropatía periférica motora y sensitiva, inmunodepresión, estrés oxidativo y modificaciones postra duccionales. Lo anterior origina: caminata claudicante, disminución en la sensibilidad del área afectada, anhidrosis, hiperqueratosis y piel seca, pudiendo desarrollar la pérdida de la integridad cutánea no perceptible para el paciente desarrollando ulceraciones, procesos infecciosos hasta llegar a la necrosis. El abordaje indicado es multidisciplinario en donde se debe incluir: control metabólico, control sintomático, restablecimiento de la movilidad y la cicatrización de la úlcera. El objetivo de este trabajo es la inclusión de la ozonoterapia como tratamiento médico complementario para la diabetes y sus complicaciones como las úlceras por pie diabético. En los cuatro casos presentados con previo diagnóstico de úlceras crónicas infectadas, se propone un tratamiento multidisciplinario de ocho semanas de duración, el cual incluye el manejo de dieta, medidas generales e higiénicas, tratamiento farmacológico para la diabetes y la insuficiencia venosa, fisioterapia y ozonoterapia vía sistémica (solución salina ozonizada), local y tópica (aceite de olivo ozonizado y bolsas cutáneas). Se observó una disminución de la glicemia y la recuperación total de la úlcera por pie diabético.

Keywords

Ulcer,
diabetic foot,
ozone therapy,
multidisciplinary treatment,
diabetes,.

Abstract

Diabetic foot ulcers in Diabetes type 2 patients are consider a medical emergency and a public health problem, being the mean cause of hospital incomes and amputation. Is consider a multifactorial disease in which are involved venous insufficiency, motor and sensitive peripheric neuropathy, immunosuppression, oxidative stress, post-translational modifications developing claudication, dumbness in feet, anhidrosis, hyperkeratosis, helomas, dryness, no perceptible cutaneous loss integrity leading to ulcers, infections and gangrene. A multidisciplinary approach is recommended to deal with metabolic disorder, mobility, ulcer healing. Our proposal is to include ozone therapy as medical treatment for diabetic foot ulcers and diabetes. In the four cases that we presented with chronic infected diabetic foot ulcers diagnosis, we proposed an eight weeks multidisciplinary treatment included, diet, hygienic and general indications, pharmacological treatment for diabetes and venous insufficiency, physiotherapy and parenteral (ozonized saline solution), and local ozone therapy (ozonized olive oil and hermetic boot) in which we observed at the end of the treatment a glycemic low down at normal levels, a total ulcer healing and a recover of the claudication symptoms.

Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Rivera Soto, Ana María et al.. (2018). Pie diabético. Tratamiento médico multidisciplinario y Ozonoterapia. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol. 8, nº 1, pp 181-196

Autor para correspondencia: Dra Ana María Rivera Soto, Médico Cirujano y Homeópata, M. en C. Toxicología, CINVESTAV. Candidato a Doctor en Ciencias Genómicas UACM. México. E-mail: mrivera_soto@yahoo.com ;

Introducción

Se considera la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) una de las principales causas de mortalidad en la actualidad y se estima que para el 2030 sea la séptima causa de mortalidad, debido a sus complicaciones como son infarto al miocardio, insuficiencia renal y pie diabético^{1,2}. El pie diabético es considerado una emergencia médica y un problema de salud pública; el 25% de las personas con diabetes lo desarrollan y el 50% de ellos terminan en amputaciones, terminando incluso en la muerte. El pie diabético no tiene edad, ni sexo de aparición, existen múltiples factores de riesgo como sedentarismo, tabaquismo, malos hábitos alimenticios, condiciones antihigiénicas, calzado inadecuado, mal control metabólico también son responsables enfermedades como insuficiencia periférica arterial, neuropatía periférica motora y sensitiva e inmunodepresión.^{3,4,5} El presentar una constante hiperglicemia existe un aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) a través de la autoxidación de la glucosa y como consecuencia el aumento en la concentración de anión superóxido, hidroxilo y peróxido de hidrogeno, resultando en daño celular (lipoperoxidación de la membrana), desnaturalización proteínica y daño al DNA por aductos (8-OHdG), generando una disfunción en la internalización y el metabolismo de la glucosa⁶ y desarrollando cambios posttranscripcionales (glicosilación proteica (hemoglobina)), siendo las células nerviosas del sistema motor autónomo y sensorial como en los vasos sanguíneos las más afectadas. Disminuyendo la inervación e irrigación en los músculos extensores y flexores, provocando la artropatía de Charcot, disfunción en las glándulas sudoríparas del pie, necrosis digital, celulitis y linfangitis; así como, pérdida de sensibilidad para percibir cualquier tipo de estímulo desarrollando procesos necrotizantes de tejidos blandos y osteomielitis.^{3,7-9} El diagnóstico se realiza con las pruebas; monofilamento de Semmes-Weinstein, exploración de signos de infección e isquemia pruebas de sensibilidad a la temperatura, semiología de dolor neuropático,^{3,10} clasificación por la Escala de Wagner³; una vez clasificadas y dependiendo del grado de presentación de los síndromes concomitantes al pie diabético se normará el tratamiento.

Se recomienda que el tratamiento sea integral, a favor de llevar un buen control metabólico, adecuada nutrición y cambios de estilo de vida. Aún a pesar del tratamiento multidisciplinario, la probabilidad que termine en amputación es muy elevada, razón por la cual se han propuesto tratamientos como la ozonoterapia.

Se ha observado en diferentes modelos experimentales y en pacientes con úlceras por pie diabético, resultados muy favorables al tratamiento con la ozonoterapia; en primera instancia por la disminución en los valores de glicemia y a la resistencia en la insulina debido de manera indirecta a la inducción en la síntesis de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa, por lo cual existe una disminución de ROS (anión peróxido, lipoperoxidación, entre otros).¹¹ Clínicamente se ha observado una disminución en la secreción mucopurulenta, en el edema y eritema, mejorando el proceso de cicatrización por la estimulación de la formación de matriz cicatrizal, neoangiogénesis, vasodilatación y al actuar como antibacteriano e inmunomodulador aumenta la síntesis de colágeno induce la proliferación de fibroblastos y de la expresión de PDGF (factor de crecimiento plaquetario), TGF- β (factor de transformante beta, VEGF (factor de crecimiento endotelial vascular), hemo-oxigenasa-1 HSP70 (proteína de choque térmico) aumentando la liberación de citocinas e interleucinas (TNF- α IL-8).^{11,12}

Dentro del tratamiento con ozonoterapia en pacientes con pie diabético, se recomienda la colocación vía sistémica de solución salina ozonizada, aceites ozonizados y bolsa cutánea de acuerdo a los parámetros ya establecidos a nivel internacional.¹³

El presente trabajo (consultorio privado Dra. Nalleli Weber Chuliá) presenta cuatro casos clínicos de pacientes con DM2 con úlceras por pie diabético, tratados de manera integral (tratamiento farmacológico, nutricional, fisioterapia, y ozonoterapia) con resultados favorables en la evolución del tratamiento. El objetivo de fue normar una conducta terapéutica integral, para asegurar el restablecimiento total del paciente, es decir llevando un buen control metabólico, funcional y cierre de la úlcera por pie diabético.

Ética

Se realizó este ensayo bajo un protocolo escrito previamente aprobado por el comité del consultorio médico a cargo.

Los pacientes de los cuales presentamos los casos en este artículo fueron informados de manera precisa del tratamiento a realizar y fueron informados del uso de sus datos para la publicación de este artículo, respetando los acuerdos firmados en el acta de Helsinki¹⁴.

No existe conflicto de intereses por el uso de los datos presentados para la publicación de este artículo.

Se firma consentimiento informado por cada paciente, previa realización del tratamiento y publicación del trabajo.

Los pacientes fueron tratados de manera particular en el consultorio privado de la Dra. Nalleli Weber Chuliá, médica especialista y certificada en Ozonoterapia.

Criterios

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes de sexo masculino y femenino, entre 50-70 años, con diagnóstico de DM2, presencia de úlcera crónica por pie diabético.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes menores de 50 años, no contar con laboratorios y valoración previa para el diagnóstico de DM2, abandono al tratamiento.

Materiales y métodos para Ozonoterapia

Materiales: Generador de ozono médico BIOZON ®, bolsas cutáneas ozono resistentes BIOZON®, manguera de silicón grado médico, filtro estéril para el generador de ozono, aceite de olivo ozonizado 800mEqO₂- SanO₃ ®, solución antiséptica - Estericide ®, agua bidestilada ozonizada 1000ml, gasas estériles y desechables, frasco con solución de cloruro de sodio 0.9% de 250 ml, equipo cerrado para venoclisis con llave de 3 vías estéril y desechable, equipo para venoclisis en forma de mariposa, estéril y desechable Miniven 21, agujas 21 g una corta y una larga, destructor de ozono BIOZON®, guantes estériles y desechables, cubre boca, campos estériles, contenedor de residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI), porta sueros.

MÉTODO DE BOLSA CUTÁNEA.

Se desinfecta la lesión con agua bidestilada ozonizada (1000 ml a flujo continuo durante 10 minutos a 80µg/mL), se colocan campos estériles alrededor de la lesión y el antiséptico en la zona de lesión secando la misma con gasa estéril. Se coloca la bolsa en el miembro afectado y se aspira el aire contenido, haciendo vacío. Se insufla la bolsa por 30 min a concentraciones elevadas (80µg/mL) y enciende la bomba de vacío del generador para extraer la mezcla oxígeno ozono haciendo un vacío, se retira la bolsa cutánea desechándola al contenedor de residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) y se aplica aceite ozonizado en la lesión, cubriéndola con gasa estéril.

MÉTODO DE SOLUCIÓN SALINA OZONIZADA - SSO3.

Se le coloca a un frasco con 200 mL de solución salina estéril al 0.9%, un sistema cerrado de venoclisis estéril para infusión intravenosa y dos agujas 21 G (larga y corta), colocamos el frasco de solución fisiológica en el porta suero y conectamos una aguja corta directamente al filtro estéril del generador, para obtener un burbujeo continuo por 10 min a dosis media de ozono (2µg/kg de peso). La aguja larga, se coloca directamente al destructor de ozono. El sistema cerrado de venoclisis se coloca vía intravenosa al paciente previa asepsia y antisepsia. Se administra la solución saturada por 20 min a burbujeo permanente con el método de las tres agujas ya descrito y se detiene al burbujeo preventivamente a los 50 mL restantes de solución salina ozonizada. Se retira el sistema cerrado de venoclisis al paciente y se desecha en contenedor de residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI).

Material y métodos, tratamiento fisioterapéutico

VENDAJE COMPRESIVO DEL MIEMBRO AFECTADO:

Materiales: Una venda de compresión y una venda elástica de 10cm/7cm de ancho.

Método: Colocar el pie en dorsiflexión neutra o ligera dorsiflexión y eversión, comenzar a colocar la venda elástica distalmente y progresar hacia proximal para drenar el edema, colocar un vendaje en ocho (por encima de maléolos), y continuar en espiga hasta el tercio superior de la pierna (superior a mitad), repetir con la venda de compresión, estirando un 15% de la venda en total, controlar el estado circulatorio de los dedos, se indica al paciente su uso diario.

EJERCICIOS VASCULARES DE BUERGUER-ALLEN

Materiales: Cama, cuña de 60° o almohada.

Métodos: Previa capacitación al paciente de los ejercicios, se les indicó, repetir dos veces al día cada serie en tres fases:

1. Elevación: El paciente en decúbito supino sobre su cama con los miembros inferiores flexionados por la cadera al menos 60°, pero apoyados en una cuña o colchón elevado de la cama, nunca se mantiene esta flexión de cadera por la contracción voluntaria del paciente. Se mantiene esta posición entre minuto y medio y tres minutos, realizando flexiones dorsales y plantares y circunducciones de ambos tobillos.
2. Fase de descenso: Se coloca al paciente en sedestación sobre su cama, con los pies colgando por un lateral de esta, ejecutando circunducciones, flexiones dorsales y plantares de ambos tobillos, por un lapso de 2-5 minutos.
3. Fase de reposo: El paciente en decúbito supino sobre la cama, realiza flexiones plantares y dorsales, así como circunducciones del tobillo durante 2-5 min, siendo mucho mejor que estas flexiones plantares se realicen contra resistencia, sobre el cabecero inferior de la cama o mejor aún, con la ayuda de algún familiar o amigo.

MASAJE DE DERIVACIÓN CIRCULATORIA (PERI-HERIDA)

Materiales: Mesa de exploración, guantes estériles y desechables y cubre bocas.

Métodos: Se coloca al paciente en decúbito supino con el miembro afectado descubierto y sin calzado. Se activan los grupos ganglionares más importantes de los miembros inferiores (inguinal, poplíteo y pedio) por medio de maniobras de bombeo.

Se realiza el masaje desde los orfejos hasta la articulación coxofemoral, siempre de distal a proximal. Las maniobras utilizadas son sumamente suaves, entre ellas destacan la presión superficial, oscilaciones bombeos y amasamiento. Se recomienda provocar contracción muscular pasiva de los gastrocnemios. Las manos del terapeuta nunca deberán tocar directamente la úlcera, siempre mueve sus manos alrededor de ella.

Se finaliza activando de nuevo los grupos ganglionares. El masaje se realizó con una frecuencia de 1 sesión semanal con duración aproximada de 20 min.

Presentación de los casos

Se presentan cuatro casos; dos masculinos y dos femeninos con diagnóstico previo de DM2 y presencia de heridas y úlceras por pie diabético con los siguientes datos personales, antecedentes heredo familiares, diagnóstico y tratamiento previo (TABLA 2).

TABLA 2. Historial clínico de ingreso..

CASOS	SEXO	EDAD/ AÑOS	*AHF	FACTORES DE RIESGO	**S. V.	DIAGNÓSTICO DE INGRESO	TRATAMIENTO PREVIO
1.	M	61	Línea materna: ^S DM2, ^{SS} HAS,	Tabaquismo	TA: 116/76 mmHg. Talla: 178 cm. Peso: 72 IMC: 22.72. Glucosa: 318 mg/dL	DM2, HAS Úlcera crónica infectada post-amputación digital del tercer orfejo.	Levofloxacino 500mg 1 x 12 h. X 7 d. Metformina 500 mg 1 X12 h.
2.	M	63	Línea materna y paterna DM2	Tabaquismo alcoholismo social Obesidad grado 2	TA: 110/69 mmHg. Talla: 161 cm. Peso: 91 IMC: 35.11. Glucosa: 405 mg/dL.	DM2 Úlcera crónica infectada en retropié miembro inferior izquierdo, 8 meses de evolución, neuropatía diabética de miembros pélvicos	Sin tratamiento previo
3.	F	62	Línea paterna DM2	No refiere	TA: 90/67 mmHg. Talla: 148 cm. Peso: 47 IMC: 21.46. Glucosa: 280 mg/dL.	DM2 Úlcera crónica infectada borde lateral externo de quinto metatarsiano en miembro inferior derecho, 2 meses de evolución, neuropatía diabética de miembro inferior derecho	Metformina-Glibenclamida 500mg/5mg 1 x 12 h. Levofloxacino 750mg 1 x 12 h X 14 d. Debridamiento de la herida dos veces por semana.
4.	F	55	Línea materna DM2	Obesidad Grado1	TA: 120/70 mmHg. Talla: 156 cm. Peso: 77 IMC: 31.64. Glucosa: 320 mg/dL.	DM2 Úlcera crónica infectada supra-maleolar externa de miembro inferior derecho, 4 meses de evolución.	Metformina 500 mg 1 x 24 h. Glibenclamida 5 mg 1 x 8 hrs Ácido acetilsalicílico 100mg 1 x 24 h..

*AHF: Antecedentes heredo familiares, **SV: Signos vitales, \$ DM2: Diabetes Mellitus tipo 2, \$\$ HAS: Hipertensión arterial sistémica

Se realizó el diagnóstico de ingreso, con los datos recabados por la anamnesis y las características clínicas propias de la herida de cada paciente (Figs. 1 panel 1), 2), 3), 4).)



Fig.1.- Imagen de los 4 casos presentados de úlcera por pie diabético- pretratamiento.

-Panel 1) Masculino que presenta úlcera crónica infectada post-amputación digital del tercer orjejo.

-Panel 2) Masculino el cual presenta úlcera crónica infectada en retropié de miembro inferior izquierdo.

-Panel 3) Femenino con la presencia de úlcera crónica infectada en borde lateral externo de quinto metatarsiano de miembro inferior derecho.

-Panel 4) Femenino que presenta úlcera crónica infectada supra-maleolar externa en miembro inferior derecho.

- Las fotografías presentadas van acorde a nomenclatura de TABLA1

Después de la anamnesis, se realizó la exploración física: Toma de signos vitales, observación de la herida, presencia de edema (Godet +), toma de pulsos periféricos en miembros inferiores, determinación de la fuerza muscular (escala de Daniels), arcos de movilidad de tobillo (examen goniométrico), exploración neurológica (prueba de filamentos de Semmes-Wenstein) y clasificación de la herida (escala de Wagner).

En los cuales observamos a la palpación edema Godet de tres cruces para los pacientes del uno al tres y para el paciente cuatro se presentó un godete de cuatro cruces, en cuanto a la clasificación de la úlcera por Wagner para los cuatro pacientes observados se clasificó en Wagner cuatro.

Los datos obtenidos de la exploración física para determinar el aspecto de la piel, la determinación de la escala de DANIELS, el examen goniométrico y la prueba de filamentos de Semmes-Wenstein son mostrados en la Tabla 3. La información recabada fue fundamental para normar la conducta terapéutica para el control metabólico el tratamiento de la úlcera por pie diabético para cada paciente.

TABLA 3. Datos recabados de la exploración física para la clasificación del pie diabético.

CASOS.	PIEL	PULSOS PERIFÉRICOS (pedio, tibial posterior, poplíteo femoral)	ESCALA DANIELS	EXÁMEN GONIOMÉTRICO			PBA. FILAMENTOS SEMMES-WENSTEIN (disminuido)
				Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	
1.	Piel: aspecto cebollosa, Úlcera: exudado seroso de mal olor.	Presentes, rítmicos y buena intensidad	**M.I.D: 4 ***M.I.I: 2	Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	AMBOS PIES quinto orjejo, cabeza quinto metatarsiano PIE IZQUIERDO Tercer orjejo Cabeza tercer metatarsiano
				Flexión: 0-50°	0-40°	0-10°	
				Extensión 0-20°	0-15°	0-5°	
				Articulación subastragalina			
				Inversión: 0-35°	0-30°	0-10°	
2.	Piel: hiperqueratosis, aspecto cebollosa Úlcera: secreción serosa sin mal olor.	Presentes, rítmicos y buena intensidad	M.I.D :4 M.I.I: 3	Articulación tibioperoneastragalina			AMBOS PIES primer, quinto orjejo, cabeza tercer metatarsiano, pliegue entre primer y segundo orjejo PIE IZQUIERDO Tercer orjejo, arco plantar externo cabeza tercer metatarsiano, arco plantar externo PIE DERECHO Talón
				Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	
				Flexión: 0-50°	0-45°	0-30°	
				Extensión 0-20°	0-15°	0-10°	
				Articulación subastragalina			
Inversión: 0-35°	0-30°	0-10°					
3.	Piel: hiperqueratosis, aspecto cebollosa Úlcera: secreción serosa sin mal olor.	Tibial posterior: presente, rítmico e intensidad disminuida.	M.I.D :2 M.I.I: 4	Articulación tibioperoneastragalina			PIE DERECHO Quinto orjejo Arco plantar externo Cabeza quinto metatarsiano
				Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	
				Flexión: 0-50°	0-25°	0-40°	
				Extensión 0-20°	0-5°	0-20°	
				Articulación subastragalina			
Inversión: 0-35°	0-10°	0-30°					
4.	Piel: hiperqueratosis, aspecto cebollosa Úlcera: secreción serosa sin mal olor.	Pedio, tibial posterior: Presente rítmico e intensidad disminuidos.	M.I.D :4 M.I.I: 2	Articulación tibioperoneastragalina			PIE IZQUIERDO Quinto orjejo Arco plantar externo Cabeza quinto metatarsiano
				Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	
				Flexión: 0-50°	0-30°	0-45°	
				Extensión 0-20°	0-10°	0-20°	
				Articulación subastragalina			
Inversión: 0-35°	0-10°	0-33°					
				Eversión 0-15°	0-10°	0-14°	

TA: Tensión arterial, *IMC. Índice de masa corporal, **M.I. D: Miembro inferior derecho, ***M.I. I: Miembro inferior izquierdo.

El plan de tratamiento consiste en cuatro puntos:

1. Control metabólico para DM2: Tratamiento farmacológico y medidas higiénico-dietéticas,
2. Ozonoterapia: solución salina ozonizada (control metabólico),²⁵ aceite de olivo ozonizado (proceso infeccioso),²⁵ bolsa cutánea (complementario).²⁵
3. Tratamiento farmacológico para la insuficiencia venosa periférica, se normo de manera individual.
4. Fisioterapia: Vendaje terapéutico y ejercicios circulatorios.

TABLA 4.- Tratamiento farmacológico, medidas generales y ozonoterapia propuesto para los cuatro casos presentados.

CASOS**	MEDIDAS GENERALES Y FISIOTERAPIA	TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO		PROTOCOLO DE OZONOTERAPIA	
		CONTROL METABÓLICO (DM2)	INSUFICIENCIA VENOSA PERIFÉRICA	CONTROL METABÓLICO (DM2)	ULCERA POR PIE DIABÉTICO
1	Dieta en quintos de 2000kcal	50mg vildagliptina/ 500mg metformina 1X 8h Sin suspender	500mg Diosmina/ Hesperidina 2x24hx30d	Solución salina 0.9% Ozonizada: 2µg/kg en 200 mL. de solución salina al 0.9%. 1 sesión semanal por 8 semanas.	Bolsa Cutánea Previa asepsia y antisepsia de la herida se coloca la bolsa (cerrado hermético) • 80µg/L durante 30 min, las primeras tres sesiones. Colocación tópica de aceite de olivo ozonizado 800 mEqO2 (San-O3®), se cubre con gasa. Dosis diaria en consultorio y casa.
2	Vendaje terapéutico compresivo de miembro inferior, Ejercicios circulatorios de Buerger Allen (1 x12h),	50mg vildagliptina/ 850mg metformina 1 x 12h Sin suspender			
3	Masaje de derivación circulatoria peri-herida (1 x 7d)	50mg vildagliptina/ 500mg metformina 1X 8h Sin suspender			
4		50mg vildagliptina/ 500mg metformina 1X 8h Sin suspender			

*Sesiones: 1 vez por semana, ** Se presentan los casos por el orden cronológico presentados en el trabajo

Se propuso un tratamiento de ocho semanas de duración para completar el protocolo según la Declaración de Madrid¹³ sobre la ozonoterapia para el tratamiento de paciente diabético con complicaciones de úlcera de pie diabético, por lo cual se citó a los pacientes a una sesión de ozonoterapia una vez por semana, durante ocho semanas y se dieron indicaciones para cuidados en casa.

Se realizó el registro gráfico a mitad de tratamiento (semana cuatro) y al finalizar el tratamiento (semana ocho), así como la exploración física completa comparativa para determinar la evolución y mejoría del paciente durante el tratamiento.

Los datos recabados para la cuarta semana de tratamiento fueron los siguientes:

- Caso 1: presentó mejoría significativa de la glicemia, presentando 180 mg/dl de glucosa y una disminución significativa en el edema, la herida no mostró datos de infección y avanzó favorablemente ya que disminuyó su diámetro y la secreción serosa (Fig.2 1))
- Caso 2: presentó disminución en la glicemia capilar- 170 mg/dl, en el diámetro de la herida (Fig.2 2)), en la secreción y en la neuropatía, según los parámetros establecidos
- Caso 3: presentó disminución en la glicemia capilar - 140 mg/dl, en el diámetro de la herida (Fig.2 3)) y en la presencia de dolor en el área afectada
- Caso 4: paciente con valores de glucosa en sangre normales 110 mg/dl, herida sin secreción serosa y presentó disminución en su diámetro (Fig.2 4)). Debido a la mejoría de los pacientes se continuó con el mismo plan de tratamiento.



Fig.2.- Imagen de los 4 casos presentados de úlcera por pie diabético post-tratamiento de 4 semanas de evolución.

Panel 1) Masculino que presenta úlcera crónica post-amputación digital del tercer orjejo.

Panel 2) Masculino el cual presenta úlcera crónica en retropié miembro inferior izquierdo,

Panel 3) Femenino con la presencia de úlcera crónica de borde lateral externo en quinto

metatarsiano de miembro inferior

Panel 4) Femenino con úlcera crónica supra-maleolar externa de miembro inferior derecho.

Al transcurrir la octava semana de tratamiento, se dan por finalizadas las sesiones con mezcla ozono y oxígeno y se procede a realizar la exploración física como está citado en la Tabla 5, obteniendo resultados favorables en los cuatro pacientes tanto en la disminución de la glucosa, como en la cicatrización de la herida como se observa en la Fig. 3. Al término de la exploración y al observar remisión total de las úlceras y mejora metabólica se dan indicaciones y medidas generales para el cuidado y restablecimiento de la circulación. Se indica control de la glicemia en casa por tiempo indefinido y ejercicio terapéutico para reeducación de la marcha. Se sugiere revaloración en seis meses y se da de alta a los pacientes con cita abierta.

TABLA 5.- Datos de exploración física de los cuatro casos presentados al término del tratamiento.

CASOS	#TA PESO TALLA *IMC GLUCOSA	PIEL	GODET	PULSOS PERIFÉRICOS (pedio, tibial posterior, poplíteo femoral)	ESCALA DANIELS	EXÁMEN GONIOMETRICO	PBA. FILAMENTOS SEMME- WENSTEIN (disminuido)																									
	TA: 110/70 mmHg. Talla: 178 cm. Peso: 74. IMC: 23. Glucosa: 115 mg/Dl	Piel: Sin presencia de hiperqueratosis Sin presencia de úlcera	0	Presente, rítmico y buena intensidad.	**M.I.D: 4 ***M.I. I: 2	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Articulación tibioperoneastragalina</th></tr> <tr><th>Rango AAOS</th><th>Derecho</th><th>Izquierdo</th></tr> <tr><td>Flexión: 0-50°</td><td>0-45°</td><td>0-40°</td></tr> <tr><td>Extensión 0-20°</td><td>0-19°</td><td>0-15°</td></tr> <tr><th colspan="3">Articulación subastragalina</th></tr> <tr><td>Inversión: 0-35°</td><td>0-35°</td><td>0-33°</td></tr> <tr><td>Eversión 0-15°</td><td>0-12°</td><td>0-12°</td></tr> </table>	Articulación tibioperoneastragalina			Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	Flexión: 0-50°	0-45°	0-40°	Extensión 0-20°	0-19°	0-15°	Articulación subastragalina			Inversión: 0-35°	0-35°	0-33°	Eversión 0-15°	0-12°	0-12°	<table border="1"> <tr><th>PIE IZQUIERDO</th></tr> <tr><td>Cabeza tercer metatarsiano</td></tr> </table>	PIE IZQUIERDO	Cabeza tercer metatarsiano		
Articulación tibioperoneastragalina																																
Rango AAOS	Derecho	Izquierdo																														
Flexión: 0-50°	0-45°	0-40°																														
Extensión 0-20°	0-19°	0-15°																														
Articulación subastragalina																																
Inversión: 0-35°	0-35°	0-33°																														
Eversión 0-15°	0-12°	0-12°																														
PIE IZQUIERDO																																
Cabeza tercer metatarsiano																																
	TA: 110/66 mmHg. Talla: 161 cm. Peso: 91 IMC: 35.11. Glucosa: 120 mg/dL	Piel: Hiperqueratosis, aspecto seco, herida en retropié cicatrizada	0	Presente, rítmico y buena intensidad.	M.I.D :4 M.I.I: 4	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Articulación tibioperoneastragalina</th></tr> <tr><th>Rango AAOS</th><th>Derecho</th><th>Izquierdo</th></tr> <tr><td>Flexión: 0-50°</td><td>0-45°</td><td>0-45°</td></tr> <tr><td>Extensión 0-20°</td><td>0-20°</td><td>0-15°</td></tr> <tr><th colspan="3">Articulación subastragalina</th></tr> <tr><td>Inversión: 0-35°</td><td>0-35°</td><td>0-30°</td></tr> <tr><td>Eversión: 0-15°</td><td>0-15°</td><td>0-13°</td></tr> </table>	Articulación tibioperoneastragalina			Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	Flexión: 0-50°	0-45°	0-45°	Extensión 0-20°	0-20°	0-15°	Articulación subastragalina			Inversión: 0-35°	0-35°	0-30°	Eversión: 0-15°	0-15°	0-13°	<table border="1"> <tr><th>PIE IZQUIERDO</th></tr> <tr><td>Cabeza tercer metatarsiano, arco plantar externo</td></tr> <tr><th>AMBOS PIES</th></tr> <tr><td>Talón</td></tr> </table>	PIE IZQUIERDO	Cabeza tercer metatarsiano, arco plantar externo	AMBOS PIES	Talón
Articulación tibioperoneastragalina																																
Rango AAOS	Derecho	Izquierdo																														
Flexión: 0-50°	0-45°	0-45°																														
Extensión 0-20°	0-20°	0-15°																														
Articulación subastragalina																																
Inversión: 0-35°	0-35°	0-30°																														
Eversión: 0-15°	0-15°	0-13°																														
PIE IZQUIERDO																																
Cabeza tercer metatarsiano, arco plantar externo																																
AMBOS PIES																																
Talón																																
	TA: 90/67 mmHg. Talla: 148 cm. Peso: 47 IMC: 21.46. Glucosa: 110 mg/dL.	Piel: Hiperqueratosis, herida totalmente cicatrizada	0	Presente, rítmico y buena intensidad.	M.I.D :4 M.I.I: 5	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Articulación tibioperoneastragalina</th></tr> <tr><th>Rango AAOS</th><th>Derecho</th><th>Izquierdo</th></tr> <tr><td>Flexión: 0-50°</td><td>0-45°</td><td>0-45°</td></tr> <tr><td>Extensión 0-20°</td><td>0-20°</td><td>0-20°</td></tr> <tr><th colspan="3">Articulación subastragalina</th></tr> <tr><td>Inversión: 0-35°</td><td>0-30°</td><td>0-35°</td></tr> <tr><td>Eversión: 0-15°</td><td>0-12°</td><td>0-15°</td></tr> </table>	Articulación tibioperoneastragalina			Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	Flexión: 0-50°	0-45°	0-45°	Extensión 0-20°	0-20°	0-20°	Articulación subastragalina			Inversión: 0-35°	0-30°	0-35°	Eversión: 0-15°	0-12°	0-15°	<table border="1"> <tr><th>PIE DERECHO</th></tr> <tr><td>Quinto orjejo, talón</td></tr> </table>	PIE DERECHO	Quinto orjejo, talón		
Articulación tibioperoneastragalina																																
Rango AAOS	Derecho	Izquierdo																														
Flexión: 0-50°	0-45°	0-45°																														
Extensión 0-20°	0-20°	0-20°																														
Articulación subastragalina																																
Inversión: 0-35°	0-30°	0-35°																														
Eversión: 0-15°	0-12°	0-15°																														
PIE DERECHO																																
Quinto orjejo, talón																																
	TA: 120/70 mmHg. Talla: 156 cm. Peso: 77 IMC: 31.64. Glucosa: 120 mg/dL.	Piel: Hiperqueratosis, herida totalmente cicatrizada	1	Presente, rítmico y buena intensidad.	M.I.D :5 M.I.I: 5	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Articulación tibioperoneastragalina</th></tr> <tr><th>Rango AAOS</th><th>Derecho</th><th>Izquierdo</th></tr> <tr><td>Flexión: 0-50°</td><td>0-45°</td><td>0-50°</td></tr> <tr><td>Extensión 0-20°</td><td>0-20°</td><td>0-20°</td></tr> <tr><th colspan="3">Articulación subastragalina</th></tr> <tr><td>Inversión: 0-35°</td><td>0-35°</td><td>0-35°</td></tr> <tr><td>Eversión 0-15°</td><td>0-12°</td><td>0-15°</td></tr> </table>	Articulación tibioperoneastragalina			Rango AAOS	Derecho	Izquierdo	Flexión: 0-50°	0-45°	0-50°	Extensión 0-20°	0-20°	0-20°	Articulación subastragalina			Inversión: 0-35°	0-35°	0-35°	Eversión 0-15°	0-12°	0-15°	normal				
Articulación tibioperoneastragalina																																
Rango AAOS	Derecho	Izquierdo																														
Flexión: 0-50°	0-45°	0-50°																														
Extensión 0-20°	0-20°	0-20°																														
Articulación subastragalina																																
Inversión: 0-35°	0-35°	0-35°																														
Eversión 0-15°	0-12°	0-15°																														

TA. Tensión arterial

*IMC. Índice de masa corporal

**M.I.D: Miembro inferior derecho

***M.I.I: Miembro inferior izquierdo



Fig.3.- Imagen de los 4 casos presentados de úlcera por pie diabético post-tratamiento. de 8 semanas de evolución y última sesión de tratamiento de ozonoterapia.

Panel 1) Masculino que presenta úlcera cicatrizada post-amputación digital del tercer orjejo.

Panel 2) Masculino el cual presenta úlcera cicatrizada en retropié de miembro inferior izquierdo.

Panel 3) Femenino con la presencia de úlcera cicatrizada en el borde lateral externo de quinto metatarsiano en miembro inferior derecho.

Panel 4) Femenino que presenta úlcera crónica cicatrizada, supra-maleolar externa en miembro inferior derecho.

Discusión

Parte fundamental de nuestro de trabajo, es el ofrecer un tratamiento multidisciplinario al paciente con DM2 y sus complicaciones; observando que un abordaje multidisciplinario bien estructurado, reduce de manera considerable el desarrollo y el progreso de complicaciones como las úlceras por pie diabético,¹⁵ mejorando la calidad de vida de los pacientes.

El pie diabético es una complicación muy frecuente en los pacientes con DM2, presentándose manifestaciones clínicas como: úlceras, infecciones y necrosis que pueden llegar a la amputación; lo que hace a este padecimiento un gran reto financiero para las instituciones de salud que conlleva una gran carga psicosocial para los pacientes que lo presentan, afectando su vida diaria por disminución en la movilidad, malestar general y una afectación en su productividad laboral, hasta un aislamiento en el entorno social;¹⁶ motivo por el cual, es de nuestro gran interés realizar un pronto y atinado diagnóstico con bases científicas en los pacientes, dando seguimiento a los parámetros internacionales ya establecidos para el diagnóstico de DM2 y el tratamiento de las úlceras por pie diabético.^{17-19,25}

De manera minuciosa nuestro grupo de trabajo examinó en los pacientes: Signos vitales, glucosa, heridas, lesiones, edema, pulsos periféricos en miembros inferiores, determinación de la fuerza muscular (escala de Daniels), arcos de movilidad de tobillo (examen goniométrico), exploración neurológica (prueba de filamentos de Semmes-Wenstein) y se utilizó la clasificación de la herida por la escala de Wagner, para normar la conducta terapéutica, definiendo el protocolo de mezcla ozono-oxígeno (ozonoterapia), logrando un control metabólico de la patología principal (DM2) además, de tratar la úlcera por pie diabético, asegurando la remisión total del cuadro y la educación de los pacientes para la aplicación en su vida diaria.

Se sugiere que la capacidad hipoglucemiante y de inducción de la cicatrización para las úlceras crónicas, puede ser debido a la activación del sistema antioxidante directamente de la superóxido dismutasa, lo cual llega a restablecer las funciones de las células β pancreáticas y también se sugiere que las propiedades antibacterianas y germicidas de la mezcla ozono-oxígeno, así como inmuno-estimuladoras y estimuladoras de la matriz cicatrizal, favorecen la cicatrización de las úlceras disminuyendo el proceso infeccioso y reduciendo de manera efectiva el diámetro de la úlcera.^{11,20}

Sin embargo, se debe llevar un control estricto de la DM2 y sus complicaciones a través, de una nutrición adecuada, un control farmacológico eficaz, medidas higiénicas diarias y fisioterapia continua; comprobamos que el tratamiento multidisciplinario más la mezcla de ozono-oxígeno (ozonoterapia), asegura el éxito del tratamiento a corto plazo.²⁵

Se observó que los pacientes presentados en esta investigación y que presentaban como diagnóstico preliminar DM2, insuficiencia venosa periférica y úlcera crónica infectada por pie diabético, tuvieron éxito con el manejo integral y multidisciplinario, siendo la mejor opción para su tratamiento.

Se prescribió tanto para la DM2 como para la insuficiencia venosa periférica, un tratamiento farmacológico individualizado, para la DM2 según las cifras de glicemia se sugirió una dieta de 2000 kcal, medidas generales e higiénicas y de manera adyuvante la ozonoterapia prescrita bajo las dosis de la Declaración de Madrid¹³ en sus vías antes mencionadas: solución salina ozonizada, bolsa cutánea y aceite de olivo ozonizado 800mEqO₂- SanO₃ ®□, obteniendo así resultados favorables y visibles en la semana cuatro de tratamiento con una reducción en la glicemia (gracias a las propiedades antioxidantes, disminuyendo la resistencia a la insulina, propiciando una mejora en el ingreso de la glucosa intracelular),²¹ una disminución en el edema y en la secreción, el diámetro de la úlcera. Logrando una remisión total de los síntomas a la semana ocho de tratamiento (descrito de manera detallada en la presentación del caso). Ahmed M. Fathi 2012, describe que el uso de ozonoterapia tópica a través del aceite de olivo ozonizado, acelera el proceso de cicatrización gracias a su capacidad bactericida, a la inducción y expresión de factores de angiogénesis e inmunomoduladores y estímulo en la formación de la matriz cicatrizal, presentando en los pacientes una mejoría del 70% vs el grupo manejado sin ozonoterapia.²² Se ha reportado que tanto el uso tópico y parenteral de la ozonoterapia en el tratamiento de pie diabético como en cualquier tipo de úlceras necrotizantes infectadas, se induce la formación de óxido nítrico, un estado de hipercoagulabilidad, cambios metabólicos intracelulares induciendo la vasodilatación y el aumento de la concentración de oxígeno tisular, lo que favorece la cicatrización de las heridas.²³ En este trabajo se observaron resultados de remisión total de cuatro casos en ocho semanas, con la combinación tanto del tratamiento parenteral como local de ozonoterapia (aceite y bolsa),²⁴ sin presentar ningún efecto adverso en los pacientes por este tratamiento. Se han observado y comparado con otros manejos de procesos infecciosos severos, en donde la ozonoterapia reduce los efectos adversos que otros tratamientos provocan o que son propios de la enfermedad.²⁵

Conclusiones

Se ha observado en múltiples trabajos, que el uso de la mezcla ozono-oxígeno (ozonoterapia), es altamente eficaz en el tratamiento de úlceras crónicas infectadas independiente de la etiología; ya sea traumática, posicional o varicosa.^{12,26} En pacientes con DM2 con úlceras por pie diabético el uso de aceite ozonizado,^{27,25} solución salina ozonizada,^{28,25} y la bota cutánea,^{12,25} otorgan resultados favorables y sobre todo una pronta recuperación del miembro afectado, mejorando considerablemente la calidad de vida del paciente, evitando considerablemente la aparición de complicaciones derivadas de la amputación.¹¹ Nuestro equipo de trabajo propone que el paciente con diagnóstico de DM2 y úlcera por pie diabético, sea manejado de manera integral para obtener resultados favorables, mejorando su calidad de vida y logrando una reincorporación socio-laboral a corto plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schwartz, A. Manual de Ozonoterapia Clínica. Medizeus, Soluciones médicas. 189-203. (2017).
2. Mathers CD, L. D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. PLoS Med. 3–11 (2006).
3. Tirado, R. A. del C., López, J. A. F. & Tirado, F. J. del C. Guía de práctica clínica en el pie diabético. Arch. Med. 10, 1–17 (2014).
4. Caridad, M., Gamboa, R. & López, M. S. Evolución del pie diabético en los grados 4 y 5 de la clasificación de Wagner Evolution of the diabetic foot graded 4 and 5 in Wagner's classification scale. 18, 71–82 (2017).
5. Hernández-ávila, M., Gutiérrez, J. P. & Reynoso-noverón, N. Diabetes mellitus en México . El estado de la epidemia. 55, (2013).
6. Bolajoko, E. B., Mossanda, K. S., Adeniyi, F., Akinosun, O. & Fasanmade, A. O ORIGINAL ARTICLES Antioxidant and oxidative stress status in type 2 diabetes and diabetic foot ulcer. 98, 614–617 (2008).
7. Aumiller, W. D. & Dollahite, H. A. of diabetic foot ulcers. 28, (2015).
8. Frykberg, R. G. Diabetic foot ulcers: Pathogenesis and management. Am. Fam. Physician 66, 1655–1662 (2002).
9. Yudit, D., García, G., Elsa, L., Lao, H. & Hernández, L. A. Educación terapéutica en diabetes en pacientes con una primera amputación por pie diabético Therapeutic education on diabetes for patients with first amputation caused by diabetic foot. 17, 36–43 (2016).
10. Baena, B. M. & Álvarez, T. M. clínica de la diabetes mellitus Algoritmo diagnóstico y terapéutico del paciente diabético intervenido quirúrgicamente. 53, 48–55 (2006).
11. Izadi, M., Jafari, N. J., Hosseini, M. S. & Saafaat, O. Therapeutic effects of ozone in patients with diabetic foot ulcers : review of the literature . 28, 7846–7850 (2017).
12. Prasham Shah, Ashok K Shyam, S. S. Adjuvant combined ozone therapy for extensive wound over tibia. 45, (2011).
13. International Scientific Committee of Ozone Therapy. Madrid Declaration on Ozone Therapy. 2th ed. Madrid: ISCO3; ISBN 978-84-606-8312-4; 2015
14. Review, C., Communication, S. & Principles, G. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. J. Int. Bioéthique 15, 124 (2004).
15. J. Apelqvist, K. Bakker, W.H.van Houtum, M.H. Nabuurus-Franssen, N. C. S. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot. 16, 84–92 (2000).
16. A. Korzon-Burakowska & P. Dziemidok. Diabetic foot - the need for comprehensive multidisciplinary approach. Ann. Agric. Environ. Med. 18, 314–317 (2011).
17. Bowering, C. K. Diabetic foot ulcers. 47, 1007–1016 (2001).
18. JAVIER TÉBAR MASSÓ & GÓMEZ, Y. J. G. clínica de la diabetes mellitus Algoritmo diagnóstico y terapéutico del paciente diabético intervenido quirúrgicamente. 53, 48–55 (2006).
19. SECRETARIA DE SALUD Secretarías de Salud de los estados de: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo L., Y. y Z. S. de S. del D. F. C. de V. E. D. G. de R. de los S. de S. D. G. A. de E. D. G. de S. R. D. G. et al. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994 , Para la prevención , tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994 , Para la prevención , tratamiento y control. in Diario Oficial de la Federación (2001).
20. Liu, J. et al. Ozone therapy for treating foot ulcers in people with diabetes (Review). (2015). doi:10.1002/14651858.CD008474.pub2.www.cochranlibrary.com
21. Martínez-Sánchez, G. et al. Therapeutic efficacy of ozone in patients with diabetic foot. Eur. J. Pharmacol. 523, 151–161 (2005).
22. Taylor, P. et al. Ozone : Science & Engineering : The Journal of the International Ozone Association Ozone Therapy in Diabetic Foot and Chronic , Nonhealing Wounds Ozone

Therapy in Diabetic Foot and Chronic , Nonhealing Wounds. 37–41
doi:10.1080/01919512.2012.718700

23. Monte, A. De, Der Zee, H. Van & Bocci, V. Major Ozonated Autohemotherapy in Chronic Limb Ischemia with Ulcerations. *J. Altern. Complement. Med.* 11, 363–367 (2005).

24. Kulikov AG , Turova EA , Shcherbina TM, K. O. Efficacy of different methods of ozone therapy in vascular complications of diabetes mellitus. *Vopr. Kurortol. Fizioter. Lech. Fiz. Kult.* 5, 17–20 (2002).

25. IK, G. Criteria for intoxication in the evaluation of severity of endotoxiosis, the efficiency of ozone therapy and traditional treatment in patients with diabetes mellitus complicated by pyonecrotic lesions of the lower extremities. *Klin. Lab. Diagn.* 6, 21–3 (2008).

26. Monte, A. D. E. & Gori, C. Major Ozonated Autohaemotherapy in the Treatment of Limb Ulcers not Responding to Conventional Therapy. 85–98 (2011).

27. Kim, H. S. et al. Therapeutic Effects of Topical Application of Ozone on Acute Cutaneous Wound Healing. 368–374 (2009). doi:10.3346/jkms.2009.24.3.368

28. Schwartz, D. A. Solución Salina Ozonizada (SSO3): Fundamentos Científicos. 6, 111–120 (2016).