

VALOR DE LA OZONOTERAPIA EN EL TRATAMIENTO DEL PIE DIABETICO NEUROINFECCIOSO

• N. Velasco, S. Henández, \* J.F. Hontequin, H. Gómez, \* B. Lima,  
J.A. Hontalvo, W. Díaz\* y L. Eng\*

INSTITUTO NACIONAL DE ANGIOLOGIA Y CIRUGIA VASCULAR  
Y • CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

RESUMEN. Se hizo un estudio en 47 pacientes diabéticos portadores de un Pie Diabético Neuroinfeccioso, los que fueron distribuidos de forma aleatoria en tres grupos para aplicarles distintos procedimientos terapéuticos y comparar entre si los resultados obtenidos. Al grupo 1 se les aplicó ozonoterapia por distintas vías, al grupo 2 se le suministró azúcar y el grupo 3 fue tratado por los métodos habituales de tratamiento, antibióticos en pomada, por vía oral, intramuscular o endovenosa. Se observó que con la ozonoterapia se obtuvieron los me

jores resultados en cuanto al menor tiempo de estadía, hasta lograr la cicatrización. Las diferencias fueron estadísticamente significativas al comparar los resultados con los correspondientes a los grupos tratados con azúcar y con antibióticoterapia. La cicatrización de las lesiones en este último caso, fue menos efectiva.

#### INTRODUCCION

La ozonoerapia se utilizó por primera vez durante la Primera Guerra Mundial en la desinfección de heridas, pero debido a su gran reactividad se le dejó de usar ya que solía atacar los conductos por donde circulaba. No fue hasta 1958, en que se desarrolla la industria del plástico cuando toma de nuevo importancia.<sup>1</sup>

El ozono se obtiene a partir del oxígeno puro mediante una descarga eléctrica silente.<sup>2</sup> En este proceso se alcanzan distintas concentraciones que pueden oscilar entre 0,05 hasta 5 % en volúmenes. Este gas posee un tiempo de vida media de alrededor de 40 min, a la temperatura de 20 °C. En estas condiciones se descompone con liberación de oxígeno.

El ozono posee dos propiedades importantes que lo hacen útil en el campo de la Medicina, su gran poder germicida<sup>3-4</sup> y su efecto beneficioso sobre la circulación sanguínea.<sup>6</sup> Comúnmente se observa bajo su efecto, un incremento del tejido de granulación y por último el de epitelización, lo que favorece la cicatrización de las lesiones. Se sabe que el ozono es capaz de modificar las propiedades reológicas del eritrocito, haciéndolo más deformable, lo que facilita su función.<sup>6</sup>

Otras sustancias han sido utilizadas en el tratamiento de estas lesiones, entre otras, las pomadas antibióticas. También se conoce el empleo del azúcar con este fin,<sup>7</sup> así como la melaza de la caña de azúcar.

El azúcar y la miel han sido utilizados además, como preservadores de alimentos.<sup>7-s</sup> Herzage y col.<sup>10,11</sup> aplicaron la sacarosa en el tratamiento de heridas infectadas y atribuyeron su poder bactericida al descenso en los valores de la actividad del agua.

Cuando se colocan las bacterias en un medio hiperosmolar, comienzan a eliminar agua, concentrando dentro de sí aminoácidos y sales. Si esta acción se **mantiene, entonces se produce un cambio en su morfología, lo que se conoce como plasmólisis.** Este proceso trae consigo que cese su actividad vital, ya que todas las formas de vida requieren agua para su crecimiento.  $t_{O} = a \cdot 10^{clmlen}$

Por ser el pie diabético neuroinfeccioso una importante complicación en estos enfermos y teniendo en cuenta la importancia de los efectos antes mencionados, se decidió hacer un estudio comparativo entre el uso del ozono, el azúcar y los procedimientos habituales para curar lesiones del pie diabético.

**MATERIALES Y METODOS**

Se hizo un estudio en 47 pacientes de ambos sexos (22 masculinos y 35 femeninos) portadores de un pie diabético neuroinfeccioso, con una edad promedio 57 años  $\pm$  11 años, los cuales han presentado la diabetes por un término de 17 años  $\pm$  8 años (Tabla I). Estos casos fueron distribuidos de forma aleatoria en tres grupos y tratados por diferentes procedimientos.

TABLA I  
**Análisis según el sexo, edad, tiempo de conocida la diabetes y el tratamiento utilizado**

Tratamiento	N	M	F	Edad (años)	Rango	Tiempo como portador de la diabetes (años)
Grupo I (ozonoterapia)	16	8	8	57 $\pm$ 12	36-75	17 $\pm$ 10
Grupo II (azúcar)	16	8	8	60 $\pm$ 11	36-75	14 $\pm$ 7
Grupo III (antibiótico- -terapia)	15	6	9	55 $\pm$ 12	25-69	18 $\pm$ 8
Total	47	22	25	57 $\pm$ 11	25-75	17 $\pm$ 8

Los resultados se expresan como: X  $\pm$  DE

NS

**Grupo I:** Constituido por 16 pacientes, (8 masculinos y 8 femeninos), con una edad promedio de 57 años  $\pm$  12 años y portador de la diabetes por 17 años  $\pm$  10 años. Estos pacientes fueron tratados con la mezcla de ozono/oxígeno aplicada por distintas vías:

**Local:** Lavado con agua ozonizada y tratamiento posterior utilizando bolsas plásticas que contenían ozono a una concentración de 80 a 90 g/mL diariamente. El pie lesionado se introduce en la bolsa, se sella con esparadrapo, se retira el aire dentro de ella mediante una bomba de vacío y se llena con la mezcla ozono/oxígeno. Se mantiene el contacto directo de la mezcla gaseosa con la lesión durante 2 h. El ozono empleado fue obtenido en un equipo OZOMED producido por el Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Cuba.

Una vez que la bolsa ha sido retirada se aplica sobre la lesión, aceite de girasol ozonizado, el cual presenta un índice de peróxido de 500.

**Intra-arterial:** Se canalizó la femoral y se administraron lentamente 20 mL de la mezcla gaseosa ozono/oxígeno a una concentración de 30 g/mL. Se realizaron entre 3 y 5 aplicaciones de esta mezcla en días alternos.

**Autohemoterapia:** Se extrajeron 200 mL de sangre venosa del paciente, la que se colectó en frascos estériles que contenían ACD como anticoagulante, se ozonizó la sangre con 50 mL de dicha mezcla gaseosa a una concentración de 50 g/mL transfundiéndose inmediatamente. Se realizaron entre 3 y 5 aplicaciones del gas en días alternos.

Grupo II: Constituido por 16 pacientes (8 masculinos y 8 femeninos) con una edad promedio de 60 años  $\pm$  11 años y portador de la diabetes por 14 años  $\pm$  7 años (Tabla I). Fueron tratados con azúcar de caña, la que se aplicó sobre la lesión una vez al día, cubriéndola completamente y manteniéndola en contacto con ella durante 24 h .

Grupo I: Constituido por 15 pacientes (6 masculinos y 9 femeninos) con una edad promedio de 55 años  $\pm$  12 años y portador de la diabetes por 18 años  $\pm$  8 años (Tabla I). Otro grupo fue tratado por los métodos convencionales, utilizando antibióticos por distintas vías: oral, parenteral y endovenosa. Además de aplicar tópicos en forma de pomadas.

Los grupos fueron comparables en sexo, edad y tiempo de padecimiento de la diabetes.

Los 3 grupos recibieron al inicio y cada vez que fue necesario, tratamiento quirúrgico menor, consistente en la resección de tejidos necrosados. Fueron excluidos del estudio aquellos pacientes que requirieron una amputación mayor desde el inicio del tratamiento.

Los grupos I y II no recibieron antibióticos por ninguna vía. En estos casos sólo se aplicó el tratamiento respectivo de acuerdo con la distribución aleatoria utilizada.

El criterio de clasificación BUENO fue utilizado cuando se obtuvo un tejido de granulación óptimo para colocarle un injerto de piel y no fue necesario otro tipo de cirugía y MALO cuando se obtuvo o no un buen tejido de granulación y fue necesario realizar otro tipo de cirugía (amputación mayor o menor). Se llevó a cabo un análisis de varianza para conocer las posibles diferencias entre los grupos y posteriormente, una prueba Duncan para determinar entre cuáles grupos se presentaban las diferencias.

#### RESULTADOS

En la Tabla II se muestran los resultados correspondientes a cada tratamiento.

TABLA II  
*Análisis de los resultados según el tratamiento utilizado*

Tratamiento	Pacientes	Bueno		Malo	
		N	%	N	%
Grupo I (ozonoterapia)	16	15	93.8	1	6.2
Grupo II (azúcar)	16	13	81.3	3	18.7
Grupo III (antibiótico-terapia)	15	10	66.7	5	33.3
Total	47	38	80.9	9	19.1

Análisis de varianza

Prueba de Duncan I vs II  $p < 0,05$ ; I vs III  $p < 0,05$ ; II vs III NS

De los 47 pacientes tratados con diferentes procedimientos 38 (80,9 %) evolucionaron bien y 9 (19,1 %) mal.

Del grupo tratado con ozono, J (93,8 %) evolucionaron bien, y sólo 1 evolucionó mal (6,2%). Del grupo tratado con azúcar 13 (81,3%) evolucionaron bien y 3 (18,7%) mal. Del grupo control, los tratados por métodos convencionales 10 (66,7 %) evolucionaron bien, y 5 (33,3 %) mal.

Hubo diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los resultados obtenidos entre los grupos ozono-control y ozono-azúcar, mientras que no las hubo entre los tratados con el azúcar y los controles.

En la Tabla 111 se muestra la estadía hospitalaria hasta la cicatrización de las lesiones, según el criterio asumido. Los casos tratados con ozono ;we, ;entaron la menor estadía (15 d ± 5 d), le siguieron los tratados con azúcar (19 d ± 6 d) y por último, los tratados por los métodos convencionales (22 d ± 9 d). Sólo se encontraron diferencias significativas entre el grupo de ozonoterapia y el control.

TABLA III

Análisis de la estadía hospitalaria hasta la cicatrización de las lesiones según tratamiento utilizado

Tratamiento	Pacientes	Estadía (d)
Grupo I (ozonoterapia)	16	15 ± 5
Grupo II (azúcar)	16	19 ± 6
Grupo III (antibiótico-terapia)	15	22 ± 9

$\bar{X} \pm DE$

Análisis de varianza

Prueba de Duncan I vs II NS; I vs III p < 0,05; I vs III NS

#### DISCUSION

El ozono posee dos propiedades importantes que lo hacen útil en el campo de la medicina, su gran poder germicida<sup>2,3</sup> y su efecto sobre la hemorreología<sup>9</sup>

Aplicado en las lesiones se observa una tendencia al incremento del tejido de granulación, y por último el de epitelización. Su mecanismo de acción se produce al reaccionar el ozono con los ácidos insaturados de la capa fosfolipídica presente en la membrana de los eritrocitos para dar lugar a una serie de peróxidos de cadena corta y de carácter hidrofílico. La célula infectada produce como función defensiva peróxido de hidrógeno, de forma tal que no soporta más peróxidos formados y la célula se destruye o que los nuevos peróxidos introduzcan un efecto sinérgico destruyendo los microorganismos que han penetrado a la célula. Todo esto explica su poder germicida.

Su efecto sobre la hemorreología se obtiene mediante la inyección intravascular de la mezcla del gas ozono/oxígeno, usando concentraciones pequeñas. En estas condiciones actúa sobre el eritrocito haciéndolo más elástico. De

esta forma éste puede deformarse más fácilmente, lo cual le facilita oxigenar mejor los tejidos. En esto anterior, <sup>adica</sup> posiblemente su efecto sobre el tejido de granulación en las lesiones.

Estos criterios podrían explicar los buenos resultados que se obtienen con la aplicación de la ozonoterapia.

En el grupo tratado con azúcar, los resultados fueron inferiores a los correspondientes al tratado con ozono, lo que pudiera explicarse porque tiene efecto germicida <sup>10</sup> solamente, produciendo un aumento en la cantidad de macrófagos en la lesión y que por acción de uno de ellos, la misma se "limpia".

El incremento de la actividad de los macrófagos aumenta los fibroblastos y eleva la formación de colágeno, creando una cicatriz más sólida y resistente. Por último, el azúcar forma una capa protectora en la superficie de la herida cuya naturaleza es de origen proteico. Este análisis pone de manifiesto las **causas por las cuales se obtuvieron mejores resultados en el grupo que recibió la ozonoterapia.**

**Aunque ambos son germicidas en el caso del azúcar no se ha descrito que posea algún efecto hemorreológico como lo presenta el ozono. En la práctica, las** en lesiones tratadas por este último, se encontró un tejido de granulación que crecía mucho más rápido y era más efectivo que con los otros procedimientos.

La estadía hospitalaria más larga, así como el mayor número de fracasos se presentó en los casos tratados mediante los métodos convencionales. En este caso, al parecer los antibióticos utilizados por las distintas vías, de acuerdo con las normas establecidas para su uso, no fueron tan eficaces en el tipo de lesión tratada en el pie diabético neuroinfeccioso.

#### CONCLUSIONES

El tratamiento con la mezcla del gas ozono/oxígeno, resultó el más efectivo en cuanto a menor tiempo de estadía en alcanzar el resultado, por lo que se **recomienda su empleo en el pie diabético neuroinfeccioso.**

El tratamiento con azúcar del pie diabético neuroinfeccioso constituye **una buena alternativa en aquellos casos en que se carezca de los medios necesarios** para la obtención y utilización de la mezcla gaseosa ozono/oxígeno.

El tratamiento convencional aplicando antibióticos mostró la menor efectividad en el estudio realizado.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Rilling S. *OzoNachrichten*, 2, Heft 2, 27, 1983.
1. Viebahn R. *OzoNachrichten*, 2, Heft 3, 50, 1983.
2. Snyder E. and Chang W. *Aquatic Applications of Ozone* W.J. Blogas. Lanski and R.G. Rice, Editors (Norwalk, C.T., Internat. Ozone Assoc., 2 542, 1975
3. Sweet F., Kac M.C., Lee S.C., Hagar W.L. and Sweet W. *Science*, 202, 931, 1980.

4. *Washóttl J., Rokitansky O. and Viebahn R.* Kongress der österreichischen arztlichen gesellschaft für ozontherapie, 1980.
  5. *Rokitanski O.* Hospitalis, 52, 10, d82.
  7. *Herszage L.* Boletín de la Sociedad Argentina de Cirujanos, 41, 21 y 315, 1980.
  8. *Cackerosky A.S.* Tratamiento experimental de conjuntivitis a pseudomona con solución de sacarosa. Segunda sesión ordinaria de la Sociedad Argentina de Oftalmología, 1985.
  9. *Herszage J.* Gaceta Medica 91, 31, 1984.
  10. *Chirife J.* The Lancet, March 6, 1983.
-