

EQUIPO DE TERAPIA EN BASE A DIODOS EMISORES DE LUZ INFRARROJOS

E. Purón, A. Fontela, M. Purón, M. Corbo
Universidad de la Habana
San Lázaro y L, Vedado, Ciudad Habana, 10400, Cuba
epuron@ff.oc.uh.cu

RESUMEN

Los diodos emisores de luz infrarroja generan luz no coherente. En base a ellos se diseñó y construyó un equipo, FOTOTER, el cual ha sido aprobado por la oficina de Equipos Médicos del MINSAP, con registro número 79IOB. Se presenta su aplicación en fotobiología y estomatología. Este equipo tiene la cualidad de ser más económico que otros que usan luz coherente (laser) y se ha encontrado una acción biomédica similar. Se presentan los resultados obtenidos en diversas patologías estomatológicas y las deformaciones producidas sobre el eritrocito humano. El comportamiento encontrado en el eritrocito humano se explica analizando la distribución que se propone para los lípidos en la membrana eritrocitaria, suponiendo que los lípidos de configuración cilíndrica ocupan la parte central del mismo y las configuraciones de cono y cono invertido la zona de la periferia, haciendo que esta zona sea más fluida que la central y se produzca así la deformación dentada encontrada. Los resultados obtenidos en las patologías dentales están acorde con los reportados en la literatura para terapia utilizando laser de baja potencia.

Palabras clave: *fototerapia, diodos electroluminiscentes (LED), eritrocito, patología dental.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace mucho la luz ha sido utilizada en Medicina con éxito. Hay una acción estimulante en todo el organismo y se ha reportado en muchos estudios que la actividad celular se incrementa en condiciones de iluminación, encontrándose también una dependencia con el color de dicha luz [18].

Se puede afirmar que existe en el organismo vivo una función fotorreguladora a partir de ciertos fotorreceptores (moléculas de fermentos de variadas morfologías) que se encuentran distribuidos a lo largo de todas las células del organismo interviniendo éstas en el metabolismo celular sin la presencia de la luz, pero al incidir sobre ellas una radiación de determinada longitud de onda, son capaces de absorber los fotones y transformar la actividad funcional y metabólica de las células. En la literatura tanto nacional como internacional queda demostrado que el láser de baja potencia proporciona esta energía capaz de esta función fotorreguladora, interfiriendo o acelerando procesos metabólicos celulares [4].

Con frecuencia estos efectos estimulativos de la irradiación se explican por la coherencia del laser actuando sobre el tejido biológico. Este argumento actualmente no es convincente [14] y el propósito del presente trabajo es describir las experiencias obtenidas en algunas patologías estomatológicas y células humanas irradiadas con LED IR (infrarrojo) de GaAs.

2. METODOLOGÍA

Para el estudio estomatológico fueron utilizados 360 pacientes, hombres y mujeres, entre 18 y 69 años de edad, los cuales presentaron signos y síntomas de las siguientes patologías: alveolitis seca y fungosa, disfunción de la articulación temporomandibular, estomatitis aftosa recurrente, hiperplasia dental, hiperestesia neuralgia del trigémino y trismo. Estas patologías fueron debidamente diagnosticadas. El tiempo de aplicación para cada una de ellas fue escogido en base a la literatura consultada referente al laser de baja potencia según las referencias [6], [8], [15], [17]. Se irradió la piel limpia poniendo directamente en contacto el puntero sobre los llamados puntos *trigger*, como el la disfunción temporomandibular y en la neuralgia trigeminal, debido a la divergencia del haz [3], en las mucosas o encima de heridas como en las aftas y en la alveolitis el aplicador se mantiene alejado por 2-3 milímetros de distancia.

La sepsis del puntero se realiza con solución antiséptica tradicional.



Fig. 1. Vista del equipo de terapia que utiliza diodo emisor de luz infrarroja en el puntero de aplicación.

Para el estudio celular con el eritrocito, se hace incidir la radiación luminosa sobre la sangre de 242 donantes sanos, obtenida por extracción utilizando un anticuagulante apropiado, respetando un testigo de las extensiones sin irradiar. La sangre extraída se coloca en cantidad de un mililitro en frascos de petri para ser irradiada siempre a una distancia fija. Se utilizó para el conteo un microscopio Leitz con un objetivo de 100/1.25 y un campo visual de $3,14 \times 10^4 \text{ mm}^2$. El contenido de hemoglobina de toda la sangre y el plasma fue determinado por el método de Drabkin antes de la exposición. Se estudió la reversibilidad del proceso.

El equipo empleado en ambos experimentos se muestra en la Fig. 1.

3. RESULTADOS

En la Tabla I aparece el comportamiento de las distintas patologías estomatológicas tratadas en los 360 pacientes.

Tabla I

Número de sesiones para lograr alivio del dolor y mejora de los síntomas según las patologías tratadas.

	N	T	S	A
As	96	5	4	95
Af	166	3	2	166
ATM	33	5	10	33
Hd	13	3	3	13
Ea	24	3	3	24
Hp	16	3	4	13
Nt	8	5	12	8
T	4	5	3	4

Las patologías tratadas aparecen en las filas: As - Alveolitis seca, Af - Alveolitis fungosa, ATM - Disfunciones temporomandibulares, Hd - Hipertesia dentinaria, Ea - Estomatitis aftosa recurrente, Hp - Hiperplasia inflamatoria del paladar, Nt - Neuralgia trigeminal, T - Trismo. Los resultados obtenidos están tabulados en las columnas: N - número de pacientes tratados, T - tiempo de tratamiento por sesión (min), S - número de sesiones, A - número de pacientes aliviados.

En la Fig. 2 se muestra la secuencia de deformación en los eritrocitos irradiados. En las Tablas II y III están tabulados los resultados de las deformaciones eritrocitarias después de irradiar con un laser de 904 nm y 7 mW de GaAs y con un diodo LED IR de GaAs de 940 nm y 6 mW.

Para el eritrocito se encuentra las deformaciones típicas ya estudiadas, crenación (C), espículas (S) y pilas de monedas (Pc), reportadas en hematología para diversas patologías clínicas [13].

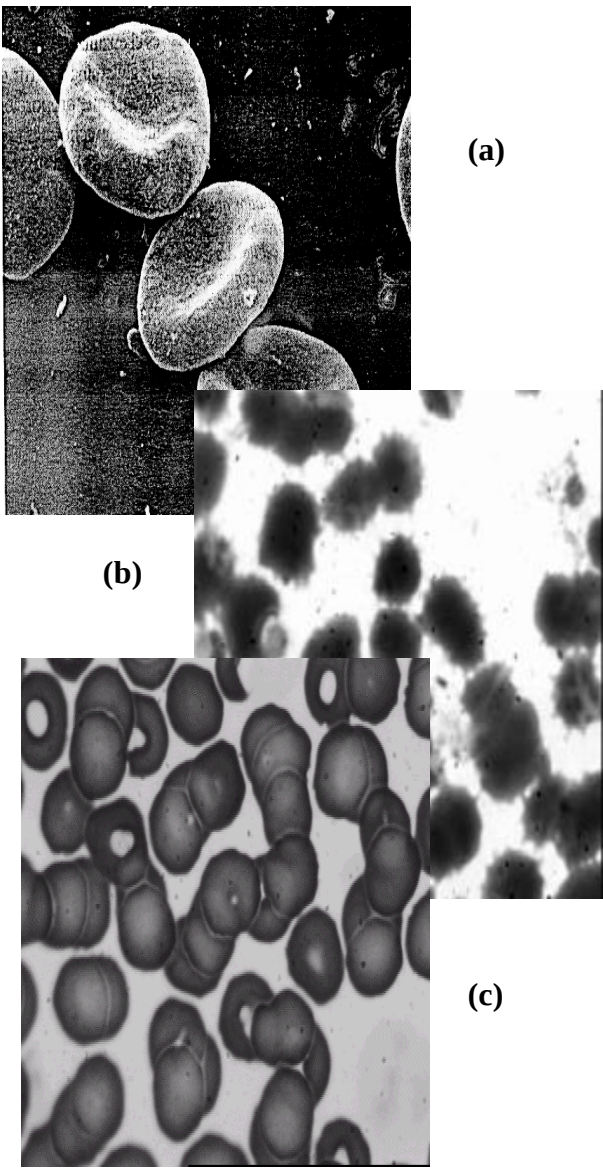


Fig. 2. (a) Eritrocitos sin irradiar. (b) Eritrocitos irradiados con tiempos menores de 15 min. (c) Eritrocitos irradiados por 30 min.

Tabla II

Resultados con un LED IR de GaAs (940 nm, 6 mW)
T - tiempo de exposición (min), E - Energía luminosa J/cm^2 , las restantes corresponden al conteo de las diferentes deformaciones: crenación (C), espículas (S) y pilas de monedas (Pc).

	E	C	S	Pc
1	1.8	0	0	0
2	3.6	0	0	0
3	5.4	0	0	0
3.5	6.3	< 1	0	0
3.75	6.75	1	0	< 1
4	7.2	3	0	1
5	9	3	0	2
10	18	4	0	2
15	27	15	0	4
20	36	3	0	8
25	45	200	0	16
30	54	100	0	30

Tabla III

Resultados con un laser de GaAs (904 nm, 7 mW)

T – tiempo de exposición (min), E – Energía luminosa J/cm², las restantes corresponden al conteo de las diferentes deformaciones: crenación (C), espículas (S) y pilas de monedas (Pc).

T	E	C	S	Pc
0.18	0.2	0	0	0
0.33	0.4	0	1	0
0.5	0.6	0	1	0
0.75	0.9	0	0	0
1	1.2	0	1	0
1.5	1.8	0	0	0
2	2.4	0	0	0
3	3.6	0	2	0
6	7.2	20	5	0
10	12	100	5	6
15	18	200	20	8
20	24	300	40	10

4. DISCUSIÓN

Comparando los resultados de la Tabla I con la literatura se obtiene lo siguiente:

Alveolitis: Los resultados coinciden con Escola [5] que irradia con láser HeNe y Takeda [16] que irradió con láser de GaAs y que obtuvieron alivio total del dolor, proliferación de fibroblastos y formación de tejidos de granulación.

Disfunciones Temporomandibulares: Nuestros resultados son similares a los encontrados por Kats [9] e Ivanov [7] que irradian tanto con HeNe con GaAs y obtienen alivio total del dolor entre 10 -11 sesiones y 7 - 14 sesiones respectivamente.

Hiperestesia dentinaria: Lukashevich [12] aplicando HeNe obtiene efecto analgésico, basándose en la disminución de la actividad bioeléctrica de los receptores del dolor, en el presente trabajo se concluye que con las sesiones reportadas se alivia la patología tratada.

Estomatitis aftosa recurrente: Siguiendo orientaciones de la literatura consultada Lapidus [11] y Alexandrov [1], trataron con láser de HeNe esta afección obteniendo reducción del dolor, las molestias e inflamación rápidas. Tratadas con el equipo FOTOTER se obtienen idénticos resultados de recuperación rápida.

Hiperplasia inflamatoria del paladar: En la literatura consultada no se encontró tratamiento de láser-terapia para esta patología estomatológica, lo cual nos impide hacer una comparación de la efectividad del método con tratamiento con luz. Pero con respecto al tratamiento convencional si se puede decir que hay disminución los días de evolución de las mismas, al igual que se elimina el uso de medicamentos.

Neuralgia Trigeminal: En la literatura consultada con láserterapia de HeNe, también en combinación con tratamientos farmacológicos (carbamacepina) se obtuvo al tercer día de haber iniciado la terapia alivio del dolor, y a los diez días se eliminaron las crisis algicas [17]. Esto se fundamenta en investigaciones realizadas [12] dónde se comprueba que la láserterapia con HeNe tiene exito-

so efectos analgésicos sobre la neuralgia trigeminal al estabilizar las estructuras de las membranas celulares disminuyendo la actividad bioeléctrica de los receptores del dolor.

También Benedicenti [2] en estudios realizados sobre diez pacientes, a los que aplicó láserterapia de GaAs, las crisis algicas comenzaron a disminuir en tres casos a partir de la segunda aplicación, en cuatro casos a partir de la quinta y a partir de la décimo segunda aplicación en tres casos.

Analicemos ahora la interacción de la luz no coherente, LED IR de GaAs, como la coherente, láser de GaAs cuyos resultados se presentan en las tablas II y III respectivamente. En ambas puede observarse un valor de energía inicial para el inicio de la deformación eritrocitaria que corresponde en ambos casos a la crenación, obteniéndose para esta magnitud un valor de 7,25J/cm², tanto para el láser como para el LED. También debe señalarse que no hay deformación espicular cuando se irradia con luz no coherente al eritrocito humano.

Dado que se conoce que los lípidos son los responsables de la flexibilidad y fluidez de la membrana y que experimentalmente se arreglan de acuerdo a una configuración espacial y según el radio de curvatura del eritrocito, entonces las zonas de mayor radio de curvatura estarán ocupadas por lípidos de configuración cilíndrica y zonas con menor radio de curvatura serán ocupadas por lípidos con configuración cónica y cono invertido [10].

Consecuentemente la región de la periferia es más fuída que la región central, luego será esta la región más deformada cuando se aumenta la frecuencia del movimiento de flip-flop con la presencia de la luz.

5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha tratado de demostrar que no es la coherencia de la luz la magnitud responsable en la interacción con el tejido biológico, ya que tanto en la terapia como en los efectos a nivel celular se ha encontrado un resultado similar.

Se ha aplicado terapia luminosa con el equipo FOTOTER a diversas patologías estomatológicas a 360 pacientes con resultados satisfactorios. Se reporta que existe para el eritrocito humano una energía umbral de deformación que no depende de la coherencia de la luz con un valor de 7.25 J/cm². También se puede observar que la deformación de incrementa con el aumento del tiempo de irradiación. El cambio de la forma del eritrocito no es reversible .

Se comprueba que con el uso de esta nueva modalidad de terapia con luz no coherente, es posible la sustitución de fármacos y de equipos más costosos en diversas patologías estomatológicas donde se han logrado resultados terapéuticos muy promisorios, por lo que se considera que la utilización de esta nueva modalidad de fototerapia constituye una alternativa más de tratamiento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la colaboración del Ministerio de Salud Pública, Instituto de Materiales y Reactivos de la Universidad de La Habana y la colaboración de R. Homs.

REFERENCIAS

Las referencias se citarán siguiendo el formato empleado en las publicaciones del IEEE, ejemplo de lo cual se muestran las siguientes.

- [1] M. T. Alexandrov, "Láser HeNe en el tratamiento de las enfermedades en la mucosa oral", *Stomatologiya (Mosk)*, vol. 56(4), pp. 18-21, 1977.
- [2] A. Benedicenti, et al, "Valoración radioinmunológica del nivel de beta endorfina en el líquido cefaloraquídeo antes y después de irradiar con luz láser 904 nm en la neuralgia del trigémino", *Inv. Clin. Laser*, vol. 3, 1984.
- [3] M. Corbo, "Láserterapia en el síndrome dolor disfunción temporomandibular", Trabajo para optar por el título de Especialista de 1er. grado en Prótesis Estomatológica, C. Habana, 1991.
- [4] A. Díez de los Ríos, et al, "Estudio de la absorción de la radiación láser HeNe y GaAs por los tejidos biológicos", *Inv. Clin. Laser* vol. 4(3), pp. 98-101, 1987.
- [5] Escola, et al "Contribución al estudio ultraestructural de tejidos gingivales irradiados con soft-laser Helio Neón", *Rev. Actual. Estom. Española*, pag. 35-40, 1987.
- [6] F. J. García, J. Morros, "La reumatología y la aplicación del láser de baja potencia dentro de la multiterapia usada en la especialidad", *Bol CDL*, vol. 15-16, pp. 25-30, 1988.
- [7] A. S. Ivanov, et al, "Effects of helium neon laser radiation on the course of T. M. Joint pain arthritis and arthroses", *Stomatologiya Mosk*, vol. 64(1), pp. 81-83, 1985.
- [8] V. Jiménez López, "El láser en el tratamiento de las disfunciones de la articulación temporomandibular", *Rev. Actua. Estom. Esp.*, vol. 46(355), pp. 35-40, 1986.
- [9] A. G. Kats, et al, "Use of lasertherapy in nonspecific inflammatory processes of T. M. Joint", *Stomatologiya Mosk*, vol. 62(5), pp. 42-45, 1983.
- [10] M. E. Lanto Ruíz, C. Alvarez Valearcel, P. Pérez Alvarez, A. A., Boldirev, S. V. Kotelevtesev, "Introducción al estudio de biomembranas", Univ. Habana, pp. 72, 1990.
- [11] E. Y. Lapidus, "Experiencia en la utilización de la irradiación con láser HeNe en algunas enfermedades estomatológicas", *Stomatologiya (Mosk)*, vol. 65(4), pp. 72-75, 1986.
- [12] I. G. Lukashevich, "Utilización del láser HeNe en el dolor facial", *Stomatologiya Mosk*, vol. 64(1), pp. 55-57, 1982.
- [13] W. R. Platt, "Atlas de hematología", *Ed. Rev.*, pp. 186-188, 1982.
- [14] E. Purón, M. Corbo, M. Purón and S. López, "Biological effects of no coherent and no polarized light of GaAs on human erythrocytes", in *Effects of Low-Power Light on Biological Systems II*, Karu, T. and Young, A., Editors, *Proc. SPIE* vol. 2929, 138-145, 1997.
- [15] J. A. Saasand, "Light dosimetry in tissues", *Laser Med. Surg.* vol. 26-28, jun 1985, ed Galloti Menduzzi, pp. 149-153, 1986.
- [16] Y. Takeda, "Irradiation effect of low energy laser on alveolar bone after tooth extraction", *J. Oral Max. Fac. Surg.*, vol. 17, pp. 388-391, 1988.
- [17] C. Valiente Zaldivar, J. C. Paredes, "Láserterapia en la neuralgia trigeminal, Informe preliminar", *Rev Cubana de Estomat.* vol. 27(2), pp. 166-171, abril-junio 1990.
- [18] G. M. Velez, "Comportamiento de la luz en la interacción con los tejidos en especial el laser de baja potencia", *Bol. CDL*, No.15-16, enero 1988.

AN EQUIPMENT FOR THERAPY WITH LIGHT EMITTING DIODES

ABSTRACT

LEDs generate no-coherent light. An equipment was designed and built, FOTOTER, which was approved by Cuban National Health Office (registration No. 79IOB). We will present its application in Dentistry and Photobiology, obtained by a group of specialists. Our equipment is cheaper than other commercial ones, such as laser, having the same biomedical action. The present report describes the experiences for the treatment for some buccal diseases and the interaction of this light with the human erythrocytes. We believe that the deformation of the erythrocytes are caused by the differences between the moment of inertia of the lipid configuration on the membrane of the cell. Results for therapy in Dentistry was practiced to 360 patients that presented pain on buccal diseases or facial structures and disorders of buccal tissues . All of these results are in accord with the international references.