

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

## Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia en la reparación hística

### *Biological effects of low-power laser radiation in tissue repair*

María Isela Garrigo<sup>1</sup>, Carolina Valiente Zaldívar<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Clínica Estomatológica. "Antonio Maceo". La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Hospital Clínicoquirúrgico "10 de Octubre". La Habana, Cuba.



**Citar como:** Garrigo MI, Valiente-Zaldívar C. Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia en la reparación hística. Rev Cubana Estomatol. 1996;33(2):108-13

#### RESUMEN

Se realiza una revisión bibliográfica sobre la literatura de los últimos 10 años, de investigaciones experimentales y clínicas sobre los efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia en la reparación hística. Los posibles mecanismos de acción al nivel celular, en la producción de sustancia colágena, sobre las fibras colágenas, elásticas y vasos sanguíneos, su acción sobre la regeneración de fibras nerviosas y la cicatrización de tejido óseo.

**Palabras clave:** laser; uso terapéutico; efectos de la radiación; regeneración nerviosa; regeneración osea.

#### ABSTRACT

A review of the literature from the last 10 years is made taking into account the experimental and clinical investigations carried out about biologic effects of low intensity laser irradiation on tissue repair, as well as the possible mechanisms of action at cellular level in the production of collagen, the effect on collagen and elastic fibers, and blood vessels, its action on the regeneration of nerve fibers and the healing of bone tissue.

**Keywords:** laser; therapeutic use; radiation effects; nerve regeneration; bone regeneration.

#### INTRODUCCION

Se entiende por regeneración, la sustitución de los tejidos dañados o muertos por otros nuevos con la misma función. Se limita a la sustitución de células especializadas y su estroma, soporte y vascularización.

La reparación es la sustitución de los tejidos lesionados por proliferación de los que sobreviven en la zona, tanto especializados como no especializados.

La regeneración varía en cada tipo de tejido y la sustitución de tejido especializado depende de la extensión de la lesión.

En ambos casos, la aplicación de la radiación láser determina un incremento del proceso curativo en general.

Su acción se basa en la multiplicación celular, la formación de fibras colágenas y elásticas, la regeneración de vasos, la cicatrización de tejido óseo y la reepitelización del tejido dañado.

Multiplicación celular. Estudios experimentales en cultivo de células describen que cuando se irradia con láser de baja potencia en pequeñas dosis, se estimula la proliferación celular,<sup>1-3</sup> a partir de la activación de los DNA y la síntesis proteica.<sup>4-10</sup> Igualmente se ha comprobado un incremento de la enzima succinildehidrogenasa, cuya actividad está íntimamente relacionada con la síntesis proteica.<sup>11,12</sup>

Sin embargo, se plantea que con altas dosis de energía, ocurre una inhibición de los procesos metabólicos intracelulares y se encuentra reducción en la síntesis de ATP, incremento en la actividad de la enzima ATPasa y pérdida del potencial de membrana,<sup>13,14</sup> con signos de degeneración celular y lisis citoplasmática, así como dilatación perinuclear.<sup>11,15</sup>

## **DESARROLLO**

El mecanismo de cicatrización consta de varios procesos:

### **FORMACION DE FIBRAS COLAGENAS Y ELASTICAS**

Estudios realizados en cultivos de fibroblastos demuestran la gran actividad de estas células cuando son irradiados con láser de baja potencia. La activación de DNA precolágeno I y III,<sup>16</sup> así como la dilatación de los retículos endoplasmáticos y el aumento en el número de mitocondrias<sup>15</sup> sugieren la gran actividad celular en la síntesis de colágeno, sustancia fundamental para el soporte hístico, que permite la formación acelerada de fibras colágenas y elásticas, lo que logra incluso la regeneración de tendones seccionados.<sup>16</sup>

Esta formación de sustancia colágena en forma guiada y organizada, permite la cicatrización de las heridas rápidamente,<sup>1,2,17-22</sup> y plantea su cicatrización sin escaras hipertróficas o queloides.<sup>23</sup>

### **FORMACION DE VASOS SANGUINEOS Y REGENERACION NERVIOSA**

Por la acción del láser sobre las células del endotelio vascular se incrementa la actividad mitótica y se producen aceleradamente yemas o brotes de los vasos existentes para la neoformación de microvasos.<sup>24</sup>

En cuanto a la regeneración nerviosa, investigaciones realizadas de nervio facial seccionado experimentalmente en ratones<sup>25</sup> y de nervio medial en humanos,<sup>26</sup> señalan resultados exitosos al aplicar láser de baja potencia.

### **REPARACION DE DEFECTOS OSEOS Y CICATRIZACION DE FRACTURAS**

La cicatrización ósea envuelve varios procesos fisiológicos: síntesis de colágeno, mineralización, respuesta vascular y otras.

El incremento en la actividad del DNA fue demostrado en estudios de cultivo de células clonales óseas y se comprobó que el láser de baja potencia estimula la proliferación de células osteoblásticas e incrementa la capacidad reparativa del tejido óseo en vivo.<sup>27</sup>

Para la mineralización del hueso y el cartílago es importante la actividad de la enzima fosfatasa alcalina. Se ha demostrado que en fracturas de fémur irradiadas con láser de baja potencia, la expresión de fosfatasa alcalina se incrementa comparada con un grupo control no irradiado.<sup>28</sup>

En estudios experimentales de fractura de tibia en ratones, y evaluados por radiografía, se encontró aumento de la densidad óptica del hueso en la zona de la fractura, cuando se irradió con láser de baja potencia. Este hallazgo refleja la aceleración en la mineralización del callo óseo cuando se utiliza radiación láser.<sup>29-31</sup>

Se plantea que este efecto bioestimulativo para la mineralización puede estar dado por la fotobioactivación y secundariamente por la fotoacústica generada por la onda ultrasónica de los láseres de pulso.<sup>29,32,33</sup>

Una vez más reiteramos la importancia de la dosificación para lograr el efecto bioestimulante deseado. Investigaciones con microscopía electrónica realizadas en hueso periodontal de ratones han demostrado que con pequeñas dosis de irradiación se encuentran los osteocitos normales, pero en altas dosis, éstos presentan alteraciones que sugieren procesos degenerativos. El núcleo presenta una condensación progresiva de cromatina y en algunos casos destrucción total, en el citoplasma se observan cuerpos lisosomales y figuras mielínicas, características de degeneración celular<sup>15</sup> (figura).

Fig.

## CONCLUSIONES

Se plantea que la acción del láser de baja potencia en la reparación hística se basa en el incremento de la multiplicación celular, la activación en la producción de colágeno y fosfatasa alcalina, la activación del endotelio vascular, aumento de fibras colágenas y elásticas, regeneración de fibras nerviosas y de tejido óseo, incremento en la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes y la inducción a partir de las células epiteliales adyacentes a la lesión<sup>24</sup> de la reepitelización (cuadro general de acción). Como resultado se obtiene la reparación acelerada y completa de los tejidos dañados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Van Breugel HH, Engels C, Bar PR. Mechanisms of action in laser-induced photobiomodulation depend on the waveleght of the laser. *Lasers Surg Med* 1993;13(Suppl 5):36 a.
2. Wei Y, Naim JO, Lanzafame RJ. The effects of laser irradiation on the release of fibroblast growth factor from 373 fibroblast in vitro. *Lasers Surg Med* 1993;13(Suppl 5):39a.
3. Kim KS, Lee DH, Kim SG. Effects of low incident energy levels of infrared laser irradiation on the proliferation of streptococcus mutans. *Laser Ther* 1992;4:81-5.
4. Van Kooten DW, Maciunas RJ, Carver RS. Low levels CO laser-induced release of chromiun from canine 2C5 gliosarcoma cells. *Lasers Surg Med* 1993;13:517-21.
5. Van Bergel HF, Engels C, Van Ginkel G, Bar PR. Efficacy of laser-induced photobinomodulation depends on the wavelength of the laser. *Laser Ther* 1994;6:28-9.
6. Riugauj J, Trelles MA, Calderhead RG, Mayayo E. Changes in fibroblast proliferation and metabolism following in vitro helium-neon laser irradiation. *Laser Ther* 1991;3:25-34.

7. Friedmann H, Lubart R, Towards an explanation of visible and infrared laser induced stimulation and damage of cell cultures. *Laser Ther* 1992;4:39-42.
8. Logan ID, Bristow HE, Barnett YA. The induction of DNA repair in X-Ray irradiated fried erythroleukaemia and human myeloid HL60 cells by low intensity laser irradiation. *Laser Ther* 1994;6:189-94.
9. O'Kane S, Shields TD, Gilmore WS, Allen JM. Low intensity laser irradiation inhibits tritiated Thymidine incorporation in the haemopoietic cell lines H160 and U937. *Lasers Surg Med* 1994;14:34-9.
10. O'Kane S, Callaghan GA, Hannigan BM, Gilmore WS, Allen JM. Low intensity laser irradiation induces cytokine release from two haemopoietic cell lines. *Lasers Surg Med* 1994;6:8--10.
11. Bolton P, Young S, Dyson M. The direct effect of 860 nm lighth on cell proliferation and on succinic dehydrogenase activity on human fibroblasts in vitro. *Laser Ther* 1995;7:55-60.
12. Karu T. Molecular mechanisms of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. *Laser Life Sci* 1988;2:53-74.
13. Aggarwall BB, Quintanilha AT, Cammack R, Parker L. Damage to mitochondrial electron transport and energy coupling by visible light. *Biochem Biophys Acta* 1988;502:367--82.
14. Lovschall H, Arenholdt-Bindslev D. Low levels laser therapy effect on mitochondrial rhodamine 123 uptake in human oral fibroblast. *Laser Ther* 1994;6:30-1.
15. Noguero BF, Alandez FJ, Cañizares J, Sicilia A, Sanz M, Campos A, et al. Ultrastructural changes of the mouse periodontium after He Ne laser radiation: a transmission electron microscopic study. *Laser Ther* 1994;6:95-100.
16. Enwemeka ChS, Cohen-Kornberg E, Duswalt EP, Weber DM, Rodríguez IM. Biochemical effects of three different periods of GAAL laser photostimulation on tenotomized tendons. *Laser Ther* 1994;6:181-8.
17. Rigan J, Trelles MA. Sun ChH, Berns MW. Influence of low incident levels of laser energy on the behaviour of human fibroblasts in vivo and in vitro. *Laser Ther* 1994;6:11.
18. Al-Watban FAH, Zhang Z. Dosimetry-related wound healing response in the rat model following helium neon laser LL LT. *Laser Ther* 1994;6:119-24.
19. Mester AF, Mester A. Wound healing. *laser Ther* 1989;1:7-15.
20. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. *Healt Phys* 1989;56:591-704.
21. Colver GB, Priestley GC. Failure of a helium-neon laser to affect components of wound healing in vitro. *Br Med J* 1989;121:179-89.
22. Al Wathan FAH, Zhang Z. Towards optimun dosimetric parameters for the effects of laser therapy on wound healing. *Laser Surg Med* 1993;13(Suppl 5):10.
23. Ghamsari SM, Yamada H, Acorda JA, Unno N. Evaluation of low levels laser therapy on open wound healing of the teat in dairy cattle. *Laser Ther* 1994;6:113-8.
24. Kameya T, Ide S, Acorda JA, Yamada H, Taguchi H, Abe N. Effect of different wavelengths of low level laser therapy on wound healing in mice. *Laser Ther* 1995;7:33-6.
25. Anders J, Borke R, Woolery S, Van de Merwe W. Low power laser irradiation alters the rate of regeneration of the rat facial nerve. *Laser Surg Med* 1993;13:72-82.

26. Lowe AS, Baxter GD, Walsh DM, Allen JM. Effect of 380 nm continuons wave laser diode irradiation on medial nerve function in normal subjects. *Laser Surg Med* 1993;13:597-604.
27. Luger EI, Wollman Y, Rochkind S, Devel S, Korenstein R. The effects of low incident levels of laser radiation on clonal bone cells. *Laser Ther* 1994;6:56.
28. Dickson GR, Clingen H, Jordan GR, Linton T. The effect of low level laser therapy on alkaline phosphatase expresion during fracture repair. *Laser Ther* 1994;6:16-7.
29. Glinkowski W, Rowinsky J. Effect of low incident levels of infrared laser energy on the healing of experimental bone fracture. *Laser Ther* 1995;7:67-70.
30. Chen J, Zhou Y. Effect of low level carbon dioxide laser radiation on biochemical metabolism of rabbit mandibular bone callus. *Laser Ther* 1989;1:83-7.
31. Trelles MA, Mayayo E. Bone fracture consolidates faster with low power laser. *Lasers Surg Med* 1987;7:36-45.
32. Aussel A, Le Brun JC, Badoux JC. Generating acoustic waves by laser: theoretical and experimental study of the emission source. *Ultrasonic* 1988;26:245-55.
33. Pilla AA, Nasser PR, Khan SA, Figueiredo M, Kavfman JJ, Siffert RS. Non-invasive low-intensity pulse ultrasound accelerates bone healing in the rabbit. *J Orthop Traum* 1990;4:246-53.

Recibido: 26 de febrero de 1996

Aceptado: 19 de mayo de 1996

Publicado: 21 de mayo de 1996



Este artículo de *Revista Cubana de Estomatología* está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, *Revista Cubana de Estomatología*.