

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA TRATAMIENTO DE LASER POR BARRIDO EN TERAPIA DERMATOLÓGICA

Bernardo Guadalupe Veloz Dávila, Miguel Ángel Méndez Velázquez, Edelmiro Pérez Rodríguez, Mario Daniel Ramos Cuevas

Centro de Ingeniería Biomédica, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León, daniel.ramoscv@gmail.com

RESUMEN

El uso de la tecnología láser ha permitido una gran diversidad de aplicaciones en el campo de la medicina. En la actualidad, existen diferentes equipos que funcionan con sistema láser en áreas como la oftalmología, radiodiagnóstico, dermatología, etc. Actualmente utilizado en diferentes procedimientos en los cuales se obtienen buenos resultados, sin embargo, muchos de ellos siguen siendo de uso manual, lo cual, limita el potencial de esta herramienta.

El presente proyecto propone el desarrollo de un sistema automatizado con adaptación para el láser de Arseniuro de Galio (Ga, As, láser pulsado con longitud de onda de 904 nm). El cual se utilizará para la aceleración en la cicatrización de tejidos en pacientes con lesiones tegumentarias.

Gracias a la implementación de este sistema de control se puede aprovechar de mejor forma el potencial de la tecnología láser, permitiendo expandir las bases de investigación y experimentación para establecer nuevas alternativas de tratamiento.

Palabras clave: terapia dermatológica, laser, sistema automatizado

SUMMARY

The use of laser technology has allowed a wide variety of applications in the field of medicine. At present, there are different equipment that work with laser system in areas such as ophthalmology, radiodiagnosis, dermatology, etc. Currently used in different procedures in which good results are obtained, however, many of them are still for manual use, which limits the potential of this tool.

The present project proposes the development of an automated system with adaptation for the Gallium Arsenide laser (Ga, As, pulsed laser with wavelength of 904 nm). Which will be used for the acceleration in tissue healing in patients with tegumentary lesions.

Thanks to the implementation of this control system, the potential of laser technology can be better exploited, allowing for the expansion of research and experimentation bases to establish new treatment alternatives.

Key words: dermatological therapy, laser, automated system

1. INTRODUCCIÓN

La cicatrización se produce luego de que el tejido ha sido agredido por diferentes factores, es un proceso dinámico, que se ha dividido en fases para facilitar su comprensión, “hemostasia, inflamatoria, proliferativa o de granulación, epitelización y de remodelación”. Se superponen en el tiempo, siendo coordinadas por mediadores humorales derivados de las células que participan en dicha reparación¹

El láser es un agente físico utilizado en la Terapia Física y en otras áreas de la medicina en diferentes patologías, se presenta como un recurso terapéutico eficiente y de bajo costo, capaz de acelerar el proceso de reparación en diferentes tipos de lesiones, desde su punto de vista bioquímico su acción fundamental radica en la modulación de la fosforilación oxidativa a nivel mitocondrial, donde se estimula la síntesis de adenosín trifosfato (ATP)², estimulando la síntesis del ADN proteica y enzimática, formación de colágeno, liberación de endorfinas, estimulando la revascularización y disminuyendo el edema.

El láser estimula longitudes de onda de 940-390 nm y sus características han permitido una gran diversidad de aplicaciones en el campo de la medicina. Actualmente existen equipos láser que, a pesar de ofrecer buenos resultados, siguen siendo objeto de uso manual, como la mayoría descritos en la *Revista Cubana de Medicina General Integral*². Los cuales utilizan técnicas de la serpuntura, que consisten en tratar los mismos puntos y esquemas de acupuntura del macrosistema de la medicina tradicional con láser a bajas dosis de energía. Esto provoca áreas sin irradiación y tiempos de tratamiento erráticos, lo que da como resultado protocolos y tratamientos ineficaces.

2. TEORÍA

El desarrollo de un sistema de control permite explotar al máximo el potencial de la tecnología láser, automatizando su aplicación, sería posible implementar una distribución de tiempo más adecuada, que, a su vez, aumentaría la exposición a la irradiación de las zonas lesionadas sin dejar espacios o sobre estimular regiones. Esto permitiría establecer protocolos de tratamiento más específicos hacia los diferentes tipos de lesiones tegumentarias.

El láser de baja potencia a diferentes longitudes de onda podrá ser utilizado como tratamiento, mejorando sin dolor ni efectos secundarios, la calidad de vida de los pacientes. Esta terapéutica consiste en la interacción de la luz de baja energía a pocos Joule por centímetro cuadrado, con las células y tejidos, provocando efectos fotoquímicos, fotofísicos y fotobiológicos, sin causar aumento de la temperatura por encima de 98 °F, tiene efecto biomodulador sobre las células y los tejidos debido a la absorción de la energía de la luz por los fotorreceptores endógenos³ que actúan principalmente en la fosforilación oxidativa a nivel mitocondrial, estimulando o inhibiendo la síntesis de ATP, alterando el metabolismo celular y produciendo el efecto de transducción en otros componentes de la célula.

Gracias a las características de la estimulación por irradiación laser, es posible acelerar la cicatrización, la interacción de la irradiación laser con el tejido, provoca pequeñas microlesiones que estimulan la reactivación de la fase inflamatoria de la cicatrización, el proceso de neoformación vascular activa se encuentra siempre presente en el mecanismo reparativo, se produce un incremento de la microcirculación y nutren activamente el lecho del traumatismo, incrementando el metabolismo estancado, promoviendo el desarrollo hacia el cierre de la lesión desde sus bordes y favorecen la aparición de células fagocitarias y tejido de granulación, con aumento de la condición trófica de la lesión, ayudándola en su proceso regenerativo⁴.

El tratamiento eficaz para acelerar la cicatrización de heridas daría como resultado la disminución del uso de medicamentos, disminuiría la probabilidad de contraer infecciones y se reduciría el tiempo de internamiento, lo cual se resume en una disminución de los costos por hospitalización y tratamiento. Sin embargo, la información obtenida es insuficiente, por lo que hace falta más investigación y realizar más experimentación para establecer los protocolos eficaces para este y otros tratamientos.

3. PARTE EXPERIMENTAL

El presente proyecto propone el desarrollo de un sistema automatizado utilizando un brazo robótico impreso en 3D de 4 ejes de movimiento dados por 4 servomotores towerpro MG995 (pin digital 2 al 5), y una base rotatoria por un motor a pasos SM-03 (pin análogo A0), el brazo superior cuenta con una adaptación para el láser de Arseniuro de Galio (Ga, As, láser pulsado con longitud de onda de 904 nm) (pin análogo A4) y para el sensor de distancia infrarrojos Sharp 2Y0A02 (pin análogo A1) el cual dará las condicionantes de aproximación establecidas entre 1cm y 1.5 cm. Se eligió Arduino UNO R-3 como microcontrolador.

A continuación, se describe la función principal del proyecto (Fig.1).

1. Posición de inicio
2. Se establece la dosimetría.
3. Protocolos en experimentación:
4. Cicatrización de heridas (dosis bajas, del orden de 1.5 – 6 J/cm² de AsGa)
5. Si la distancia1(puntero) es ≥ 1.5 cm el brazo se aproxima; hasta llegar a ≤ 1 cm
6. Si la distancia1 (puntero) es ≤ 1 cm el brazo se aleja, hasta llegar a ≤ 1.5 cm
7. Si la distancia1 (puntero) es ≥ 1 cm y ≤ 1.5 cm se inicia el barrido (protocolo)
8. Si limit switch 1 (LOW) el brazo continúa recorrido.
9. Si limit switch 1(HIGH) el brazo se detiene.
10. Si limit switch 2 (LOW) regresa en recorrido.
11. Si limit switch 2 (HIGH) el brazo se detiene.
12. Stepper = avanza 0.5 cm.
13. Pasos de 7 al 11 se repiten las veces que sean necesarias.
14. Loop hasta terminar protocolo
15. Termina protocolo
16. Regresa posición inicial
17. Fin

Esta función permite al robot realizar un barrido del área lesionada sin saltar espacios permitiendo una adecuada irradiación de la zona.

El objetivo de este proyecto es automatizar y establecer el protocolo de tratamiento más eficaz para estimular la aceleración en la cicatrización de tejidos en pacientes con lesiones tegumentarias.

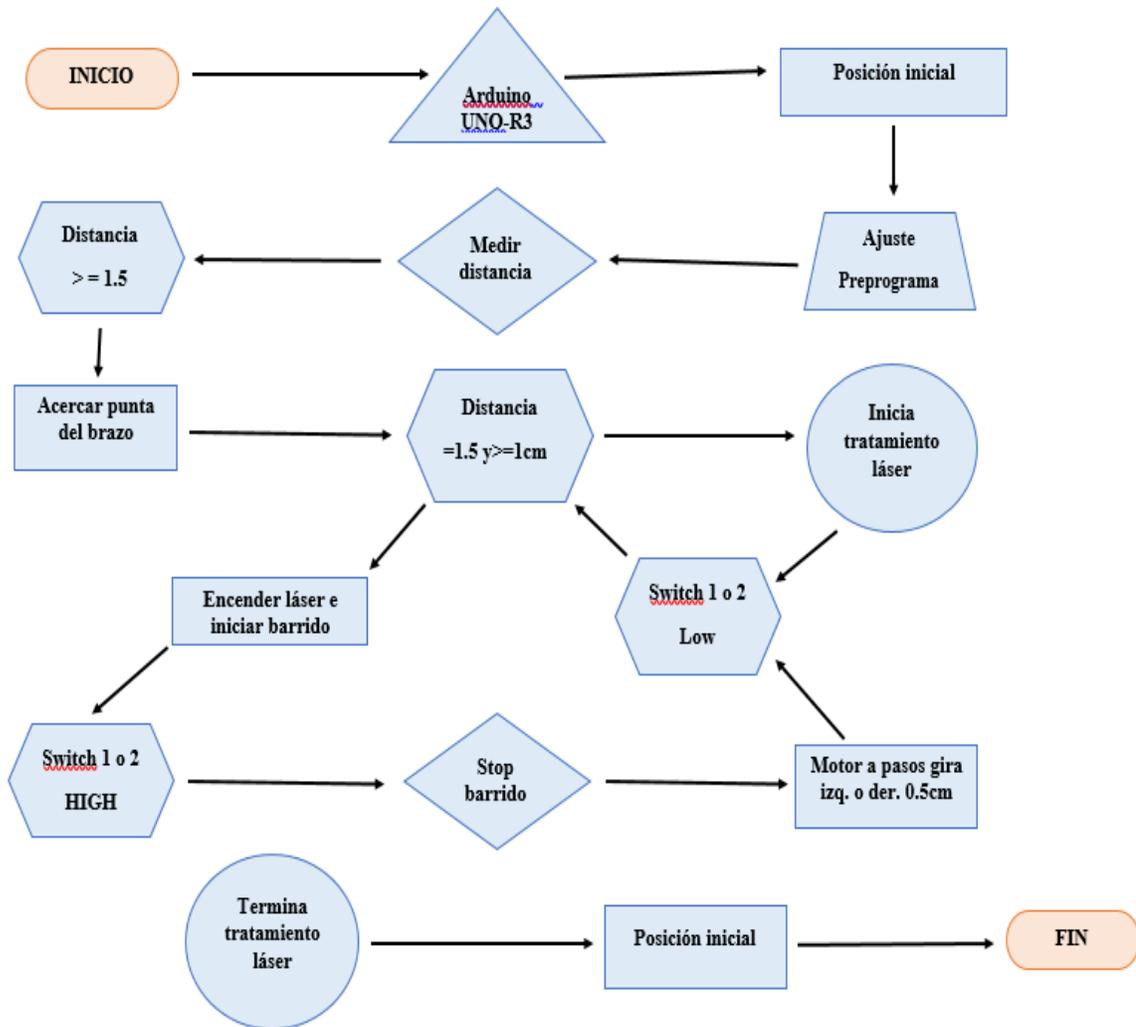


Figura 1. Esquema de flujo de la programación principal

4. CONCLUSIONES

Actualmente el prototipo del proyecto continua en fase de pruebas, estableciendo nuevas variables y parámetros que al inicio no se tenían contempladas, pero que al parecer podrán beneficiar y maximizar la eficacia con la que este será programado, cubriendo la mayor cantidad de variables posibles para establecer el tratamiento más eficiente. Sin embargo, ha demostrado tener un buen funcionamiento y el potencial para desarrollarlo más a fondo.

Los beneficios de combinar un sistema de control con la tecnología láser son el primer paso para expandir las bases de investigación en los diferentes campos en los que las características de la irradiación laser podrían brindar importantes avances, y así mismo, facilita la experimentación para establecer nuevas alternativas de tratamiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Senet, P., “Fisiología de la cicatrización cutánea,” *EMC-Dermatología* 42(1), 1–10 (2008).
- [2]. Hernández Díaz, A., Orellana Molina, A., and González Méndez, B.M., “La terapia láser de baja potencia en la medicina cubana,” *Revista Cubana de Medicina General Integral* 24(2), 0 (2008).
- [3]. De La Torre, F., and Alfaro, C., “Terapia de laser de baja potencia en mucositis oral,” *Revista Estomatológica Herediana* 26(1), 47–55 (2016).
- [4]. Hernández, E., Khomchenko, V., Sola, A., Pikirenia, I.I., Alcolea, J.M., Trelles, M.A., “CIRUGÍA PLÁSTICA IBERO-LATINOAMERICANA,” *Cir.plást. iberolatinoam* 41(no.3), 271–282 (2015).