

Calibración y mantenimiento de aparatos de láser de baja potencia: estudio descriptivo

Calibration and Maintenance of Low Power Laser Devices: Descriptive Study

Calibragem e manutenção de dispositivos laser de baixa potência: estudo descritivo

*Ernesto Benítez*¹, ORCID 0000-0002-1858-2948
*María del Carmen Ferreira*², ORCID 0000-0002-5554-1838

^{1 2} *Universidad Católica del Uruguay, Uruguay*

Resumen: Introducción: El láser de baja potencia es una técnica utilizada en varias áreas de la salud: fisioterapia, odontología, otorrinolaringología y dermatología, entre otras. Para lograr los efectos terapéuticos la dosificación es fundamental y depende de los niveles de energía emitidos por los equipos. Objetivo: Conocer el estado de calibración y mantenimiento de los equipos de laserterapia de baja potencia, en servicios de fisioterapia u homólogos de instituciones de Montevideo, Uruguay. Método: Se realizó un estudio descriptivo, transversal en servicios de fisioterapia de Montevideo. Se analizaron 20 equipos de láser de baja potencia. Resultados: 7 de los aparatos evaluados se mantuvieron dentro de los límites adecuados de emisión. De los 13 láser fuera de los límites para entregar una emisión adecuada, 6 tenían un desajuste leve, 1 presentaba un desajuste moderado y 6 presentaban un desajuste severo con dosis nulas o que no generaban emisión. Del total de equipos evaluados solo 6 habían realizado una calibración previa y solo 2 de estos se encontraban dentro de los tiempos recomendados. Conclusión: Se observó un gran número de equipos de láser de baja potencia con desajustes en su emisión. En la mayoría de los casos no se lleva un correcto mantenimiento de los aparatos de láser de baja potencia. Se entiende relevante que los equipos sean calibrados para poder ofrecer una terapéutica segura y efectiva a los usuarios.

Palabras claves: terapia por luz de baja intensidad; calibración; evaluación de la tecnología biomédica.

Abstract: Introduction: The low-power laser is a technique used in several areas of health: physiotherapy, dentistry, otorhinolaryngology and dermatology, among others. To achieve therapeutic effects, the dosage is essential and depends on the energy levels emitted by the device. Objective: To know the status of calibration and maintenance of low power laser therapy devices, in physiotherapy services or counterparts of institutions in Montevideo - Uruguay. Method: A descriptive, cross-sectional study was conducted in physiotherapy services in Montevideo, Uruguay. 20 low-power laser devices were analyzed. Results: 7 of the devices evaluated remained within the appropriate emission limits. Of the 13 lasers outside the limits to deliver adequate emission, 6 had a slight mismatch, 1 had a moderate mismatch, and 6 presented a severe mismatch. Among the total devices evaluated, only 6 had

performed a previous calibration and only 2 of these were within the recommended time frames. Conclusion: A large number of low-power laser devices with imbalances in their emission was observed. In most cases, low-power laser devices are not properly maintained. Equipment should be timely calibrated in order to offer safe and effective therapy to users.

Keywords: low-level light therapy; calibration; biomedical technology assessment.

Resumo: Introdução: O laser de baixa potência é uma técnica utilizada em diversas áreas da saúde: fisioterapia, odontologia, otorrinolaringologia, dermatologia, dentre outras. Para obter efeitos terapêuticos, a dosagem é essencial e depende dos níveis de energia emitidos pelo equipamento. Objetivo: conhecer o estado de calibração e manutenção de equipamentos de laserterapia de baixa potência, em serviços de fisioterapia ou congêneres de instituições em Montevideo - Uruguai. Método: estudo descritivo, transversal, realizado em serviços de fisioterapia em Montevideo, Uruguai. 20 equipamentos de laser de baixa potência foram analisados. Resultados: 7 dos aparelhos avaliados permaneceram dentro dos limites de emissão adequados. Dos 13 lasers fora dos limites para entregar a emissão adequada, 6 tiveram uma leve incompatibilidade, 1 teve uma incompatibilidade moderada e 6 apresentaram uma incompatibilidade grave. Do total de equipamentos avaliados, apenas 6 haviam realizado uma calibragem prévia e apenas 2 destes estavam dentro do prazo recomendado (1 ano). Conclusão: observou-se um grande número de equipamentos de laser de baixa potência com desequilíbrios em sua emissão. Na maioria dos casos, os dispositivos a laser de baixa potência não recebem manutenção adequada. Acredita-se importante que os equipamentos sejam calibrados para oferecer uma terapia segura e eficaz aos usuários.

Palavras-chave: terapia com luz de baixa intensidade; calibragem; avaliação da tecnologia biomédica.

Recibido: 17/03/2022

Aceptado: 11/10/2022

Cómo citar:

Benítez E, Ferreira MdC. Calibración y mantenimiento de aparatos de láser de baja potencia: estudio descriptivo. Enfermería: Cuidados Humanizados. 2022;11(2):e2855. DOI: 10.22235/ech.v11i2.2855

Correspondencia: Ernesto Benítez. E-mail: ernesto.benitez@ucu.edu.uy

Introducción

El láser de baja potencia es una técnica utilizada en varias áreas de la salud, como ser fisioterapia, ⁽¹⁾ odontología, ⁽²⁾ otorrinolaringología, ^(3, 4) y dermatología entre otras. ⁽⁵⁾ Básicamente es la emisión de fotones con características definidas. Las más conocidas son la monocromaticidad, coherencia y colimación, que permiten generar un haz de luz con longitud de onda definida, con sus fotones paralelos y en fase. Dependiendo del medio que utilizan para su generación se pueden obtener distintos parámetros de emisión. La terapia por

luz láser toma participación en Europa en la década del 60, y se sigue desarrollando hasta la actualidad. ⁽⁶⁾ Tiene aplicabilidad para múltiples disfunciones y patologías, siendo efectos analgésicos, ^(1,7,8) antiinflamatorios, ^(9,10) cicatrización de diferentes tejidos como piel y tejido nervioso, ^(11,12) y prevención del daño y fatiga muscular ⁽¹³⁻¹⁵⁾ los más reconocidos.

Según el organismo internacional World Association for Laser Therapy (WALT), la dosificación depende de la energía total (E) en cada aplicación, por punto o en la sumatoria de varios puntos expresada en Joules (J). En el año 2010 emite sus recomendaciones revisadas siguiendo estos conceptos ya que, antes de ese año se planteaba como forma de dosificar la densidad de energía (DE) como parámetro principal expresada en J sobre centímetros cuadrados (J/cm^2). ^(16,17)

Al tener varias formas de expresar su dosis, esta técnica genera confusión, y los ensayos clínicos y estudios de laboratorio difieren en la nomenclatura, llegando a conclusiones que pueden malinterpretarse. Se ha recomendado unificar criterios y seguir mejorando la información que se brinda en la metodología de los estudios realizados. ^(1,18,19)

Para que la dosis sea calculada correctamente hay que conocer la potencia de salida (P) del aparato en laser continuos, o potencia media (Pm) en pulsados, y el tiempo que esta permanece activa. Luego de obtener los datos del aparato pueden manipularse los distintos parámetros para llegar a la dosis requerida para cada caso particular. Por lo general los aplicadores tienen una P única e invariable, y se puede modificar la DE o el tiempo de emisión (TE) para entregar más o menos energía. El TE expresado en segundos (s) se obtiene dividiendo la E, entre la P expresada en Watts (W). ⁽⁶⁾

Los antecedentes a nivel regional que se encontraron publicados provienen en su totalidad de Brasil, país de referencia en lo que respecta a la investigación en el área de la fotobiomodulación. En esa línea, en 2007 fue publicado por Bertolini y colaboradores un trabajo en el cual estudiaron los aspectos de seguridad, mantenimiento y conformidad con normas internacionales, además de la potencia emitida en 31 equipos de láser de baja potencia en la ciudad de Paraná, Brasil, encontrando que casi un 39 % se mantenía dentro de los valores de emisión adecuados. ⁽²⁰⁾

Un estudio realizado por Fukuda y colaboradores estuvo enfocado en medir la Pm de equipos de láser utilizados en instituciones de San Pablo, Brasil. También recabaron información respecto al tiempo de uso del equipamiento, dosis más utilizadas y si recibían o no, mantenimiento. Los resultados mostraron que de los 60 equipos de láser de baja potencia evaluados solo 8 se encontraban en los límites permitidos por las normas nacionales de ese país. Este rango se establece en +/- 20 % de la P o Pm informada por el fabricante. La mayoría de los equipos que se encontraban dentro de los parámetros tenían menos de dos años y medio de uso (6 de los 8 equipos con parámetros correctos de emisión). ⁽²¹⁾

En el estudio de Gelain y colaboradores, los autores se enfocaron en la potencia de salida, tomando también registro de todos los componentes de seguridad que debería tener el equipamiento, como etiquetas de advertencia, protección ocular, manuales, información de importancia como parámetros del láser, etc. Ninguno de los lugares evaluados cumplía 100 % con las exigencias de seguridad, y de 9 equipos medidos 4 se encontraban dentro de los parámetros recomendados. ⁽²²⁾ Otro estudio de similares características fue el publicado por Yoshida y colaboradores donde se encontró que solo 1 equipo de 9 evaluados contemplaba todos los requisitos de seguridad, y solo 2 estaban dentro de los parámetros de emisión recomendados. ⁽²³⁾

Según los antecedentes planteados anteriormente, es frecuente que las instituciones utilicen equipamiento en malas condiciones de funcionamiento, siendo un problema grave ya que se plantean tratamientos enfocados a restablecer la función de los usuarios que confían en las instituciones de salud para recuperarse de diversas disfunciones. Por lo tanto, es importante conocer el estado de calibración y mantenimiento de los equipos de laserterapia de baja potencia, en servicios de fisioterapia u homólogos de instituciones de Montevideo, Uruguay.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y transversal en servicios de fisioterapia de Montevideo, Uruguay. El muestreo fue por conveniencia. Se analizaron 20 equipos de láser de baja potencia dentro de 15 servicios privados de la ciudad. Todos los equipos se encontraban en uso al momento de la toma de datos, comprendida entre los meses de marzo y agosto del 2020.

Los datos referentes a las pautas de mantenimiento fueron recogidos mediante una entrevista con el responsable del equipo, y transferidos a una planilla.

La potencia media real (P_{mr}) fue medida con un potenciómetro modelo Lasercheck origen USA de la marca Coherent, el cual permite la selección de la longitud de onda y registra la emisión en miliWatts (mW).⁽²⁴⁾ Se realizan tres mediciones con 30 segundos de diferencia para disminuir los errores de manipulación y se toma el valor más alto.⁽²¹⁾ Se entiende por calibrar a la acción de medir y comparar con referencias conocidas. En este caso se mide la P_{mr} y se compara con la P o P_m que los fabricantes declaran en sus manuales técnicos.

Previo a la toma de datos se hizo firmar al responsable del equipo un consentimiento informado donde se explicaban los criterios de confidencialidad de los datos obtenidos.

Resultados

Del total de dispositivos ($n=20$) que participaron del estudio, 11 tenían una potencia media informada por el fabricante de 100 mW, 1 de 54mW, 2 de 40 mW, 3 de 30 mW, 1 de 15 mW, y 2 de 10 mW. En lo que respecta a la longitud de onda, 16 dispositivos eran de 904 nanómetros (nm), 3 de 830 nm y 1 de 905 nm. Se observó que todos los equipos se mantenían dentro del espectro infrarrojo de emisión. 7 equipos contaban con una frecuencia baja de uso, 8 moderada, y 5 intensa, al momento de la recolección de datos. Con respecto al tiempo de uso, 16 tenían un tiempo mayor a 2 años, y 4 un tiempo de uso menor a 2 años.

Tabla 1. Distribución de equipos según la potencia media otorgada por el fabricante y la longitud de onda

Potencia media (mW)	Longitud de onda (nm)			
	830 nm	904 nm	905 nm	TOTAL
100		11		11
54		1		1
40		2		2
30	3			3
15			1	1
10		2		2
TOTAL	3	16	1	20

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 2. Distribución de equipos según el tiempo y nivel de uso

Nivel de uso	Tiempo de uso		TOTAL
	> 2 años	< 2 años	
Bajo	5	2	7
Moderado	7	1	8
Intenso	4	1	5
TOTAL	16	4	20

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 3. Distribución de equipos según calibración previa a este estudio y el tiempo correspondiente a la calibración

Calibración previa	Tiempo desde última calibración			TOTAL
	Nunca fue calibrado	> 1 año	< 1 año	
Sí	0	4	2	6
No	14	0	0	14
TOTAL	14	4	2	20

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 4. Distribución de equipos según la Pmr calibrada, encontrándose o no, dentro del rango permitido (+/- 20 %) y la severidad del desajuste (entre 50 y 80 % = desajuste leve, entre 5 mw y 50 % = moderado, y menos de 5mw = severo)

Emisión calibrada	Severidad del desajuste				TOTAL
	Sin desajuste	Leve	Moderado	Severo	
Fuera del rango permitido	0	6	1	6	13
Dentro del rango permitido	7	0	0	0	7
TOTAL	7	6	1	6	20

Fuente: Elaboración propia (2022)

Discusión

El total de los equipos que se incluyeron en el estudio se encontraban dentro del espectro infrarrojo por tratarse de longitudes de onda más largas que 730 nm. Esto se define por el tipo de generador de láser, utilizando un diodo formado por materiales semiconductores a los cuales se les administra una corriente eléctrica y subsiguiente generación de fotones. Al no incluir ningún equipo dentro del espectro visible, que generalmente se obtiene a través de la estimulación de una mezcla de gases siendo el helio y neón (He-Ne) los más utilizados, ⁽²⁵⁾ no se pudo identificar si presentan o no mayor desgaste con las diferentes variables consultadas.

Los resultados referentes a la emisión de la Pmr calibrada coincidieron con los valores expuestos en los antecedentes, siendo de entre 11 % y 39 % de aparatos los que se encontraban dentro de los rangos permitidos de Pmr. ^(20, 21, 22, 23) En el presente trabajo se observó que 7 de 20 aparatos evaluados se mantuvieron dentro de los límites adecuados de emisión. De los 13 láser fuera de los límites para entregar una emisión adecuada, 6 tenían un desajuste leve, donde los niveles de Pmr se mantenían entre un 50 % y 80 % de la P expresada por los fabricantes, 1 presentó un desajuste moderado situado entre 50 % y 5mW y 6 presentaban un desajuste severo con dosis nulas (menores a 5 mW) ⁽²⁵⁾ o que no generaban emisión. Del total de equipos evaluados solo 6 habían realizado una calibración previa y solo 2 de estos se encontraba dentro de los tiempos recomendados, siendo menor a 1 año. ^(26, 27)

El presente trabajo refleja una situación que involucra a diferentes actores como los profesionales de salud, los usuarios que reciben el tratamiento, las instituciones que gestionan los servicios de fisioterapia, las empresas que venden los servicios de calibración. También conlleva la responsabilidad desde las instituciones de formación profesional que cumplen un rol fundamental desde la educación temprana en el correcto uso y mantenimiento que necesitan las diferentes modalidades terapéuticas. Estos hallazgos están en consonancia con estudios llevados a cabo en Sudamérica, y a lo cual se agrega la falta de conciencia sobre la utilización de equipo de protección para profesionales. ⁽²³⁾

Este estudio puede ser el inicio para proponer otras investigaciones, detectar las principales causas del problema y poder modificarlas para lograr un manejo adecuado de este recurso clínico en los diferentes servicios de fisioterapia del país. Las líneas de trabajo que podrían proyectarse se orientan a la formación adecuada tanto en el pregrado, como a los profesionales que ya se encuentran desempeñándose en ámbito clínico. Asimismo, los gestores de servicios y centros de fisioterapia, servicios técnicos de las instituciones y de empresas de calibración se beneficiarían de formación al respecto. Debido a la falta de

políticas orientadas a la fiscalización de estándares de calidad en esta área puede resultar interesante comenzar a plantear, normas y procesos que garanticen el correcto estado del equipamiento, así como su mantenimiento.

Los responsables de los equipos estudiados no sabían qué tipo de calibración se le realizaba. Desconocían, por ejemplo, que existe un método indirecto de medición del voltaje que llega al diodo, el cual permite deducir de forma matemática que P debería emitir el mismo. Pero en este método no se contempla el desgaste que sufren los materiales que componen el diodo láser. Por lo tanto, es necesario observar el método de calibración utilizado por los diferentes servicios técnicos de las empresas que brindan la calibración y ajuste de los aparatos de láser terapéutico de baja potencia para saber si se pueden correlacionar las mediciones.

Entre las limitaciones se considera la reducida muestra incluida, ya que para observar diferencias entre los grupos dentro y fuera de rango recomendado quedaron muy heterogéneas. Todas las instituciones que participaron en el estudio se especializaban en la atención de personas con disfunciones del aparato locomotor, prefiriendo las longitudes de onda más largas, lo que delimita la absorción de la energía en tejidos más profundos.⁽²⁸⁾ Sin embargo, los láseres de baja potencia se utilizan como tratamiento único o complementando otros, orientados a buscar efectos biológicos locales, teniendo una acción analgésica, antiinflamatoria y cicatrizante.^(29, 30) En ese sentido, se podrían incluir para futuros estudios, servicios enfocados en el tratamiento de la piel, odontológico y estética, para poder observar el comportamiento de equipos con este tipo de longitudes de onda.

Conclusión

Se observó un gran número de equipos de láser de baja potencia con desajustes en su emisión, y muy pocos aparatos cumplían con las pautas de mantenimiento recomendadas por los fabricantes. Se concluye es relevante que los equipos sean calibrados oportunamente, a fin de poder ofrecer una terapéutica segura y efectiva a los usuarios. También se cree que es responsabilidad de las instituciones realizar a su equipamiento el mantenimiento y revisiones adecuadas. Otras futuras investigaciones deberían enfocarse en detectar las causas del problema actual y poder implementar estrategias preventivas, posiblemente desde la educación. Asimismo, sería beneficioso mayor investigación para generar insumos y gestionar políticas que garanticen la calidad del equipamiento utilizado en el ámbito clínico.

A pesar de la reducida muestra, el tema es de interés científico y ético dado que está en juego la seguridad y eficacia de una herramienta terapéutica muy utilizada. Además, que del uso de la terapia con láser de baja potencia existe incompleta evidencia científica y falta de consenso en la literatura, tanto en dosificación según los diferentes aparatos y patologías a tratar. Del mismo modo falta consenso en la frecuencia de calibración y mantenimiento, de manera que es importante generar discusión al respecto.

Referencias bibliográficas

1. Jang H, Lee H. Meta-Analysis of Pain Relief Effects by Laser Irradiation on Joint Areas. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2012;30(8), 405-417. DOI: 10.1089/pho.2012.3240
2. Cronshaw M, Parker S, Anagnostaki E, Mylona V, Lynch E, Grootveld M. Photobiomodulation and Oral Mucositis: A Systematic Review. *Dent J*. 2020;8(3):87. DOI: 10.3390/dj8030087
3. Jung HJ, Chung YJ, Choi YS, Chung PS, Mo JH. Clinical Efficacy and Safety of Low-Level Laser Therapy in Patients with Perennial Allergic Rhinitis: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *J Clin Med*. 2021;10(4):772. DOI: 10.3390/jcm10040772
4. Chen CH, Huang CY, Chang CY, Cheng YF. Efficacy of Low-Level Laser Therapy for Tinnitus: A Systematic Review with Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis. *Brain Sci*. 2020;10(12):931. DOI: 10.3390/brainsci10120931
5. Ma W, Si C, Kasyanju Carrero LM, Liu HF, Yin XF, Liu J et al. Laser treatment for onychomycosis: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(48). DOI: 10.1097/MD.00000000000017948
6. Watson T. *Electroterapia practica basada en la evidencia*. 12a ed. Kitchen S, editor. Barcelona: Elsevier; 2009.
7. Stausholm MB, Naterstad IF, Joensen J, Lopes-Martins RÁB, Sæbø H, Lund H et al. Efficacy of low-level laser therapy on pain and disability in knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *BMJ Open*. 2019;9(10):e031142. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-031142
8. Yeh SW, Hong CH, Shih MC, Tam KW, Huang YH, Kuan YC. Low-Level Laser Therapy for Fibromyalgia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician*. 2019;22(3):241-254. PMID: 31151332
9. Bjordal JM, Lopes-Martins RA, Iversen VV. A randomised, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated Achilles tendinitis with microdialysis measurement of peritendinous prostaglandin E2 concentrations. *Br J Sports Med*. 2006;40(1):76-80. DOI: 10.1136/bjsm.2005.020842
10. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017;4(3):337-361. DOI: 10.3934/biophy.2017.3.337
11. Santos CMD, Rocha RBD, Hazime FA, Cardoso VS. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Low-Level Laser Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. *Int J Low Extrem Wounds*. 2021;20(3):198-207. DOI: 10.1177/1534734620914439

12. Medalha CC, Di Gangi GC, Barbosa CB, Fernandes M, Aguiar O, Faloppa F et al. Low-level laser therapy improves repair following complete resection of the sciatic nerve in rats. *Lasers Med Sci.* 2012;27(3):629-635. DOI: 10.1007/s10103-011-1008-9
13. Schardong J, Falster M, Sisto IR, Barbosa APO, Normann TC, de Souza KS et al. Photobiomodulation therapy increases functional capacity of patients with chronic kidney failure: randomized controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2021;36(1):119-129. DOI: 10.1007/s10103-020-03020-3
14. De Souza CG, Borges DT, de Brito Macedo L, Brasileiro JS. Low-level laser therapy reduces the fatigue index in the ankle plantar flexors of healthy subjects. *Lasers Med Sci.* 2016;31(9):1949-1955. DOI: 10.1007/s10103-016-2074-9
15. Souza NH, Ferrari RA, Silva DF, Nunes FD, Bussadori SK, Fernandes KP. Effect of low-level laser therapy on the modulation of the mitochondrial activity of macrophages. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(4):308-314. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0046
16. World Association for Photobiomodulation Therapy. WALT Recommended treatment doses for Low Level Laser Therapy [Internet]. [Citado 28 set 2022]. Disponible en: <https://waltpbm.org/documentation-links/recommendations/>
17. Fukuda T, Malfatti C. Análise da dose do laser de baixa potência em equipamentos nacionais. *Braz J Phys Ther.* 2008;12(1):70-74. DOI: 10.1590/S1413-35552008000100013
18. Jenkins P, James C. How to Report Low-Level Laser Therapy (LLLT)/Photomedicine Dose and Beam Parameters in Clinical and Laboratory Studies. *Photomedicine and Laser Surgery.* 2011;29(12):785-7. DOI: 10.1089/pho.2011.9895
19. World Association for Photobiomodulation Therapy. WALT standard for conduct of randomized controlled trials [Internet]. [Citado 28 set 2022]. Disponible en: https://waltpbm.org/wp-content/uploads/2021/08/walt_standard_for_conduct_of_randomized_controlled_trials.pdf
20. Bertolini GRF, Nohama P. Avaliação da conformidade dos equipamentos laser de baixa potência e emissão contínua empregados em fisioterapia. *PTM.* 2017;20(2). Disponible en: <https://periodicos.pucpr.br/fisio/article/view/18861>
21. Fukuda T, Jesus J, Santos M, Cazarini C, Tanji M, Plapler H. Aferição de laser de baixa intensidade. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(4):303-8. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/TXR6Tfbf8vWKRR3Qky8bz7d/?lang=pt&format=pdf>
22. Gelain M, Santos E, Erthal V, Barros F, Machado Neto V, Nohama P. Avaliação de equipamentos laser fisioterapêuticos de emissão contínua e baixa potência. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde.* 2014;12(1):560-571. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4901383.pdf>

23. Yoshida G, Souza S, Errero T, Albuquerque C, Frez A, Bertolini G. Avaliação dos equipamentos de laser de baixa potência em clínicas de fisioterapia na cidade de Cascavel – PR. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2017;7(4):71-76.
24. Coherent [Internet]. [Citado 26 dic 2018]. Disponible en: <https://www.coherent.com/measurement-control/measurement/lasercheck>
25. Baelanger A. *Therapeutic Electrophysical Agents: Evidence Behind Practice*. 3° ed. Lippincott Williams & Williams: Baltimore, Maryland; 2014.
26. Enraf nonius, instrucciones de uso endolaser 422 [Internet]. [Citado 2 set 2021] Disponible en: https://www.enraf-nonus.com/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=169
27. Ibramed. Instrucciones de uso Laserpulse. Disponible en: <https://manuais.smartbr.com/000000000000666/laserpulse-l42-bivolt-ibramed-1.pdf>
28. Dompe C, Moncrieff L, Matys J, Grzech-Leśniak K, Kocherova I, Bryja A et al. Photobiomodulation-Underlying Mechanism and Clinical Applications. *J Clin Med*. 2020;9(6):1724. DOI: 10.3390/jcm9061724
29. Bordvik D, Haslerud S, Naterstad I, Lopes-Martins R, Leal Junior E, Bjordal J et al. Penetration Time Profiles for Two Class 3B Lasers in In Situ Human Achilles at Rest and Stretched. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(10):546-554. DOI: 10.1089/pho.2016.4257
30. Souza-Barros L, Dhaidan G, Maunula M, Solomon V, Gabison S, Lilge L et al. Skin color and tissue thickness effects on transmittance, reflectance, and skin temperature when using 635 and 808 nm lasers in low intensity therapeutics. *Lasers Surg Med*. 2018;50(4):291-301. DOI: 10.1002/lsm.22760

Contribución de los autores: a) Concepción y diseño del trabajo, b) Adquisición de datos, c) Análisis e interpretación de datos, d) Redacción del manuscrito, e) Revisión crítica del manuscrito.

E. B. ha contribuido en a, b, c, d, e; M. d. C. F. en a, d, e.

Editora científica responsable: Dra. Natalie Figueredo