

Fotobiomodulación en la regeneración y recuperación funcional del nervio facial: una revisión de alcance

Photobiomodulation in facial nerve regeneration and functional recovery: a scoping review

Resumen

La lesión del nervio facial puede comprometer la expresión facial y la calidad de vida, y los tratamientos convencionales no siempre permiten una recuperación funcional completa. La fotobiomodulación (FBM) ha emergido como una estrategia terapéutica potencial para favorecer la recuperación del nervio facial. El objetivo de esta revisión de alcance fue mapear la evidencia disponible sobre el uso de FBM en la regeneración y recuperación funcional del nervio facial. Se realizó una revisión de alcance conforme a la guía PRISMA-ScR, mediante una búsqueda en PubMed y Scopus hasta marzo de 2026. Se incluyeron estudios primarios en humanos y modelos animales que evaluaron FBM mediante láser de baja intensidad. Se identificaron 22 publicaciones, de las cuales 20 correspondieron a estudios primarios (11 clínicos y 9 experimentales) y 2 a revisiones secundarias utilizadas como literatura contextual. Los estudios mostraron una marcada heterogeneidad en los parámetros de aplicación, particularmente en las longitudes de onda utilizadas. En 9 de los 11 estudios clínicos se describieron resultados favorables, definidos como recuperación completa o mejoría significativa, mientras que los estudios experimentales reportaron hallazgos relacionados con regeneración axonal, mielinización y expresión de factores neurotróficos. La evidencia disponible sugiere resultados clínicos y experimentales favorables para la FBM en la recuperación del nervio facial; sin embargo, la heterogeneidad metodológica y de los protocolos limita la posibilidad de establecer conclusiones definitivas y resalta la necesidad de estudios clínicos controlados y protocolos estandarizados.

Palabras clave

Terapia de luz de baja intensidad, nervio facial, regeneración nerviosa, láser diodo

Abstract

Facial nerve injury can compromise facial expression and quality of life, and conventional treatments do not always allow for complete functional recovery. Photobiomodulation (PBM) has emerged as a potential therapeutic strategy to promote facial nerve recovery. The aim of this scoping review was to map the available evidence on the use of PBM in facial nerve regeneration and functional recovery. A scoping review was conducted according to the PRISMA-ScR guidelines, using PubMed and Scopus searches up to March 2026. Primary studies in humans and animal models that evaluated PBM using low-level laser therapy were included. Twenty-two publications were identified, of which 20 were primary studies (11 clinical and 9 experimental) and 2 were secondary reviews used as background literature. The studies showed marked heterogeneity in application parameters, particularly in the wavelengths used. Nine of the 11 clinical studies described favorable results, defined as complete recovery or significant improvement, while the experimental studies reported findings related to axonal regeneration, myelination, and neurotrophic factor expression. The available evidence suggests favorable clinical and experimental results for FBM in facial nerve recovery; however, methodological and protocol heterogeneity limits the possibility of drawing definitive conclusions and highlights the need for controlled clinical trials and standardized protocols.

Keywords

Low-Level Light Therapy, Facial Nerve, Nerve Regeneration, Diode Laser

Introducción

El nervio facial es fundamental para la dinámica de la expresión facial y la comunicación, por lo que su daño impacta gravemente la calidad de vida de los pacientes (1). Sus lesiones, clasificadas según el nivel de compromiso axonal en neuropraxia, axonotmesis y neurotmesis, pueden ser causadas por traumatismos, infecciones o condiciones idiopáticas como la parálisis de Bell (2, 3). Los tratamientos convencionales, que incluyen corticoides y microcirugía, a menudo resultan en recuperaciones incompletas y pueden acarrear efectos secundarios, especialmente en pacientes diabéticos (4, 5).

Recientemente la fotobiomodulación (FBM) se ha posicionado como una alternativa terapéutica potencial, utilizando luz de baja potencia (entre 600 y 1100 nm de longitud de onda) para interactuar de forma no térmica con los tejidos biológicos (1, 6). Este tipo de terapia actúa mediante la estimulación de la citocromo c oxidasa en la mitocondria, incrementando la producción de ATP y activando vías de señalización como la PI3K/Akt, promoviendo la supervivencia de las células de Schwann y la regeneración axonal (3, 7). Actualmente, las investigaciones sobre este tipo de terapia se centran en estandarizar parámetros de irradiación y en el uso de biopolímeros de fibrina para crear microambientes óptimos que aceleran la regeneración funcional y minimicen la atrofia muscular (3, 5).

El objetivo de este estudio es mapear y caracterizar la evidencia disponible sobre el uso de la fotobiomodulación en la regeneración, reparación y recuperación funcional del nervio facial, describiendo los diseños de estudio, poblaciones y modelos experimentales, etiologías, parámetros de aplicación, desenlaces evaluados y principales vacíos de conocimiento.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

La revisión de alcance se desarrolló siguiendo el enfoque metodológico propuesto por el Joanna Briggs Institute (JBI) para scoping reviews y se reportó de acuerdo con la extensión PRISMA-ScR con el objetivo de mapear la evidencia disponible sobre el uso de la terapia láser de baja intensidad (Low-Level Laser Therapy, LLLT) o fotobiomodulación (FBM), en la regeneración del nervio facial.

Pregunta de Investigación

Mediante el esquema PCC (Población: "pacientes y modelos experimentales con lesión o disfunción del nervio facial"; Concepto: fotobiomodulación (FBM/LLLT); Contexto: regeneración, reparación o recuperación funcional del nervio facial) se definió la pregunta: *¿Cuál es la evidencia disponible sobre el uso de la fotobiomodulación en la regeneración, reparación y recuperación funcional del nervio facial, y cuáles son los principales parámetros terapéuticos y características de los estudios disponibles?*

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed y Scopus, utilizando términos de vocabulario controlado, cuando estuvieron disponibles, y palabras clave relacionadas con la fotobiomodulación, la terapia láser, el nervio facial y la regeneración o recuperación nerviosa. La estrategia de búsqueda incluyó los siguientes conceptos: ("diode laser" OR "photobiomodulation" OR "low-level laser therapy" OR "LLLT" OR "PBM" OR "low level light therapy") AND ("facial nerve" OR "cranial nerve VII" OR "nervus facialis" OR "facial nerve palsy") AND ("regeneration" OR "repair" OR "healing" OR "recovery" OR "nerve regeneration" OR "neuroregeneration").

No se aplicaron restricciones por fecha de publicación, con el objetivo de identificar la evidencia disponible desde el inicio de la indexación de cada base de datos hasta marzo de 2026. La estrategia de búsqueda fue adaptada a las características específicas de cada base de datos. La última búsqueda se realizó en marzo de 2026.

Las bases de datos Embase y Web of Science no fueron consultadas debido a limitaciones de acceso a dichas plataformas, lo que constituye una limitación de la búsqueda y puede haber reducido la identificación de estudios potencialmente elegibles.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios primarios en humanos y modelos animales que evaluaron la fotobiomodulación (FBM) en la regeneración o recuperación funcional del nervio facial, incluyendo diseños clínicos, observacionales y experimentales, con texto completo disponible en inglés o español. Las revisiones sistemáticas y otros estudios secundarios identificados durante la búsqueda fueron considerados únicamente como literatura contextual y no fueron incorporados al mapeo de la evidencia primaria.

Se excluyeron estudios no enfocados en el nervio facial, aquellos que utilizaron láser exclusivamente con fines quirúrgicos y publicaciones con información insuficiente para la extracción de datos.

Proceso de selección

Inicialmente los registros identificados fueron exportados a un gestor bibliográfico y se eliminaron los duplicados. Cuatro revisores evaluaron de forma independiente los títulos y resúmenes y, posteriormente, los textos completos de los registros potencialmente elegibles. Las discrepancias fueron resueltas mediante consenso entre los revisores.

El proceso de selección se documentó mediante un diagrama PRISMA-ScR.

Extracción de datos

Se utilizó una tabla estandarizada que incluyó: autor, año, tipo de estudio, modelo, tipo de lesión, parámetros de FBM (longitud de onda, potencia, dosis y frecuencia), resultados clínicos e histológicos y principales hallazgos. La extracción fue realizada de forma independiente por dos revisores.

Análisis y síntesis de datos

Se realizó una síntesis descriptiva, agrupando los estudios según diseño, modelo experimental, parámetros de FBM y resultados

clínicos y biológicos. No se realizó una evaluación formal del riesgo de sesgo, dado que el objetivo de la revisión fue caracterizar y mapear la evidencia disponible, y no estimar el efecto de la intervención.

Consideraciones éticas

Al tratarse de una revisión de literatura, no se requirió aprobación por un comité de ética.

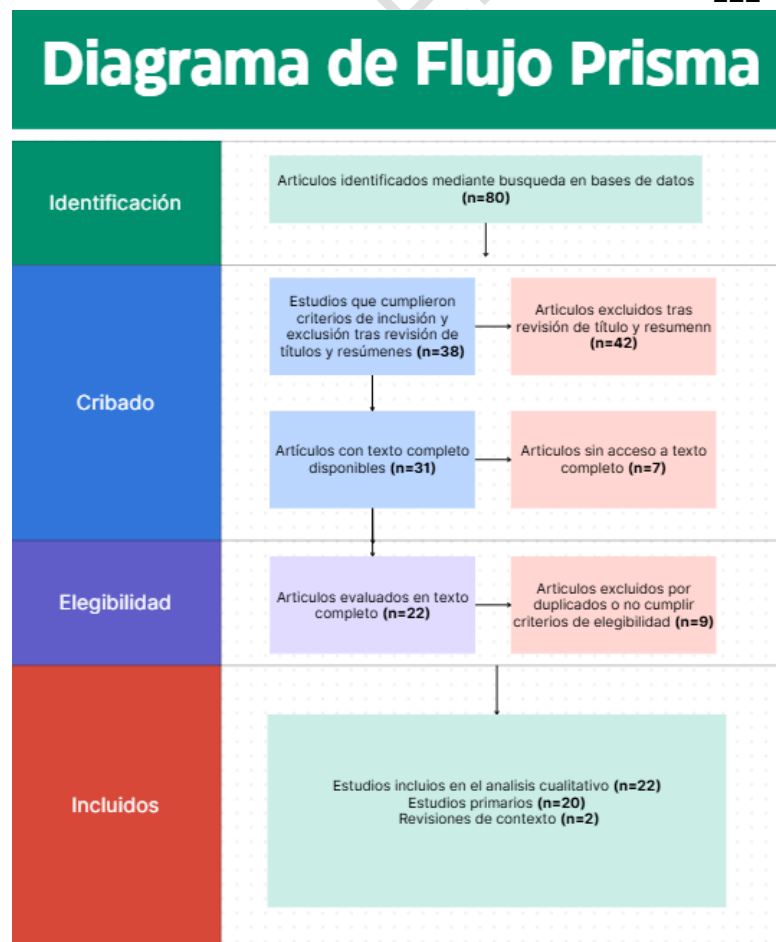


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA-ScR

Resultados

Tras la aplicación de la estrategia de búsqueda, se identificaron 80 registros (PubMed, n=24; Scopus, n=56). Luego de la eliminación de duplicados y del cribado por título y resumen, 31 registros fueron evaluados mediante lectura de texto completo. Finalmente, se incluyeron 20 correspondientes a estudios primarios utilizados para el mapeo de la evidencia y 2 correspondientes a revisiones secundarias, utilizadas únicamente como literatura contextual y no incorporadas al mapeo de los estudios primarios (Figura 1).

Los estudios publicados entre 1993 y 2025 incluyeron 11 estudios clínicos en humanos (50%), 9 estudios experimentales en modelos animales (41%) y 2 revisiones secundarias (9%). Entre los estudios clínicos, predominó la serie de casos (45,5%), seguida de los reportes de caso (27,3%), los estudios comparativos (18,2%) y un ensayo clínico aleatorizado (9,1%). Los estudios experimentales utilizaron exclusivamente modelos de roedores (ratas Wistar y Sprague-Dawley), con lesiones del nervio facial inducidas mediante neurotmesis o aplastamiento.

En los estudios clínicos se reportaron características individuales de 38 pacientes, con una distribución de 53% de sexo masculino y 47% de sexo femenino; en dos estudios, esta información no fue reportada (NR). El rango de edad fue de 3 a 52 años, incluyendo al menos dos pacientes pediátricos. Adicionalmente, dos estudios clínicos reportaron muestras de mayor tamaño: Murakami et al.(8), con 52 pacientes, y Ordahan y Karahan (9), con 46 pacientes.

La etiología predominante correspondió a la parálisis de Bell o parálisis facial idiopática (64%), seguida de etiologías infecciosas, incluyendo enfermedad de Lyme, síndrome de Ramsay Hunt y otras etiologías virales (27%), y causas traumáticas (18%). La suma de estas proporciones supera el 100%, debido a que algunos estudios incluyeron pacientes con más de una categoría etiológica.

Respecto al tiempo de evolución de la parálisis, se identificaron 12 registros clínicos correspondientes a los 11 estudios clínicos incluidos, debido a que uno de los artículos reportó más de un caso con características temporales diferenciadas. De estas observaciones, 3 correspondieron a cuadros agudos, 2 a cuadros subagudos, 4 a cuadros crónicos y 3 no reportaron esta variable. Los parámetros de fotobiomodulación mostraron una marcada variabilidad. En los estudios clínicos, las longitudes de onda oscilaron entre 660 y 1064 nm, con predominio de 808–830 nm, mientras que en los estudios experimentales variaron entre 633 y 980 nm, con predominio de 808–850 nm. El láser de diodo constituyó la principal fuente de fototerapia, con un uso limitado de LED. El número de sesiones en los estudios clínicos varió entre 6 y 48, con una frecuencia de aplicación predominante de tres veces por semana y aplicación en 7 a 10 puntos a lo largo del trayecto del nervio facial (Tablas 1 y 2).

Características de los estudios incluidos y de los pacientes			
1. Distribución general de los estudios			
Variable	Estudios clínicos (humanos)	Estudios experimentales (animales)	Total
Número de estudios incluidos	11	9	20
% del total	55%	45%	100%
Año de publicación (rango)	1993–2024	2016–2025	1993–2025
2. Diseño de los estudios clínicos (n = 11)			
Tipo de diseño	n	%	
Ensayo clínico aleatorizado (ECA)	1	9%	
Clínico intervencional / comparativo	2	18%	
Serie de casos	5	45%	
Reporte de caso	3	27%	
3. Características de los pacientes (estudios clínicos)			
Variable	Valor / Descripción	n estudios con dato	n estudios NR
Total de pacientes individualizados	38 (+ 2 cohortes: n=52 y n=46)	11	0
Sexo masculino	20 pacientes (53%)	9	2
Sexo femenino	18 pacientes (47%)	9	2
Rango de edad	3 – 52 años	9	2
Población pediátrica (< 18 años)	2 pacientes (casos individuales)	2	—
Pacientes diabéticos	30 pacientes (1 estudio específico)	1	—
4. Etiología de la parálisis facial (estudios clínicos)			
Etiología	n estudios	%	Estudios representativos
Idiopática / Parálisis de Bell	7	64%	Aghamohamdi ⁴ , Fontana ⁹ , Marques ¹⁰ , Murakami ⁸ , Ordahan ⁹ , Pasquale ¹² , Zarkovic ¹³
Traumática	2	18%	Basualdo ⁵ (fractura temporal), Ton ¹⁴ (contusión cerebral)
Infecciosa (Lyme, Ramsay Hunt, viral)	3	27%	Zarkovic ¹³ (3 casos), Basualdo ⁵ (viral)
5. Duración de la parálisis al inicio del tratamiento (estudios clínicos)			

Estadio	n estudios	%	Estudios
Aguda (horas a días)	3	27%	Aghamohamdi ⁴ (fase aguda), Fontana ¹⁰ (inicio súbito), Marques ¹¹ (48 h)
Subaguda (días a 6 meses)	2	18%	Zarkovic ¹³ (18 días), Zarkovic ¹³ (6 meses)
Crónica (> 6 meses)	4	36%	Basualdo ⁵ (desde 2009), Ton ¹⁴ (12 años), Zarkovic ¹³ (12 años), Basualdo ⁵ (ago. 2022)
No Reportado (NR)	3	27%	Murakami ⁸ , Ordahan ⁹ , Pasquale ¹²
Nota: Los porcentajes de etiología suman más del 100% porque Zarkovic et al. (2023) incluye pacientes con distintas etiologías. NR = No Reportado.			

Tabla 1: Características de los estudios incluidos y de los pacientes

Parámetros de intervención, resultados y completitud del reporte			
6. Parámetros de fotobiomodulación			
Parámetro	Estudios clínicos (humanos)	Estudios experimentales (animales)	
Rango de longitudes de onda empleadas	660 – 1064 nm	633 – 980 nm	
Longitud de onda más frecuente	808 – 830 nm (6/11 estudios)	808 – 850 nm (6/9 estudios)	
Tipo de fuente	Láser diodo (10/11) LED (1/11)	Láser diodo (8/9) LED (1/9)	
Rango de sesiones	6 – 48 sesiones	N/A (aplicación diaria)	
Frecuencia de aplicación más común	3 veces/semana	3 veces/semana o diario	
Nº de puntos de aplicación	7 – 10 puntos	N/A	
7. Tratamientos coadyuvantes / comparadores			
Modalidad	n estudios clínicos	n estudios experimentales	
FBM como terapia única	2	0	
FBM + vitaminas complejo B	2	0	
FBM + fisioterapia / ejercicios faciales	2	0	
FBM + fármacos (antivirales, corticoides)	2	0	
FBM + biopolímero de fibrina heterólogo (HFB)	0	4	
FBM + PDRN (polidesoxirribonucleótido)	0	1	

FBM vs. ozonoterapia (comparador)	0	1	
FBM vs. bloqueo ganglio estrellado (comparador)	1	0	
No Reportado (NR)	2	0	
8. Resultados clínicos (estudios en humanos, n = 11)			
Resultado	n estudios	%	
Recuperación completa (House-Brackmann I o equivalente)	5	45%	
Mejora significativa (sin recuperación total reportada)	4	36%	
Mejora parcial / funcional	2	18%	
Sin mejoría o resultado negativo	0	0%	
<i>Nota: FBM = Fotobiomodulación. HFB = biopolímero de fibrina heterólogo. PDRN = polidesoxirribonucleótido. NR = No Reportado. N/A = No aplica al diseño del estudio.</i>			

Tabla 2: Parámetros de intervención, resultados y completitud del reporte

En relación a los tratamientos coadyuvantes, 9 de los 11 estudios clínicos reportaron el uso de alguna terapia concomitante. Destacan entre ellos vitaminas de complejo B (2 estudios), fisioterapia o ejercicios faciales (2 estudios) y fármacos como antivirales y corticoides (2 estudios). En 2 estudios no se reportó esta información. En estudios experimentales, 5 de 9 evaluaron la FBM combinada con coadyuvantes, principalmente el biopolímero de fibrina heterólogo (HFB) en 4 estudios, seguido de polidesoxirribonucleótido (PDRN) y ozonoterapia como comparador (Tabla 2).

En términos clínicos, 9 de los 11 estudios reportaron recuperación completa o mejoría significativa. La recuperación completa (House-Brackmann grado I) se observó en 5 estudios y la mejoría parcial significativa en 4, sin reportes de resultados negativos (Tabla 2). La escala de House-Brackmann fue la más utilizada, seguida de House-Brackmann Grading System numérico y el Facial Disability Index, aunque en 3 estudios no se emplearon instrumentos estandarizados.

Entre los estudios clínicos con mayor tamaño muestral, Murakami et al.(8) (n=52) reportó una recuperación más rápida con FBM en comparación con el bloqueo del ganglio estrellado, mientras que Ordahan & Karahan (9) (n=46) evidenció una mayor mejoría en el índice de discapacidad facial al combinar FBM con ejercicios faciales frente a ejercicios aislados.

En los estudios experimentales, todos reportaron mejoría en al menos un parámetro. A nivel funcional destacó la recuperación del movimiento de vibras, mientras que a nivel histológico se observaron aumentos en diámetro axonal, densidad de fibras mielinizadas y grosor de mielina, junto con modulación de marcadores como NGF, BDNF, IL-1 e IL-6 (Tabla 1).

El estudio de Lee et al. (2021) evidenció un efecto dependiente de la longitud de onda, con mejores resultados a 633 nm en comparación con 804 nm en la recuperación axonal y la expresión de células de Schwann. Así mismo, los estudios que combinaron FBM con HFB o PDRN reportaron posibles efectos complementarios.

Finalmente, se evidenció una alta heterogeneidad en el reporte de variables clave, incluyendo la duración de la parálisis (NR en 3 estudios), el uso de terapias concomitantes (NR en 2) y la ausencia de instrumentos de evaluación estandarizados (3 estudios), lo que limita la comparabilidad de los resultados. Esta falta de estandarización dificulta tanto el análisis según el estadio evolutivo como la identificación del efecto específico de la FBM. Asimismo, la ausencia de escalas validadas en algunos estudios restringe la interpretación uniforme de los desenlaces funcionales (Tabla 2). En conjunto,

estas limitaciones constituyen un hallazgo relevante de la presente revisión de alcance y respaldan la necesidad de estudios futuros con mayor rigor en el reporte de variables clínicas.

Discusión

La presente revisión de alcance permitió mapear la evidencia disponible sobre el uso de la FBM en la regeneración del nervio facial, evidenciando un creciente interés científico en su aplicación tanto en modelos experimentales como en contextos clínicos. Los 20 estudios primarios incluidos, con predominio de diseños observacionales y experimentales, junto a las 2 revisiones secundarias, reflejan un campo en expansión, aunque aún en desarrollo metodológico.

La FBM, introducida clínicamente en la década de 1980 bajo el concepto de LLLT y posteriormente consolidada con la incorporación de láseres de diodo, ha sido propuesta como una intervención no invasiva con un perfil de seguridad favorable y escasos efectos adversos reportados (2,8). Su mecanismo de acción se sustenta en la estimulación de la citocromo c oxidasa mitocondrial, lo que favorece la producción de ATP y optimiza el metabolismo celular. En el contexto de la regeneración nerviosa, estos efectos se han asociado con procesos como la proliferación y activación de células de Schwann, el aumento de la densidad axonal y la mejora de la mielinización de las fibras regeneradas. Estos mecanismos han sido descritos principalmente en estudios y revisiones sobre LLLT en nervios periféricos, proporcionando plausibilidad biológica para los hallazgos observados específicamente en el nervio facial (1,7). Asimismo, el interés por evaluar la eficacia clínica de la terapia láser en pacientes con parálisis facial se refleja en la existencia de protocolos de revisiones sistemáticas y metaanálisis orientados a sintetizar la evidencia disponible en este contexto (15).

En concordancia con estos mecanismos, los estudios preclínicos han evidenciado mejoras consistentes en parámetros estructurales regenerativos, tales como el aumento del número, densidad y diámetro de las fibras, así como una mayor viabilidad celular bajo condiciones de estrés oxidativo en los grupos tratados con FBM (3,7,17). Asimismo, los estudios que evaluaron el uso combinado de FBM con terapias coadyuvantes, como biopolímeros de fibrina, vitaminas del complejo B y polidesoxirribonucleótidos (PDRN), reportaron resultados favorables con la combinación, sugiriendo un posible rol del microambiente tisular en la optimización de la respuesta a la FBM (16).

Desde el punto de vista clínico, la evidencia sintetizada muestra resultados favorables, en 9 de los 11 estudios clínicos, reportando recuperación completa o mejoría significativa de la función facial, acompañado de mejoras en la simetría facial, evaluadas mediante escalas como House-Brackmann, junto con una posible aceleración en el tiempo de recuperación, particularmente cuando la intervención se realiza en fases tempranas (4,16). Por otro lado, estudios experimentales han reportado una reducción significativa en el tiempo de recuperación, observándose que la aplicación de luz LED de 850 nm permite alcanzar la recuperación en aproximadamente la mitad del tiempo en comparación con grupos control (1). Asimismo, diversos reportes clínicos y estudios experimentales han descrito resultados favorables cuando la intervención se realiza en fases tempranas, incluyendo recuperaciones cercanas al 100% en determinados contextos clínicos (10,18). En población pediátrica, la evidencia identificada fue limitada a reportes individuales, por lo que no permite establecer diferencias en la respuesta a la LLLT respecto de los tratamientos convencionales.

No obstante, la interpretación de estos resultados debe realizarse con cautela. La evidencia disponible presenta una marcada heterogeneidad en términos de diseños de estudio, tamaños muestrales, parámetros de aplicación del láser y uso de terapias concomitantes. A esto se suma la falta de reporte sistemático de variables clínicas relevantes, como la duración de la parálisis o el estadio evolutivo, lo que limita la comparabilidad entre estudios y dificulta la identificación del efecto específico de la FBM.

En relación con los factores pronósticos, la evidencia disponible sugiere que el momento de inicio de la intervención podría influir en la recuperación, con resultados aparentemente más favorables en

fases agudas y subagudas que en etapas crónicas, donde procesos como la degeneración walleriana, la alteración de las células de Schwann y la atrofia muscular podrían comprometer la capacidad de recuperación (18,19,20). Asimismo, la edad podría constituir un factor modificador de la recuperación dado el declive progresivo en la capacidad de regeneración neuronal asociado al envejecimiento, aunque la evidencia identificada en esta revisión no permite establecer su influencia específica sobre la respuesta a la FBM (11).

Respecto a su posicionamiento clínico, la evidencia sugiere que la FBM podría desempeñar un rol complementario dentro del manejo integral de la parálisis facial, especialmente en pacientes con contraindicaciones a terapias farmacológicas o como coadyuvante de intervenciones quirúrgicas. Sin embargo, la heterogeneidad y el nivel de evidencia disponible no permiten establecer conclusiones definitivas sobre su superioridad frente a los tratamientos convencionales, por lo que actualmente no puede considerarse un reemplazo de estos, sino más bien una estrategia adyuvante (2,4,21,22).

En conjunto, los hallazgos de esta revisión destacan el potencial terapéutico de la FBM en la regeneración del nervio facial, aunque evidencian la necesidad de estudios clínicos controlados y protocolos estandarizados que permitan establecer parámetros óptimos de tratamiento y confirmar su eficacia en poblaciones humanas.

Conclusión

La FBM constituye una estrategia terapéutica no invasiva y potencialmente prometedora para favorecer la regeneración y recuperación funcional del nervio facial, con resultados predominantemente favorables en modelos experimentales y hallazgos clínicos preliminares que sugieren un posible beneficio terapéutico. Sin embargo, la marcada heterogeneidad de los parámetros de aplicación, los diseños de estudio y los desenlaces evaluados, junto con la limitada disponibilidad de estudios clínicos controlados, impiden establecer conclusiones definitivas sobre su eficacia y dificultan la estandarización de los protocolos terapéuticos. En este contexto, son necesarios estudios clínicos controlados, con diseños metodológicamente rigurosos y protocolos de fotobiomodulación claramente definidos, que permitan determinar su eficacia, seguridad y aplicabilidad clínica en la recuperación del nervio facial.

Bibliografía

1. Er-Rouassi H, Benichou L, Lyoussi B, Vidal C. Efficacy of LED Photobiomodulation for Functional and Axonal Regeneration After Facial Nerve Section-Suture. *Front Neurol.* 2022 Feb 23;13. doi:10.3389/fneur.2022.827218
2. Buchaim DV, Rodrigues A de C, Buchaim RL, Barraviera B, Junior RSF, Junior GMR, et al. The new heterologous fibrin sealant in combination with low-level laser therapy (LLLT) in the repair of the buccal branch of the facial nerve. *Lasers Med Sci.* 2016 Jul 1;31(5):965–72. doi:10.1007/s10103-016-1939-2 PubMed PMID: 27112578.
3. Buchaim DV, Andreo JC, Ferreira Junior RS, Barraviera B, de Castro Rodrigues A, de Cássia MacEdo M, et al. Efficacy of Laser Photobiomodulation on Morphological and Functional Repair of the Facial Nerve. *Photomed Laser Surg.* 2017 Aug 1;35(8):442–9. doi:10.1089/pho.2016.4204 PubMed PMID: 28557664.
4. Aghamohamdi D, Fakhari S, Farhodi M, Farzin H. The efficacy of low-level laser therapy in the treatment of bell's palsy in diabetic patients. *J Lasers Med Sci.* 2020 Jun 1;11(3):310–5. doi:10.34172/jlms.2020.52
5. Basualdo Allende J, Caviedes R, von Marttens A, Kuga M, Fernández E. A case series of low-level laser therapy treatment in patients with peripheral facial palsy. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2024 Oct 1;49. doi:10.1016/j.pdpdt.2024.104314 PubMed PMID: 39181489.

6. An P, Zhao J. Advance in Functional Restoration of Injured Nerve with Low Level Laser and its Utilization in the Dental and Maxillofacial Region. *Chinese Medical Sciences Journal*. Elsevier Ltd; 2020. p. 272–7. doi:10.24920/003597 PubMed PMID: 32972505.
7. Lee JH, Carpena NT, Kim S, Lee MY, Jung JY, Choi JE. Photobiomodulation at a wavelength of 633 nm leads to faster functional recovery than 804 nm after facial nerve injury. *J Biophotonics*. 2021 Oct 1;14(10). doi:10.1002/jbio.202100159 PubMed PMID: 34251083.
8. Murakami F, Kemmotsu O, Kawano Y, Matsumura C, Kaseno S, Imai M. Diode low reactive level laser therapy and stellate ganglion block compared in the treatment of facial palsy. *Laser Ther*. 1993;5(3):131–5. <http://dx.doi.org/10.5978/islsm.93-or-15>
9. Ordahan B, Karahan AY. Role of low-level laser therapy added to facial expression exercises in patients with idiopathic facial (Bell's) palsy. *Lasers Med Sci*. 2017;32(4):931-936. doi:10.1007/s10103-017-2195-9.
10. Fontana CR, Bagnato VS. Low-Level Laser Therapy in Pediatric Bell's Palsy: Case Report in a Three-Year-Old Child. *J Altern Complement Med*. 2013;19(4):376-382. doi:10.1089/acm.2011.0531.
11. Marques AMC, Soares LGP, Marques RC, Pinheiro ALB, Dent M. Laser phototherapy as modality of clinical treatment in Bell's palsy. In: AIP Conference Proceedings. 2011. p. 66–9. doi:10.1063/1.3626914.
12. Pasquale C, Utyuzh A, Mikhailova MV, Colombo E, Amaroli A. Recovery from idiopathic facial paralysis (Bell's Palsy) using photobiomodulation in patients non-responsive to standard treatment: A case series study. *Photonics*. 2021 Aug 1;8(8). doi:10.3390/photonics8080341
13. Zarkovic Gjurić S, Pang J, Vrčkovnik M, Hanna R. Efficacy of 1064 nm Photobiomodulation Dosimetry Delivered with a Collimated Flat-Top Handpiece in the Management of Peripheral Facial Paralysis in Patients Unresponsive to Standard Treatment Care: A Case Series. *J Clin Med*. 2023;12(19):6294. doi:10.3390/jcm12196294.
14. Ton G, Lee LW, Chen YH, Tu CH, Lee YC. Effects of laser acupuncture in a patient with a 12-year history of facial paralysis: A case report. *Complement Ther Med*. 2019;43:306-310. doi:10.1016/j.ctim.2019.02.015.
15. Kim JH, Park YC, Seo BK, Baek YH, Goo B, Nam SS. The efficacy of laser therapy in patients with facial palsy: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (United States)*. Lippincott Williams and Wilkins; 2020. p. E21665. doi:10.1097/MD.00000000000021665 PubMed PMID: 32846781.
16. Li B, Wang X. Photobiomodulation enhances facial nerve regeneration via activation of PI3K/Akt signaling pathway-mediated antioxidant response. *Lasers Med Sci*. 2022 Mar 1;37(2):993–1006. doi:10.1007/s10103-021-03344-8 PubMed PMID: 34302577.
17. Bueno CR de S, Tonin MCC, Buchaim DV, Barraviera B, Junior RSF, Santos PS da S, et al. Morphofunctional Improvement of the Facial Nerve and Muscles with Repair Using Heterologous Fibrin Biopolymer and Photobiomodulation. *Pharmaceuticals*. 2023 May 1;16(5). doi:10.3390/ph16050653
18. Yuca Y, Yucesoy T, Tok OE, Alkan A. The efficiency of ozone therapy and low-level laser therapy in rat facial nerve injury. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020 Mar 1;48(3):308–14. doi:10.1016/j.jcms.2020.01.017 PubMed PMID: 32063482.
19. Ohshiro T, Ohshiro T, Sasaki K, Fujii S, Taniguchi Y. Low reactive laser therapy for facial paralysis. *Laser Ther*. 2008;17(3):129-133. doi:10.5978/islsm.17.129.
20. Bueno CRdS, Buchaim DV, Barraviera B, Ferreira Jr RS, Santos PSdS, Reis CHB, Cini MA, Kuga MC, Rosa Junior GM, Buchaim RL. Delayed repair of the facial nerve and its negative

- impacts on nerve and muscle regeneration. *J Venom Anim Toxins incl Trop Dis.* 2024;30:e20230093. doi:10.1590/1678-9199-JVATITD-2023-0093.
21. de Oliveira Rosso MP, Rosa Júnior GM, Buchaim DV, German IJS, Pomini KT, de Souza RG, Pereira M, Favaretto Júnior IA, de Souza Bueno CR, de Oliveira Gonçalves JB, Ferreira Júnior RS, Barraviera B, Andreo JC, Buchaim RL. Stimulation of morphofunctional repair of the facial nerve with photobiomodulation, using the end-to-side technique or a new heterologous fibrin sealant. *J Photochem Photobiol B.* 2017;175:20-28. doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.08.023.
22. Sun KH, Choi CH, Jang CH. Synergistic Effect of Polydeoxyribonucleotides with Low-Level Lasers on the Regeneration of Crush-Injured Facial Nerves. *J Clin Med.* 2025;14(5):1678. doi:10.3390/jcm14051678.