

Gerhard Litscher

VON DER LASERAKUPUNKTUR ZUR PHOTOBIO-MODULATION – HIGHLIGHTS DER GRUNDLAGENFORSCHUNG

From Laser Acupuncture to Photobiomodulation – Highlights from Basic Research

Zusammenfassung

Laserakupunktur (LA) und Photobiomodulation (PBM) werden weltweit angewendet, bei wissenschaftlichen Studien ist aber nach wie vor Bedarf gegeben. Ziel dieser kurzen Übersichtsarbeit ist es, Fortschritte der Grundlagenforschung auf diesem für die evidenzbasierte Komplementärmedizin wichtigen Gebiet aufzuzeigen und Highlights der Grundlagenforschung in den Fokus der Aufmerksamkeit zu stellen. Unsere moderne Gesellschaft benötigt Verfahren, die wissenschaftlich geprüft sind und zuverlässige Ergebnisse bei den Behandlungen der Patientinnen und Patienten liefern. LA und PBM erfüllen einige Kriterien dafür, wenngleich sie (noch) nicht uneingeschränkt in der sogenannten „Mainstream“-Medizin verwendet werden können. Gründe dafür werden in dem Artikel aufgezeigt; anhand von Beispielen sollen mögliche Forschungsfelder und Indikationen der Verfahren identifiziert und dargestellt werden.

Schlüsselwörter

Laserakupunktur (LA), Photobiomodulation (PBM), Photobiomodulationstherapie (PBMT), Sport, Arthritis, zelluläre Mechanismen, virale Hepatitis, Probiotika, COVID-19, Nanocurcumin, Krebstherapie

Summary

Laser acupuncture (LA) and photobiomodulation (PBM) are used worldwide, but there is still a need for scientific studies. The aim of this short review article is to show progress in basic research in this area, which is important for evidence-based complementary medicine, and to focus attention on highlights of basic research. Our modern society needs methods that are scientifically proven and deliver reliable results in the treatment of patients. LA and PBM meet some criteria for this, although they cannot (yet) be used without restrictions in so-called ‘mainstream’ medicine. Reasons for this are shown in this article; possible research fields and indications of the procedures are to be identified and presented using examples.

Keywords

laser acupuncture (LA), photobiomodulation (PBM), photobiomodulation therapy (PBMT), sports, arthritis, cellular mechanisms, viral hepatitis, probiotics, COVID-19, nanocurcumin, cancer therapy

Einleitung

Sowohl die Laserakupunktur (LA) als auch die Photobiomodulation (PBM) haben in den letzten Jahrzehnten eine wissenschaftliche Bestätigung durch zahlreiche hochrangige Publikationen erhalten. Dennoch sehen Forschende noch weitreichenden Studienbedarf, damit diese Methoden der Laser- bzw. Photostimulation in die sogenannte „Mainstream“-Medizin breiten Eingang finden können, was bislang nur in Einzelfällen gegeben ist.

Nicht nur ausschließlich die LA, sondern auch generell die Low-Level-Lasertherapie führte zu dem, was wir heute Photobiomodulationstherapie (PBMT) nennen. „Photobiomodulation wird traditionell für Wundheilung, Schmerzen und Entzündungen verwendet und in den letzten Jahren ist das Interesse an dieser Anwendung gestiegen“, so Mike Hamblin, der Pionier der PBM am 1. Oktober 2021 anlässlich einer virtuellen Photobiomodulationskonferenz [1].

Roberta Chow, angesehene Forscherin aus Australien auf diesem Gebiet, vertritt gegenwärtig folgende Meinung: „Aus der Perspektive von über 30 Jahren medizinischer Praxis, welche PBM bei der Behandlung chronischer Schmerzen verwendet, glaube ich, dass wir noch immer weit davon entfernt sind, PBM in die allgemeine medizinische Praxis zu integrieren. Die dafür bestimmenden Faktoren sind der Mangel an soliden klinischen Beweisen.“ Dafür entscheidend ist aus der Sicht des Autors des vorliegenden Artikels das Unverständnis, größtenteils klinischer Forschenden sowie Praktikerinnen und Praktikern, über die sogenannte „richtige Dosis“ von Licht, sei es Laser oder Light-emitting Diodes (LED). „Während wir immer mehr über molekulare und zelluläre Mechanismen verstehen, sind wir noch weit davon entfernt, die großartigen Erfolge der Grundlagenforschung erfolgreich in die klinische Praxis umzusetzen“, so Roberta Chow. Sie kritisiert ferner, „dass die Richtlinien der *World Association for photobiomodulation Therapy (WALT)* nicht nuanciert genug sind, um in der täglichen Praxis optimale Ergebnisse zu erzielen“ [2].

Ähnlich die Argumentation von James Carroll, Gründer und CEO von THOR Photomedicine Ltd.: „Die Forschung zur Photobiomodulation (PBM) hat über 8.000 wissenschaftliche Arbeiten hervorgebracht, darunter mehr als 800 randomisierte kontrollierte klinische Studien (RCTs).“ [3] (PubMed: PBM: n = 1.871, PBM-RCT: n = 195; 5. Oktober 2021, Anmerkung des Autors dieses Artikels). „Diese Studien haben die Wirksamkeit von PBM bewiesen. In den Vereinigten Staaten gibt es dennoch keine explizite Anerkennung der PBM beispielsweise durch die „Food and Drug Administration“ (FDA).“ [3]

Daher werden folgende offene Punkte als sehr wichtige Perspektiven erachtet:

- Behördlich genehmigte/zugelassene Indikationen für die Verwendung photomedizinischer Methoden,
- klinische Richtlinien für diese Indikationen, die die Entscheidung einer Ärztin oder eines Arztes für die Anwendung von LA und PBM klar regulieren sollen,
- Vorlesungen an Medizinischen Universitäten/Fakultäten zu dieser Thematik.

Im Rahmen dieser Arbeit werden einige wichtige aktuelle Publikationen zur LA und PBM zusammengefasst, die alle von Autorinnen und Autoren der Internationalen Gesellschaft für Medizinische Laseranwendungen (ISLA transcontinental) verfasst wurden und zusammen einen Impact-Faktor von 30,583 aufweisen [4–10]. Die Arbeiten sollen Perspektiven für Forschungsrichtungen, aber auch praktische Anwendungsmöglichkeiten aufzeigen.

Methoden

Kurz zu den Definitionen der beschriebenen Methoden:

LA und Photoakupunktur sind definiert als „Photonische Stimulation von Akupunkturpunkten und Bereichen, um ähnliche therapeutische Wirkungen wie jene von Nadelakupunktur und verwandten Therapien zusammen mit den Vorteilen der PhotoBioModulation (PBM) zu erzielen“ [11].

PBM umfasst eine „Lichtanwendung, die darauf abzielt, den Heilungsprozess, die Geweberegeneration und die Reduzierung von Entzündungen und Schmerzen zu fördern“ [12].

Für die zusammengefassten Arbeiten wurden die Datenbanken von PubMed, Google Scholar und China National Knowledge Infrastructure (CNKI) teilweise bis Ende September 2021 durchsucht. Die Strategie und die Schlüsselwörter wurden entsprechend der jeweiligen Datenbank angepasst. Darüber hinaus wurden zusätzliche Forschungsergebnisse aus chinesischen Arbeiten zu einigen Themen auszugsweise zusammengefasst.

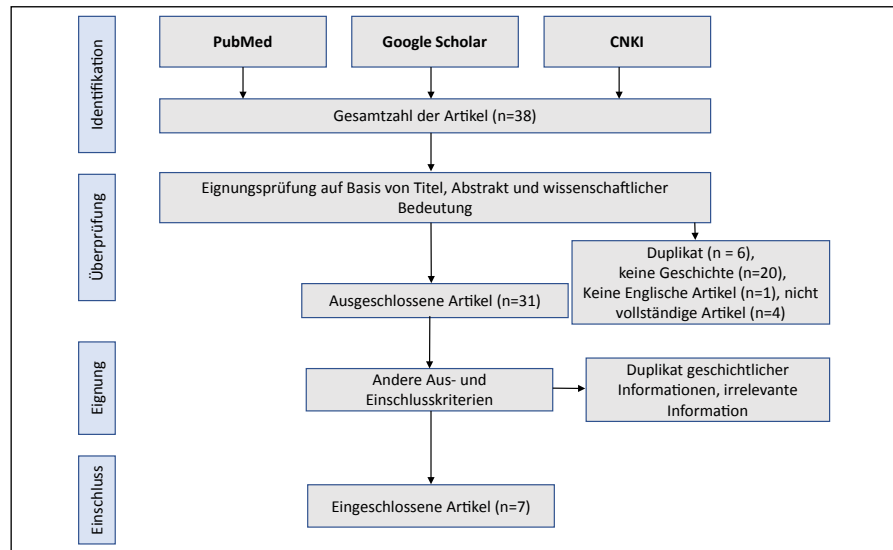
Ergebnisse

Laserakupunktur – Basis für die Photobiomodulation [9]

Die LA ist eine relativ junge Methode auf dem Gebiet der Akupunktur, die seit den frühen 1970er-Jahren erfolgreich zur Behandlung verschiedener Krankheiten eingesetzt wird und bereits eine umfassende Geschichte hinter sich hat. Ein vom Autor dieser Arbeit kürzlich im Jahr 2020 verfasster Übersichtsartikel [9] beschäftigt sich mit Fakten der Geschichte der LA und fasst die wichtigsten Meilensteine in der Entwicklung zusammen. Als Forschungsdokumente dienten in erster Linie, wie bereits erwähnt, wissenschaftliche Artikel aus den Datenbanken PubMed, Google Scholar und CNKI. Material von wissenschaftlichen Büchern ergänzte in diesem Fall die Recherche (Abb. 1).

Es dauerte fast 50 Jahre, bis der Wert der Laserakupunktur umfassend erkannt wurde. Erkenntnisse aus der medizinischen Grundlagenforschung zusammen mit der klinischen Forschung halfen, die Wirkung der LA auf einer für die westliche Medizin akzeptablen biomedizinischen und klinischen Grundlage zu erklären. Neuerdings kann die LA mit den Vorteilen der PBM mit der Schulmedizin kombiniert werden. Durch die Kombination der östlichen und westlichen Medizin kann die LA zweifelsfrei als wirksame, evidenzbasierte Methode der Komplementärmedizin eingesetzt werden, wenngleich die in der Einleitung beschriebenen Limitationen (Fehlen umfassender grundlagenspezifischer und klinischer Studien zu relevanten Dosisverabreichungen der LA) noch hinderlich sind.

Abb. 1 Relevante Artikel zu den historischen Fakten der Laserakupunktur (modifiziert aus [9])



Photobiomodulation und Sport [10]

Die Vorteile der PBM im Sport sind seit mehreren Jahrzehnten bekannt. In jüngerer Zeit bietet die im Sport eingesetzte PBM eine besondere Chance, die Leistungsanpassung, aber auch die Erholungsphasen zu unterstützen. Immer komplexere körperliche Aktivitäten und ein nahezu erbitterter Wettbewerb in der Welt des Sports erzeugen einen Zustand von psychoemotionalem und körperlichem Stress, der oftmals ein chronisches Müdigkeitssyndrom, Versagen beim körperlichen Training, Anfälligkeit für Muskelschäden, körperliche und emotionale Erschöpfung usw. auslösen kann, für die die PBM eine hervorragende Lösung bietet. Neueste wissenschaftliche Arbeiten konzentrieren sich daher auch auf Auswirkungen der PBM auf sportliche Aktivitäten (Abb. 2) [10].

Um alle Risikofaktoren und den Einfluss der PBM auf Gesundheit und Leistung im Sport zu bewerten und zu identifizieren und um die Auswirkungen bei Spitzensportlerinnen und -sportlern besser zu verstehen, wurden Artikel, die seit 2014 bis heute (Oktober 2021) veröffentlicht wurden, analysiert.

Die Suche ergab insgesamt 89 Studien, von denen 44 Studien ausgeschlossen wurden. Die Analyse der Forschung am Menschen zeigte in 21 Studien positive Effekte der PBM, welche insgesamt 661 Teilnehmende umfassten; 9 Studien zeigten keine relevante Wirkung der PBM im Vergleich zu Kontrollgruppen.

Von allen physikalischen Faktoren, die für die Modulation von sportlichen Aktivitäten und Rehabilitation verwendet werden, hat die PBM sehr wertvolle nachgewiesene protektive Wirkungen, die eventuell ein Schlüssel zum Erfolg für hohe Leistung und Erholung sind, was auch durch Tierversuche belegt wird [10]. Kreativ und gezielt

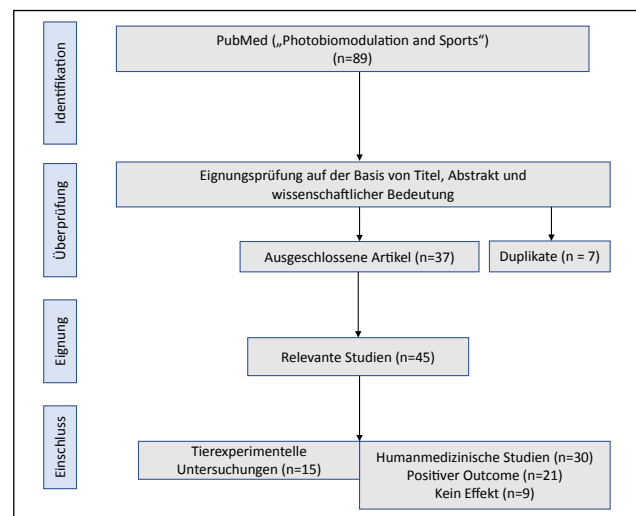


Abb. 2 Auswahl von Artikeln zur Thematik Photobiomodulation und Sport (modifiziert aus [10])

angewendete PBM je nach Sportart und Größe der körperlichen Anstrengung konnte die mitochondriale Aktivität perfekt modulieren und so zu bemerkenswerten Leistungssteigerungen führen. In Kürze sollten auch Dosis-Wirkungs-Experimente der PBM korreliert werden, um eine Quantifizierung der PBM-Parameter und der Energie-, Stoffwechsel-, Immun- und neuroendokrinen Modulation perfekt mit dem Trainingsniveau abzustimmen [10].

Photobiomodulation und Arthritis – zelluläre Mechanismen [4]

Die juvenile idiopathische Arthritis und die rheumatoide Arthritis bei Erwachsenen sind zwei Hauptgruppen mit chronischen Gelenkschmerzen und -entzündungen,

extraartikulären Manifestationen und einem hohen Risiko für Komorbiditäten, die zu körperlichen und psychischen Behinderungen führen können. Die PBM stellt auch hier eine gute Option dar, die kostengünstige Vorteile gegenüber der medikamentösen Therapie bietet [4]. Die erfolgreiche Behandlung mit PBM bei Arthritis basiert auf der Fähigkeit der Klinikerinnen und Kliniker, den Entzündungsstatus der betroffenen Person richtig einzuschätzen, die optimale Lösung zu suchen, die beste Technologie mit den besten physikalischen Parametern zu wählen und die Wirkungsweise so zu wählen, dass sie zielführend ist. Licht ist ein sehr potentes Mittel in der Medizin, da es im Vergleich zu Medikamenten viele Kaskaden der Aktivierung des Immunsystems gleichzeitig stimulieren kann (Abb. 3). Zelluläre Dysfunktionen können moduliert, Selbstorganisationsphänomene initiiert werden [4].

Photobiomodulation und virale Hepatitis [5]

Die Immunmodulation ist ein sehr modernes medizinisches Feld zur Bekämpfung von Virusinfektionen. Im Wettlauf um den besten Immunmodulator gegen Viren ist Curcumin als Naturprodukt kostengünstig, ohne nennenswerte Nebenwirkungen und kann bestimmte Bereiche des menschlichen Immunsystems sehr gut stimulieren [5]. Als leuchtend gelber Bestandteil von Kurkuma-Gewürzen war Curcumin in den letzten Jahrzehnten Gegenstand tausender wissenschaftlicher und klinischer Studien, um die starken antioxidativen Eigenschaften und krebsbekämpfenden Wirkungen nachzuweisen. Curcumin beein-

flusst inter- und intrazelluläre Signalwege mit direkten Auswirkungen auf die Genexpression der antioxidativen Proteine und der Proteine, die die Immunität regulieren. Experimentelle Studien haben gezeigt, dass Curcumin mehrere Enzymsysteme moduliert, nitrosativen Stress reduziert, die antioxidative Kapazität erhöht und die Lipidperoxidation verringert, wodurch es vor der Pathogenese der Fettleber und fibrotischen Veränderungen schützt. Das Hepatitis-B-Virus betrifft Millionen von Menschen weltweit und entwickelt sich manchmal dramatisch zu chronisch aggressiven Infektionen, Zirrhose und hepatozellulärem Karzinom. Alle aktuellen Behandlungen haben Limitationen. Durch die maximale Lichtabsorption bei 420 nm konnte die Zytotoxizität von Curcumin als Photosensitizer (PS) durch die intravenöse blaue Laserblutbestrahlung oder PBM bei Patientinnen und Patienten mit chronischer Hepatitis-B-Infektion erweitert werden. PBM erhöht die DNA-Reparatur durch die Biosynthese komplexer Moleküle mit antioxidativen Eigenschaften. Ultra-bioverfügbares Curcumin und blaue Laser-PBM könnten das Virus unterdrücken und die Krankheit besser kontrollieren, indem sie Entzündungen/Fibrosen reduzieren und das Fortschreiten der chronischen Hepatitis stoppen, die Fibrose umkehren und das Fortschreiten der Zirrhose vermindern sowie die Inzidenz von hepatozellulärem Karzinom verringern. Die photodynamische Therapie (PDT) mit Blaulicht und Curcumin könnte neue Wege zur wirksamen Prävention und Heilung von chronischen Leberinfektionen und hepatozellulärem Karzinom eröffnen [5].

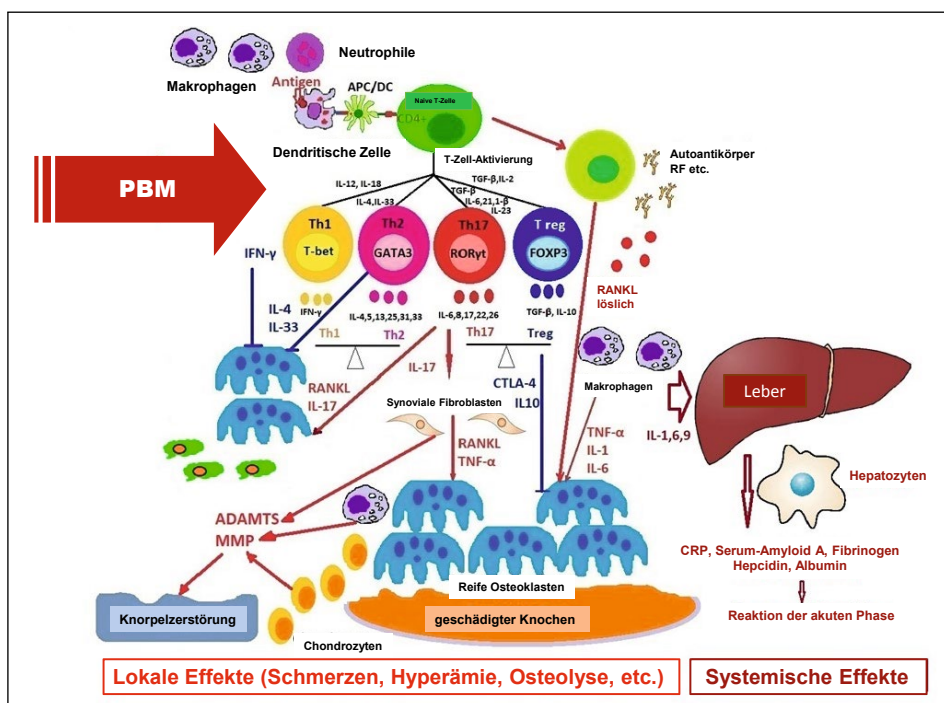


Abb. 3 Wie Photobiomodulation die Immunantwort bei Arthritis regulieren könnte. Mögliche Wirkungsmechanismen auf eine übermäßige T-Zell-Immunantwort, Regulierung des Gleichgewichts von pro- und antiinflammatorischen Zytokinen und Prozess des Stoppens des proliferativen Synoviums und der osteokartilaginären Zerstörung (modifiziert mit Genehmigung aus Ailioaie & Litscher [4])

Photobiomodulation, Probiotika und COVID-19 [6]

In den letzten Jahrzehnten haben Forschende auf der ganzen Welt intensiv untersucht, wie Mikroorganismen, die in lebenden Organismen vorkommen, die wichtigsten Lebensprozesse beeinflussen können [6]. Sie entdeckten einen Zusammenhang zwischen der gesamten mikrobiellen Besiedlung und der Initiierung und Entwicklung verschiedener biologischer Störungen. Neben bereits bekannten Probiotika wurden in den letzten Jahren neuartige Produkte wie Postbiotika und Paraprobiotika entwickelt, um neue nicht lebensfähige Mikroorganismen oder bakterienfreie Extrakte zu schaffen, die mit zusätzlicher Bioaktivität gegenüber Probiotika Vorteile bringen können, dies jedoch ohne hohes Risiko von Nebenwirkungen. Die multiple Interkonditionierung zwischen PBM, Probiotika und der menschlichen Mikrobiota, ihre Auswirkungen auf den menschlichen Körper und ihre Auswirkungen auf die Behandlung viraler Infektionskrankheiten sind von wesentlicher Bedeutung [6]. Gekoppelte komplexe PBM- und probiotische Interventionen können das Mikrobiom kontrollieren, die Aktivität des Immunsystems verbessern und das Leben von Menschen mit Immunstörungen retten. Nach wie vor besteht dringender Bedarf, innovative Behandlungsmethoden zu suchen und zu entwickeln, um in der Coronavirus-Krise erfolgreich mit der Mikrobiota und dem menschlichen Immunsystem zu interagieren. In naher Zukunft könnten Photobiomik und Metabolomik in der SARS-CoV-2-Krise innovativ angewendet werden, um herauszufinden, wie Bakterien uns durch eine angemessene energetische Biostimulation bei der Bekämpfung dieser Pandemie helfen können, damit der Schlüssel zum verborgenen Kommunikationscode zwischen RNA-Viren, Bakterien und unserem Körper gefunden werden kann (Abb. 4) [6].

Ob die technischen Methoden der Photonik im Bereich der PBM, der PDT und der LA im Zusammenhang mit COVID-19 wirksame medizinische Erfolge erzielen können, ist aber bislang wissenschaftlich noch nicht eindeutig erwiesen [7]. Im Rahmen einiger vor kurzem veröffentlichter Beiträge werden ein Überblick über den aktuellen wissenschaftlichen Stand gegeben und neue Geräte dazu kurz vorgestellt [7]. Obwohl noch viele Fragen offen sind, scheint sich abzuzeichnen, dass Studien zur PBM und PDT in Verbindung mit den entsprechenden PS sowohl experimentell als auch klinische, vor allem als sogenannte Heimtherapiestudien, sinnvoll erscheinen. Die technischen Voraussetzungen dafür sind jedenfalls in Arbeit (Abb. 5) [7].

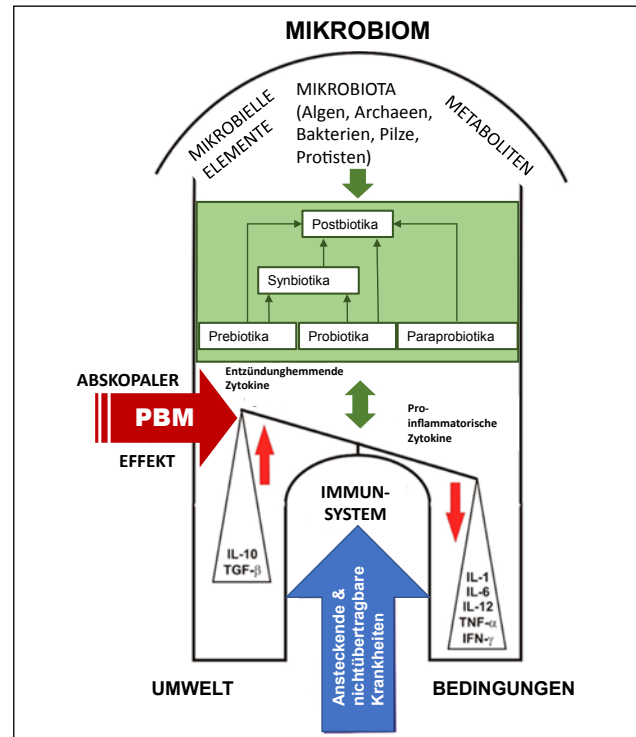


Abb. 4 Probiotika, Photobiomodulation und Mikrobiom bei COVID-19 (modifiziert mit Genehmigung aus Ailioaie & Litscher [6])

Photobiomodulation, Nanocurcumin und Krebstherapie [8]

Im Zusammenhang mit der weltweit hohen Karzinominzidenz bietet sich die hochmoderne PDT als eine Möglichkeit neben pharmakologischen Ressourcen und der Strahlentherapie an, der Krankheit mit einem minimalinvasiven Verfahren entgegenzuwirken [8]. Der bei bestimmten Wellenlängen der verwendeten Lichtquelle angeregte PS setzt in Gegenwart von Sauerstoff mehrere freie Radikale und verschiedene Oxidationsprodukte mit hohem zytotoxischem Potenzial frei, die im bestrahlten Krebsgewebe zum Zelltod führen. Die aktuelle Forschung konzentriert sich auf das Potenzial von Naturstoffen als PS, die durch neueste Nanotechnologien besser auf Tumoren abzielen und weniger toxisch für benachbarte Gewebe sind. Nanocurcumin hat eine höhere intrazelluläre Absorption, eine höhere Targeting-Rate, eine erhöhte Toxizität für Tumorzellen, beschleunigt die Aktivität von Caspasen und die DNA-Spaltung, verringert die mitochondriale Aktivität von Krebszellen, verringert ihre Lebensfähigkeit und Proliferation, verringert die Angiogenese und induziert schließlich Apoptose. Es reduziert die Größe des Primärtumors, kann die Resistenz gegen mehrere Medikamente bei der Chemotherapie umkehren und verringert die Resistenz gegen die Strahlentherapie

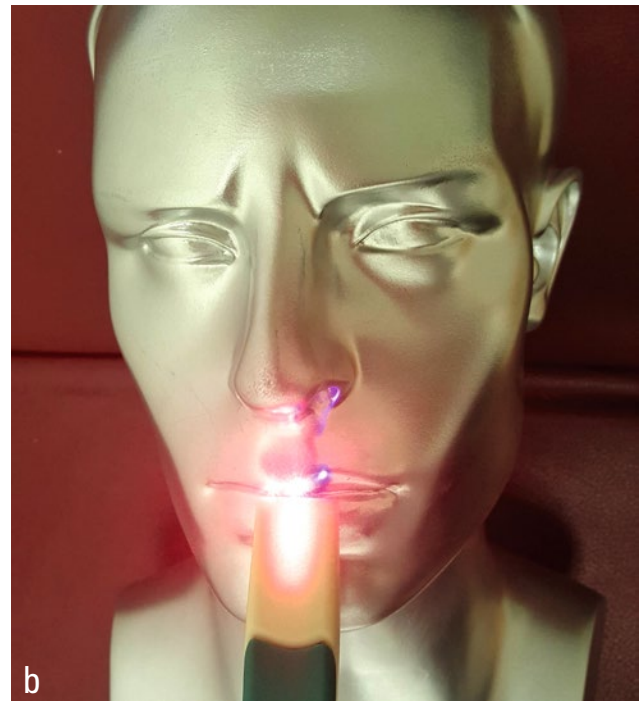


Abb. 5 Beispiele für Stimulationsgeräte zur Photobiomodulation und photodynamischen Therapie. Neben der transkraniellen LED-Stimulation (Light-emitting Diode) (a) ist eine Lichtreizapplikation über einen Nasenadapter (a) (Rot-, Infrarot-, Blau- oder Ultraviolettlichtbestrahlung) und über einen Sublingual- oder Rachenadapter (b) möglich (modifiziert mit Genehmigung aus Litscher & Ailioaie [7])

bei Neoplasien [8]. Nanocurcumin hat ein enormes Potenzial zur Optimierung der PDT, zur Überwindung schwerer Nebenwirkungen, Chemotherapieresistenz, Schübe und Metastasen. Zahlreiche Studien zeigen großes Potenzial für die Anwendbarkeit von Nanocurcumin und PDT in der Krebstherapie (Abb. 6) [8].

Perspektiven

Neben den in der Einleitung angesprochenen teilweise noch fehlenden klinischen Studien gilt es auch die Grundlagenforschung in Bezug auf die Qualitätssicherung der

technischen Parameter bei der LA und der PBM weiter zu intensivieren. Sowohl bei der LA als auch der PBM und PDT ist die Frage der richtigen Dosis noch immer wissenschaftlich schwer eruiert. Es wird durchaus auch diskutiert, dass niedrigere Dosen weitaus höhere stimulierende Effekte hervorrufen können und höhere Dosen hemmende Wirkungen haben können. Optische Parameter wie Wellenlänge, Bestrahlungsintensität, Gesamtenergie, gepulst versus kontinuierlich, Zielgewebe, gewünschte physiologische Wirkung und Applikationsmethoden müssen sowohl bei der LA als auch bei der PBM klar identifiziert werden.

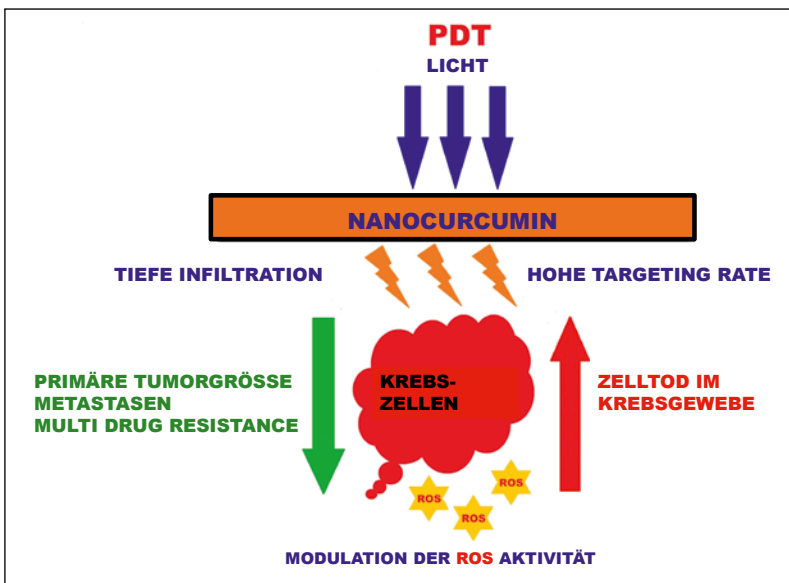


Abb. 6 Photobiomodulation und Zelltod im Krebsgewebe (ROS, : reaktive Sauerstoffspezies, reactive oxygen species) (modifiziert mit Genehmigung aus Ailioaie LM, Ailioaie C & Litscher G [8])

Interessenskonflikt

Der Autor erklärt, dass kein Interessenskonflikt besteht.

Danksagung

Der Autor dieser Übersichtsarbeit dankt Frau Professor Laura Marinela Ailioaie ganz herzlich für die hervorragende Zusammenarbeit im Rahmen der Erstellung von

Publikationen zur PBM [4–8,10]. MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) mit Sitz in Basel in der Schweiz sei für die Open-Access Publikationen [4–8,10] und die damit verbundene Möglichkeit der Reproduktion unter Verwendung der Quellenangaben herzlich gedankt. Der Verfasser dieses Reports ist bei allen angeführten Arbeiten [4–8,10] korrespondierender Autor. ■

Literatur

- [1] Hamblin MR: History and mechanisms of photobiomodulation, with a focus on treatment of brain disorders. Book of abstracts for podium presentations, PBM2021 joint NAALT-WALT conference, October 1–3, 2021, 3. <https://www.pbm2021.com/program>. Stand: 7.10.2021.
- [2] Chow R: What does it take to achieve recognition as a mainstream therapy? – a commentary. Book of abstracts for podium presentations, PBM2021 joint NAALT-WALT conference, October 1–3, 2021, 30. <https://www.pbm2021.com/program>. Stand: 7.10.2021.
- [3] Carroll J: Photobiomodulation: the roadmap to mainstream acceptance. Book of abstracts for podium presentations, PBM2021 joint NAALT-WALT conference, October 1–3, 2021, 31. <https://www.pbm2021.com/program>. Stand: 7.10.2021.
- [4] Ailioaie LM, Litscher G: Molecular and cellular mechanisms of arthritis in children and adults: new perspectives on applied photobiomodulation. *Int J Mol Sci* 2020; 21: 6565. doi:10.3390/ijms21186565, IF=5.923.
- [5] Ailioaie LM, Litscher G: Curcumin and photobiomodulation in chronic viral hepatitis and hepatocellular carcinoma. *Int J Mol Sci* 2020; 21: 7150. doi:10.3390/ijms21197150, IF=5.923.
- [6] Ailioaie LM, Litscher G: Probiotics, photobiomodulation, and disease management: controversies and challenges. *Int J Mol Sci* 2021; 22: 4942. doi:10.3390/ijms22094942, IF=5.923.
- [7] Litscher G, Ailioaie LM: Comments on new integrative photomedicine equipment for photobiomodulation and COVID-19. *Photonics* 2021; 8: 303. doi:10.3390/photonics8080303, IF=2.676.
- [8] Ailioaie LM, Ailioaie C, Litscher G: Latest innovations and nanotechnologies with curcumin as a nature-inspired photosensitizer applied in the photodynamic therapy of cancer. *Pharmaceutics* 2021; 13: 1562. doi:10.3390/pharmaceutics13101562, IF=6.321.
- [9] Litscher G: History of laser acupuncture: a narrative review of scientific literature. *Med Acupunct* 2020; 32: 201–208. doi:10.1089/acu.2020.1438.
- [10] Ailioaie LM, Litscher G: Photobiomodulation and sports: results of a narrative review. *Life* 2021, subm., IF=3.817.
- [11] Litscher G: Definition of laser acupuncture and all kinds of photo acupuncture. *Medicines (Basel)* 2018; 5: 117. doi:10.3390/medicines5040117.
- [12] Hosseinpour S, Fekrazad R, Arany PR et al.: Molecular impacts of photobiomodulation on bone regeneration: A systematic review. *Prog Biophys Mol Biol* 2019; 149: 147–159. doi:10.1016/j.pbiomolbio.2019.04.005.



Univ.-Prof. Prof. mult. DI Dr. Gerhard Litscher

Leiter der Forschungseinheit für Biomedizinische Technik in Anästhesie und Intensivmedizin, der Forschungseinheit für Komplementäre und Integrative Lasermedizin

Chairman des TCM Forschungszentrums Graz, Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 39, EG19, 8036 Graz, Österreich, E-Mail: gerhard.litscher@medunigraz.at