

PhotoBone

Applicability of photobiomodulation (PBM) for bone regeneration

| | | | |
|---------------------------------|---|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | FORPA, Dissertaionen 2024, Industrienahe Dissertationen 2025 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.03.2025 | Projektende | 29.02.2028 |
| Zeitraum | 2025 - 2028 | Projektlaufzeit | 36 Monate |
| Keywords | Photobiomodulation; Bone Regeneration; Aging; Diabetes | | |

Projektbeschreibung

Photobiomodulation ist ein vielversprechender Therapieansatz für die Schmerzbehandlung und die Wundheilung der Haut, insbesondere bei chronischen Wunden. Jüngste Studien deuten auf einen potenziellen Nutzen auch für die Knochenheilung hin, insbesondere in Nagetiermodellen. Allerdings sind kritische Therapieparameter wie Wellenlänge, Energieniveau und Tiefe der Gewebepenetration, die durch PBM erreicht werden, bisher nicht standardisiert. Daher ist die Wirksamkeit der PBM bei der Förderung der Frakturheilung vor allem bei älteren und diabetischen Patienten - Bevölkerungsgruppen mit eingeschränkter Heilungsfähigkeit - noch weitgehend unerforscht. Vorläufige Daten aus unserem Labor deuten darauf hin, dass osteogene Differenzierung von humanen Knochenvorläuferzellen (MSCs) und in vivo Knochenregeneration durch PBM verbessert werden. In diesem Projekt werden wir testen, ob PBM (635 nm) die Osteogenese von aus Knochenmark stammenden MSCs von jungen und alten Spendern in vitro verbessert und der Zellalterung von MSCs, lymphatischen Endothelzellen und stromalem Gefäßgewebe entgegenwirkt. Für in vivo Studien werden wir den Einfluss von PBM auf Zehenspitzenregeneration in der Maus untersuchen, ein Modell, das die noch offenen Fragen der Gewebepenetration von Licht umgeht und eine in vivo Verfolgung mittels microCT ermöglicht. Dadurch wird die Anzahl der benötigten Tiere erheblich reduziert, während gleichzeitig wertvolle Einblicke in die Osteoklasten- und Osteoblastenaktivität und die Bildung des Gefäßnetzes während der Knochenregeneration gewonnen werden. Schließlich werden wir die Lichtpenetration in menschlichem Kadavergewebe bestimmen. Dies wird die Entwicklung von Energiefreisetzungsmustern erleichtern, die den klinischen Frakturszenarien näherkommen. Diese Forschungsarbeiten werden entscheidende Erkenntnisse über die Durchführbarkeit der PBM als Behandlungsmethode für Knochenbrüche liefern, mit besonderem Schwerpunkt auf ihrer Wirksamkeit bei Diabetikern und älteren Erwachsenen - Bevölkerungsgruppen, die ein erhebliches Wachstum verzeichnen.

Abstract

Photobiomodulation is a promising therapy approach for pain management and skin wound healing, especially of chronic wounds. Recent studies have indicated potential benefits for bone healing as well, particularly in rodent models. However, critical therapy parameters such as wavelength, energy levels and depth of tissue penetration achieved by PBM are not standardized to date. As a consequence, the efficacy of PBM in promoting fracture healing among aged and diabetic patients—populations with impaired healing capacities—remains largely unexplored. Preliminary data from our lab suggest

that MSC osteogenesis and in vivo bone regeneration are improved upon PBM. In this project, we will test whether PBM (635 nm) improves osteogenesis of bone marrow-derived MSCs from young and old donors in vitro, and counteracts cellular aging of MSCs, lymphatic endothelial cells and stromal vascular fraction tissue. For in vivo studies, we will utilize the mouse digit tip regeneration model, which circumvents tissue penetration issues and allows for in vivo tracing via microCT, significantly reducing the number of animals required while providing valuable insights into osteoclast and osteoblast activity and the vascular network formation during bone regeneration. Finally, we will determine the penetrance of light in human cadaver tissue, facilitating the development of energy release models that more closely approximate clinical fracture scenarios. This research is poised to provide critical insights into the viability of PBM as a treatment modality for bone fractures, with particular emphasis on its efficacy for diabetic and older adults—demographic groups that are experiencing significant growth.

Projektpartner

- Ludwig Boltzmann Gesellschaft - Österreichische Vereinigung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung