

SchockMod

Gezielte Stoßwellen- und Kavitationsinduzierte Scaffold-Entwicklung zur Geweberegeneration

Programm / Ausschreibung	FORPA, Dissertationen 2024, Industrienahe Dissertationen 2025	Status	laufend
Projektstart	01.10.2025	Projektende	30.09.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektaufzeit	36 Monate
Keywords	Stoßwellenmodulation, Kavitationseffekte, Geweberegeneration, Scaffold Entwicklung, Stoßwellenfilterung		

Projektbeschreibung

Die extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) wird erfolgreich zur Geweberegeneration eingesetzt, birgt jedoch Herausforderungen aufgrund der komplexen Wechselwirkungen von Stoßwellen an Gewebegrenzen (Interfaces) und in biologischen Medien. Die Komplexität der Stoßwellen ergibt sich insbesondere aus der Kopplung und der dynamischen Interaktion zwischen verschiedenen Geweben, wie beispielsweise an Übergängen von Haut zu Muskel oder Muskel zu Knochen. Diese Interfaces beeinflussen die Ausbreitung der Wellen und die entstehenden biologischen Effekte maßgeblich.

Ein zentrales Ziel dieses Dissertationsprojekts ist es, die Mechanismen der Stoßwellenmodulation und der Kavitationseffekte systematisch zu untersuchen. Insbesondere die Analyse der Druckwellen im positiven und negativen Bereich sowie die Auswirkungen auf Gewebe mit hohen gasinduzierten Effekten, wie der Lunge, stehen im Fokus. Die Frage, ob und wie sich Kavitationseffekte in anderen Gewebetypen auswirken, wird durch Bildgebungsmethoden, experimentelle Messungen und Simulationen untersucht. Hierbei werden sowohl mögliche therapeutische Vorteile als auch potenzielle Risiken, wie Gewebeschäden durch unkontrollierte Kavitationsbildung, adressiert.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung eines akustischen Filtersystems, das die schädlichen Anteile der Stoßwellen filtern und gleichzeitig die therapeutisch relevanten Komponenten verstärken kann. Diese "Noise-Cancelling"-Filterung dient sowohl dem Schutz empfindlicher Gewebestrukturen als auch der Optimierung der Therapieeffekte. Ergänzend werden Scaffolds (Gerüste) entwickelt, die speziell für die Anwendung in der ESWT konzipiert sind, um regenerative Prozesse gezielt zu unterstützen.

Zur Validierung werden experimentelle und in-silico-Modelle genutzt, die die Interaktionen an biologischen Interfaces simulieren und messbar machen. Diese Modelle helfen, die biologischen Effekte der Stoßwellen an Gewebegrenzen besser zu verstehen und standardisierte Protokolle für die Anwendung von ESWT in sensiblen Geweben wie der Lunge zu entwickeln. Durch die Kombination aus Bildgebungsmethoden, Simulationen und experimenteller Analyse sollen neue Erkenntnisse zur Modulation der Stoßwellen und zu ihrer sicheren Anwendung gewonnen werden.

Dieses Projekt könnte nicht nur die präzise Zellstimulation und Geweberegeneration durch ESWT verbessern, sondern auch neue Einsatzmöglichkeiten in der Therapie von Lungengewebe und anderen sensiblen Organen erschließen.

Abstract

Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) is widely used for tissue regeneration but presents challenges due to the complex interactions of shock waves at tissue interfaces and within biological media. The complexity of shock waves arises primarily from their coupling and dynamic interaction between different tissue types, such as transitions from skin to muscle or muscle to bone. These interfaces significantly influence wave propagation and the resulting biological effects.

This dissertation project aims to systematically investigate the mechanisms of shock wave modulation and cavitation effects. A key focus is analyzing pressure wave dynamics in their positive and negative phases, particularly their impact on gas-sensitive tissues such as the lungs. The study addresses whether cavitation effects occur similarly in other tissues and explores these phenomena using imaging techniques, experimental measurements, and simulations. Both the therapeutic potential and risks, such as tissue damage from uncontrolled cavitation, are critically assessed.

Another core objective is the development of an acoustic filtering system designed to eliminate harmful components of shock waves while amplifying therapeutic elements. This "noise-cancelling" filtering approach enhances the therapy's efficacy while protecting sensitive structures. Additionally, scaffolds are being developed specifically for use in ESWT to support regenerative processes effectively.

To validate these developments, experimental and in-silico models will simulate and quantify interactions at biological interfaces. These models will provide deeper insights into the biological effects of shock waves at tissue boundaries and help establish standardized protocols for ESWT applications in sensitive tissues such as the lungs. By combining imaging methods, simulations, and experimental analyses, this project seeks to advance shock wave modulation and ensure its safe application.

This research aims to improve precise cell stimulation and tissue regeneration through ESWT while unlocking new therapeutic possibilities for lung tissue and other sensitive organs.

Projektpartner

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