

Dirk Peter Kusnierczak
Dr. med.

Biologische Wirkung der Extrakorporalen Stoßwellenapplikation (ESWA) auf Knochenzellen in vitro

Geboren am 18. Juli 1966 in Jugenheim
Staatsexamen am 23.05.1995 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Orthopädie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Markus Loew

Ziel dieser Studie ist es zu klären, ob die ESWA in vitro einen Effekt auf das Proliferations- und Wachstumsverhalten von Knochenzellen hat.

Dabei wurde folgendes festgestellt:

In Abhängigkeit von der zugeführten effektiven Gesamtenergie kam es zu einer Abnahme der Überlebensrate der behandelten Knochenzellen. Bei 500 Impulsen und niedriger fokaler Energieflussdichte zeigte sich dagegen keine Verringerung der Überlebensrate.

Es konnte nicht nachgewiesen werden, dass die ESWA den Stoffwechsel beeinflusste. So zeigten die Aktivitäten der Alkalischen Phosphatase in den überlebenden Zellen nach ESWA keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den unbehandelten Zellen.

Darüber hinaus wurde festgestellt, dass keine Änderungen der Kollagensynthese nach 500 und 1000 Impulsen stattfanden. Dies traf auf alle Energiestufen zu. Bei 2000 Impulsen nahm die Konzentration des C-terminalen Propeptid jedoch in allen Energiestufen im Vergleich zur Kontrollgruppe ab.

Behandelte und unbehandelte Zellen waren sich zunächst im Wachstumsverhalten sehr ähnlich. Bei behandelten und unbehandelten Zellen kam es, ausgehend von einer in der Probe gleichen Zellzahl (100%), in den ersten drei Tagen zu einem Wachstum um ca. 30%.

Das Hauptwachstum fand zwischen dem dritten und dem achten Beobachtungstag statt. Die behandelten Zellen teilten sich in Abhängigkeit von der verabreichten Impulszahl deutlich rascher als die Kontrollen. So kam es zu einer signifikanten Verkürzung der Verdoppelungszeit der mit 2000 Impulsen mittlerer und hoher EFD behandelten Kulturen gegenüber den Kontrollen und somit zu einer Steigerung der Proliferationsrate.

Die Studie lässt somit folgende Schlussfolgerungen zu: Es bedarf einer Schwellendosis, um beobachtbare Effekt zu erzielen. Diese Schwellendosis liegt bei mindestens 1000 Impulsen mittlerer Intensität. Erst mit einer Dosis in dieser Größenordnung wird ein nennenswerter Anteil der Knochenzellen zerstört. Vitale Zellen haben danach aber eine annähernd gleiche Stoffwechsellage und eine ähnliche Kollagensynthese im mittleren Dosisbereich. Knochenzellen, die durch die ESWA nicht zerstört werden, zeigen in der Folgezeit ein besonders ausgeprägtes Wachstum. Somit wirken hohe ESWA-Dosierungen kurzfristig destrukturierend, jedoch mittelfristig stimulierend.

Die In-vitro-Befunde lassen sich relativ gut in den bisherigen experimentellen und klinischen Wissensfundus integrieren. Die Mechanismen, welche den osteodestruktiven bzw. osteoinduktiven Wirkungen der ESWA zugrunde liegen, sind jedoch noch nicht genau bekannt. Denkbar ist, dass ein Selektionsmechanismus besteht, welcher Zellen mit erhöhter osteogenetischer Potenz auswählt, die sich nachfolgend stark vermehren. Möglich ist auch, dass die Stoßwellenapplikation einen Reiz zur Entdifferenzierung von Osteozyten zu teilungsfreudigeren Fibroblasten darstellt. Welche Vorgänge an und in den Zellen nach Stoßwellenapplikation stattfinden, muss in weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden.