

Yu Li

Dr. med.

Effects of zinc, Magnesium, and boron on the biological and osteogenic properties of ICIE16 bioactive glass

Fach/Einrichtung: Chirurgie

Doktormutter: Prof. Dr. med. Leila Harhaus

Knochendefekte, die z.B. durch Infektion, Tumor, Trauma, Operation und angeborene Fehlbildung verursacht werden, sind häufig, jedoch ist die Rekonstruktion der solchen Knochendefekte in der orthopädischen und kranio-maxillofazialen Chirurgie immer noch eine Herausforderung. Der derzeitige Goldstandard für die Rekonstruktion, und zwar die autologe Knochentransplantation, ist durch die begrenzte Knochenverfügbarkeit, Schmerzen an der Spenderstelle, das höhere Infektionsrisiko und die verlängerte Operationszeit begrenzt. So wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Knochenersatzstoffe entwickelt. Darunter haben bioaktive Gläser aufgrund ihrer guten Biokompatibilität, hohen Osteokonduktivität und ausgezeichneten Osseointegrationsfähigkeit viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Aber das herkömmliche bioaktive 45S5-Glas ($\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$) weist erhebliche Nachteile des engen Sinterfensters und der anfänglichen Burst-Freisetzung von Natriumionen auf. Im Vergleich dazu ist das bioaktive ICIE16-Glas ($\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2-\text{K}_2\text{O}$) ein neues bioaktives Glas mit einem breiteren Sinterfenster, einer gleichmäßigeren Ionenfreisetzung und einer überlegenen osteogenen Fähigkeit. Es ist jedoch noch nicht bekannt, ob eine Ionendotierung mit Zn, Mg und B die biologischen und osteogenen Eigenschaften von bioaktiven ICIE16-Gläsern verbessern kann. Vor diesem Hintergrund haben wir unterschiedliche Mengen an Zn, Mg und B in bioaktive ICIE16-Gläser in zwei Größen ($<45 \mu\text{m}$ und $300\sim 500 \mu\text{m}$) inkorporiert und deren Auswirkungen auf die Zell-Vitalität, ALP-Aktivität und Mineralisierung bei Osteoblasten getestet. Im Allgemeinen wurde gezeigt, dass Extrakte von feinen

bioaktiven ICIE16-Gläsern (<45 μm) mit 0.1 g/ml und 0.2 g/ml eine höhere Zelltoxizität als Extrakte von groben bioaktiven ICIE16-Gläsern (300~500 μm) haben. Die Ionendotierung mit Zn und Mg verringerte offensichtlich die nachteiligen Auswirkungen bioaktiver Gläser auf die Vitalität der Zellen, während die B-Dotierung keine Effekte zeigt. Die Zellen, die mit feinen bioaktiven Gläsern (0.1 g/ml) mit 3 Mol-% Zn oder 3~8 Mol-% B und groben bioaktiven Gläsern (0.2 g/ml) mit 3 Mol-% Zn behandelt wurden, zeigten eine signifikant höhere ALP-Aktivität und Mineralisierung als die Zellen, die mit blanken bioaktiven Gläsern behandelt wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass Dotieren von bioaktiven ICIE16-Gläsern mit einer moderaten Menge Anteil an Zn ihre Biokompatibilität und Osteoinduktivität verbessern kann; B-Dotierung kann zwar die Biokompatibilität von bioaktiven ICIE16-Gläsern nicht erhöhen, aber ihre Osteoinduktivität erheblich verbessern. Die angemessene Dosis von feinen bioaktiven Gläsern ist niedriger als die von groben bioaktiven Gläsern; Daher eignen sich die feinen bioaktiven Gläser zur Kombination mit anderen Materialien als Wirkstoffträger, während die groben bioaktiven Gläser eine ideale Wahl für Scaffolds auf Glasbasis sind. Mit Ionendotierten bioaktiven ICIE16-Gläsern können zukünftig neue therapeutische Optionen für die Knochenrekonstruktion eröffnet werden.