
9 Zusammenfassung

Die Ultraschall-Rastermikroskopie (auch: akustische Rastermikroskopie, Scanning Acoustic Microscopy, SAM) ergänzt die herkömmlichen Verfahren für die Untersuchung der Mikrostruktur von Geweben.

Der Bildkontrast hängt von der Interaktion des Knochens mit Ultraschallwellen ab und gibt daher Auskunft über lokale Unterschiede der akustischen Impedanz im makroskopischen und mikroskopischen Bereich.

Für die SAM ist eine plane und extrem glatte Oberfläche der Untersuchungspräparate erforderlich. 41 Gehörknöchelchen wurden in Polymethylmethacrylat (PMMA) eingebettet, anschließend geschliffen und mit Diamantspray absteigender Körnung bis 0,25 µm poliert. Die Messungen wurden im Puls-Burst-Modus in Reflexion mit den akustischen Rastermikroskopen KSI 100 und KSI 2000 der Firma Krämer Scientific Instruments (Herborn) durchgeführt.

Mit einer neuen Software wurden die Mikroskope kalibriert, so dass quantitativ farbkodierte Impedanzbilder der Gehörknöchelchenschnitte hergestellt werden konnten. Auch bei der hohen Arbeitsfrequenz von 900 MHz konnte mit Hilfe der Schichtbildanalyse die Verteilung der akustischen Impedanz quantitativ angegeben werden.

In den Schnittbildern von Hammer, Amboss und Steigbügel zeigte sich in der akustischen Rastermikroskopie bei einer Arbeitsfrequenz von 25 MHz eine inhomogene Verteilung der akustischen Impedanz und bestätigen damit die Untersuchungen von Gaihede et al. 1997 [17]). In den zentralen Anteilen des Amboss befanden sich in den geschilderten Untersuchungen Areale erniedrigter Impedanz (akustische Impedanz < 7 Mrayl). Im Bereich des Übergangs von der Steigbügelfussplatte zum vorderen und hinteren Bogens waren hingegen Bereiche höherer akustischer Impedanz nachweisbar (akustische Impedanz > 9 Mrayl bei 25 MHz). Diese Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von Gaihede et al. [17] überein.

In den geschilderten Untersuchungen konnte erstmals an Gehörknöchelchen gezeigt werden, dass auch bei einer Arbeitsfrequenz von 900 MHz die Verteilung der akustischen Impedanz in den Schnitten von Hammer, Amboss und Steigbügel inhomogen ist. Die mittlere akustische Impedanz bei einer Arbeitsfrequenz von 25 MHz war für die untersuchten Hämmer mit 7,13 Mrayl am größten. Die Steigbügel wiesen mit 4,67 Mrayl die geringste

akustische Impedanz unter den Gehörknöchelchen auf. Die akustische Impedanz der Ambosse lag mit 6,74 Mrayl dazwischen. In Bezug auf die untersuchten Regionen der Hämmer wies der Hammerkopf mit 7,42 Mrayl eine statistisch signifikante höhere Impedanz als das Manubrium mit einer akustischen Impedanz von 6,5 Mrayl auf. Der Ambosskörper und der kurze Ambossfortsatz hatten in den geschilderten Untersuchungen bei einer Arbeitsfrequenz von 25 MHz eine akustische Impedanz von 6,9 Mrayl. Der lange Ambossfortsatz wies dagegen eine geringere akustische Impedanz von 6,04 Mrayl auf. Dieser Unterschied der akustischen Impedanz war statistisch signifikant.

Die mit einer Arbeitsfrequenz von 25 MHz ermittelte mittlere akustische Impedanz lag bei den untersuchten Gehörknöchelchen bei 4,7 bis 7,1 Mrayl, die bei einer Arbeitsfrequenz von 900 MHz ermittelte akustische Impedanz der untersuchten Gehörknöchelchen hingegen bei 3,2 bis 4,0 Mrayl.

Ein besonderes Potential der akustischen Rastermikroskopie liegt in der Ermittlung der akustischen Impedanz von menschlichen Gehörknöchelchen. Es ist denkbar, Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen für die Entwicklung von Werkstoffen der rekonstruktiven Mittelohrchirurgie und zur Abklärung der Pathogenese von krankhaften Mittelohrprozessen zu nutzen.