



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Darstellung isolierter nativer, Formalin-fixierter und „in-vitro degenerierter“ porciner Menisken im hochauflösenden 9,4 Tesla Kernspintomographen**

Autor: Susanne Zemelka  
Institut / Klinik: Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum  
Doktorvater: Prof. Dr. M. Schwarz

Die Kernspintomographie gilt als nicht-strahlenbelastendes, nicht-invasives Untersuchungsinstrument mit hoher diagnostischer Genauigkeit inzwischen als Goldstandard in der Untersuchung von Kniegelenksbinnenschäden. Eine entscheidende Rolle für die Funktion des Kniegelenkes spielen dabei die intakten Menisken. Während Meniskusrisse und -degeneration bisher insbesondere durch indirekte Anzeichen im MRT sichtbar gemacht wurden, war eines der Ziele dieser Arbeit durch die Kombination eines hochauflösenden 9,4 Tesla Kernspintomographen mit einer FLASH-Sequenz die Darstellung von Strukturen im Meniskusgewebe zu ermöglichen und zwischen nativen Menisken und einem „in-vitro Degenerationsmodell“ zu unterscheiden. Desweiteren galt es zu untersuchen, welchen Einfluss die Formalin-Fixierung auf die Signalintensität und die Detektion intrameniskaler Strukturen besitzt, da Formalin als Goldstandard in der Fixierung von Geweben verwendet wird, jedoch zu bekannten Veränderungen der Sekundärstruktur von Proteinen und Methylenbrückenbildung führt. Hierzu wurden 30 Menisken aus makroskopisch gesunden Schweineknieen isoliert. 10 Menisken wurden nativ im 9,4 Tesla MRT unter Verwendung eines Protonen-Volumenresonators untersucht. 10 Menisken wurden für 72h in 4% Formalin gelagert und 10 Menisken in einer Enzym-Lösung (60U/ml Kollagenase 2, 500U/ml Hyaluronidase) inkubiert (16h bei 37°C). Um die kernspintomographischen Beobachtungen den aus der Histologie bekannten Strukturen zuzuordnen, erfolgte im Anschluss an die Bildgebung eine Grauwert- und texturanalytische Auswertung der Menisken und die histologische Aufarbeitung mit einer Übersichts- und spezifischen Färbungen. Zusammengefasst konnten mit der hochauflösenden MRT-Bildgebung aus der Histologie bekannte meniskale Strukturen in den coronaren Schnittbildern der nativen Menisken direkt dargestellt und mit der kollagenspezifischen Sirius-red Färbung histologisch bestätigt werden. In der Grauwertanalyse der MRT-Bilder konnte die Meniskusspitze als weiße Zone signifikant von der rot-weißen und roten Zone abgegrenzt werden. Ein enzymatisches „in-vitro Degenerationsmodell“ wurde vorgestellt, die Veränderungen kernspintomographisch detektiert und histologisch mit der Sirius-red und Proteoglykan-spezifischen Safranin-O Färbung nachgewiesen. Die Fixierung mit Formalin hatte einen deutlichen Einfluss auf die MRT-Darstellung des porcinen Meniskus – durch die signifikante Zunahme der Signalintensität ließen sich intrameniskale Strukturen schlechter abgrenzen, sodass Menisken für die kernspintomographische Beurteilung nicht in Formalin fixiert werden sollten. Das Artefakt des sogenannten „Magic angle Effektes“, das zu einer Signalzunahme führt, wenn Faserverläufe im 54,7° Winkel zum Hauptmagnetfeld verlaufen, konnte sowohl im Vorder- als auch Hinterhorn nachgewiesen werden. Daher sollte man die Untersuchung der isolierten Menisken auf die Pars intermedia beschränken, wenn keine entsprechende Lageanpassung erfolgen kann.