

T2-Mapping zur Evaluation einer Chondromalazie des posterolateralen Tibiaplateaus

Mirjam Gerwing,^{1*} Moritz Wildgruber,^{1,2} Josef Stolberg-Stolberg³ und Tobias Krähling⁴

¹ AG Translationale Radiologie, Klinik für Radiologie, UK Münster, Münster, Deutschland.

² Klinik und Poliklinik für Radiologie, LMU Klinikum, München, Deutschland.

³ Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, UK Münster, Münster, Deutschland.

⁴ AG Hybrid MRI Physics, Klinik für Radiologie, UK Münster, Münster, Deutschland.

*Mirjam.Gerwing@ukmuenster.de.

Synopsis: Posttraumatic chondromalacia after anterior cruciate ligament rupture at the posterolateral tibial plateau was evaluated by T2 mapping, for which patients with arthroscopically diagnosed chondromalacia were first examined in comparison to the contralateral side. Here, a shortening of the T2 time is observed compared to the contralateral control, with a decrease from the ventral to the dorsal portion of the dorsal tibial plateau. Similarly, there is a significant difference at the interfaces of the superficial and deep layers. T2 mapping is thus suitable to detect posttraumatic posterolateral chondromalacia.

Zusammenfassung: Es wurde eine posttraumatische Chondromalazie nach vorderer Kreuzbandruptur am posterolateralen Tibiaplateau mittels T2-Mapping evaluiert, wofür zunächst Patienten mit arthroscopisch diagnostizierter Chondromalazie im Vergleich zur kontralateralen Seite untersucht wurden. Hier zeigt sich eine Verkürzung der T2 Zeit im Vergleich zur kontralateralen Kontrolle, mit einem Abfall vom ventralen zum dorsalen Anteil des dorsalen Tibiaplateaus. Ebenso zeigt sich ein signifikanter Unterschied an den Grenzflächen der oberflächlichen und tiefen Schicht. T2-Mapping ist somit geeignet um eine posttraumatische posterolaterale Chondromalazie zu detektieren.

Motivation

Bei etwa 5% der Patienten mit traumatischer Ruptur des vorderen Kreuzbandes findet sich außerdem eine Chondromalazie des posterolateralen Tibiaplateaus. Dies ist mit der Subluxation, zu der es im Rahmen des Traumas kommt und die zu der Ruptur des Kreuzbandes führt, zu erklären. Diese Chondromalazie ist assoziiert mit einem erhöhten Risiko für eine posttraumatische Arthrose, wobei eine arthroscopische bzw. operative Versorgung das Outcome der Patienten verbessern kann.

Um Patienten mit einer solchen Verletzung zu identifizieren, ist eine MRT-Untersuchung notwendig, die neben den etablierten Sequenzen dezidiert den Knorpel evaluiert.

Material und Methoden

Im Rahmen dieses Projekts wurde daher eine multiparametrische MRT-Untersuchung des Knies etabliert, die neben Verletzungen von Ligamenten und Menisken auch eine posttraumatische Chondromalazie am posterolateralen Tibiaplateau mittels T2-Mapping evaluiert.

Untersucht wurden 5 Patienten (2 weiblich, 3 männlich; Alter 22 – 41) nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes und bei denen während der operativen Versorgung mittels Kreuzbandplastik eine Chondromalazie festgestellt wurde. Bei allen Patienten war das kontralaterale Knie intakt.

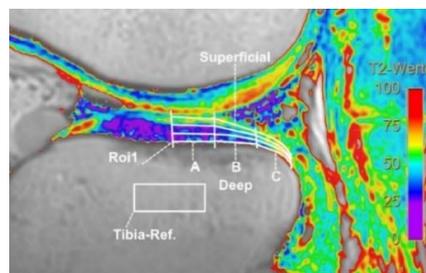


Abb. 1: Schema der Auswertung mit IntelliSpace Portal. Der dorsale Knorpel des lateralen Tibiaplateaus wurde in drei Abschnitte unterteilt (A-C, wobei A am weitesten ventral liegt) und diese wiederum in eine oberflächliche, mittlere und tiefe Schicht.

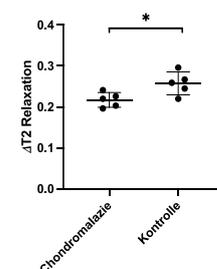


Abb. 2: Übersicht über die T2 Relaxationszeiten der Patienten, normiert auf das Signal des Tibiaplateaus.

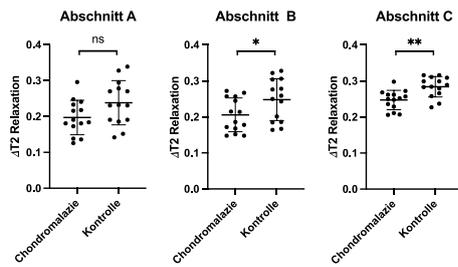


Abb. 3: Unterschiede zwischen Chondromalazie und gesundem Knorpel je nach Abschnitt, vor allem im dorsalen Anteil zeigt sich eine deutliche Diskrepanz (A: 0.2 ± 0.05 vs. 0.24 ± 0.06 , $p=0.06$; B: 0.21 ± 0.05 vs. 0.25 ± 0.06 , $p=0.04$; C: 0.25 ± 0.03 vs. 0.28 ± 0.03 , $p=0.002$); Werte normiert auf Tibiaplateau.

Die MR-Messungen erfolgten an einem 3T Scanner (Ingenia, Philips Medical Systems, Best, Niederlande) mit einer dStream 16-Kanal Knie Sende-/Empfangsspule. Untersucht wurde zunächst das Knie mit Chondromalazie, anschließend das kontralaterale Knie, mit Routinesequenzen und einer zusätzlichen T2-Mappingsequenz, wobei diese jeweils zu Beginn der Untersuchung als zweite Sequenz eingefügt wurde. Für das T2-Mapping wurde eine sagittale 2D Multi-Echo Spin-Echo-Sequenz mit 7 Echozeiten TE = 32, 77, 122, 167, 212, 257 und 302 ms verwendet (TR: 2600 ms; akquirierte Voxelgröße: 0,65mm x 0,64 mm x 3 mm; rekonstruierte Voxelgröße: 0,44 mm x 0,44 mm x 3 mm). Die T2-Maps wurden direkt durch die MR-Konsole erstellt.

Jeweils in einer repräsentativen, sagittalen Schicht erfolgte die Bestimmung der T2-Zeiten mit IntelliSpace Portal (Philips Medical Systems, Best, Niederlande). Hierfür wurde das posterolaterale Tibiaplateau in 3x3-Bereich aufgeteilt (Abb. 1) und die mittleren T2-Relaxationszeiten und Standardabweichungen bestimmt und im Verhältnis zur T2-Relaxationszeit der Tibia gesetzt. Die statistische Auswertung erfolgte mit Prism 9 (GraphPad Software Inc., San Diego, USA).

Ergebnisse

Trotz des kleinen Patientenkollektivs zeigten sich signifikant unterschiedliche T2-Relaxationszeiten zwischen dem Knorpel mit Chondromalazie und der kontralateralen Kontrolle. Knie mit Chondromalazie am posterolateralen Tibiaplateau zeigten eine verkürzte T2-Relaxationszeit (normiert auf das Signal vom Tibiaplateau 0.22 ± 0.02 vs. 0.26 ± 0.03 , $p=0.027$) im Vergleich zu der Kontrolle auf der kontralateralen Seite (Abb. 2).

In der dezidierten Analyse der Abschnitte sowie der Schichten zeigt sich ein zunehmender Unterschied zwischen gesundem Knorpel und Chondromalazie nach dorsal (Abb. 3, 4). Wenn die einzelnen Schichten getrennt betrachtet

werden (Abb. 4) zeigt sich ein Unterschied in der tiefen und oberflächlichen Schicht und lediglich ein Trend in der mittleren Schicht.

Diskussion

In dieser Studie zeigte sich eine verringerte T2-Zeit bei Chondromalazie am posterolateralen Tibiaplateau im Vergleich zur kontralateralen

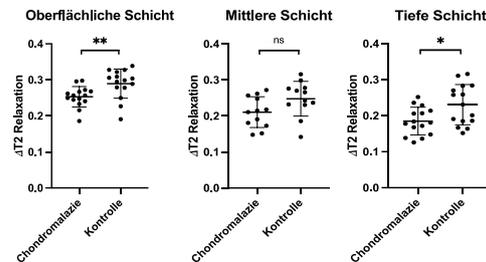


Abb. 4: Unterschiede zwischen Chondromalazie und gesundem Knorpel, mit einem Unterschied in der tiefen (0.19 ± 0.04 vs. 0.23 ± 0.06 , $p=0.01$) und der oberflächlichen Schicht (0.24 ± 0.03 vs. 0.29 ± 0.04 , $p=0.008$), in der mittleren Schicht ist lediglich ein Trend zu einer verkürzten T2 Zeit sichtbar (0.21 ± 0.04 vs. 0.25 ± 0.05 , $p=0.06$); Werte normiert auf Tibiaplateau.

Seite. In einer anderen Studie konnte bei dem Großteil der Patienten einen Anstieg der T2-Zeit bei chondralen Läsionen detektiert werden, bei 1,3 % jedoch auch ein Abfall (1), ebenso konnte jedoch auch nach physikalischer Belastung des Kniegelenks mittels Laufen ein Abfall der T2-Zeit detektiert werden (2). Die Unterschiede zwischen den drei Abschnitten passt zu dem Unfallmechanismus, bei dem das größte Trauma auf den hinteren Abschnitt einwirkt, mit weniger Effekt auf den mittleren und vorderen Anteil. Eine mögliche Erklärung für den Unterschied zwischen den Schichten ist, dass es sich hierbei um die Grenzschichten handelt, wodurch die mittlere Schicht der wenigsten Belastung ausgesetzt ist. Die Effekte sind trotz des kleinen Kollektivs messbar, als nächster Schritt erfolgt nun die MRT Messung bei Patienten vor der Operation.

Schlussfolgerung

Mit zusätzlicher Akquisition einer T2-Map kann eine im Rahmen eines Knie Traumas entstandene Chondromalazie des posterolateralen Tibiaplateaus als relevante Begleitdiagnose bei Patienten mit Kreuzbandruptur detektiert werden. Ob dieser Knorpelschaden prognostisch für eine posttraumatische Arthrose ist, bleibt Gegenstand zukünftiger Forschung.

Referenzen

1. Kijowski R, *et al.* 2013. Radiology. 267(2):503-13.
2. Mosher TJ, *et al.* 2010. Osteoarthritis Cartilage. 18(3):358-64.