

F. Mauch¹, K. Steinbrück²

Signalverhalten und Korrelation mit Arthroskopiebefund des Patellarsehnentransplantates nach VKB-Ersatzplastik beim Sportler im Niederfeldgerät

Appearance of the patellar tendon graft and correlation with arthroscopy in sportsmen after ACL-reconstruction in lowfield-MRI

1 Olgahospital Stuttgart, Orthopädische Klinik, Stuttgart

2 Sportklinik Stuttgart, Klinik für Sportorthopädie und Sporttraumatologie, Stuttgart

Zusammenfassung

Fragestellung: Es soll die Darstellbarkeit des vorderen Kreuzbandes im Niederfeldgerät beim Sportler mit dem arthroskopischen Bild korreliert werden.

Material: Bei 41 Sportlern wurde eine MRT-Kontrolluntersuchung nach einer VKB-Ersatzplastikoperation in arthroskopischer Press-Fit-Technik durchgeführt. Es wurden parasagittale Messungen in SE-T1, TSE-T2 und STIR Gewichtungen durchgeführt. Die arthroskopische Typisierung erfolgte nach Ishaque. Typ 1: Straffes, kreuzbandartig strukturiertes Transplantat mit Synovialüberzug. Typ 2: Straffes bündelartig strukturiertes Transplantat mit inkomplettem Synovialüberzug. Typ 3: Ungeordnetes Transplantat. Typ 4: Rudimentäres Transplantat.

Ergebnisse: Bei 31 Sportlern zeigte sich in den TSE-T2-Aufnahmen ein signalarmes, glatt begrenztes und gespanntes Transplantat. In den SE-T1-Aufnahmen/STIR-Aufnahmen war dies bei 20 Sportlern bzw. 15 Sportlern der Fall. Bei der Kontrollarthroskopie fanden wir bei 21 Sportlern eine Typ 1-, bei 16 eine Typ 2-, und bei 4 Patienten eine Typ 3-Ersatzplastik. Bei 30 von 31 Sportlern, die das oben beschriebene MRT-Aussehen in den TSE-T2 gewichteten Sequenzen aufwiesen zeigte sich bei der Kontrollarthroskopie eine Typ 1- oder Typ 2-Ersatzplastik.

Schlussfolgerung: In der MRT-Untersuchung am Niederfeldgerät lässt sich das Patellarsehnentransplantat beim Sportler in der kritischen Phase (3.-24. Monat) sehr gut darstellen. Eine Korrelation mit der Arthroskopie zeigt, dass hier insbesondere die TSE-T2-Sequenz wichtig ist. Eine Signalanhebung mit fehlender Darstellmöglichkeit wurde in dieser Sequenz nicht festgestellt. Postoperative Probleme wie Reruptur, Transplantatversagen oder Elongation in der Aufbelastungsphase können früh erkannt und notwendige therapeutische Konsequenzen eingeleitet werden.

Schlüsselwörter: MRT, Kreuzbandersatz, Arthroskopie, Korrelation

Einleitung

Die vordere Kreuzbandruptur ist eine häufige Verletzung beim Sportler (19). 14,4% der 34.742 Sportverletzungen in dieser Analyse entfallen auf die Bandverletzung des Kniegelenkes. Die Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes hat so-

Summary

Introduction: We correlated the appearance of the patellar graft in different MR images with a lowfield-MRI with the arthroscopy in sportsmen.

Material: We investigated 41 sportsmen with a lowfield MRI after an ACL-reconstruction and correlated the results with a second look arthroscopy. We measured parasagittal SE-T1-, TSE-T2- and STIR-images. There are four types of arthroscopic assessment (7). Type 1: Tight ACL-like graft with synovial coating, type 2: Tight bundle-like graft with incomplete synovial coating, type 3: Lax untidy structured graft, type 4: rudimentary graft.

Results: In 31 sportsmen we found in the TSE-T2 weighted images a low signal, smooth and tight graft. In the SE-T1 images 20 sportsmen showed this case of graft. In STIR-images we had 15 sportsmen. In the secondlook arthroscopy we saw 20 sportsmen with a type-1-graft and 16 with a type-2-graft and 4 sportsmen had a type-3-graft. In 30 of 31 sportsmen who showed a low signal, smooth and tight graft in the TSE-T2-images we found a type-1- or type-2-graft in the secondlook arthroscopy.

Conclusion: There is a good visualisation in lowfield-MRI of the patellar tendon graft in sportsmen. Even in the critical period (3.-24. month) we found a good correlation between MRI and arthroscopy in TSE-T2-images and we had no increase of signal. Early diagnosis of postoperative problems like rerupture, graft failure and laxity is possible and therapeutic procedures can initiated.

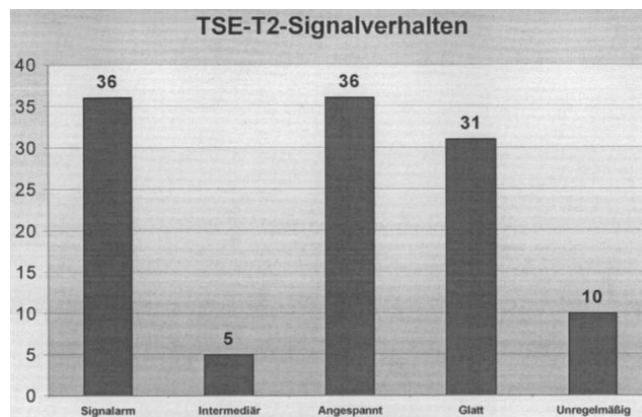
Keywords: MRI, ACL-reconstruction, arthroscopy, correlation

mit einen großen Stellenwert. Hier spielen die arthroskopischen Techniken eine zunehmend wichtigere Rolle (16). Neben der Gracilis-Semitendinosus-Technik und der Quadripsephenoplastik wird die arthroskopische Technik mit dem mittleren Drittel der Patellarsehne am häufigsten durchgeführt (15). Durch die immer größer werdende Anzahl der Er-

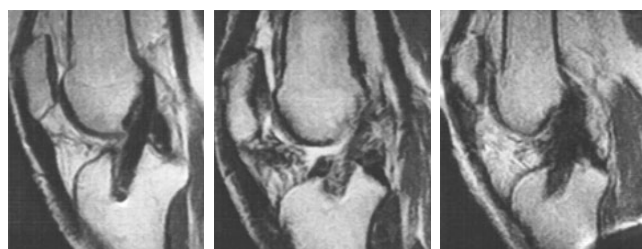
satzplastiken steigt auch die Notwendigkeit der Interpretation des Operationsergebnisses, insbesondere bei postoperativen Schmerzen bzw. Beschwerden bei Trainingssteigerung oder Schmerzen beim wieder im Wettkampf befindlichen Sportler. Neben der klinischen Untersuchung und einer Röntgenaufnahme leistet vor allem die MRT-Untersuchung zur Aufklärung dieser Probleme einen wesentlichen Beitrag (18). Hier ist vor allem die direkte Visualisierung des Transplantates mit Lage der Bohrkanäle und die Möglichkeit der Darstellbarkeit der anderen intraartikulären Strukturen (Menisci, Knorpelverhältnisse) von Bedeutung (18). Für die beim Sportler in die Nachbehandlung involvierten Ärzte und Therapeuten sind Kenntnisse über das Signalverhalten des Transplantates und die Darstellbarkeit der anderen Bin- denstrukturen somit von großer Bedeutung.

Methodik

Von 3/00 bis 2/01 wurde bei 41 Sportlern eine MRT-Kontrolluntersuchung nach einer VKB-Patellarsehnenersatzplastikoperation in arthroskopischer Press-Fit-Technik mit der Fragestellung nach Aussehen des Transplantates und Korrelation mit dem arthroskopischen Befund bei der Kontrollarthroskopie durchgeführt. Das Durchschnittsalter betrug 35 Jahre, 13 waren weiblich, 28 männlich. 14 mal war Ski alpin, 13 mal Fußball und dreimal Volleyball ursächlich für die Kreuzbandruptur genannt. Die restlichen Sportarten verteilten sich auf Basketball, Schlittschuhlaufen, Jogging, Stabhochsprung, Aerobic, Motorradfahren. Nach der Kontrollar-

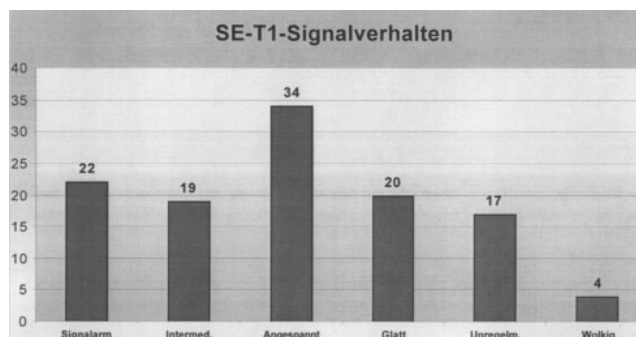


a) Verteilung des Signalverhaltens,



b) signalarmes (schwarzes) glattes Aussehen
c) intermediäres (graues) Aussehen
d) unregelmäßiges Aussehen: Oberfläche unregelmäßig.

Abbildung 1: Beurteilung des Transplantats in der Turbo-Spin-Echo-T2-Sequenz (TSE-T2).



a) Verteilung des Signalverhaltens



b) signalarmes (schwarzes) glattes Aussehen,
c) intermediäres (graues) Aussehen
d) wolkiges Aussehen: aufgetriebenes Aussehen.

Abbildung 2: Beurteilung des Transplantats in der Spin-Echo-T1-Sequenz (SE-T1).

throskopie im Rahmen der Metallentfernung wurde die Untersuchung am Niederfeldgerät (ESAOTE) mit 0,2 Tesla durchgeführt und mit dem arthroskopischen Befund verglichen. Es wurden parasagittale Messungen in SE-T1, TSE-T2 und STIR Gewichtungen mit 3mm Schichtdicke durchgeführt. Die MRT-Untersuchung erfolgte im Mittel 8 Monate (3.-14. Monat) nach der Ersatzplastikoperation. Die arthroskopische Typisierung erfolgte nach *Ishaque* (9). Typ 1: Straffes, kreuzbandartig strukturiertes Transplantat mit Synovialüberzug. Typ 2: Straffes bündelartig strukturiertes Transplantat mit inkomplettem Synovialüberzug. Typ 3: Ungeordnetes Transplantat. Typ 4: Rudimentäres Transplantat.

Ergebnisse

MRT-Auswertung

In der TSE-T2-Sequenz zeigte sich in 36 Fällen eine signalarme Darstellung. Bei 5 Patienten fanden wir ein intermediäres Aussehen. Ebenfalls 36 der 41 Transplantate erschienen angespannt, wobei hier 31 Sportler ein glattes Aussehen der Plastik aufwiesen. In 10 Fällen fanden wir eine unregelmäßige Begrenzung. Es zeigten somit 31 Patienten ein signalarmes, angespanntes und glattes Transplantat (Abb. 1a-d).

22 Sportler wiesen bei der SE-T1-Sequenz ein signalarmes Aussehen des Transplantates auf, 19 mal kam es intermediär zur Darstellung. Angespannt erschienen 34 Ersatzplastiken. Bei 20 Sportlern fanden wir ein glattes Aussehen, in 17 Fällen war es unregelmäßig bzw. 4 mal ein wolkiges Aussehen. Es zeigten somit 20 Patienten ein signalarmes, angespanntes und glattes Transplantat (Abb. 2a-d).

In der STIR-Sequenz fanden wir 25 mal ein signalarmes Aussehen und 8 mal intermediäres Signalverhalten. Außer-

dem zeigte sich hier bei 3 Sportlern ein signalreiches Transplantat. Glatt erschienen 15 Ersatzplastiken bzw. wiesen 21 Sportler ein unregelmäßiges Verhalten auf. Bei 5 Patienten konnte das Transplantat nicht dargestellt werden. Es zeigten somit 15 Patienten ein signalarmes und glattes Transplantat (Abb. 3a-d).

Arthroskopieauswertung

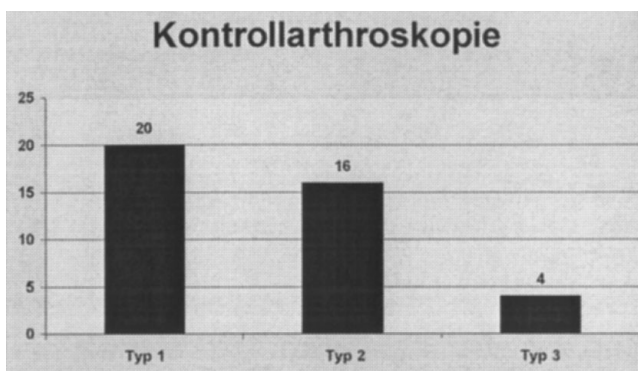
Bei der Kontrollarthroskopie fanden wir bei 20 Sportlern eine Typ 1-Transplantat, das ein straffes, kreuzbandartig strukturiertes Erscheinungsbild mit synovialen Überzug aufwies. 16 Sportler zeigten ein Typ 2-Transplantat mit inkomplettem Synovialüberzug. Typ 3 mit laxer, ungeordnet strukturierter Ersatzplastik fanden wir bei 4 Patienten. Typ 4 wurde nicht bestätigt. Bei einem Patienten erfolgte keine Kontrollarthroskopie (Abb. 4a-d).

Narkoseuntersuchung

Alle Typ 1- und Typ 2-Transplantate waren bezüglich Schubladentest, Lachmann und Pivot-Shift-Test stabil. Von den 4 Typ-3-Transplantaten hatten zwei Sportler einen positiven Pivot-shift-Test, ein Sportler einen angedeuteten und ein Sportler einen negativen Pivot-shift-Test.

Korrelation MRT-Auswertung / Kontrollarthroskopie TSE-T2-Sequenz:

31 Sportler wiesen bei der MRT-Untersuchung ein glattes, signalarmes und gleichzeitig angespanntes Transplantat in der TSE-T2-Sequenz auf. Es zeigte sich bei der Kontrollarthroskopie in 30 Fällen ein Typ 1- oder Typ 2-Transplantat. Bei einem Patienten erfolgte keine Kontrollarthroskopie. Die

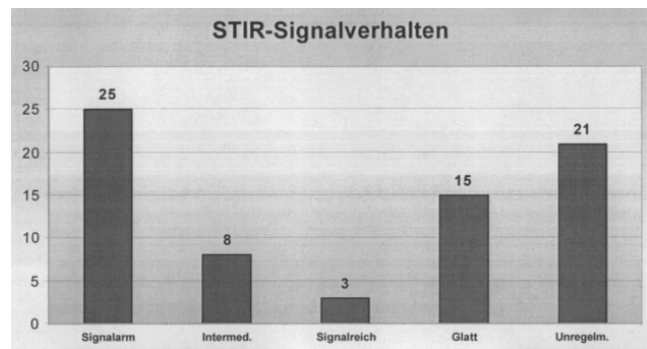


a) Verteilung der unterschiedlichen Transplantattypen



b) Typ-1-Transplantat: straff, kreuzbandartig mit Synovialüberzug
 c) Typ-2-Transplantat: straff, bündelartig, inkompletter Synovialüberzug
 d) Typ 3-Transplantat: lax, ungeordnet, kein Synovialüberzug

Abbildung 4: Ergebnisse der Kontrollarthroskopie.



a) Verteilung des Signalverhaltens



b) signalarmes (schwarzes) glattes Aussehen
 c) unregelmäßiges Aussehen: Oberfläche unregelmäßig
 d) signalreiches (helles) Aussehen.

Abbildung 3: Beurteilung des Transplantats in der STIR-Sequenz.

restlichen 5 Patienten mit Typ 1- oder Typ 2 Transplantat hatten ein signalarmes, unregelmäßiges und angespanntes Transplantat.

SE-T1-Sequenz:

Hier zeigten 20 Sportler bei der MRT-Untersuchung ein glattes, signalarmes und gleichzeitig angespanntes Transplantat, die bei der Kontrollarthroskopie als Typ 1- oder Typ 2-Transplantat eingestuft wurden.

STIR-Sequenz:

15 Sportler mit Typ 1- oder Typ 2-Transplantat hatten in dieser Sequenz ein glattes, signalarmes und gleichzeitig angespanntes Transplantat. Die Darstellbarkeit war hier aber deutlich schlechter als in den beiden oben genannten Sequenzen.

Diskussion

Im Vergleich zum Signalverhalten des intakten ursprünglichen Kreuzbandes mit etwas signalreichem Verhalten als das hintere Kreuzband wird die Darstellbarkeit und das Signalverhalten des Transplantates widersprüchlich diskutiert. Somit wird auch der Nutzen von MRT-Untersuchungen nach einer Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes unterschiedlich interpretiert. In der Literatur sind zum einen Untersuchungen zu finden, die keine Darstellbarkeit des Kreuzbandes gezeigt haben (7, 12, 20, 23). Auf der anderen Seite weisen Studien eine gute Darstellbarkeit des Transplantates nach (1, 6, 11, 14). Meist ist es der Signalanstieg im

Transplantat selbst, der für die unterschiedlichen Ergebnisse der Arbeiten verantwortlich ist (10, 13). Gründe können auch in einem Magic-angle-Effekt begründet sein (5).

Klarheit besteht über das Aussehen kurz nach der Operation (erste 3 Monate). Hier erscheint das Transplantat als ein breites signalarmes Band mit fast gleichem Signalverhalten wie die Patellarsehne (1, 6, 20, 23). Ebenso besteht ein breiter Konsens über das Aussehen nach Abschluss des zweiten postoperativen Jahres. Hier nimmt das Transplantat ein Aussehen entsprechend des ursprünglichen vorderen Kreuzbandes an. Es erscheint wieder etwas signalreicher als das signalarme hintere Kreuzband (2, 21).

Unklarheit besteht jedoch über die Darstellbarkeit in dem Zeitraum zwischen dem dritten postoperativen Monat und dem Abschluss des zweiten postoperativen Jahres. Hier können Signalanstiege die Interpretation des Transplantatzustandes erschweren (1, 4, 17, 23).

Die MRT-Untersuchung nach Kreuzbandersatzplastiken sollte außerdem die femorale und tibiale Tunnelplatzierung und die Integrität des Transplantates berücksichtigen. Hierbei ist die korrekte femorale Lage für die isometrischen Eigenschaften und die tibiale Positionierung für die Möglichkeit eines Impingement verantwortlich. Im sagittalen Bild sollte der femorale Bohrkanal im letzten Viertel der Blumensaatschen Linie verlaufen (3). Außerdem kann das Alignment des Transplantates bestimmt werden. Das Transplantat soll hier parallel zur Blumensaatschen Linie verlaufen. Eine richtige tibiale Platzierung mit 24mm oder 42 % der anterior-posterioren Distanz der Tibia ist hierfür Voraussetzung (6).

Es wurde in dieser Arbeit das Signalverhalten des Transplantates mit dem arthroskopischen Befund verglichen. Die Untersuchung fand an einem Niederfeldgerät (ESAOTE) mit 0,2 Tesla statt. Die gewählten Sequenzen waren parasagittale SE-T1, TSE-T2 und STIR-Aufnahmen mit 3mm Schichtdicke. Die Untersuchung erfolgte im Mittel nach 8 Monaten (3-14 Monate). Also in dem Zeitraum, der in der Literatur wegen Signalanstieg im Transplantat kontrovers diskutiert wird. Richtige und sichere Interpretation sind aber gerade zu diesem Zeitpunkt, in dem der Sportler nach Rehabilitationsphase wieder an die Wettkampfbelastung herangeführt wird, wichtig.

Der Signalanstieg wird in der Literatur in diesem Zeitraum als Ausdruck einer Revaskularisierung des Transplantates gesehen und kann somit die Interpretation erschweren bzw. unmöglich machen (8, 20).

Einen Signalanstieg des Transplantates fanden wir ausschließlich bei den STIR-Aufnahmen. Hier zeigten 3 Sportler einen Signalanstieg. Fehlende Darstellmöglichkeit war bei 5 Sportlern in der STIR-Sequenz der Fall. In den anderen Sequenzen (TSE-T2 / SE-T1) fanden wir nur eine signalarme bzw. intermediäre Darstellung des Transplantates. In der SE-T1-Sequenz hatten wir 19 Sportler mit intermediärem Transplantat, also einer geringen Signalanhebung. Interpretationsschwierigkeiten ergaben sich hier bei unregelmäßigem Aussehen bzw. wolkigem Aussehen des Transplantates. Die Korrelation mit der Arthroskopie zeigte, dass dies in dieser Sequenz normal sein kann und nicht als insuffizientes

Transplantat interpretiert werden darf. Glatte Begrenzung und gespanntes Aussehen sind aber auch hier ein sicheres Zeichen für ein intaktes Transplantat. In den TSE-T2-Sequenzen fanden wir ebenfalls keinen Signalanstieg. 36 mal stellte es sich in dieser Sequenz signalarm dar. Fünf Sportler wiesen hier ein intermediäres Aussehen auf. Typ 3-Transplantate bei der Arthroskopie hatten in der TSE-T2-Sequenz ein unregelmäßiges Signal. Ergebnisse mit der Kontrollarthroskopie zeigten in dieser Sequenz, dass ein glattes, signalarmes und gespanntes Aussehen in der TSE-T2-Sequenz mit einem Typ 1- und Typ 2-Transplantat korreliert. Eine fehlende Darstellmöglichkeit des Transplantates fanden wir im Niederfeldgerät in den TSE-T2- und SE-T1-Sequenzen nicht.

Gründe für die Darstellbarkeit könnten in dem fehlenden Impingement der Transplantate in unserer Untersuchung liegen. Howell (6) fand den Signalanstieg im Transplantat nur bei vorliegendem Impingement. Bei korrektem intraartikulärem Verlauf wurde hier kein Signalanstieg gefunden. Des Weiteren kann die Verwendung von SE-T1 Aufnahmen mit Kontrastmittel bei der Revaskularisierung einen Signalanstieg verursachen und die Interpretation bezüglich Begrenzung und Verlauf erschweren (20, 22). Einen zusätzlichen Grund könnte das Niederfeld darstellen, da alle Studien, die einen Signalanstieg zeigten und daraus eine schlechte Darstellbarkeit des Transplantates in dem kritischen Zeitraum 3.-24. Monat ableiteten an Hochfeldgeräten durchgeführt wurden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die TSE-T2-Sequenz im Niederfeldgerät (0,2 Tesla) in dieser Studie die zuverlässigste Aussagemöglichkeit verglichen mit der Kontrollarthroskopie darstellt. Parameter sind hier signalarmes, glattes und angespanntes Aussehen. Die Qualität der Darstellung ist für diese Fragestellung mit dem Niederfeldgerät eindeutig als ausreichend zu beurteilen.

Schlussfolgerung

In der MRT-Untersuchung am Niederfeldgerät lässt sich das Patellarsehnentransplantat beim Sportler in der kritischen Phase (3.-24. Monat) sehr gut darstellen. Die Korrelation mit dem arthroskopischen Befund zeigt, dass hier insbesondere die TSE-T2-Sequenz wichtig und im Vergleich zum Hochfeldgerät artefaktarm ist. Eine Signalanhebung mit fehlender Darstellmöglichkeit haben wir in dieser Sequenz nicht feststellen können. Die in der Nachbehandlung involvierten Ärzte können somit postoperative Probleme wie Ruptur, Transplantatversagen oder Elongation in der Aufbelastungsphase gut erkennen und bei entsprechender Klinik die notwendigen therapeutischen Konsequenzen frühzeitig einleiten.

Literatur

1. Autz G, Goodwin C, Singson RD: Magnetic resonance evaluation of anterior cruciate ligament repair using the patellar tendon double bone block technique. *Skeletal Radiol* 20 (1991) 585-587.
2. Belleni A, Adriani E, Margheritini F, Camilieri G, Della Rocca C, Mariani

- PP: Synovial healing in reconstructed cruciate ligaments. Our personal experience compared in single interventions and combined reconstructions. *Radiol Med* 98 (1999) 457-461
3. *Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T*: Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg* 10 (1997) 14-21.
 4. *Cheung Y, Magee TH, Rosenberg ZS*: MRI of anterior cruciate ligament reconstruction. *J Comput Assist Tomogr* 16 (1992) 134-139.
 5. *Echigo J, Yoshioka H, Takahashi H, Niitsu M, Fukubayashi T, Itai Y*: Signal intensity changes in anterior cruciate ligament autografts: relation to magnetic field orientation. *Acad Radiol* 6 (1999) 206-210.
 6. *Howell SM, Berns GS, Farley TE*: Unimpinged and impinged anterior cruciate ligament grafts. *Radiology* 179 (1991) 639-643.
 7. *Howell SM, Clark JA, Bassier RD*: Serial magnetic resonance imaging of hamstring anterior cruciate ligament autografts during the first year of implantation. *Am J Sports Med* 19 (1991) 42-47.
 8. *Howell SM, Knox KE, Farley TE*: Revascularization of a human anterior cruciate ligament graft during the first two years of implantation. *Am J Sports Med* 23 (1995) 42-47.
 9. *Ishaque BA, Ziring E, Gotzen L, Petermann M*: Arthroskopische Klassifikation der VKB-Ersatzplastik. *Arthroskopie* 13 (2000) 159-165.
 20. *Jansson KA, Karjalainen PT, Harilainen A, Sandelin J, Soila K, Tallroth K, Aronen HJ*: MRI of the anterior cruciate ligament repair with patellar and hamstring tendon autografts. *Skeletal Radiol* 30 (2001) 8-14.
 21. *Maywood RM, Murphy BJ, Uribe JW, Hechtman KS*: Evaluation of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 21 (1993) 523-527.
 22. *Moeser P, Bechtold RE, Clark T, Rovere G, Karstaedt N, Wolfman K*: MR imaging of the anterior ligament repair. *J Comput Assist Tomogr* 13 (1989) 332-335.
 23. *Murakami Y, Sumen Y, Ochi M, Fujimoto E, Adachi N, Ikuta Y*: MR evaluation of human anterior cruciate ligament autograft on oblique axial imaging. *Comput Assist Tomogr* 22 (1998) 270-275.
 24. *Nakayama Y, Shirai Y, Narita T, Mori A, Kobayashi K*: The accuracy of MRI assessing graft integrity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Nippon Med Sch* 68 (2001) 45-49.
 25. *O'Neil DB*: Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament: A prospective randomized analysis of three techniques. *J Bone Joint Surg* 78A (1996) 803-813.
 26. *Paulos LE, Chorf J, Rosenberg TD*: Anterior cruciate ligament reconstruction with autografts. *Clin Sports Med* 10 (1991) 469-485.
 27. *Rak KM, Gillogly SD, Schaefer RA*: Anterior cruciate ligament reconstruction: Evaluation with MR imaging. *Radiology* 178 (1991) 553-559.
 28. *Recht MP, Parker RD, Irizarry JM*: Second time around: evaluating the postoperative anterior cruciate ligament. *Mag Res Imag* 2 (2000) 285-297.
 29. *Steinbrück K*: Epidemiologie von Sportverletzungen - 25-Jahres-Analyse einer sportorthopädisch-traumatologischen Ambulanz -. *Sportverl Sportsch* 13 (1999) 38-52.
 30. *Stöckle U, Hoffman R, Schwedke J, Lubrich J, Vogl T, Südkamp NP*: Wertigkeit der MRT in der Beurteilung des Kreuzbandersatzes. *Unfallchirurg* 100 (1997) 212-218.
 31. *Tuite MJ, De Smet AA*: MR of the postoperative knee. *Top Mag Reson Imag* 8 (1996) 2-14.
 32. *Vogl TJ, Schmitt J, Lubrich J, Hochmuth K, Diebold T, Del Tredici K, Südkamp N*: Reconstructed anterior cruciate ligaments using the patellar tendon ligament grafts: diagnostic value of contrast-enhanced MRI in a 2-year follow-up regimen. *Eur Radiol* 11 (2001) 1450-1456.
 33. *Yamamoto M, Yamagishi T*: MRI of the patellar tendon anterior cruciate ligament autografts. *J Comput Assist Tomogr* 16 (1992) 604-607.

Dr. med. Frieder Mauch
Olgahospital Stuttgart
Bismarckstr. 8
70176 Stuttgart
frieder.mauch@t-online.de