

# 9.GOTS -Treffen Österreich

zürs am arlberg | 30. märz bis 2. april 2006  
[www.sportkongress.at](http://www.sportkongress.at)

## DAS THEMA **UP-DATE KNIEGELENK** SPORTMEDIZINISCHE ASPEKTE DES KNIEGELENKES

vorträge •  
diskussionen •  
workshops •  
consensus •

schifahren  
& snowboarden •



It's all about results

mit freundlicher Unterstützung von

 **DePuy Mitek**  
a Johnson & Johnson company





GOTS  
ÖSTERREICH

Gesellschaft für Orthopädisch- Traumatologische Sportmedizin

Liebe Kolleginnen und Kollegen!  
Liebe Freunde der GOTS-Österreich!

### **Herzlich willkommen in Zürs zu unserem 9. GOTS Treffen Österreich!**

Die Gesellschaft für orthopädische und traumatologische Sportmedizin (GOTS) Österreich begrüßt Sie auch heuer wieder zum traditionellen GOTS Treffen in Zürs am Arlberg.

Nachdem wir uns in den letzten Jahren verschiedenen sportmedizinischen Problemen gewidmet haben, von denen wir den Eindruck hatten, dass sie in der Sportmedizin nicht entsprechend bearbeitet wurden (wie zB. Handchirurgie), kehren wir heuer wieder in eines der Hauptthemen der Sportmedizin zurück: Das Kniegelenk!

Viel hat sich getan in den letzten Jahren: einerseits haben tolle Innovationen in der Kreuzband-, Meniskus- und Knorpelchirurgie Einzug gehalten, andererseits ist manch Altbewährtes in die Jahre gekommen. Eine langfristige Analyse bewährter Verfahren ist somit angebracht.

Wir denken, dass ein Up-date dieser Behandlungskonzepte notwendig ist, um wieder Orientierung in der rasanten Entwicklung zu finden, ohne die bewährten Methoden zu vergessen.

In Vorträgen und Workshops wollen wir mit Ihnen – liebe Kolleginnen und Kollegen – diese sehr aktuellen Themen diskutieren und einen Konsens in Diagnostik und Therapie entwickeln, um unseren Patienten die bestmögliche Behandlung angedeihen zu lassen. Gäste aus der Schweiz und Deutschland unterstützen uns im besten Sinne der GOTS, diesen Konsens in den schwierigen Therapieentscheidungen zu finden.

Die offene Atmosphäre des Gedankenaustausches, die faire Argumentation und die wissenschaftliche Basis sollen dabei wie in den letzten Jahren die Grundlage unseres Zusammentreffens bilden.

Das nötige Ambiente liefert der verschneite Arlberg und die Gastfreundschaft in Zürs.

Das GOTS Team Österreich hat sich wieder mächtig angestrengt Ihnen einen angenehmen und interessanten Aufenthalt in Zürs zu bieten.

Wir hoffen, Sie genießen Ihre Zeit in Zürs.

Dank an alle Referenten für Ihre Vorbereitung, allen Mitarbeitern für das tolle Engagement und vor allem unseren treuen Sponsoren, die diese Veranstaltung großzügig unterstützen.

Wir bitten Sie, konstruktiv an dieser Veranstaltung teilzunehmen und wünschen Ihnen viel Spaß in Zürs.

#### **GOTS-Leitung:**

Stefan Nehrer  
Klaus Dann

#### **GOTS-Team:**

Martin Heinrich  
Karl-Heinz Kristen  
Christoph Murr  
Gernot Sperner  
Manuel Sabeti (GOTS-Fellow)

#### **GOTS-Organisation:**

Eva Haas

[www.sportkongress.at](http://www.sportkongress.at)

30. März bis 2. April 2006  
9.GOTS-Treffen Österreich  
Zürs am Arlberg

A B S T R A C T S  
der Referate zum Thema  
UP-DATE KNIEGELENK  
sportmedizinische Aspekte  
des Kniegelenkes

### **Inhalt**

8	R. Schabus - Wien
10	G. Oberthaler - Salzburg
11	H. Boszotta - Eisenstadt
12	R.P. Jakob - Fribourg
14	A. Imhoff - München
16	G. Barisani - Wien
17	P. Valentin - Klosterneuburg
18	M. Breitenseher - Horn
19	K.P. Benedetto - Feldkirch
20	H.J. Latta - Wien
22	L. Hangody - Budapest
23	S. Nehrer - Krems
26	Ch. Erggelet - Zürich
28	R.P. Jakob - Fribourg
29	M. Breitenseher - Horn
30	K. Dann - Wien
32	A. Imhoff - München
34	C. Chiari-Grisar - Wien
36	W. Bily - Wien
38	M. Engelhardt - Bielefeld
41	Liste der Vorsitzenden und Referenten

## Entwicklung der Kniechirurgie in der Sportmedizin

### Von der Rundum- zur Zentrumschirurgie der Bandstabilisation

Die Geschichte der Behandlungen der Kniebandverletzungen im Sport ist in den letzten 80 Jahren von einer grundlegenden Veränderung der Ansichten in Bezug auf die therapeutischen Konsequenzen geprägt. Obwohl Caan, Palmer uvm bereits feststellten, dass für die Wiederherstellung der Funktion des vorderen Kreuzbandes die operative Rekonstruktion Voraussetzung ist, wurde in Österreich in den 50-er Jahren von Jörg Böhler mit der operativen Versorgung der Zerreißung des Innen- und Aussenbandes an einer größeren Anzahl von Patienten begonnen. Diese Kniebandverletzungen wurden in Abhängigkeit von der seitlichen Aufklappbarkeit des Gelenkes mit einer Gipshülse bei 10° Beugung des Kniegelenkes zwischen 6 und 16 Wochen ruhiggestellt. Trotz der langen Ruhigstellung wurde das Gelenk bei den meisten frei beweglich. Die meisten waren arbeits- und sogar sportfähig. Erst nach 1960 basierend auf den Erkenntnissen von O'Donoghue, der mit der Beschreibung des sogenannten „unhappy triade“ nämlich der Systematik, die hinter einer gleichzeitigen Verletzung des medialen Seitenbandes, des medialen Meniskus und vorderen Kreuzbandes stand, wurde man in Europa darauf auf-

merksam, dass die im Kniegelenk stattfindende Roll-Gleitbewegung ein System von Haupt- und Nebenstabilisatoren verantwortlich ist (Menschik). Rekonstruktive Eingriffe sind nur dann erfolgreich, wenn nach Analyse der pathomechanischen Entstehungskette, die primären und sogenannten Mitstabilisatoren zugleich versorgt werden. Trillat, Dejour, Bousquet in Frankreich, Hughston, O'Donoghue, Nicholas, Slocum, Kennedy in den USA haben in den 70-er Jahren Grundlegendes im Sinne der systematischen Beschreibung der kompartmentalen Instabilitäten und der Erarbeitung der Richtlinien für die offene Kniebandrekonstruktion beigetragen. Mc Intosh, Jakob und Wagner beschrieben die auftretende ventrale Subluxation und spontane Reposition der Schienbein-gelenksfläche als sogenanntes Pivot-Shift Phänomen und lieferte die Erklärung für die sogenannte Giving-way-Attacke im Bewegungsablauf als Ausdruck der gestörten Roll-Gleitmechanik bei VKB-Ruptur. Das mechanische Verständnis für Folgeschäden nach Instabilität wurde somit Allgemeingut (Feagin, Müller). Das Streben nach anatomischer oder extraanatomischer Rekonstruktion des Bandapparates mit nachfolgenden langwierigen Entlastungen und Ruhigstellungen waren die Maximen der Kniebandchirurgie bis in die 80-er Jahre (Andrews), die durch die intraartikuläre Ersatzplastik von Brückner und Clancy abgelöst wurde. Meine ersten Nachuntersuchungen 1980 von operierten Kniegelenken konnten in <50% gute klinische Ergebnisse feststellen, nur 1/3 der Patienten waren wieder ungestört sportfähig.

Mit der Verbreitung der Kniegelenksarthroskopie und Analyse der Resultate der sogenannten offenen Rundum-Kniechirurgie, bessere pathophysiologische Analysen, führten zu jenen definierten Forderungen, die für eine Behandlung eine *conditio sine qua non* sind:

- Die frühestmögliche Flexibilität des Kniegelenkes nach konservativer oder operativer Therapie ist für die koordinative Funktionssicherung unabdingbar.

- Die geführte Bewegung um den zentralen Pfeiler erfordert die anatomiegerechte Rekonstruktion von VKB und HKB.
- Die Propriozeption der noch vorliegenden Restinnervation soll bei Bandrekonstruktionen nicht weiter gestört werden.
- Evaluation der Ergebnisse, deren Kriterien auf Stabilität und Funktionalität beruhen, haben Vor- und Nachteile einzelner Rekonstruktionsverfahren belegt.
- Intermediäre Rupturen des vorderen Kreuzbandes sind durch mechanisch belastbare Transplantate zu ersetzen.
- Kreuzbandnähte können der Beanspruchung aufgrund von Ernährungsstörungen der Stümpfe keinen entsprechenden Widerstand leisten und heilen als kümmerliche Narbe, wenn die Stümpfe nicht überhaupt resorbiert werden würden.
- Femoral abgerissene Stümpfe des vorderen Kreuzbandes können nur mit Augmentation mit Erfolg reinseriert werden.
- Extraanatomische Ersatzplastiken erwiesen sich auf Dauer als minder geeignet.
- Die Erhaltung der Menisken gilt bei jeder Instabilität als vordringlich.
- Das Versagen der künstlichen Bandprothesen als Bandersatz belegte klar die Notwendigkeit, den Ersatz mit biologischem Material vorzunehmen, da Kunstbänder der Materialermüdung unterliegen und rupturieren oder auslockern.
- Die Bandrekonstruktion nach frischen Verletzungen soll in den ersten 8 bis 10 Tagen nach dem Unfall erfolgen, bevor eine reaktive Synovitis aufgetreten ist. Liegt bereits eine Synovitis vor, besteht eine erhöhte Gefahr für die Entstehung einer Arthrofibrose.
- Für den autologen Bandersatz ist das mittlere Drittel der Patellasehne, entnommen als Knochen-Sehnen-Knochen-Transplantat, Teile der Quadricepssehne oder die mehrfach gefaltete Graziis- oder Semitendinosus-Sehne am besten geeignet.

- Auf den anatomischen Implantatverlauf ist peinlich Bedacht zu nehmen. Die gelenksnahe Fixation des Bandersatzes ist für die Bandrheologie zu fordern.
- Die Rolle des hinteren Kreuzbandes in der mechanischen Stabilisierung des Kniegelenkes ist sehr hoch anzusetzen. Primäre rekonstruktive Maßnahmen liefern auch hier bessere Ergebnisse.

In den letzten 10 Jahren hat die Chirurgie der Kniebandverletzungen weltweit einen hohen Standard erreicht. Indikation, chirurgische Technik, Transplantatverankerung unter anderem sind einem ständigen Wandel unterworfen. Instrumentierung, Präzision und Detailkenntnisse wachsen ständig und beeinflussen die Entwicklung und Ausführbarkeit der aus ihnen resultierenden Überlegungen.

Die Diagnose einer Bandverletzung ist durch die klinische Untersuchung des verletzten Gelenks möglich, eine bildgebende Zusatzuntersuchung mit Skelettröntgen und Magnetresonanztomografie ist derzeit ein *State of the Art*. Durch die Erkenntnisse der frühfunktionellen Therapie, durch die revolutionierende Entwicklung endoskopischer Operationstechniken und die neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Bandheilung sind viele Gelenksverletzungen nicht mehr als Schicksal zu akzeptieren. Früher bedeutete eine Bandverletzung oft das Ende einer Sportlerkarriere. Jetzt können Langzeitergebnisse belegen, dass die autologe Rekonstruktion von VKB und HKB bei Erhalt der normalen Meniskusfunktion klinisch exzellente Ergebnisse mit über 90% der Patienten auch ihre Sportfähigkeit erhalten.

Die wichtigsten Erkenntnisse der letzten Jahre für den sehr guten klinischen Erfolg nach Gelenksbandverletzung sind das Erkennen des Verletzungsausmaßes, die Patientenaufklärung inklusive die Motivation zur Rehabilitation, die endoskopisch minimal invasive Rekonstruktion zum geeigneten Zeitpunkt und die enge Teamarbeit des Chirurgen mit dem Nachbehandler, Sportphysiotherapeuten und Patienten.

### **Vordere Kreuzbandersatzplastik mit Beugersehnen und gelenksnaher Fixation mit Rigid Fix Indikation • Technik • Ergebnisse**

Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Operation bei ventraler Kniegelenksinstabilität sind die richtige Indikation, die Patientenaufklärung, die Transplantatwahl, die optimale OP-Technik, eine stabile Transplantatfixation sowie eine gute postoperative Rehabilitation.

#### **Indikation**

Generell führen wir die Ersatzoperation sekundär bei reizfreiem Knie und freier Beweglichkeit durch. Bei hochaktiven Sportlern, bei zwingenden Operationsindikationen (zusätzlicher Meniskusriß oder Knorpelschaden) oder bei ausdrücklichem Patientenwunsch auch primär. Altersbeschränkung sehen wir eigentlich keine mehr.

#### **Technik**

Seit 6 Jahren ist der Ersatz des vorderen Kreuzbandes mittels Semitendinosus-Gracilissehne (4-fach) für uns das Verfahren der ersten Wahl. Das 4-fach-Transplantat ist beträchtlich stärker als das natürliche vordere Kreuzband und im Vergleich zur Ligamentum-Patellae, bzw. der Quadrizepssehnenplastik besteht eine geringere Entnahmemorbidity.

Die Operation wird natürlicherweise arthroskopisch durchgeführt, wobei besondere Bedachtnahme auf die richtige Bohrkanaalplatzierung, sowohl femoral-, als auch tibialseitig gelegt wird.

Rigid-Fix-Pin verwenden wir für die femorale Fixation. Sie ermöglichen eine gelenksnahe Fixation, eine 360°-Einheilung und eine funktionelle Therapie. Vor der distalen Fixation sollte das Kniegelenk mehrmals zyklisch durchbewegt werden um eine gute Vorspannung zu erzielen und den „Creep“ Effekt auszuschalten.

Für die distale Fixation verwenden wir die Milagroschraube. Diese nehmen wir um 1 – 2 mm größer als den Durchmesser des tibialen Bohrkanaals. Die Schraube wird mit einer

Länge von 30 mm parallel zum Transplantat eingebracht. Postoperativ werden die Patienten mit 2 Stützkrücken und Belastung bis zur Schmerzgrenze mobilisiert. Eine Knieschiene wird nur bei Unsicherheit des Patienten (übergewichtige und koordinativ schlechte Patienten) angelegt. Besondere Bedachtnahme gilt sensomotorischem Training und einem eher langsamen Belastungsaufbau. Wiedereingliederung in den Leistungssport führen wir nach 6 Monaten durch. Günstiger ist jedoch eine längere Rehabilitation und Wiedereingliederung erst nach 1 Jahr.

#### **Ergebnisse**

Von 2001 - 2005 haben wir über 1.000 Beugersehnenplastiken mit Rigid-Fix proximal fixiert. Insgesamt haben wir mit der Beugersehnenplastik eine sehr hohe Patientenzufriedenheit.

Nach einer 5 Jahresuntersuchung würden sich 95 % der Patienten wieder mit der gleichen Technik operieren lassen. Bei derselben Nachuntersuchung waren 93 % objektiv stabil, 7 % hatten eine klinische Instabilität. Dies korrelierte auch sehr gut mit dem subjektiven Stabilitätsgefühl, wobei 92 % der Patienten ihr Gelenk als stabil bewerteten. 95 % unserer Patienten hatten keine Probleme an der Sehnenentnahmestelle, 5 % klagten über zeitweises Missempfinden.

#### **Zusammenfassung**

Die Beugersehnenplastik mit der Semitendinosus/Gracilissehne 4-fach mit proximaler Rigid-Fix-Pins und distaler Milagroschraubenfixation ist unser derzeitige Gold Standard für den Ersatz des vorderen Kreuzbandes. Wir erzielen mit dieser Technik 83 % sehr gute und gute Ergebnisse und haben eine geringe Entnahmemorbidity.

In über 1.000 Anwendungen mussten wir nie auf ein anderes Fixationssystem umsteigen.

### **Kreuzbandersatzplastik mit dem Ligamentum Patellae in Press-fit-Technik Indikation • Technik • Ergebnisse**

#### **Ergebnisse**

Nach dem IKDC-Score wurden 5 Patienten mit A (5,4%), 48 (51,6%) mit B, 33 (35,5%) mit C und 7 (7,5%) Patienten mit D eingestuft. Im Vergleich zur ersten Nachuntersuchung unseres Kollektivs 1996 verringerte sich der Anteil normaler und fast normaler Kniegelenke von 72 auf 57%. Hinsichtlich der subjektiven Bewertung fand sich mit durchschnittlich 7,81 (2-10) Punkten eine hohe Zufriedenheit der Patienten. Die subjektive Einschätzung korrelierte mit dem Auftreten von Schmerzen, sowie mit der Stabilität beim Pivot-Shift. Nahezu 75% der Patienten sind auf hohem Niveau sportfähig und bezeichnen sich auch nach bis zu 12 Jahren beschwerdefrei sportfähig. Hinsichtlich der Stabilität fand sich im Vergleich zur Untersuchung vor 8 Jahren ein konstant gutes Resultat mit 81,6% stabilen Gelenken beim Lachman Test (Rolimeter) sowie 94,6% negativen und +/- (glide) bewerteten Kniegelenken beim Pivot-Shift.

Die objektiv erhobene Stabilität zeigte eine signifikante Korrelation zum femoralen Insertionspunkt. 28 Patienten (30,1%) zeigten leichte bis mäßige Beschwerden seitens der Entnahmestellen des Lig.patellae. Ein relevantes Streckdefizit bis zu 10° fand sich nur bei einem Patienten. Nur 16 Patienten wiesen II und III° arthrotische Veränderungen im medialen Kompartment auf. Es zeigte sich hinsichtlich der Arthroserate kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit und ohne Meniskusbegleitverletzungen.

#### **Zusammenfassung**

Die Lig.patellae-Plastik in implantatfreier Press-fit Technik gewährleistet gute Langzeitergebnisse, mit einer hohen Rate an stabilen Kniegelenken und guter subjektiver Funktion. Im Falle von Revisionsoperationen finden sich keine störenden Implantate oder ausgeweitete Bohrkanaäle oder Knochendefekte. Die Arthroseentstehung kann trotz guter Ergebnisse im Hinblick auf die Stabilität nicht verhindert werden und dürfte multifaktorieller Genese sein.

Ziel der Arbeit war es die Langzeitergebnisse nach Lig.patellae-Plastik in implantatfreier Press-fit- Technik zu erheben.

93 von 200 Patienten (46,5%), die zwischen Oktober 1992 und Dezember 1995 mittels Lig.patellae-Plastik in Press-fit-Technik operativ versorgt wurden, konnten nach durchschnittlich 112 Monaten (96-142 Monaten) im Jänner 2004 einer klinischen und röntgenologischen Kontrolle unterzogen werden. Untersucht wurden 77 Männer und 16 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 38,2 Jahren (28-56a). Die Bewertung der klinischen und radiologischen Ergebnisse erfolgte nach dem IKDC Score, dem subjektiven IKDC- Bewertungscore, als Funktionstest diente der Einbeinsprung und als instrumenteller Stabilitätstest der Lachmantest mit dem Rolimeter, im Seitenvergleich.

## **Gibt es eine erfolgreiche, nichtoperative Behandlung der frischen vorderen Kreuzband Ruptur?** **Indikation • Technik • Ergebnisse**

Die vordere Kreuzband Ruptur (VKB) wirft nach wie vor Fragen auf bezüglich der Behandlung, sowie der Spätfolgen mit hoher Inzidenz degenerativer Veränderungen. Ermutigt durch gute kurzzeitige Ergebnisse in der konservativen Behandlung der hinteren Kreuzbandruptur mit der Jack Schiene, in der postoperativen Behandlung nach HKB Rekonstruktion und der Erfahrung über drei Jahre, die gezeigt hat, dass die dorsale Translation sich deutlich reduziert dank Elimination der das Transplantat oder Regenerat elongierenden Gravitationskraft und dass sich das hintere Kreuzband dank guter Vaskularitätsverhältnisse in einer besseren Länge mit einer Reduktion der Instabilität von 50-60% restituiert, haben wir in prospektiver Weise begonnen, die VKB Ruptur ebenfalls nicht operativ zu behandeln, vorausgesetzt, dass die beiden Bandstümpfe approximiert stehen und dass keine grössere Meniskusläsion vorhanden ist.

Die Reversed Jack Schiene (Albrecht, Rosenheim, DE) ist die erste Schiene, mit der eine konstante, flexionsunabhängige, dynamische Kraftwirkung in sagittaler, dorsaler Richtung auf den Unterschenkel ausgeübt werden kann. Die Schiene wurde analog der Jackschiene, aber in umgekehrter Wirkung entwickelt. Ebenso bleibt, zumindest hypopthetisch, die Proprioception erhalten.

Seit knapp einem Jahr haben wir die Behandlung auf die VKB Ruptur ausgedehnt mit umgekehrter Wirkung der Schiene. Erste Erfahrungen sind ebenso positiv wie beim hinteren Kreuzband. Gegenwärtig erfassen wir seit März 2004 prospektiv eine Zahl von 40 VKB Rupturen, die alle mit der Schiene behandelt wurden. Bei einigen Patienten haben wir rupturierte Menisken arthroskopisch genäht und die VKB Läsion konservativ behandelt. Bei drei Patienten wurde ein nach vorne geschlagener Kreuzbandstumpf reponiert und mit Tissucol geklebt.

### **Technisches Vorgehen**

Der Patient erhält nach dem Unfall eine Röntgen- und MRI Abklärung und dann wird nach eingehendem Gespräch über Vor- und Nachteile der Behandlungsmöglichkeiten und vorausgesetzt, dass die Compliance als adäquat beurteilt wird, die Schiene von einem niedergelassenen Orthopädis-

ten appliziert. Die Anpassung bedingt eine gewisse Erfahrung, und sekundär muss die Schiene an die schwindende Muskulatur, sowie infolge prätibialer Druckmarken etliche Male angepasst werden. Zudem muss zur Vermeidung des Herunterrutschens eine breite Hüftgurte verabreicht werden. Beginn einer sofortigen vorsichtigen, meist selbstständigen Bewegungstherapie, in der vor allem das quadricepsinduzierte Verschieben der Tibia nach vorne vermieden werden soll und Belastungsübungen über 50° Beugung instruiert werden. Zum Duschen darf die Schiene in sitzender Stellung, beispielsweise auf einem Hocker in der Badewanne oder der Dusche, bei über 60° Flexion abgenommen werden. Nach etwa 1-3 Wochen gehen wir auf die Vollbelastung über. Wir empfehlen während 4-6 Wochen die tägliche Injektion eines niedermolekularen Heparins. Optional wird die volle Extension für 4 Wochen vermieden.

Die Wiederaufnahme der Arbeitsfähigkeit erfolgt nach rund 2-3 Wochen bei wenig bis mittelschwer belastenden, handwerklichen Berufen, beim Maurer nicht vor dem 4 Monaten. Bei Bürotätigkeit besteht volle Arbeitsfähigkeit. Ärztliche Kontrollen finden alle 4-6 Wochen statt. Die Führung des Patienten ist sehr wichtig, damit die Schiene keinesfalls abgelegt wird. Wir führen keine spezielle Physiotherapie durch und empfehlen höchstens Lymphdrainage-Übungen, sowie „duckstanding“. Nach 3 Monaten wird die Schiene nur noch nachts getragen für 1 weiteren Monat. Erste vorsichtige Testung der Stabilität nach 3-4 Monaten, nach 5-6 Monaten erfolgt das Kontroll MRI.

### **Ergebnisse**

In den vergangenen 24 Monaten wurden insgesamt 40 Patienten mit einer frischen, nicht mehr als 3 Wochen zurückliegenden VKB Ruptur nach eingehendem Aufklärungsgespräch über Chancen und Risiken dieser neuartigen Behandlung prospektiv erfasst mit Arthrometrie (Rolimeter) und MRI beim Unfall (jede Läsion, auch mit nach distal geschlagenem Anteil, wurde integriert). Bei mehreren Patienten akzeptierten wir partielle, insignifikante Meniskusläsionen. Nur bei 2 Patientinnen wurden arthroskopische inside-out Meniskusnähte gemacht, einmal am lateralen

und einmal an beiden Menisken, die beide klinisch eingeteilt sind. Nach 6 Monaten erfolgte ein Kontroll MRI. Hier stellen wir die präliminären Ergebnisse der ersten 31 Patienten vor. Eine Patientin gab nach 2 Wochen die Behandlung auf und bei einem 110 kg schweren Patienten mit gleichzeitiger Tibiakopffraktur musste sie wegen einer Thrombose nach 9 Wochen abgebrochen werden, wobei bereits Bandsuffizienz erreicht worden war. Der Follow-up beträgt 8-24 Monate, Ø16 Monate, mit 19 männlichen Patienten, ØAlter 27Jahre (12-49), sowie 12 weiblichen, ØAlter 45Jahre (29-74).

Als Erfolgskriterium dieser nichtoperativen Therapie wurde für ein gutes Ergebnis ein Lachmanwert gefordert, der die gesunde Gegenseite um nicht mehr als 2 mm übersteigen durfte, getestet durch 2 Prüfer mittels Rolimeter, sowie eine wiederhergestellte, wenn auch strukturell verschiedenene, Bandkontinuität auf dem Kontroll MRI.

Dabei fand sich eine Bandsuffizienz bei 12 von 19 Männern = 63%, sowie bei 9 von 12 Frauen = 82%. Die 7 Fehlschläge fanden sich vornehmlich bei den jungen männlichen Patienten (ØAlter 17Jahre), was auf das Complianceproblem hinweist. Insgesamt sind seither bei 4 Patienten VKP Plastiken und bei einem eine Meniskektomie durchgeführt worden. Ausser bei einem Patienten (gleichzeitige, operativ behandelte Tibiaplateau Fraktur) mit einem permanenten Streckausfall, ubnd einer Patientin mit 10° Beugeverlust bewegen alle vollständig und sind mit dem Ergebnis und retrospektiv mit der Behandlung zufrieden, wenn auch der Aufwand als erheblich und das Tragen der Schiene während den ersten 4 Wochen als mühsam bezeichnet wurden. Anschliessend gewöhnen sich die Patienten langsam, sodass die Akzeptanz steigt.

Bei mehreren Fehlschlägen haben wir retrospektiv einen nach vorne geschlagenen Kreuzbandanteil als Teilsache identifiziert. Aus diesem Grund sind wir seither dazu übergegangen, den Kreuzbandstumpf zu reponieren und mit Fibrinklebung zu fixieren, wobei erst 1 Patient die 3M Kontrolle hinter sich hat mit, vorsichtig geprüft, guter Suffizienz.

Alle andern Patienten treiben in gleicher Weise wie präoperativ Sport und arbeiten voll im angestammten Beruf, ausser beim einem Patienten mit der späteren Meniskektomie, der unsere Behandlung unzufrieden verlassen hat.

### **Diskussion**

Ungeregt ist immer noch das Problem, dass nicht alle Versicherungen die Kosten für die Schiene übernehmen, was bei der potentiell gewichtigen Kosteneinsparung (Behandlung und Arbeitsausfall) dieser neuen Therapie erstaunt, deren Ziel es ist, dank Bandsuffizienz spätere Meniskusläsionen und Arthrosen zu reduzieren.

Zusammenfassend haben wir zeigen können, dass die nicht operative Versorgung des VKB und die Behandlung in der hier vorgeschlagenen Weise in dieser ersten, präliminären Serie von Patienten vorsichtig ausgedrückt bei 4/5 der weiblichen und bei knapp 2/3 der männlichen Patienten zu funktionieren scheint, wobei die Messlatte für eine erfolgreiche Therapie relativ hoch gelegt worden ist. Sicherlich müssen wir die Zwei-Jahres Resultate abwarten, um die „Dauerhaftigkeit“ und sportliche Belastungsfähigkeit des geheilten Bandes beurteilen zu können. Somit handelt es sich, vorderhand vorsichtig ausgedrückt, um eine ökonomische Therapie. Wir schätzen, dass die Kosten gegenüber der operativen Behandlung und ihrer Nachbehandlung um rund 70% reduziert werden können (totale Fallkosten rund 6000-8000 CHF). Selbstverständlich müssen in der globalen Kostenberechnung unserer kleinen Patientenserie auch die zwei operativen Meniskusnähte, sowie die 25% Fehlschläge figurieren, bei denen 5 mal wegen Instabilität eine VKB Rekonstruktion indiziert werden musste. Diese Zahl könnte noch zunehmen. In Abhängigkeit der künftigen Erfahrungen bei mittels Klebung „refixierten“ vorderen Kreuzbändern, sowie bei mittels alleiniger Meniskusrefixation behandelten Patienten werden wir diese Indikation in Zukunft ausdehnen oder eingeschränken. Längst ist den schweizerischen Patienten aber auch den behandelnden Chirurgen und Orthopäden bei der Besprechung der Therapiemöglichkeiten einer frischen vorderen Kreuzbandruptur bekannt, dass nicht alle operativen Kreuzbandrekonstruktionen zu einem guten Ergebnis führen und dass leider die arthrotische Evolution, wahrscheinlich aufgrund unserer Unfähigkeit einer Restituierung einer normalen Kinematik und Proprioception, nicht aufgehalten werden kann. Wenn der Alternative der konservativen, lediglich funktionellen Therapie ein neues Konzept beigefügt wird, mittels der das stabilitätsmässige Ergebnis besser ist, sollte die Akzeptanz dieser Therapie in Zukunft wachsen.

## Anatomische Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes Vorteile einer neuen operativen Technik

Mit Etablierung der Arthroskopie wird unter dem Gesichtspunkt, dass es durch chronische Instabilitäten des Kniegelenkes zu verstärkten degenerativen Veränderungen (Meniskusdegeneration, Schädigung des Gelenkknorpels, Gonarthrose (1)) kommt, die Kreuzbandersatzplastik als Routineeingriff durchgeführt. Der Ersatz des Kreuzbandes mit einem Bündel aus einem Patellasehndrittel oder einer Plastik aus den Sehnen der Mm. semitendinosus und gracilis hat sich etabliert. Die Translation in anterior-posteriorer Richtung kann damit ausreichend stabilisiert werden. Laut klinischen Studien werden allerdings nur 69-90% der operierten Patienten beschwerdefrei (2-6). Die Patienten klagen über Instabilitätsgefühl bei schnellen Richtungswechseln und Rotationsbewegungen.

Mehrere Arbeiten beschreiben die Anatomie und biomechanischen Eigenschaften des vorderen Kreuzbandes als Struktur mit 2 funktionellen Hauptbündeln, dem anteromedialen und posterolateralen Bündel. Diese weisen unterschiedliche Spannungen in Beugung und Streckung auf. Eine isolierte Rekonstruktion dieser Bündel im Sinne einer anatomischen Rekonstruktion erscheint somit sinnvoll.

In der neuen Technik werden die Sehnen der Mm. semitendinosus et gracilis entnommen. Tibial wird der Kanal für das posterolaterale Bündel 5mm vor das hintere Kreuzband gesetzt. Das anteromediale Bohrloch wird in einem Winkel von 45° in sagittaler und 20° in frontaler Ebene unmittelbar davor angelegt, so

dass es zu einem Zusammenschluss der Bohrkanäle intraartikulär kommt. In Abhängigkeit von der Größe des Transplantats wird das anteromediale Bohrloch mit 7mm und das posterolaterale Bohrloch mit 5mm überbohrt. Die Planung und Bohrung der femoralen Kanäle erfolgt für das anteromediale Bündel transtibial. Dabei wird ein Bohrdraht im Abstand von 4mm von der posterioren Begrenzung der Notch auf ca. 11h für das rechte bzw. 1h für das linke Knie gesetzt und mit einem 7mm Spiralbohrer überbohrt. Der femorale Bohrkanal für das posterolaterale Bündel wird unmittelbar davor über ein zusätzliches anteromediales Arthroskopieportal in 9.30h bzw. 2.30h-Position angelegt und mit einem 5mm-Bohrer überbohrt. Die Transplantate werden gedoppelt eingezogen und mit bioresorbierbaren Interferenzschrauben fixiert. Durch die Spannung und Fixierung des posterolateralen Bündels nahe Streckstellung und des anteromedialen Bündels in 45° Beugung kommt es zu einer weitestgehenden Wiederherstellung der funktionellen Anatomie.

Aus dem eigenen Patientengut konnten 40 Patienten nach 6 Monaten nachuntersucht werden. Das Patientenalter lag durchschnittlich bei 32 (15-52) Jahren. Der Lysholm-Score verbesserte sich von durchschnittlich 64 Punkte präoperativ 95 Punkte postoperativ. Das Pivot-shift Zeichen war in allen Fällen negativ. Der IKDC führte bezüglich der Kniestabilität zu 100% sehr guten oder guten Ergebnissen. In zwei Drittel der Fälle war der Bewegungsumfang seitengleich, die restlichen Fälle zeigten einen nahezu seitengleichen Bewegungsumfang (Extension im Seitenvergleich < 5 Grad oder Flexion < 15 Grad). Die Stabilitätsprüfung mittels KT-1000 zeigte im Vergleich zur unverletzten Seite keine Differenz in 16 Fällen, 1mm in 23 Fällen und 2mm in einem Fall. Die radiologische Kontrolle zeigte nach 6 Monaten in keinem Fall eine Tunnelerweiterung. Da abgesehen vom pivot-shift-Test in keinem der etablierten klinischen Tests die Rotationsstabilität untersucht wird, müssen zusätzliche Untersuchungsmethoden entwickelt werden, die den Vorteil der anatomischen Rekonstruktion belegen.

## LITERATURVERZEICHNIS

1. Gillquist J, Messner K. Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis. *Sports Med* 1999;27(3):143-56.
2. Beynonn BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(9):1503-13.
3. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR, Jr. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003;31(1):2-11.
4. Johnson RJ, Eriksson E, Haggmark T, Pope MH. Five- to ten-year follow-up evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1984(183):122-40.
5. Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup. *Am J Sports Med* 1997;25(6):786-95.
6. Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pincweski LA. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy* 2001;17(3):248.
7. Weber E, Weber W. *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge*. Göttingen; 1836.
8. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *CLINORTHOP* 1975;No. 106:216.
9. Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 1998;6(SUPPL. 1).
10. Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH, Woo SL. Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002;30(5):660-6.
11. Yamamoto Y, Hsu WH, Woo SL, Van Scyoc AH, Takakura Y, Debski RE. Knee stability and graft function after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of a lateral and an anatomical femoral tunnel placement. *Am J Sports Med* 2004;32(8):1825-32.
12. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(6):907-14.
13. Aglietti P, Cuomo P, Giron F, Boerger TO. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: Surgical technique. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2005;15(2):111.
14. Bellier G, Christel P, Colombet P, Djian P, Franceschi JP, Sbihi A. Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004;20(8):890-4.
15. Christel P, Franceschi JP, Sbihi A, Colombet P, Djian P, Bellier G. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: The French experience. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2005;15(2):103.
16. Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy* 2003;19(5):540-6.
17. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy* 1999;15(6):618-24.
18. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 2004;20(10):1015.

## Indikationen für das LARS-Band

Das Konzept der Kreuzbandrekonstruktion mittels Kunstbänder galt viele Jahre lang als gescheitert. Das traumatisierte Knie wurde entweder nicht adäquat stabilisiert oder die Kunstbänder zeigten Einheilungsstörungen, führten oft zu einer „Kunststoffarthritits“, was in den meisten Fällen die Entnahme der Bandprothese erforderlich machte.

Erstmals ist es in Frankreich in den 80 Jahren gelungen ein Kunstband – das LARS Band – zu entwickeln, das die Qualitäten eines autologen Bandersatzes mit den gewünschten Vorgaben, nämlich minimal invasives Verfahren und kurze Rehabilitationszeit, kombinieren kann.

Das Band hält einer sofortigen Belastbarkeit stand, so dass der Patient nach Augmentation mittels LARS-Band so schnell wie bei keiner anderen Bandstabilisierung in die Rehabilitation geführt werden kann. Eine Vollbelastung des Bandes ist sogar meist nach 7 Tagen möglich. Erste sportliche Aktivitäten werden vom Patienten nach erfolgter Physiotherapie nach etwa 4 bis 6 Wochen wieder aufgenommen.

Seit 20 Jahren sind über 30000 Patienten weltweit mit diesem Band versorgt worden, seit 1991 ist es CE zertifiziert und seit 1998 in Österreich eingeführt<sup>1</sup>.

Das LARS-Band besteht aus einem hoch inerten Polyäthylen (zwei gewirkte Anteile für die Knochenkanäle und „Free-Fibers“, die im Bandstumpf zu liegen kommen und die Anatomie des vorderen Kreuzbandes nachahmen), das arthroskopisch minimal invasiv in das Kniegelenk eingebracht wird und an den gewirkten Anteilen im femoralen und tibialen Bohrkanal mittels spezieller Interferenz Schrauben, die das Augmentat nicht verletzen können, fixiert wird. Das Band steht in verschiedenen Stärken (= Faserzahl) 60, 80 100 und 120 zur Verfügung. Die mechanische

Belastbarkeit beim Band 80 entspricht 3.718 Newton, beim 100-Faser-Band 4.700 Newton.

Eine Studie der Universitätsklinik für Orthopädie konnte zeigen, dass das LARS-Ligament 6 Monate nach Operation zellulär und bindegewebig eingewachsen war und komplett inertes Verhalten aufwies<sup>2</sup>.

Als Indikation für die Anwendung des LARS- Bandes gilt die frische Ruptur des Vorderen und/ oder Hintere Kreuzbandes, auch ältere Rupturen können bei gutem distalen Kreuzbandstumpf versorgt werden. Zusätzlich bietet sich dieser Kunstbandersatz vor allem dann an, wenn der Patient schon eine andere insuffiziente Bandversorgung mittels „Bone-tendon-bone“- oder „Semitendinosus“-Plastik erhalten oder ein Re-Trauma erlitten hat, so dass nun Transplantatmaterial vom gesunden Bein entnommen werden müsste.

In den letzten 7 Jahren habe ich das Larsband bei 270 Patienten mit Rupturen des Vorderen und Hintere Kreuzbandes verwendet. Bei 2 Patienten riss das Band nach adäquaten Re-Traumen (0,7%), dieser Prozentsatz liegt unter dem in der Literatur angegebenen Prozentsatz für den autologen Ersatz.

Bei über 80 Patienten liegen jetzt die 2 Jahres- und bei 40 Patienten die 5 Jahresergebnisse vor. 100% der Patienten sind zu ihren prä-trauma Aktivitäten zurückgekehrt, 95% schmerzfrei, 97% ohne Schwellung. 80% zeigen einen Lysholm score über 80, 60% sogar exzellente Resultate mit Werten über 94. Mittels KT-1000 konnte kein Unterschied in der Stabilität zwischen operierten und nicht operierten Knie aufgezeigt werden (4,6 versus 4,4 p=0,505).

<sup>1</sup> Nau T.,Lavoie P,Duval N. (2002) A new generation of artificial ligaments in reconstruction of the anterior cruciate ligament: Two-year follow-up of a randomised trial. The Journal of Bone and Joint Surgery 84(3):356-360

<sup>2</sup> Trieb K., Blahovec H., Brand G., Sabeti M., Dominkus M., Kotz R. (2004) In vivo and in vitro cellular ingrowth into a new generation of artificial ligaments. Eur Surg Res 36 (3):148-151.

## Computerassistierte Kreuzbandersatzplastik mit dem Orthopilot

### Computernavigierte vordere Kreuzbandplastik

80% der Kniechirurgen führen weniger als 20 Kreuzbandoperationen im Jahr durch.

Hauptursache für Operationsmisserfolge ist die falsche Positionierung der Bohrkanäle. Dieses Problem kann die Computernavigation lösen.

Bis vor 5 Jahren war die einzige Möglichkeit „intraoperativen Navigation“ die Kontrolle der Führungsbohrdrähte im dem Bildwandler.

Durch die Computernavigation eröffnet sich die intraoperative Kontrolle und Planung der Bohrkanäle ohne Strahlenbelastung. Mit Hilfe des Orthopiloten auch ohne präoperativ aufwendige Röntgenplanung.

Nach arthroskopische Sanierung sämtlicher Kniebinnenschäden und Präparation des Transplantates werden für die Navigation am Oberschenkel und Unterschenkel jeweils ein fixer Sensor (rigid body) befestigt. Mit einem mobilen Taststab werden dann nach Vorgabe des Orthopiloten anatomische und kinematische Daten in das System eingegeben. Diese werden über eine Infrarotkamera räumlich eindeutig zugeordnet und von einem Computer erfasst. Dieser berechnet anschließend die optimale anatomische und isometrische Lage des tibialen (Zielvorgabe: 7mm vor den Hintere Kreuzband, halber Abstand zwischen Außenmeniskusvorderhorn und Spina des medialen Tuberkels und 44% der koronalen Breite des Tibiaplateaus von medial) und des femoralen (Zielvorgabe: 3-5mm Abstand von der hinteren Fossa-kante, links 12:30-13:30, rechts 10:30-11:30) Tunnels.

Seit 2003 ist es auch möglich einen intraoperativen Stabilitätstest zu Beginn und am Ende der Operation durchzuführen. Dieser erlaubt es, in einer beliebigen Beugestellung, den Lachmantest und die Rotation exakt zu messen und somit die Ausgangsposition mit dem OP-Ergebnis zu vergleichen.

Die Berechnungen des Navigationssystems basieren auf den eingelesenen Daten.

Falsche Zuordnung der palpieren Punkte führt zu einer falschen Berechnung. Deswegen ist eine Plausibilitätskontrolle intraoperativ unerlässlich.

Die Operationstechnik, die Wahl, Präparation und Fixation des Transplantates können je nach Vorliebe des Chirurgen gewählt werden.

Durch die Navigation wird die OP-Zeit um maximal 10 Minuten verlängert. Mit dem Orthopiloten ist eine kosten- und zeitaufwendige präoperative Planung nicht notwendig.

Die Navigation unterstützt, aber beeinflusst nicht den Operationsablauf.

### Workshop Doppelbündeltechnik mit Hilfe der Navigation

Das Navigationssmodul umfasst dzt. keine separate Kanalpositionierung für die Mehrkanaltechnik. Es ist daher notwendig, das anteromediale und posterolaterale Bündel voneinander unabhängig zu navigieren.

Für den standardisierten Ablauf der 2-Kanaltechnik ist nur die Navigation des anteromedialen Bündels vorgesehen. Mit Hilfe einer speziellen Ziellehre wird üblicherweise ohne Navigation der Führungsdraht für das posterolaterale Bündel gesetzt. Es besteht allerdings die Möglichkeit den Führungsdraht für das posterolaterale Bündel als eigene Navigation ohne dieses Zielinstrument durchzuführen oder die Position des mit Hilfe eines Zielgerätes eingebrachten posterolateralen Führungsdrahtes mit dem navigierten tibialen Zielgerät zu kontrollieren.

Ebenso kann der femorale Bohrkanal freihändig positioniert oder separat navigiert werden.

**Prä- und postoperative Bildgebung des verletzten Kreuzbandes**

Die MRT wird als bildgebende Methode der Wahl zur direkten Beurteilung von Verletzungen am vorderen Kreuzband dargestellt. Die MR Untersuchungstechnik und Normalanatomie wird diskutiert.

Im Zentrum der Betrachtung stehen die morphologischen MR Zeichen von Kreuzbandverletzungen. Diese werden in direkte und indirekte Zeichen eingeteilt. Direkte Zeichen eines kompletten Kreuzbandrisses sind: Eine deutliche Versmälnerung bis zur Diskontinuität, eine deutliche Signalanhebung, eine Angulation des Sehnenverlaufs und ein welliger Bandverlauf. Indirekte Zeichen einer komplitten vorderen Kreuzbandruptur sind: Eine osteochondrale Läsion eines Femurkondylus im antero-zentralen Abschnitt, eine osteochondrale Läsion der dorsalen Tibiakante, ein spitzwinkelig verlaufendes hinteres Kreuzband und eine vordere Schubladenposition im Verhältnis dorsale Tibia- zu Femurkontur. MR-Zeichen von Komplikationen nach vorderer Kreuzbandplastik werden analysiert: dazu gehören Impingement, Cyclopszeichen, postoperative Tentinose, Reruptur, Synovitis sowie weitere Komplikationen: Dislokation und Wanderung von Schraubenmaterial, Knorpelläsionen, osteochondrale Läsionen bis zur Athrose, Meniskusrisse, freie Gelenkkörper und Fremdkörper.

Die MRT erlaubt Lokalisation und Graduierung vorderer Kreuzbandverletzungen. Sind einmal die direkten Verletzungszeichen dafür unsicher, dann sind indirekte Verletzungszeichen geeignet, um zur Diagnose zu führen, bzw. diese abzusichern. Ebenso kann die MRT bei postoperativen Problem nach vorderer Kreuzbandoperation hilfreich sein.

**HTO mit Pudduplatte und VKBZ kombiniert**

**Problemstellung**

Die primäre vordere Kreuzbandrekonstruktion ist Verfahren der Wahl zur Therapie von Patienten mit subjektiver Instabilitätssymptomatik, ++ positivem Lachmann-Test ohne fixen Anschlag und positivem Pivot-Shift-Test. Die Korrekturosteotomie der Tibia ist indiziert bei jungen, sportlich aktiven Patienten mit Malalignment der Beinachse und Schmerz der mit der unikompartimentellen Überlastung des Kniegelenkes korrespondiert und als Postmenispektomiesyndrom oder nach medialer Knorpelschädigung auftreten kann. Ziel dieser Nachuntersuchung war es, das Ergebnis nach primärer VKB-Rekonstruktion mit simultaner Korrekturosteotomie zu zeigen.

**Patienten und Methoden**

In den Jahren 2000 bis 2004 wurde bei 14 (11 männliche, 3 weibliche) Patienten, im Mittel 28,4 (24 – 48) Jahre alt, eine primäre arthroskopisch assistierte vordere Kreuzbandrekonstruktion mit dem Ligamentum patellae und simultane aufklappende Korrekturosteotomie mit Puddu-Platte und Spongiosaplastik durchgeführt. 8 Patienten waren im Vorfeld medial partiell menispektomiert worden.

Zusätzliche Eingriffe im Rahmen der Operation

Meniskusteilresektion	2/14
Gelenksdébridement	4/14
Mosaikplastik	2/14
Microfracturing	3/14

Korrekturwinkel

3 mm Platte	1/14
5 mm Platte	1/14
7,5 mm Platte	3/14

**Ergebnisse**

IKCD

Symptome	A/7	B/6	C/1	D/0
Subjektiv	A/8	B/5	C/1	D/0
Stabilität	A/4	B/9	C1	D/0
Beweglichkeit	A/11	B/3	C/0	D/0
Gesamtergebnis	A/14	B/9	C/1	D/0

**Schlussfolgerung**

Die kombinierte VKB-Rekonstruktion mit Korrekturosteotomie ist indiziert bei Patienten mit vorderer Knieinstabilität und gleichzeitigen Symptomen des medialen Overloadings. Die simultane Spongiosaplastik gestattet eine aggressivere frühfunktionelle Nachbehandlung. Die Ergebnisse zeigen sowohl hohe subjektive Zufriedenheit der Patienten als auch zufriedenstellende objektive Resultate.

## Medikamentöse und interventionelle Schmerztherapie in der Sportmedizin

Schmerzzustände in der Sportmedizin entstehen in der Regel durch Verletzungen am Bewegungsapparat aufgrund von Sturz oder traumatischer Kraffeinwirkung oder gehen auf akute und chronische Überlastungen zurück.

Der Pathomechanismus für deren Entstehung ist von der jeweiligen Sportart abhängig und ergibt oft spezifische Verletzungsmuster oder Überlastungssyndrome.

Bei schweren Traumen mit vitaler Bedrohung ist der Athlet sofort einer qualifizierten notärztlichen Versorgung zuzuführen. Bei ausgeprägten akuten Schmerzzuständen (z.B. komplexen Knieverletzungen im Schisport) ist eine möglichst umgehende suffiziente Schmerztherapie mit potenten Analgetika (z.B. Opioiden oder Morphinen) von entscheidender Bedeutung, um ein dauerhaftes Eindringen des schmerzhaften Traumas in das Schmerzgedächtnis von vornherein zu verhindern und dem Sportler nach erfolgter Therapie und Rehabilitation eine baldmöglichste Rückkehr in die Sportart zu ermöglichen. Prinzipiell ist dabei zu einem frühen Zeitpunkt die Indikation zur operativen oder konservativen Therapie zu stellen.

Die wichtigste Substanzgruppe zur medikamentösen Behandlung von Schmerzen im Sport sind nach wie vor die NSAR (nichtsteroidalen Antirheumatika). Bei entzündlichen Reizungen am Bewegungsapparat posttraumatisch oder überlastungsbedingt ist die Wirksamkeit dieser Medikamentenklasse studientechnisch weitgehend nachgewiesen. Evidente Nebenwirkungen am Gastrointestinalsystem, renalen System und im Bereich der Thrombozytenfunktion sind bekannt. Auch die Exsiccose durch mangelnde Flüssigkeitsabdeckung zusammen mit NSAR können beim Sporttreibenden zu Problemen führen. Das Nebenwirkungsprofil kann durch eine spezifische Hemmung der Cyclooxygenase 2 durch die sog. Coxiben eingeschränkt und somit die Verträglichkeit in der Sportmedizin verbessert werden.

Die bekannten negativen Auswirkungen des nicht mehr zugelassenen Rofecoxib auf das kardiovaskuläre System treten beim Celecoxib in den empfohlenen therapeutischen Dosen nicht auf. Trotz Einschränkung der Verschreibbarkeit auf Risikopatienten über 65 Jahre mit Ulkus- oder Antikoagulantienanamnese erscheint aufgrund der studiengesicherten Datenlage der Einsatz der Cox-2-Hemmer auch beim jüngeren Sportler sinnvoll. Celecoxib (ein bis zweimal 200 mg tgl.) erzielt eine vergleichbare Schmerzreduktion wie höchstdosiertes Diclofenac (Mc.Kenna 2001 und Emery 1999). Dabei gibt es statistisch signifikant jedoch weniger Therapieabbrüche unter Celebrex aufgrund von gastrointestinalen (GI) Nebenwirkungen (Deeks 2002) und eindeutig geringere Hospitalisierungen wegen GI-Blutungen (Mamdani 2002). Der Magenschutz mittels Protonenpumpenhemmer kann eingespart werden, womit klare ökonomische Vorteile vorliegen. Das kardiovaskuläre Profil von Celecoxib ist mit herkömmlichen NSAR vergleichbar (CLASS und SUCCESS-Studie 2003).

Zur medikamentösen Schmerztherapie gehört auch der lokale Einsatz von Kortikoiden. Meist als Gemisch mit Lokalanästhetika eingesetzt entsteht ein ausgeprägter entzündungshemmender Effekt, welcher häufig bei Gelenkreizzuständen (z.B. beginnender Gonarthrose) oder Überlastungssyndromen (z.B. Insertionstendopathien oder Bursitiden) angewendet wird. Weitere Behandlungsmöglichkeiten in der Sportmedizin sind die intraartikuläre Injektion von Hyaluronsäurepräparaten bei incipienten arthrotischen Gelenkveränderungen, welche hinsichtlich der Wirksamkeit aber nicht unumstritten sind.

Aufgrund empirischer Erfahrungen und Studienberichten empfiehlt sich auch der lokale Einsatz von Komplexhomöopathika bei Gelenkknorpelschädigungen, Gelenkreizzuständen oder Überlastungserscheinungen.

Mittels interventioneller Schmerztherapieverfahren können entzündungshemmende, abschwellende und schmerzstillende Substanzen zielgenau unter Zuhilfenahme von bildgebenden Verfahren (Röntgenbildwandler) an die schmerzauslösenden Strukturen (z.B. an die Wirbelsäule) appliziert werden. Ziel ist dabei nicht das Erreichen einer vollständigen, vorübergehenden Schmerzausschaltung (wie z.B. Narkose bei Operationen), sondern eine langfristige Beeinflussung des Schmerzgedächtnisses (Theodoridis 2003). Mögliche Indikationen an der Wirbelsäule sind akute und chronische Syndrome der gesamten Wirbelsäule (WS), Bandscheibenvorwölbung oder –vorfall, Verschleißerkrankungen der WS, Einengung des Wirbelkanals und das Postnukleotomiesyndrom. Dabei werden wie bei den konventionellen Infiltrationen Lokalanästhetika, Glukosteroide, Komplexhomöopathika oder auch Interleukinrezeptorantagonisten eingesetzt. Obligatorisch wird ein wasserlösliches Röntgenkontrastmittel verwendet zur Visualisierung der zu erwartenden Ausbreitung der Medikamente und zum Ausschluß einer Gefäßpunktion.

### Mosaicplasty – indication, outcome, long term results in the active athlete

Autologous osteochondral transfer is a popular surgical technique aiming to provide hyaline or hyaline-like cartilage in the articular cartilage defect. Initial experiences with autogenous osteochondral grafting have shown consistent survival of the transplanted hyaline cartilage. However, two problems have been encountered in the process: the donor sites must be taken from surfaces that do not bear much weight, which limits the procurement field, and the use of large grafts can cause incongruity at the recipient site, which permanently alters the biomechanics of the joint. Mosaicplasty is a new way of the osteochondral grafting to respond these technical problems.

Initially, the mosaicplasty concept was tested in German Shepherd dogs and horses and in cadaver studies. Macroscopic and histological evaluations of the resurfaced areas and the donor sites showed: (1) survival of the transplanted hyaline cartilage (2) formation of a composite cartilage layer consisting of  $\approx 80\%$  transplanted hyaline cartilage and  $\approx 20\%$  fibrocartilage ingrown from the bony base of the defect; (3) deep matrix integration at the recipient site; and (4) the donor sites were filled to the surface with cancellous bone capped by fibrocartilage by 8 weeks. Fibrocartilage coverage of the donor holes seemed to be acceptable gliding surface for these less weight bearing areas.

Autologous osteochondral mosaicplasty involves obtaining small-sized cylindrical osteochondral grafts (2.7, 3.5, 4.5, 6.5, and 8.5 mm in diameter) from the minimal weight-bearing periphery of the femoral condyles at the level of the patellofemoral joint and transplanting them to prepared defect sites on the weight-bearing surfaces.

Combinations of different graft sizes allow a 80% to 100% defect filling rate. Fibrocartilage grouting, stimulated by abrasion arthroplasty or sharp curettage at the base of the defect, is expected to complete the new surface. Autologous osteochondral mosaicplasty can be done as an open procedure, through a miniarthrotomy or arthroscopically.

Clinical application was begun on February 6, 1992. During the following 14 years, clinical results by various authors matched the animal results, and since 1995, the procedure has been used with equal success at numerous clinics throughout the world. These results were identical with the authors' follow up. In a series of more than 1 000 cases involving various diarthrodial joints with varying function and biomechanical loads, the composite results have been in the good to excellent range with a low complication rate. Emphasizing the age limitations of the procedure (patients younger than 50 years), it is not surprising that patients who are older (older than 35 years) have fared less well. More than hundred cases of high professional athletes treated by knee or ankle mosaicplasty gave similar clinical outcome as normal population – 83% of them were able to return to high professional sports activity.

Concerns of donor site morbidity remain an integral part of the current evaluations. Of the entire study group only transient symptoms, which can be attributed to the donor sites were seen. The authors think that the full restoration of the donor site centers on the peripheral position of the donor area and the small size and proper spacing of the individual grafts. These two elements allow the joint to reconstitute structurally to reaccept the relatively low loads in these parts of the knee.

From these encouraging results from an increasingly large series and similar results from other centers, it seems that autologous osteochondral mosaicplasty may be a viable alternative treatment of localized full-thickness cartilage damage of the weight bearing surfaces of the knee and other weight bearing synovial joints.

### Knorpelzelltransplantation, wo stehen wir heute ?

#### Einleitung

Seit Jahrzehnten werden sehr aufwendige Versuche unternommen die ungenügende Regenerationsfähigkeit von Knorpel zu verbessern. Operationsmethoden, wie Bohrung und Abrasionsarthroplastik, zur Behandlung von Knorpeldefekten können nur eine fibrocartilaginäre Vernarbung des Defektes erzielen, wobei der klinische Verlauf und die langfristige biomechanische Belastbarkeit dieses Narbengewebes unvorhersehbar bleibt. Die autologe Chondrozytentransplantation mit dem Periostlappen erzielte in chronischen Knorpeldefekte sowohl experimentell, als auch in klinischen Anwendungen eine verbesserte Regeneration von hyalinem Gelenkknorpel. Die Verwendung von Biomaterialien zur Kultivierung und Implantation der Zellen stellt eine Weiterentwicklung der Möglichkeiten der Zelltherapie in der Knorpelbehandlung dar. Diese neuen Techniken, Entwicklungen und Methoden des „tissue engineering“ haben dazu beigetragen, die Prognose in der Behandlung von Knorpeldefekten zu verbessern, wobei die wissenschaftliche Absicherung der Effektivität und vor allem Langzeitergebnisse ausstehen.

#### Operative Behandlung von Knorpeldefekten erzielt keine vollständige Regeneration des Gelenkknorpels

Die direkte operative Behandlung von Knorpeldefekten umfaßte bisher die arthroskopische Knorpelglättung, die Knorpelbohrung nach Pridie, die Abrasionsarthroplastik und die Mikrofrakturierung nach Steadman. Alle diese Methoden können die vollständige Regeneration von Gelenkknorpel nicht erreichen, und führen zu teilweise faserknorpeligen Mischgewebe. Die strukturelle Ausbildung und mechanische Qualität dieser Gewebe ist dabei nicht vorhersehbar; die klinische Prognose ist damit sehr unsicher.

Als indirekte Methoden haben gelenknahe Umstellungs- und Korrekturosteotomien in der Behandlung von Knorpelschäden bewährt, und können besonders bei assoziierten Fehlstellungen oft sinnvoll kombiniert werden. Andere Methoden, wie die Implantation von autologen osteochondralen Transplantaten, erbrachte teilweise gute Ergebnisse. L. Hangody und V. Bobics berichten über die Technik der Mosaikplastik, wo aus Randzonen des Kniegelenkes osteochondrale Zylinder entnommen werden und im Pressfit-Verfahren in die Defektzone transplantiert werden. Mittelfristige Ergebnisse zeigen Erfolgsraten bis zu über 90 %. Probleme mit der Entnahmestelle werden nur in 5 % angegeben, wobei hier langfristige Studien abzuwarten sind, limitierend erscheint sicher die begrenzte Verfügbarkeit von Knorpel-Knochenzylindern, sodaß insgesamt diese Therapieform nur für Defekte die kleiner als 2 cm<sup>2</sup> sind empfohlen wird.

#### Implantation von Knorpelzellen induziert verbesserte Knorpelregeneration

Die enzymatische Isolierung und Kultivierung von Chondrocyten ex vivo ermöglichte die Entwicklung von neuen Implantationsverfahren zur Behandlung von Defekten der Gelenkfläche. Eine schwedische Arbeitsgruppe berichtete über eine signifikante klinische Verbesserung nach autologer Knorpelzellimplantation bei einem relativ kleinen Patientenkollektiv (Brittberg et al., 1994, New England Journal of Medicine). Die Kontrollbiopsien nach einem Jahr an zeigten Einheilung des Periostlappens unter Umwandlung in widerstandsfähiges knorpelartiges Gewebe. Die Ergebnisse differierten aber nach der Lokalisation des Defektes: Patella und Tibiadeckte zeigten ein deutlich schlechteres Ergebnis als Femurdefekte. Zur Zeit wird eine kontrollierte, klinische Multi-Center Studie unter Einbeziehung von arthroskopischen Biopsien des regenerierten Gewebes durchgeführt, um die Effizienz dieser Methode zu sichern. Inzwischen wurden weltweit mehr als 8000 Patienten mit dieser Methode operiert, wobei die mittelfristige Erfolgsrate für isolierte Defekte am Femurkondyl zwischen 85-92 % liegt (Cartilage Registry 2003).

In Praxis werden dem Patient arthroskopisch mit einem Ringkürette kleine Knorpelstücke aus nicht gewichtsbelasteten Arealen der Gelenkfläche des betroffenen Gelenkes steril entnommen. Die Biopsie wird in einem Spezialcontainer an das Zellkulturlabor geschickt, wo innerhalb 48 Stunden die Aufbereitung der Knorpelzellen beginnen muß. Die Chondrocyten (ungefähr 400.000) werden enzymatisch isoliert und in Zellkultur expandiert. Zum Zeitpunkt der Implantation wird eine Zellsuspension mit etwa 12 Millionen Zellen geliefert und in den präparierten Knorpeldefekt eingebracht, der mit einem eingenähten Periostlappen wasserdicht abgedeckt ist. Das Periost wird über eine kleine Hautinzision an der vorderen Tibiakante in entsprechender Größe entnommen. Um eine optimale Fixierung des Lappens zu erreichen wird der Korpeldefekt mit dem Skalpell umschnitten und das vorhandene Narbengewebe bis auf die subchondrale Lamelle vollständig entfernt, wobei Blutungen vermieden werden müssen. Die Ränder des Periosteums werden mit der Zirkumferenz des Defektes mit resorbierbarem Nahtmaterial vernäht und mit Fibrin wasserdicht versiegelt. Postoperativ erfolgt eine Rehabilitation mit Motorschiene und dreimonatiger Entlastung des Gelenkes.

Die Methode ist durch die beschränkte Verfügbarkeit von Knorpelgewebe zur Kultivierung, die Limitierung der Größe des Periostlappens und die Notwendigkeit einer Arthrotomie eingeschränkt. Die Fixation des Periostlappens und die Herstellung eines wasserdichten Kompartments ist problematisch und bedarf einiger Übung. Delamination des Periostlappens und Überwuchern des Defektes mit Narbengewebe sind die häufigsten Probleme die zu Reoperationen führen. (Nehrer et al. 2000, CORR)

### **Biomaterialien verbessern Technik der Zelltransplantation**

Die Weiterentwicklung der autologen Knorpelzelltransplantation stellen die matrixassistierten Verfahren dar, wobei unter Verwendung eines Biomaterials die Zellen in den

Defekt transplantiert werden. Aus den vielen experimentellen Ansätzen konnten das Kollagenvlies, sowie die Hyaluronatmatrix bis zur klinischen Anwendung gebracht werden. Hier werden die Knorpelzellen wie vorher beschrieben isoliert und vermehrt und dann mit dem Biomaterial in den Defekt eingebracht. Die verwendeten Matrices müssen den Knorpelzellen eine biologisch günstige Umgebung schaffen und die Regeneration von Knorpelgewebe erlauben. Die Kollagenmatrix (Chondrogide®) wird auf den Defekt aufgenäht und dient somit als stabiler Periostersatz, das Hyaluronsäurevlies (Hyalograft C®) kann in den Defekt geklebt werden, was chirurgisch wesentlich einfacher ist, kleiner Zugänge erlaubt und damit auch die arthroskopische Implantation ermöglicht. Kritisch ist hier sicher die stabile Verankerung des Grafts zu sehen, wobei der Fibrinkleber am Rand des Defektes die zellaugmentierte Matrix sichert. Unterschiedlich wird auch die Behandlung der Zellen durchgeführt, während beim Hyalograft® die Zellen isoliert werden und zunächst in Monolayer ( in der Kulturschale) vermehrt werden und dann erst auf das Biomaterial aufgebracht werden, verwendet das CaRes® System von Ars Arthro® primäre Zellen, die unmittelbar in das Kollagengel eingebracht werden, und sich sofort im dreidimensionalen Raum vermehren; damit soll eine fibroblastische Dedifferenzierung vermieden werden.

### **Matrixassistierte Knorpelzelltransplantation mit Hyalograft C. Klinische Ergebnisse**

An der Orthopädischen Universitätsklinik in Wien konnten seit Dezember 2000 prospektiv bei 34 Patienten Knorpelzelltransplantationen mit dem Hyaluronatvlies behandelt werden. Es wurden 31 Kniegelenke und 3 Sprunggelenke mit Knorpeldefekten operiert. Das Durchschnittsalter der Patienten mit betrug 35 Jahre (range 15-56, STD: 12), wobei 16 weibliche und 14 männliche Patienten eingeschlossen waren. 22 Patienten mit Knorpelschäden am Kniegelenk konnten bis dato länger als 12 Monate nachverfolgt werden, davon waren 11 Patienten mit einfachen umschriebenen Defekten, 8 mit komplexen Verletzungen des Knorpels und/oder assoziierten Band- und Meniskusverletzungen und 3 Patienten, bei denen die Knorpelzell-

transplantation als Salvage Operation zur Vermeidung einer Knieprothese durchgeführt. Der Lysholm Score aller Kniegelenke zeigte einen Anstieg von 51 präoperativ auf 75 postoperativ. Berechnet man nur die klassische Indikation des umschriebenen Defektes so lässt sich ein Anstieg von präoperativ von 57 auf 94 postoperativ erheben. Von drei Patienten mit Salvage Indikation erhielten 2 innerhalb von 2 Jahren eine Knie Totalendoprothese implantiert, 2 Patienten mit Systemerkrankungen (Psoarthritis, M. Crohn) zeigten ebenfalls ein mäßiges Resultat.

### **Zusammenfassung**

Die ersten Ergebnisse mit der Hyaluronatmatrix erzielen in der klassischen Indikation des isolierten Femurdefektes vergleichbare Resultate zur ACT mit dem Periostlappen. Bei komplexen Verletzungen, großen und mehrfachen Defekten, sowie assoziierten Band- und Meniskusverletzungen sind die Erfolgchancen, wie auch bei der ACT, deutlich vermindert, sodaß diese Indikationen auf sorgfältig geplante Studien einzuschränken sind; weiters sind die Arthrose oder schwere Gelenkdeformationen derzeit sicher keine Indikation für solche Verfahren. Beim isolierten umschriebene Defekt können aber auch bei großen Defekten – posttraumatisch und bei Osteochondrosis dissecans sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Andere Biomaterialien, wie Kollagengel (CaRes®) und Polyaktide (Biotissue®) zeigen ebenfalls gute Ergebnisse in den ersten mittelfristigen Studien, hier wurden auch eigen OP-Instrumentarien entwickelt um ein möglichst präzise und stabile Implantation zu erlauben Kritisch ist sicher zu sehen, daß uns von keinem dieser Matrix-techniken langfristige Daten vorliegen, sodaß vor einer Routineanwendung noch abzusehen ist, und die Techniken in kontrollierten Studien verwendet werden sollten. Langfristige Studien werden erst zeigen, ob auf das Periost verzichtet werden kann, und welches Transportmediums für die Zellen optimal ist. Arthrose oder schwere Gelenkdeformationen sind aber derzeit mit und ohne Periost oder Biomaterial keine Indikation für solche Verfahren.

1. Buckwalter, J., et al., Articular cartilage: composition and structure, in Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues, S.-Y. Woo and J. Buckwalter, Editors. 1988, AAOS: Park Ridge, IL. p. 405-425.
2. Mankin, H., Chondrocyte transplantation- an answer to an old question. New Eng J Med, 1994. 331: p. 940-941.
3. Hunter, W., On the structure and disease of articulating cartilage. Philos Trans R Soc Lond, 1743. 42 b: p. 514-521.
4. Buckwalter, J., et al., Articular cartilage: injury and repair, in Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues, S.-Y. Woo and J. Buckwalter, Editors. 1988, AAOS: Park Ridge, IL. p. 465-482.
5. Buckwalter, J. and V. Mow, Cartilage repair in osteoarthritis. Osteoarthritis: Diagnosis and Management, ed. R. Moskowitz, et al. 1992, Philadelphia: Saunders, WB. 71-107.
6. Bobic, V., Arthroscopic osteochondral autograft transplantation in anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary clinical study. Arthroscopy, 1996. 3: p. 262-264.
7. Hangody, L., et al., Mosaicplasty for the treatment of articular cartilage defects: Application in clinical practice. Orthopedics, 1996. 21: p. 751-756.
8. Mankin, H., F. Fogelson, and A. Trasher, Massive resection and allograft transplantation in the treatment of malignant bone tumors. N Engl J Med, 1976. 294: p. 1247-1255.
9. Bentley, G. and R. Greer, Homotransplantation of isolated epiphyseal and articular cartilage chondrocytes into joint surfaces of rabbits. Nature, 1971. 230(April 9): p. 385-388.
10. Brittberg, M., et al., Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. NEJM, 1994. 331: p. 889-894.
11. Peterson, L. and T. Minas, Advanced techniques in autologous chondrocyte transplantation. Clinics in Sports Medicine, 1999. 18: p. 13-44.
12. Zorzi, L. and e. al. Tissue engineered cartilage grafting: preliminary clinical data. in 3 rd International cartilage repair society meeting. 2000. Gothenburg.
13. Minas, T. and S. Nehrer, Current concepts in the treatment of articular cartilage defects. Orthopedics, 1997. 20: p. 525-538.
14. Nehrer, S., et al., Chondrocyte-seeded collagen matrices implanted in a chondral defect in a canine model. Biomaterials, 1998. 19: p. 2313-2328.

## Arthroskopische Knorpelbehandlungstechniken

Selbst oberflächliche Defekte dehnen sich aus durch mechanische und enzymatische Reize beziehungsweise bleiben unter günstigen Voraussetzungen stationär. Physiologische Reparatursmechanismen gibt es für hyalinen Knorpels nicht. Bei tieferen Verletzungen der Gelenkfläche mit Eröffnung des subchondralen, spongiösen Raumes kommt es zur Einblutung in den Defekt mit Freisetzung von Stammzellen, Wachstumsfaktoren und Fibroblasten (2). In diesem „Super-Clot“ kann sich fibröser Knorpel entwickeln, welcher sich, unter anderem, in histochemischen Merkmalen und biomechanischer Belastbarkeit von hyalinen Knorpels unterscheidet. Ob dieses Regenerationsgewebe die Gelenkfunktion kurzfristig oder dauerhaft beeinträchtigt, ist noch nicht mit letzter Sicherheit geklärt. In jedem Fall kann es nicht als anatomisches Regenerat angesehen werden. Mit künstlichen Implantaten aus Stahl, Titan, Carbon, Silikon kann in vielen Fällen die cartilaginäre Gleitschicht auch klinisch erfolgreich ersetzt werden

Ausgelöst durch einen Artikel von Brittberg und Mitarbeitern 1994, in dem erste klinische Ergebnisse der autologen Chondrozytentransplantation zur Behandlung von tiefen Knorpeldefekten des Kniegelenkes vorgestellt wurden, gilt heute der biologischen Defektfüllung primäres therapeutisches Interesse. So befinden sich verschiedene Verfahren in der klinischen Anwendung, mit dem Ziel, die in vivo Re-Synthese von hyaliner Knorpelmatrix zu induzieren. Bei der autologen Chondrozytentransplantation werden zu diesem Zweck aus einer Probeexcision hyalinen Knorpels Chondrozyten isoliert, in vitro in ihrer Anzahl um den Faktor 10 bis 15 vermehrt und in den Knorpeldefekt replantiert zur Bildung neuer Knorpelmatrix. Die originäre Technik von Peterson und Brittberg sah die Injektion der autologen Chondrocyten unter einen Periostlappen vor. Zahlreiche Weiterentwicklungen ermöglichen heute die matrixgestützte Implantationen autologer Zellen, wodurch das operative handling erheblich verbessert und die arthroskopische Implantation möglich wird.

Defekte des Gelenkknorpels sind von erheblicher medizinischer und volkswirtschaftlicher Bedeutung. Die Funktion einzelner oder mehrerer Gelenke wird nachhaltig gestört und führt zu Schmerzen, Mobilitätseinschränkungen und zu beruflichem sowie privatem Leistungsverlust. Bei der Aufarbeitung von 31.516 Arthroskopieberichten des Kniegelenkes hat Curt 1997 19826 mal eine Verletzung des Gelenkknorpels festgestellt. Aufgrund der schlechten Regenerationsfähigkeit des Gelenkknorpels wird vermutet, daß unbehandelte Läsionen des Gelenkknorpels, zumindest im Kniegelenk, zu einer frühzeitigen Arthrose führen können.

Zur aufwendigen und teuren Behandlungsmethode der ACT werden verschiedene Alternativen propagiert.

Knochenmarkstimulierende Techniken wie Abrasionschondroplastik, Mikrofrakturierung und Reiz-Bohrungen nach Pridie haben gemein die Eröffnung des subchondralen Raumes – entweder durch rotierende Messer, spezielle Perforationsstößel oder Bohrer. Dadurch kommt es zur Einblutung in den Defekt und zur Einsprossung von Stammzellen, Fibroblasten und Enzymen. In vielen Fällen wird so eine Defektdeckung mit Faserknorpel induziert. Kurzzeitergebnisse dieser einfachen und preiswerten Methoden sind gut, Langzeitergebnisse sehr variabel. Verbreitet sind die verschiedenen Techniken der osteochondralen Transplantationen (Osteochondral Autograft Transfer System (OATS), Mosaik-Plastik u.a.). Aus vermutet minderbelasteten Bereichen des Gelenkes, im Knie zum Beispiel die mediale Trochleakante, werden bis zu 2 cm lange Knorpel/Kochen Stanzzyylinder mit intakter Knorpeldecke entnommen und in gleichgroß ausgefräste Lager im Defekt transplantiert. Limitierend sind in der Anwendung die begrenzte Verfügbarkeit der Transplantate sowie die subtotale Defektdeckung, da eine ovaläre Knorpelläsion durch runde Transplantate nur unvollständig gedeckt werden kann. Die Morbidität durch die Transplantat Entnahme und die Schädigung der subchondralen Platte wird kontrovers diskutiert. Neue biphasische Polymer zylinder (OBI) können auch arthroskopisch verankert werden und eliminieren die Probleme der Entnahmemorbidität. Perichondrale und periostale Transplantationen verfolgen den gleichen Ansatz mit der Induktion von Stammzellen zur hyalinen Matrixbildung wie experimentelle und klinische Ergebnisse vermuten lassen. In der klinischen Anwendung werden autologe Periostlappen beziehungsweise Rippenperichondrium in den Defekt eingenäht oder mit Fibrinkleber eingeklebt. Diese Techniken haben an klinischer Bedeutung eingebüsst. Nicht zuletzt aus Kostengründen werden aber alternativ Kollagenmembranen verwendet, welche auf einen mit Mikrofraktu-

rierung vorbehandelten Defekt aufgenäht werde. Ein Zusatz von autologen Zellen ist hierbei nicht mehr vorgesehen.

Auch bei guten klinischen Ergebnissen über viele Jahren kommt es bei un- oder minimalbehandelten Patienten zu beschleunigter und fortschreitender, auch radiologisch zu erkennender, Degeneration des Gelenkknorpels. Dies zeigt eine Untersuchung von Messner von 28 Patienten mit tiefen Knorpeldefekten größer als 1cm<sup>2</sup> 14 Jahre nach arthroskopischer Diagnose. Die Ergebnisse sprechen für ausgeprägte Kompensationsmechanismen des menschlichen Körpers - zeigen aber auch, daß es ohne spezifische Therapie nicht zu einer restitutio ad integrum kommt.

Besonders für große Knorpelläsionen des Kniegelenkes, bei denen die osteochondralen Transplantationstechniken aufgrund der limitierten Transplantatverfügbarkeit an ihre Grenzen stoßen, ist die autologe Chondrocytentransplantation eine an mehr als 15.000 Patienten mittlerweile gut dokumentierte Therapieoption. Zur Behandlung kleiner Defekte ist eine Mikrofrakturierung oft ausreichend. Der Verzicht auf jegliche spezifische Therapie erscheint uns trotz der initial kompensierten klinischen Symptomatik besonders bei jungen Menschen nicht mehr zeitgemäß. Begleitende radiologische Veränderungen wie Achsabweichungen, Instabilität oder Meniskusdefekte sollten konkurrent behandelt werden.

Unter dem Begriff des Tissue Engineering arbeiten interdisziplinäre Forschergruppen u.a. an der Weiterentwicklung von zellbeladenen, bioresorbierbaren Trägermaterialien und der genetischen Modulierung von amitotischen Zellverbänden. Es sollte jedoch nicht vergessen werden, daß, selbst bei erfolgreicher Weiterentwicklung der operativen Behandlungsmethoden, arthrotische und rheumatoide Veränderungen des Gelenkknorpels vielschichtig und einzelne Maßnahmen nicht immer erfolgversprechend sind.

## Stellenwert der Osteotomie in der Knorpelreparation/-regeneration

Wird eine frische Knorpelläsion sich selbst überlassen oder wird deren „Heilung“ mittels Abrasionsarthroplastik, Mikrofrakturierung, Pridie-Bohrung, AMIC Technik stimuliert, füllt sich der Defekt mit einem Faserknorpel, auch Bindegewebsknorpel genannt, auf, der durch eigene Stammzellen neu gebildet wird. Wird der Knorpeldefekt mit der aufwendigen Chondrocytentransplantation behandelt (ACT, MACI), entsteht prinzipiell auch Faserknorpel. Fibrocartilago kann aber verschiedene Qualitäten haben, unabhängig von der verwendeten Technik. Er kann sehr solide sein und in der Palpation kaum vom normalen, hyalinen Umgebungsknorpel unterscheiden werden. Er kann sehr dick, sogar hypertrophisch sein oder er kann dünn und fragil sein. Er kann auch hyalinartige Komponenten aufweisen. Faserknorpel gilt als nicht so belastbar wie der normale hyaline Gelenknorpel. Allerdings sind der Kniegelenksmeniskus, der Diskus im Kiefergelenk und die Bandscheiben relativ resistent. Falls der neu entstehende Faserknorpel im Kniegelenk spontan gebildet oder chirurgisch induziert nicht den Fehlbelastungen ausgesetzt wird, die den originalen hyalinen Knorpel zerstört haben, hat er eine vernünftige Chance bezüglich Eliminierung von Stufen und Oberflächenausgleich im aufgerissenen hyalinen Knorpel, der Herabsetzung des Reibungskoeffizienten zwischen den artikulierenden Gelenksflächen, verbunden mit einem subjektiven Gefühl der Normalität. Wenn Meniskusanteile teilweise oder vollständig fehlen und wenn das VKB abwesend ist, sind die Knorpelbelastungen entsprechend stärker. Wenn auch absolut nicht bewiesen ist, dass ein Patient mit einem ausgeprägten Varusmorphotyp bei gutem Meniskus und Kreuzband zwangsläufig eine mediale Arthrose entwickeln wird, sind wir doch davon überzeugt, dass er nach Meniskusentfernung und bei chronischer Instabilität einer Degeneration Vorschub leisten wird. Das gleiche gilt noch viel ausgeprägter nach lateraler Menisektomie und gleichzeitiger vorderer Instabilität, wo rasch fortschreitende Arthrose-Verläufe beobachtet werden.

Zwei weitere Aspekte sprechen für die These des Zusammenhangs zwischen Knorpelpathologie und kompartimentärer Überlastung.

- Die Osteochondrosis dissecans am Kniegelenk ist primär eine Erkrankung unbekannter Genese des Knochens, sekundär auch des Knorpels. Es ist bekannt, dass die häufigere mediale OCD am Femurkondylus in 80% beim Varusknie beobachtet wird, die viel seltenere laterale OCD zeigt weniger häufig die Assoziation mit dem Valgusknie.

- Nach einer Osteotomie beobachten wir in rund der Hälfte der Fälle eine spontane Abdeckung der knorpelfreien Zonen mit einem Faserknorpel. Diese Heilungstendenz kann stimuliert werden bei grosszügiger Anwendung der Abrasion und des Microfracturing.

Die Nutzung dieser natürlichen Phänomene ist für den Autor imperativer Bestandteil der Prinzipien der Knorpeltherapie. Eine Missachtung der Regel, nie eine Knorpeltherapie auf einem überlasteten Knorpelgebiet durchzuführen, wird nur selten von Erfolg gekrönt. Sind dem Chirurgen die Abklärungsschritte zur Erfassung einer kompartimentären Überlastung nicht geläufig oder ist er nicht gewillt, dem Patienten die entsprechende Korrekturosteotomie zu empfehlen, oder nicht imstande, sie in sicherer Technik durchzuführen, sollte er keine Knorpeltherapie durchführen, da er dem Patienten, sich und der Methode keinen guten Dienst erweist. Diese persönlich affirmative Einstellung des Autors ist leider (noch) nicht allgemein akzeptierter Teil der „Philosophie“ in der Knorpelreparatur. Zu häufig werden teure, in ihrem Nutzen gegenüber den günstigeren, einzeitigen Methoden fragwürdige Behandlungskonzepte indiziert und auch angewandt. Ziel sollte es sein, für die Faserknorpelbildung optimale Verhältnisse zu schaffen.

Wir sind überzeugt, dass das Entlasten des Knorpelschadens mittels Osteotomie entscheidend ist. Wir sind ebenso überzeugt, dass bei grossflächigen Defekten die einzeitige AMIC Technik mit Abdeckung der Microfracture Zone mittels einer aufgenähten oder aufgeklebten Kollagen-Matrix die Dicke des Faserknorpel-Regenerates und damit seine Resistenz günstig beeinflussen kann. Bei der OCD mit gleichzeitiger Spongiosoplastik eines Defektes verhindert die AMIC Abdeckung das Herausfallen des Knochens und bildet die Trennschicht, oberhalb der sich die Knorpelregeneration einstellt.

## Bildgebung: Knorpel Meniskus

Die MRT wird als bildgebende Methode der Wahl zur direkten Beurteilung von Knorpel – und Meniskusverletzungen vorgestellt. Untersuchungstechniken und die Normalanatomie von Knorpel und Meniskus werden in der MRT erörtert.

Im Zentrum steht die MR Diagnostik von Knorpelveränderungen. Morphologische Zeichen die beurteilt werden sind Breite, Oberfläche, Kontur, Rand und Signalverhalten des Gelenknorpels bzw. einer Knorpelverletzung. Über diese morphologische Betrachtung gelingt die Graduierung und Zuordnung zu Knorpelerkrankungen. Auch die Beurteilung postoperativer Situationen am Gelenksknorpel wird beleuchtet.

Die Meniskusdiagnostik mittels MRT beginnt ebenfalls bei der Normalanatomie und den Normvarianten. Als erster Punkt wird die Unterscheidung Degeneration und Riss des Meniskus an Hand typischer morphologischer Zeichen erläutert. Die Beurteilung von Meniskusrissen wird bezüglich Lokalisation, Typisierung und Graduierung diskutiert. Den Abschluss bildet die Beurteilung verschiedener Dislokationsmuster von Meniskusrissen.

Die MRT erlaubt die vollständige Visualisierung der Menisken, eine weitgehend sichere Diagnose des Meniskusrisses, weiters die Charakterisierung als auch Graduierung eines Risses.

### Workshop: Der MR Trainer

Dieses Workshop erfolgt in enger Anlehnung an das Buch: Der MR Trainer: Untere Extremität: Dieses Buch wendet sich an alle Einsteiger als auch Erfahrene in die MR Diagnostik der unteren Extremität aus Radiologie, Orthopädie, Sportmedizin und Unfallchirurgie. Das Workshop vermittelt ein praxisbezogenes Anwenderwissen ausgehend von der MRT-Morphologie. Auch die didaktische Besonderheit will das Workshop vermitteln, nämlich die Verwendung von zahlreichen Illustrationen und Zeichnung in Kombination mit MR- Referenzabbildungen und prägnanten Text.

## Meniskusnahtsysteme

### Indikation • Technik • Ergebnisse

Bereits 1883 wurden von T. Annandale erstmals offene Meniskusrekonstruktionen durchgeführt. Damals dachte man noch dass die Menisken funktionslose Überreste eines Muskels sind.

Erst Mitte des 20. Jahrhunderts wurde auf die Bedeutung der Menisken hingewiesen und ab den 70er war man sich über die Form, Funktion und Physiologie im Klaren.

Mit dem Wissen, dass die Menisken Lastverteiler, Stoßdämpfer und Bremsklötze des Kniegelenkes sind und somit enormen Schutz für den Gelenksknorpel darstellen, hat sich daher das Behandlungsprinzip von der unkritischen großzügigen Resektion hin zur sparsamen Teilresektion bzw. bei geeigneter Rissform und geeignetem Meniskusgewebe zum Meniskus erhaltendem Vorgehen gewandelt.

In den 80er Jahren gilt K. De Haven als Pionier der offenen Meniskusrefixation und berichtet über gute Ergebnisse dieses Verfahrens mittelfristig wie auch im 10 Jahres Follow - up. Mit dieser Technik konnten jedoch nur periphere Risse kapselnahe versorgt werden.

1976 wurde von dem Japaner Ikeuchi die erste arthroskopische Meniskusrefixation beschrieben und seither erlebt, dank der resorbierbaren Meniskusimplantate, die Meniskus erhaltende Chirurgie einen Aufschwung.

Die Verletzung des Innenmeniskus ist die häufigste Knieverletzung mit 8,3% auf 10.000 Patienten. 33% der Verletzungen entstehen beim Sport, der Innenmeniskus ist 3 mal häufiger betroffen als der Außenmeniskus, das größte Risiko liegt zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr. Während die traumatischen Meniskuläsionen basisnahe und zwischen dem 10.-30. Lebensjahr auftreten, sind die degenerativen peripheren Läsionen über dem 40. Lebensjahr zu erwarten. Sammelstudien aus dem Jahr 1998 zeigen weltweit eine Refixationsrate von 5% , laut Meinung der Autoren wären 20 % möglich.

Seit 1996 liegen seitens der Industrie bioresorbierbare Implantate in unterschiedlicher Ausführung vor, welche die Meniskuserhaltung vereinfachen und den oftmals notwendigen dorsomedialen-lateralen Zugang nicht mehr benötigen und somit Zeit sparend zu applizieren sind. Die neueren flexiblen Meniskusankernähte haben jedoch die rigiden oder semirigiden resorbierbaren Meniskuspfeile abgelöst und damit gelingt es bei korrekter Anwendung ähnlich stabile Nähte wie bei der offenen Technik zu erzielen, ohne zusätzlich Implantat bedingte Knorpelläsionen durch Dislokation der Pfeile zu provozieren.

Die Erfolgsrate von Meniskusrefixationen schwankt laut Literatur der letzten 20 Jahre zwischen 56 und 91%. abhängig von Risslokalisierung, Form, Rissgröße und Begleitverletzungen. Bei der Refixationstechnik hat sich die Hybridtechnik durchgesetzt, dass heißt im Hinterhornbereich werden all inside flexible Meniskusfadenanker eingebracht und im

Bereich der Pars intermedia bzw. Vorderhorn Nähte inside-out oder outside-in durchgeführt. Auch wir können über eine Erfolgsrate von 90% in unseren Fällen berichten.

Wesentlich für den Erfolg der Meniskusrefixation sind die Qualität des Meniskusgewebes, ein traumatisches Rissereignis, der Rissabstand zur meniskosynovialen Verbindung, Risslänge und Rissart. Voraussetzung für den Erfolg sind zusätzlich eine bandstabile Kniegelenk, im Falle einer Instabilität sollte, wenn immer möglich, in derselben Sitzung das VKB rekonstruiert werden, was sich zusätzlich positiv auf das Ergebnis auswirkt, da zum einen eine schonendere Nachbehandlung erfolgt und offensichtlich die Heilungspotenz des Meniskus durch den größeren Eingriff und Blutansammlung im Gelenk unterstützt wird. Das zu refixierende Meniskusgewebe sollte immer maximal angefrischt werden, weiters perimeniskal eine Teilsynovektomie erfolgen und der Eingriff der Refixation hat zur besseren Durchblutungskontrolle der Meniskusbasis ohne Blutsperrung zu erfolgen.

Die Nachbehandlung bei Meniskusrekonstruktionen erfolgt nach kurzfristiger Teilbelastung mit Volllast unter Bewegungslimitierung einer Knieorthese in der Sagittalebene und zusätzlicher aktiver Kniebehandlungsschiene. Die volle Sportbelastung mit tiefen Kniebeugen oder Hocken sollte erst 3-4 Monate ab Operation erfolgen. Dies limitiert die Indikation der Refixation beim Spitzensportler, da diese die längere Sportkarenz nicht in Kauf nehmen wollen. In Kombination mit einer Kreuzbandersatzoperation wird dies jedoch toleriert.

Dennoch in Ermangelung eines adäquaten Meniskusersatzes sollte das Meniskusgewebe für das Gelenk nach Möglichkeit erhalten werden, da bereits auch Teilresektionen nach 5 Jahren zu deutlichen Knorpelveränderungen im betroffenen Kompartiment führen können. Das innere Kompartiment verzeiht bei korrekter Beinachse mehr Reduktion der Meniskusfläche, als das äußere Kompartiment.

Um den Worten von Meniskuspionier K. De Haven Folge zu leisten gilt „if in doubt, leave it in!“

## Meniskusersatz

### Indikation • Technik • Ergebnisse

Der Verlust des Meniskus am Kniegelenk, sei es traumatischer oder degenerativer Natur, stellt eine nachgewiesene Präarthrose dar, die besonders bei jungen Patienten ein gesundheitliches als auch sozioökonomisches Problem hervorruft. Bis zur heutigen Zeit ist der Meniskusersatz eine ungelöste orthopädische Herausforderung. Ziel operativer Meniskusersatz-Verfahren ist es, eine Früharthrose präventiv zu verhindern.

#### Indikation

Die strenge Indikationsstellung zum Meniskusersatz verfolgt die Ziele Schmerzlinderung, Arthroseprävention und Wiederherstellung der Gelenkbiomechanik. Hauptzielgruppe ist der aktive, biologisch junge Patient im Alter 18-65 Jahre, BMI < 25 mit einer unikompartimentellen symptomatischen Früharthrose nach subtotalem Meniskusverlust. Voraussetzung ist eine intakte Meniskusrandleiste in einem achsgeraden, bandstabilen Gelenk. Kontraindikation besteht bei großflächigen 3-4° Knorpelschäden, fortgeschrittener unikompartimenteller oder generalisierter Arthrose, Gelenkinfekten sowie dem prophylaktischem Ersatz. Künstliche Menisci werden ausschließlich für das mediale Kompartiment verwendet, während Allograft-Implantate auch lateral eingesetzt werden können.

#### Technik

Klinische Anwendung finden zur Zeit ausschließlich allogene oder künstliche Meniskusersatz-Transplantate. Allogene Spender-Menisci sind prinzipiell in grosser Zahl verfügbar, bergen jedoch immunogene als auch infektiöse Potenz und können lediglich als zeitlimitierte Salvage-Prozedur angesehen werden. In den USA werden Allotransplantate routinemässig in grosser Zahl eingesetzt, während diese in Deutschland selten verwendet werden. Unter den künstlichen Ersatzmaterialien findet bisher einzig das Kollagenmeniskusimplantat (CMI) Anwendung. Autologe Sehnen-Transplantate, Perichondrium, Fibrin, Fett, Submukosa oder Xenografts konnten sich nicht durchsetzen. Zum Wiedererlangen der Gelenkmechanik muss durch genaue Größenanpassung ein optimaler Kontakt zwischen Transplantat und Knochen hergestellt werden. Durch eine exakt anatomische Reinsertion des Vorder- und Hinterhorns sowie stabile Randleistenadaptation sollen eine sichere, mobile Fixation gewährleistet werden. OP-technisch stehen offene arthroskopisch-assistierte Verfahren gegenüber. Die elegantere arthroskopische Transplantation stellt ein sehr anspruchsvolles Verfahren dar. Nach Zurückkürzen des Meniskus bis auf eine stabile Randleiste in der weiss-roten oder rot-roten Zone wird eine Blutung mittels Needling der Randleiste induziert. Nach Ausmessen der Defektgröße und Zuschneiden des Transplantates wird dieses mit PDS-Fäden armiert eingebracht und mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial (FiberWire) in Inside-Out-Technik an der Randleiste fixiert.

#### Ergebnisse

Bisher kann kein meniskusersetzendes Verfahren eine restitutive Heilung mit nativem meniskalem Gewebe hervorbringen. Jedoch konnte nachgewiesen werden, dass Patienten mit Meniskusersatz gegenüber solchen nach Meniskusentfernung hinsichtlich Funktion und Schmerz erheblich profitieren. Im histologischen Bild konnte 4-6 Wochen nach Allograft-Implantation eine Einheilung und ein Einwachsen der Empfängerzellen

in das Transplantat gezeigt werden, sowie nach einem Jahr eine fast vollständige Repopulation mit Empfängerzellen nachgewiesen werden. Jedoch lassen Transplantatschrumpfung und Stabilitätsverluste als Ursache von Transplantatversagen auf immunologische Abstoßungsreaktionen schliessen, die einen routinemässigen Einsatz sowie Langzeiterfolge in Frage stellen. Bessere Ergebnisse erbrachte bisher das aus Kollagen-Typ-1 Fasern bestehende CMI. Studien am Tiermodell und am Menschen haben gezeigt, dass sich im Zuge der CMI-Resorption einwandernde Zellen zu fibrocartilaginären Zellen umdifferenzieren, faserknorpelartiges Regeneratgewebe bilden und den Meniskusdefekt so auffüllen. In einer Multicenter-Studie wurde an 288 Patienten 2 Jahre nach CMI-Implantation eine subjektive Schmerz-Verbesserung nachgewiesen. Jedoch wurde in der histologischen Aufbereitung lediglich in 50% der Fälle meniskusartiges Gewebe gefunden. In einer eigenen prospektiv arthroskopisch kontrollierten Studie (n=60) konnte nach einem follow-up von 24 Monaten im Vergleich CMI+Umstellungsosteotomie versus Umstellungsosteotomie allein ein nur minimal, nicht signifikant besserer Outcome der Gruppe CMI+Umstellung anhand von Lysholm und IKDC Score nachgewiesen werden. In einer weiteren eigenen tierexperimentellen Studie konnte nach autologer Besiedelung und Implantation von CMI-Matrices anhand des Lameness Score kein Unterschied im Vergleich zur Leerkontrolle nachgewiesen werden. An histologischen Präparaten wurde gezeigt, dass CMI-Scaffolds nach Implantation einen resorptiven Prozess durchlaufen, welcher in einem narbenähnlichen Gewebe endet, dessen biomechanische Eigenschaften den von nativem Menisci deutlich unterliegen. Nichtsdestotrotz erscheint der Einsatz des CMI in der Zukunft als ein vielversprechendes Verfahren. Durch Meniskustransplantation kann eine kurzfristige subjektive Schmerzlinderung erreicht werden, jedoch ist ein definitiver chondroprotektiver Nutzen wissenschaftlich nicht bewiesen. Langzeitstudien sind nötig, um diesen Beweis zu erbringen.

## Meniskusregeneration Wissensstand heute

Die Menisci des Kniegelenks erfüllen die Aufgaben der Lastübertragung und -verteilung, Stossdämpfung, Gelenkschmierung und Stabilisierung. Der Verlust von Meniskusgewebe führt zu frühzeitiger Knorpeldegeneration, weshalb Meniskusresektionen möglichst sparsam durchgeführt werden sollten. In vielen Fällen ausgedehnter Rissbildungen ist die (sub)totale Meniskusresektion jedoch unvermeidbar. Aufgrund der kritischen Blutversorgung des Meniskus in den inneren beiden Dritteln ist eine Spontanregeneration nicht möglich. In den vergangenen 20 Jahren wurden eine Reihe experimenteller Ansätze zur Verbesserung der Meniskusregeneration durchgeführt. Aktuell sind es in vivo Tissue Engineering Methoden, die rezenten Ergebnissen nach einen deutlichen Fortschritt zur Lösung dieses Problems bringen könnten.

Die ersten tierexperimentellen Versuche beschäftigten sich mit autologen Ersatzmaterialien wie Fettgewebe,<sup>1</sup> Perichondrium<sup>2</sup> und Sehngewebe.<sup>3,4</sup> Aufgrund mangelhafter initialer biomechanischer Eigenschaften waren jedoch keine guten Langzeitergebnisse zu erzielen. Rein synthetische Dauerimplantate aus Dacron und Teflon waren aufgrund von Materialabrieb und Synovitis nicht erfolgversprechend.<sup>4,5</sup> Tissue Engineering – die Kombination von Biomaterialien und Zellen – ist die bisher vielversprechendste Methode. Die Entwicklung eines Kollagenimplantats zeigte im Tiermodell eine gute Geweberegeneration.<sup>4-6</sup> Dieser sogenannte CMI (Collagen Meniscus Implant, ReGen Biologics, Inc., Franklin Lakes, NJ, USA) befindet sich in humaner Anwendung, wobei ein verbliebener peripherer Meniskusrand zur Verankerung des Implantats notwendig ist. Trotz Verbesserung der Schmerzsituation werden Gewebequalität und -stabilität kontroversiell diskutiert. Biomechanisch stabilere Polymere mit Poren werden derzeit in vivo untersucht. In einer rezenten Studie mit Implantaten aus Polyurethan konnte nach 6 Monaten die Entwicklung eines fibrocartilaginären Gewebes gezeigt werden.

Allerdings war zu diesem Zeitpunkt auch eine Fremdkörperreaktion zu sehen, biomechanisch waren die Implantate dem originären Meniskus deutlich unterlegen, eine Knorpelprotektion war im Vergleich zur Menisektomiegruppe nicht vorhanden.<sup>7</sup> Die eigene Arbeitsgruppe ist im Rahmen des 5. EU Rahmenprogramms an einer Studie mit dem Thema Meniskusregeneration beteiligt. Dabei wurde ein Biomaterial aus Hyaluronsäure (HYAFF-11, Fidia Advanced Biopolymers, Abano Terme, Italien) und Polcaprolacton mit einer Porengröße von 200-300µm entwickelt. Durch eine Laminierungstechnik gelingt es, Implantate in der Form eines Meniscus herzustellen. Diese medialen Meniskusimplantate wurden zunächst in einer in vivo Pilotstudie getestet. Nach 6 Wochen zeigten sich ausgezeichnete Integration an Vorder-, Hinterhorn und Kapsel. Das gesamte Implantat war von fibrovaskulärem Gewebe durchsetzt, neben fibroblastären Zellen war eine geringe Fremdkörperreaktion zu sehen. Die Entwicklung eines fibrocartilaginären Gewebes sowie eine knorpelprotektive Wirkung sind erst nach langfristigeren Zeiträumen zu erwarten. Diesbezügliche Studien werden derzeit durchgeführt. Die Möglichkeit einer Optimierung der Gewebequalität durch Besiedlung der Implantate mit autologen Chondrozyten vor Implantation wird ebenfalls untersucht.

## Literatur

1. Kohn D, Rudert M, Wirth CJ, Plitz W, Reiss G, Maschek H: Medial meniscus replacement by a fat pad autograft. An experimental study in sheep. *Int Orthop* 21:232-8, 1997.
2. Bruns J, Kahrs J, Kampen J, Behrens P, Plitz W: Autologous perichondral tissue for meniscal replacement. *J Bone Joint Surg Br* 80:918-23., 1998.
3. Kohn D, Wirth C, Reiss G, Plitz W, Maschek H, Erhardt W, et al: Medial meniscus replacement by a tendon autograft. *J Bone Joint Surg Br* 74:918-923, 1992.
4. Messner K: Meniscal substitution with a Teflon-periosteal composite graft: a rabbit experiment. *Biomaterials* 15:223-30, 1994.
5. Toyonaga T, Uezaki N, Chikama H: Substitute meniscus of Teflon-net for the knee joint of dogs. *Clin Orthop* 179:291-297, 1983.
6. Stone KR, Rodkey WG, Webber R, McKinney L, Steadman JR: Meniscal regeneration with copolymeric collagen scaffolds. In vitro and in vivo studies evaluated clinically, histologically, and biochemically. *Am J Sports Med* 20:104-111., 1992.
7. Tienen TG, Heijkants RG, de Groot JH, Pennings AJ, Schouten AJ, Veth RP, et al: Replacement of the knee meniscus by a porous polymer implant: a study in dogs. *Am J Sports Med* 34:64-71, 2006.

## Rehabilitation nach Knieverletzungen und Operationen

### VKB-Ruptur konservativ, VKB-Ersatzplastik (LPPP, STG)

Der hohe Stellenwert einer frühfunktionellen Nachbehandlung nach Knieverletzungen für ein optimales Behandlungsergebnis ist unbestritten (7, 11). Man versteht darunter frühzeitige Mobilisation, Vollbelastung innerhalb einer Woche und rasches Erreichen der vollen Kniestreckung. Die Patienten werden bis zum Erreichen eines stabilen Gangbildes mit Krücken mobilisiert.

Die Verwendung einer Orthese wird teilweise kontroversiell beurteilt (1), scheint aber keinen Einfluß auf die mittelfristigen Ergebnisse nach LPP-Plastik zu haben (5), obwohl konservativ versorgte Patienten mit isolierter VKB-Ruptur über ein subjektiv besseres Stabilitätsgefühl berichten (12). Isometrische Anspannungsübungen und einfache Bewegungen des Beins gegen die Schwerkraft in den ersten zwei postoperativen Wochen nach VKB-Rekonstruktion verbessern die mittelfristigen Ergebnisse (10).

Sobald schmerzfreie Vollbelastung möglich ist, soll mit einem lokalen Muskel- Ausdauertraining begonnen werden. Empfehlenswerte Bewegungsformen sind z.B. Minikniebeugen, Übungen am Stepper- oder Stair-Gerät, und am Standfahrrad, sobald 90° Kniebeugung erreicht werden. Neuere Studien zeigen keine wesentlichen Unterschiede und Gefahrensituationen, ob in der Nachbehandlung nach nichtoperierten VKB-Rupturen in offenen oder geschlossenen Bewegungsketten trainiert wird (4, 6, 9).

Sensomotorisches Gleichgewichts- und Koordinations-training hat einen verbessert die funktionelle Kniestabilität bei unverletzten Athleten (8) und verbessert die Ergebnisse der konservativen Nachbehandlung nach isolierten VKB-Rupturen (2,3). In der Frühphase der Nachbehandlung nach VKB-Rekonstruktionen konnte keine Überlegenheit gegenüber herkömmlichem Krafttraining nachgewiesen werden (3).

Neben der Verbesserung von motorischen Grundeigenschaften (Kraft, Kraffausdauer und Beweglichkeit) und

neurophysiologischen Regelsystemen (Balance, Koordination, komplexe Bewegungsabläufe) soll auch das Herz- Kreislaufsystem in Form eines allgemeinen Ausdauertrainings in den Trainingsplan miteinbezogen werden .

### Meniskusteilresektion, Meniskusrefixation

Nach Meniskusteilresektion gibt es keine spezifischen Vorgaben für die Nachbehandlung.

Nach Meniskus-Refixation wird der Patient für 2-4 Wochen teilbelastend mit einer Orthese und Bewegungslimitierung von 0/0/60° mobilisiert. Eine Vollbelastung in Streckstellung und Abrollen mit Stützkrücken ist erlaubt. Für die ersten 6 Wochen sollte eine Beugung des Knies unter Gewichtsbelastung vermieden werden, während der ersten 3 postoperativen Monate sind Tiefkniebeugen, Rotationsbelastungen und „Pivoting“ Sportarten (z.B. Ballsport) verboten.

### Knorpelverletzungen

Nach Microfracture, Mosaikplastik und Knorpelersatz-Operationen sind – abhängig vom chirurgischen Verfahren – 2 bis 6 Wochen lange Entlastungsphasen und Teilbelastungsphasen von 6 bis 12 Wochen notwendig. In dieser Phase ist zur Aufrechterhaltung der Beweglichkeit und zur Anregung der Knorpelheilung eine CPM-Motorschiene hilfreich. Zur Erhaltung der Muskelmasse ist eine tägliche EMS als Heimtherapie dringend anzuraten. Unterwasser-Heilgymnastik, Aqua-Jogging oder Laufbandtraining unter teilweiser Gewichtsentlastung sind als Ersatzbewegungsformen empfehlenswert.

Das Behandlungsziel in der ersten Phase der Nachbehandlung ist die vollständige schmerzfreie Belastbarkeit des Patienten für die Aktivitäten des täglichen Lebens. Das Wiedererlangen der vollen sportliche Belastungs- und Leistungsfähigkeit, insbesondere in kniebelastenden Sportarten (high risk pivoting sports), ist durch ein klar definiertes medizinisches Aufbautraining im Rahmen einer Trainingstherapie unter ärztlicher Überwachung möglich.

### Literatur

1. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Peura GD, Renstrom PA, Nichols CE, Pope MH: The effect of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament in the weightbearing and nonweightbearing knee. *Am J Sports Med* 1997;25(3):353-359.
2. Cooper RL ; Taylor NF ; Feller JA : A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Res Sports Med* 2005;13(2):163-78.
3. Cooper RL ; Taylor NF ; Feller JA : A randomized controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Res Sports Med* 2005;13(3):217-30.
4. Fleming BC, Oksendahl H, Beynon BD: Open- or closed kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction? *Exerc Sport Sci Rev.* 2005 ;33(3) :134-40.
5. Harilainen A, Sandelin J: Post-operative use of knee brace in bone-tendon-bone patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: 5-year follow-up results of a randomized prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16(1):14-8.
6. Heijne A, Fleming BC, Renstrom PA, Peura GD, Beynon BD, Werner S: Strain on the anterior cruciate ligament during closed kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(6):935-41.
7. Hoffman MD, Sheldahl LM, Kraemer WJ. Therapeutic exercise. In: De Lisa JA, GANS BM. *Rehabilitation Medicine: Principles and Practice* 3rd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia.
8. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE: Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes: *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34(6):305-16.
9. Perry MC, Morrissey MC, Morrissey D, Knight PR, McAuliffe TB, King JB: Knee extensors kinetic chain training in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13(8):638-48.
10. Shaw , Williams MT, Chipchase LS: Do early quadriceps exercises affect the outcome of ACL reconstruction? A randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2005;51(1):9-17.
11. Shelbourne KD, Gray T: Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup. *Am J Sports Med* 1997;25(6):786-795.
12. Swirtun LR, Jansson A, Renstrom P: The effect of a functional knee brace during early treatment of patients with a nonoperated acute anterior cruciate ligament tear: a prospective randomized study. *Clin Sport Med* 2005;15:299-304.

## Sportfähigkeit nach Knieoperationen

### ACL-Ruptur

Bei dem individuell angepaßten Reha-Schema nach Meyer und Bidert müssen zum Erreichen der nächsten Reha-Stufe bestimmte Kriterien (Bewegungsausmaß, Kraftpotential, Schwellungsminderung, sensomotorische Kontrolle des Gelenkes) erfüllt sein.

In dem zeitlich bestimmten Reha-Schema nach Engelhardt und Freiwald wird der Reha-Prozess nach operativer Versorgung einer ACL-Ruptur in Phasen eingeteilt. Erst ab der 7. postop. Woche erfolgen dynamische Stabilisationsübungen auf der Weichmatte, sensomotorisches Training auf instabilem Untergrund, Aquajogging, Kraulschwimmen und Fahrradergometertraining. Ab dem 4. postop. Monat erfolgt Lauftraining auf ebenem Boden. Ab dem 9. postop. Monat kann sportartspezifisches Training ohne Fremdkontakt in verletzungssträchtigen Ballsportarten begonnen werden. Wettkampfsport in kniegelenksbelastenden Sportarten sollte erst 1 Jahr postop. erfolgen.

### Meniscusverletzungen

Bei der Meniscusteilresektion erfolgt die Nachbehandlung frühfunktionell. Die Vollbelastung erfolgt in Abhängigkeit von Schmerz und Schwellung nach wenigen Tagen. Die Sportfähigkeit kann bei sensomotorischer Kontrolle des Gelenkes, Schmerzfreiheit und fehlendem Erguss bereits nach der 2. postop. Woche gegeben sein.

Die Sportfähigkeit nach Knieoperationen ist abhängig von dem vorliegenden Schaden sowie dem OP-Verfahren. Nicht selten müssen für den Sportler individuelle Entscheidungen getroffen werden.

Die Nachbehandlung nach Meniscusrefixation wird kontrovers diskutiert. Die Mehrzahl der Autoren empfiehlt eine Orthesenversorgung mit Beugelimitierung auf 60° für 4 Wochen und weitere 2 Wochen auf 90° unter Vollbelastung. Die Wiedereingliederung in den Sport erfolgt stufenweise. Sportfähigkeit ist häufig erst 3-6 Monate nach operativer Versorgung gegeben.

### Mediale Seitenbandruptur

Mit Ausnahme von knöchernen Ausrissen wird die Innenbandruptur konservativ behandelt. Die Mehrzahl der Autoren empfiehlt eine 6-wöchige Orthesenversorgung mit einer Beugelimitierung von 90° unter Vollbelastung. Eine stufenweise Wiedereingliederung in den Sport kann nach der 6. Woche erfolgen.

### Laterale Seitenbandverletzung

Bei der lateralen Seitenbandruptur handelt es sich häufig um eine komplexe Verletzung unter Beteiligung der Kapsel, des Musc. popliteus und des Tractus iliotibialis. Bei frischen Verletzungen wird eine operative Versorgung empfohlen. Die Nachbehandlung erfolgt frühfunktionell unter Orthesenschutz. Die Wiedereingliederung in den Sport erfolgt stufenweise. Kniegelenksbelastende Sportarten dürfen erst nach Auftrainieren der kniegelenksstabilisierenden Muskulatur und bei sensomotorischer Kontrolle des Gelenkes erfolgen.

### Knorpelverletzungen

Bei traumatischen Knorpelverletzungen, die mit einer autologen Chondrozytentransplantation behandelt werden und nach Knorpel-/Knochentransplantationen (Mosaik-Plastik, z.B. bei Osteochondrosis dissecans) erfolgt zunächst eine Entlastung an Unterarmgehstöcken mit Sohlenkontakt (Belastung 10-20 kg) für 6 Wochen. Anschließend erfolgt Übergang zur Vollbelastung innerhalb von 2 Wochen.

Mit Aquajogging und Fahrradergometertraining kann 6-8 Wochen nach der Operation begonnen werden. Je nach Größenausdehnung des Schädigungsherdens und der Lokalisation sollte frühestens nach der 10. postop. Woche mit leichtem Lauftraining auf ebener Fläche begonnen werden.

Eine Rückkehr zum Hochleistungssport in kniegelenksbelastenden Sportarten ist in den meisten Fällen nicht zu empfehlen.

### Kniegelenksoperationen aufgrund überlastungsbedingter Schäden

Operationen bei patellofemorale Beschwerden, Patellaspitzenyndrom, iliotibiale Syndrom, vorderem Knieschmerz oder Insertionstendinose des Lig. patellae bei Z.n. Morbus Osgood-Schlatter erfordern in der Regel ein individuelles Vorgehen. Die postop. Nachbehandlung erweist sich häufig als langwierig und erfordert vom behandelnden Arzt und dem Sportler mehr Geduld als die Nachbehandlung nach traumatischen Verletzungen. Nicht selten dauert die Nachbehandlung 6 Monate oder länger. Der Reiz- und Entzündungszustand muss beseitigt und das muskuläre Gleichgewicht durch zielgerichtetes Aufbautraining wiederhergestellt werden. Sportpause oder Sportartenwechsel kann für mehrere Monate erforderlich werden. Eine erfolgreiche Wiedereingliederung in den Hochleistungssport ist nur mit langfristigen Maßnahmen möglich.

### Sportfähigkeit nach endoprothetischer Versorgung

Voraussetzung für die Sportfähigkeit nach endoprothetischer Kniegelenksversorgung ist eine korrekte Endoprothesenlage, Bandstabilität und schmerzfreie Beweglichkeit des Gelenkes, sensomotorische Kontrolle des Gelenkes nach mehrmonatigem systematischem Aufbautraining der das Kniegelenk stabilisierenden Muskulatur. Die Sportfähigkeit ist frühestens ab dem 7. postoperativen Monat sinnvoll.

**VORSITZENDE / REFERENTEN**

**Dann Klaus Dr.**

Top-med  
Kinderspitalgasse 1/2/4  
1090 Wien

**Kristen Karl-Heinz Dr.**

Praxis Sportklinik  
Werdertorgasse 14  
1010 Wien

**Barisani Georg Dr.**

Sanatorium Hera  
Unfallchirurgie  
Löblichgasse 14  
1090 Wien

**Engelhardt Martin Dr.**

Städt. Kliniken Bielefeld  
Klinikum Mitte  
Teutoburger Str. 50  
D-33604 Bielefeld

**Latta Hans-J. OA Dr.**

Orthopädisches Spital  
Abt. int. orth. Schmerztherapie  
Speisinger Straße 109  
1130 Wien

**Benedetto Karl-Peter Prim. Univ.Prof. Dr.**

Landeskrankenhaus Feldkirch  
Unfallchirurgie  
Carinagasse 47  
A-6800 Feldkirch

**Ergelet Christoph Dr.**

Arthrose Clinic Zürich  
Toblerstrasse 51  
CH 8044 Zürich

**Nehrer Stefan Univ.Prof. Dr.**

Donau-Universität Krems  
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30  
3500 Krems

**Bily Walter Dr.**

Wilhelminenspital  
Physik. Medizin  
Montleartstraße 37  
1160 Wien

**Guerra James Dr.**

735 Bent Water Circle, 104  
34108 Naples  
Florida  
USA

**Oberthaler Gerhard Dr.**

Ärztezentrum Schallmoos  
Schallmooser Hauptstraße 51  
5020 Salzburg

**Boszotta Harald Prim. Univ.Do. Dr.**

Krankenhaus Barmherzige Brüder  
Esterhazystraße 26  
7000 Eisenstadt

**Hangody László Dr.**

Uzsoki Hospital  
Orthopaedic and Trauma Depart.  
Mexikói Street 62  
1145 Budapest

**Schabus Rudolf Univ.Prof. Dr.**

Wiener Privatklinik  
Pelikangasse 15  
1090 Wien

**Breitenseher Martin Prof. Dr.**

Waldviertler Klinikum  
Zentralröntgen  
Spitalgasse 10  
3580 Horn

**Imhoff Andreas Univ. Prof. Dr.**

Zentrale Hochschulsportanlage/  
Olympiapark - Sportorthopädie  
Connollystrasse 32  
D-80809 München

**Sperner Gernot Prof. Dr.**

Sanatorium Kettenbrückengasse  
Sennstraße 1  
6020 Innsbruck

**Chiari-Grisar Catharina Dr.**

AKH - Orthopädie  
Währingergürtel 18-20  
1090 Wien

**Jakob Roland Dr.**

Kantonsspital Freiburg  
CH-1708 Freiburg

**Valentin Peter Dr.**

Rathausplatz 23  
3400 Klosterneuburg





**It's all about solutions**

 **DePuy Mitek**  
a *Johnson & Johnson* company

**It's all about results**



**It's all about your patients**

 **DePuy**  
a *Johnson & Johnson* company