

Die ambulante arthroskopisch-assistierte
Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes
mit einem freien Patellarsehnentransplantat

klinische, radiologische und
muskelfunktionsdiagnostische
Nachuntersuchungsergebnisse

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae

(Dr. med.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena.**

von Michael Schuh

geboren am 06.06.1967 in Jena

Gutachter:

1. ***Prof. Dr. med. R.-A. Venbrocks, Jena***
2. ***Prof. Dr. med. W. Lungershausen, Jena***
3. ***Priv.-Dozent Dr. med. habil. U. Irlenbusch, Arnstadt***

Tag der öffentlichen Verteidigung: 20. September 2005

Verzeichnis der Abkürzungen:

AROT	ambulante Rehabilitation Orthopädie/ Traumatologie
AOTR	ambulante orthopädisch/traumatologische Rehabilitation
AMR	ambulante muskuloskelettale Rehabilitation
BTB	Bone-Tendon-Bone (Patellarsehnentransplantat)
STS	Semitendinosussehne
CPM	continius passiv motion (elektrische Bewegungsschiene)
EAP	erweiterte ambulante Physiotherapie (Berufsgenossenschaften)
EMS	Elektromyostimulation
LAD	ligament augmentation device
MRT	Magnetresonanztomographie
POT	postoperativer Tag
POW	postoperative Woche
POM	postoperativer Monat
VKB	vorderes Kreuzband
ZAC	Praxisklinik Zentrum für Arthroskopische Chirurgie

Inhaltsverzeichnis

0. ZUSAMMENFASSUNG	5
1. EINLEITUNG	7
2. AUFGABENSTELLUNG.....	10
3. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	12
3.1. ANATOMIE DES KNIEGELENKES UND FUNKTION DES VORDEREN KREUZBANDES	12
3.2. DIE RUPTUR DES VORDEREN KREUZBANDES	16
3.2.1. <i>Pathogenese des vorderen Kreuzbandrisses</i>	16
3.2.2. <i>Klinik, Diagnostik und Behandlungsstrategien</i>	18
3.2.3. <i>Operationsverfahren bei Ruptur des vorderen Kreuzbandes</i>	21
3.2.4. <i>Procedere des ambulanten Vorgehens im ZAC Erfurt</i>	26
3.2.5. <i>Erfurter Rehabilitationsregime nach ambulanter VKB-Plastik</i>	28
4. MATERIAL UND METHODE.....	30
4.1. PATIENTENGUT.....	30
4.2. METHODE	32
4.2.1. <i>Kriterien der retrospektiven Krankenblattauswertung</i>	32
4.2.2. <i>Methoden der subjektiven Zustandsbeurteilung</i>	33
4.2.2.1. Tegner-Aktivitäts-Score	33
4.2.2.2. Lysholm-Score.....	33
4.2.2.3. IKDC-Score (international knee documentation commitee).....	34
4.2.3. <i>Klinische Nachuntersuchungsmethoden</i>	35
4.2.3.1. Bänder-Test	35
4.2.3.2. <i>passive Beweglichkeit im Seitenvergleich</i>	36
4.2.3.3. <i>Einbeinsprung (one leg hop test)</i>	36
4.2.4. <i>Radiologische Nachuntersuchung</i>	37
4.2.5. <i>Muskelfunktionsdiagnostische Nachuntersuchung</i>	40
4.3. DARSTELLUNG DER STATISTISCHEN METHODE	42
5. ERGEBNISSE	43
5.1. ERGEBNISSE DER RETROSPEKTIVEN KRANKENBLATTAUSWERTUNG	43
5.2. KOMPLIKATIONEN	45
5.3. WIEDERERLANGUNG DER ARBEITSFÄHIGKEIT	47
5.4. AUSWERTUNG DER SUBJEKTIVEN BEFRAGUNG/ SCOREAUSWERTUNG	48
5.5. ERGEBNISSE DER KLINISCHEN NACHUNTERSUCHUNG	51
5.5.1. <i>Ergebnisse Bänder-Tests</i>	51
5.5.2. <i>Ergebnisse passive Beweglichkeit im Seitenvergleich</i>	53
5.5.3. <i>Ergebnisse Einbeinsprung-Test (one leg hop test)</i>	54
5.6. AUSWERTUNG RADIOLOGISCHE NACHUNTERSUCHUNG	55
5.7. AUSWERTUNG MUSKELFUNKTIONSDIAGNOSTIK	57
5.8. VERGLEICH DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	59
5.8.1. <i>Vergleich der Ergebnisse primär (akut/subakut) vs. spät</i>	60
5.8.2. <i>Vergleich der Ergebnisse einzeitig versus mehrzeitig</i>	62
5.8.3. <i>Vergleich verschiedener Nachbehandlungsstrategien</i>	63
6. DISKUSSION.....	64
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN:	79
8. ANHANG	92

0. ZUSAMMENFASSUNG

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist trotz aller weiterentwickelter Operationsmethoden und intensiver Rehabilitationsverfahren weiterhin als eine schwerwiegende Verletzung für das betroffene Kniegelenk zu werten. Gerade die jungen und sportlich aktiven Patienten erreichen zu einem hohen Prozentsatz ihr vorheriges Aktivitätsniveau nicht mehr im vollen Maße zurück. Bei Spitzensportlern kann somit diese Verletzung das vorzeitige Ende der sportlichen Karriere bedeuten.

In die hier vorliegende retrospektive Untersuchung wurden 102 Kreuzbandverletzungen aus den Jahren 1995 und 1996 einbezogen, die in einer vorwiegend arthroskopisch tätigen Praxisklinik ambulant operativ versorgt wurden. Erhoben wurden neben persönlichen Daten und der subjektiven Zustandsbeurteilung des Kniegelenkes durch verschiedene Auswertungsbögen (Lysholm-Score, Tegner-Aktivitätsscore, IKDC-Score) die Ergebnisse einer klinischen, radiologischen sowie muskelfunktionsdiagnostischen Nachuntersuchung.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, im Durchschnitt 2 Jahre postoperativ, konnte gezeigt werden, dass mit der ambulant durchgeführten vorderen Kreuzbandplastik im Vergleich zu den Ergebnissen der vorhandenen Literatur für ein stationäres Vorgehen mindestens gleich gute Ergebnisse erzielt werden.

Ein primär akutes/subakutes Vorgehen innerhalb von 6 Wochen nach Verletzung zeigt in der Untersuchung tendenziell bessere Ergebnisse, auch hinsichtlich der nachfolgenden Dauer der Arbeitsunfähigkeit, jedoch ohne eindeutige Signifikanz. Die vorliegenden Ergebnisse lassen somit die Schlussfolgerung zu, dass auch bei einem verzögerten Vorgehen z.B. nach Fortbestehen des Instabilitätsgefühles oder wegen persönlicher Gründe, die ein schnelles operatives Vorgehen nicht zulassen, das mittelfristige Ergebnis nicht gefährdet erscheint.

Weiterhin zeigen sich in der Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen einer einzeitigen bzw. mehrzeitigen operativen Versorgung, bei der die Kreuzbandplastik im Intervall erfolgt.

Dringend notwendig erscheint eine intensive postoperative Rehabilitation. Die Ergebnisse dokumentieren, dass durch eine Medizinische Trainingstherapie in Kombination mit physiotherapeutischen und krankengymnastischen Einzelbehandlungen das vorhergehende Muskeldefizit sogar überkompensiert werden kann. Ferner zeigt sich, dass Patienten, die postoperativ eine ambulante bzw. stationäre Komplexrehabilitation erhielten, nach kürzerer Arbeitsunfähigkeit in das Berufsleben zurückkehrten.

In zukünftigen Untersuchungen nach vorderer Kreuzbandplastik sollten neben der Erhebung von Kraftdefiziten zusätzlich als wichtiges Merkmal propriozeptive und koordinative Fähigkeiten ermittelt werden. Ein erreichter Kraftwert für die Kniestrecker- bzw. Beugermuskulatur kann keine sichere Aussage zur Alltags- und Sporttauglichkeit des operierten Kniegelenkes geben. Mittels eines speziellen Sporttestes ist man somit besser in der Lage, den Zeitpunkt der Belastungsfreigabe nach Kreuzbandplastik zu bestimmen.

Die Indikation zur vorderen Kreuzbandplastik sollte weiterhin gründlich geprüft werden. Trotz aller Fortschritte in Diagnostik, Therapie und Nachbehandlung darf die eigene ermittelte Komplikationsrate von 14,7%, die eine Rearthroskopie notwendig machten, nicht unterschätzt werden.

Bei sportlich aktiven und jungen Patienten gilt die operative Versorgung allgemein als Behandlung der Wahl. Besteht jedoch die Aussicht durch ein gezieltes Muskeltraining das subjektive Instabilitätsgefühl zu beseitigen, sollte bei sportlich weniger aktiven und älteren Patienten ein konservativer Behandlungsversuch der Vorzug gegeben werden.

Die ambulante Versorgung der vorderen Kreuzbandruptur ist nicht nur qualitativ, sondern auch sozialmedizinisch/ betriebswirtschaftlich eine gute Alternative zum stationären Vorgehen. Zur Qualitätssicherung sollten aufbauend auf diese Arbeit durch Nachfolgeuntersuchungen längerfristige Ergebnisse ermittelt und vorgestellt werden. Inwieweit ein operatives Vorgehen tatsächlich protektiv auf ein Fortschreiten der Arthrose einwirkt, muss ebenfalls in längerfristigen Nachuntersuchungsserien mit Vergleich zu einer größeren konservativen Patientengruppe ermittelt werden.

1. EINLEITUNG

Verletzungen des Kniegelenkes haben in den letzten zwei Jahrzehnten enorm an Bedeutung gewonnen. Das vordere Kreuzband ist inzwischen das meist verletzte Band des Kniegelenkes (Lobenhoffer et al. 1993). Begründet wird der Anstieg der Kreuzbandverletzungen mit einer zunehmend verbesserten klinischen (Lachmann-Test, Pivot-Shift-Test), apparativen (MRT) und arthroskopischen Diagnostik. Andererseits wird die Zunahme mit erhöhten sportlichen Aktivitäten im Breitensport (z.B. Ski-Alpin), der zunehmenden Leistungsdichte im Spitzensport, einer Ganz-Jahres-Belastung (z.B. Profi-Fußball) und der Zunahme von Fun- und Risikosportarten (z.B. Snow-board, Inline-Skaten) begründet.

In einer prospektiven Studie konnten Gogus, Lobenhoffer und Tscherne 1993 bei 300 Amateurfußballern eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes innerhalb von 2 Jahren mit einer Rate von 23% nachweisen. Allein in den USA werden jährlich laut einer Untersuchung (Frank et al. 1995) ca. 95.000 Kreuzbandrisse diagnostiziert, davon werden ca. 50.000 rekonstruiert. Eine andere Veröffentlichung spricht von jährlich 100.000 Kreuzbandrupturen in den USA allein durch das Skifahren (Feagin et al. 1987). Laut Statistischem Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland wird im 1998 herausgegebenen Gesundheitsbericht die Zahl der frischen Kreuzbandrupturen im genannten Jahr mit 100.000 angegeben. Aktuell wird für die entwickelten Industrieländer eine jährliche Inzidenz einer frischen vorderen Kreuzbandruptur von 1/1000 angegeben.

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes führt zu einer mechanischen Instabilität des Kniegelenkes, woraus sekundär eine hohe Rate von Meniskus- und Knorpelschäden und langfristig Instabilitätsarthrosen resultieren können (Fink et al. 1994). Ziel der Behandlung des vorderen Kreuzbandrisses muß es daher sein, frühzeitig und vollständig die Langzeitstabilität und die möglichst volle Gelenkfunktion wiederherzustellen.

Die Kreuzbandchirurgie hat in den letzten 15 Jahren bezüglich Indikationsstellung und Operationstechnik einen großen Wandel durchgemacht und ist heute zur Routineoperation geworden (Passler et al. 1995, Henche 1997).

Golden Standard der operativen Versorgung des vorderen Kreuzbandrisses stellt die autologe Kreuzbandplastik-Operation mit dem Ligamentum-patellae-Transplantat oder einem Semitendinosussehnen-Transplantat dar (Sperner et al. 1996).

Trotz der enormen Fortschritte in der Operationstechnik mittels einer autologen Ersatzplastik werden in großen Studien Gesamtkomplikationsraten von bis zu 20% angegeben (Passler et al. 1995). Die Indikationsstellung zur operativen Versorgung bleibt auch weiterhin eine schwierige und verantwortungsvolle Entscheidung für den Arzt und Patienten (Fink et al. 1997). Nur durch die Kenntnis und Berücksichtigung einer Vielzahl von beeinflussenden Faktoren können am Ende die Erwartungen an die Operation erfüllt werden. Eine restitutio ad integrum ist bisher nicht möglich. Ebenfalls ist unabhängig vorhandener Langzeitstudien bisher unklar, inwieweit die VKB-Operation wirkungsvoll im Sinne einer Arthroseprävention wirkt.

Seit Anfang der 90er Jahre kam es in Deutschland durch die Einführung minimal-invasiver, arthroskopischer OP-Techniken, risikoärmerer Anästhesieverfahren, einer verbesserten perioperativen Schmerztherapie, neuer frühfunktioneller Rehabilitationskonzepte und durch eine veränderte deutsche Gesetzeslage zu einer deutlichen Verlagerung der bis dahin ausschließlich stationär erbrachten Kreuzbandersatzoperationen in ambulante Operationszentren.

In den USA werden mittlerweile insgesamt 50% aller operativen Eingriffe ambulant durchgeführt, in Deutschland liegt der Anteil ambulanter Operationen bisher noch wesentlich niedriger. Durch die enge zeitliche Verzahnung von ambulanten Operieren und ambulanten Rehabilitationsmaßnahmen ist eine kostengünstige, qualitativ hochwertige Versorgungskette, speziell in der Orthopädie, möglich (Statistisches Bundesamt 1998). In Deutschland gab es Anfang 1997 schon 240 ambulante Rehabilitationseinrichtungen.

Nachdem in den letzten 10 Jahren zahlreiche kurz-, mittel- und langfristige Nachuntersuchungsergebnisse nach stationärer Kreuzbandoperation zu den vielfältigsten Fragestellungen veröffentlicht wurden (Passler et al. 1995, Shelbourne and Foulk 1995, Noyes and Barber-Westin 1996, Aglietti et al. 1997, Ganzer et al. 1998, Pokar et al. 2001, Jäger et al. 2003), geben externe und interne Qualitätssicherungsanforderungen Anlaß, ebenfalls Ergebnisse

nach ambulanter Kreuzbandoperation darzustellen (Eichhorn und Strobel 1997) und mit der vorhandenen Literatur zum stationären Vorgehen zu vergleichen. Ähnliche Arbeiten sind aus der Literatur nur im englischen Sprachraum zu finden (Kao et al. 1995).

2. AUFGABENSTELLUNG

Als Zielstellung dieser Arbeit besteht die Frage, inwieweit die seit 1994 im Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt (ZAC) ambulant durchgeführte vordere Kreuzbandplastikoperation der Forderung entspricht, belastungsstabile und beschwerdefreie Gelenkverhältnisse wiederherzustellen. Daraus leiten sich folgende Aufgabenstellungen ab:

1. Wie hoch ist der prozentuale Anteil der Patienten, bei denen im Zeitraum von Januar 1994 bis Dezember 1996 im Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt nach diagnostizierter vorderer Kreuzbandruptur eine Kreuzbandplastik erfolgte ? (retrospektive Krankenblattauswertung)
2. Entsprechen die ermittelten Ergebnisse einer Patientenbefragung mittels Fragebogen zur individuellen subjektiven Zustandsbeurteilung (Lysholm-Score, Tegner-Aktivitätsscore) den Angaben der vorhandenen Literatur zum vergleichbaren stationären Vorgehen?
3. Wie hoch ist die Komplikationsrate bei ambulanter Vorgehensweise nach vorderer Kreuzbandplastikoperation im Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt für den Untersuchungszeitraum ?
4. Sind klinische und röntgenologische Instabilitätsparameter 2 Jahre nach der Kreuzbandplastikoperation nachweisbar ?
5. Gibt es Unterschiede in den klinischen, radiologischen sowie muskelfunktionsdiagnostischen Ergebnissen in Abhängigkeit unterschiedlicher verwendeter Nachbehandlungsregime ?
6. Sind die ermittelten subjektiven und objektiven Behandlungsergebnisse abhängig vom Zeitpunkt der Operation bzw. vom angewendeten Operationsregime (einzeitiges versus mehrzeitiges Vorgehen) ?

7. Abschließend soll zusammenfassend gezeigt werden, wie sich die ambulant durchgeführte vordere Kreuzbandplastikoperation aus sozialmedizinischer, betriebswirtschaftlicher und gesundheitspolitischer Sicht darstellt?

3. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

3.1. Anatomie des Kniegelenkes und Funktion des vorderen Kreuzbandes

Das Verständnis der normalen und pathologischen Anatomie ist für die Diagnostik und speziell für den Fall einer Operation von grundlegender Bedeutung.

Die erste Erwähnung der Kreuzbänder datiert zurück auf einen ägyptischen Bericht um 3000 v.Chr. Hippokrates (460-370 v.Chr.) beschreibt später die Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes. 2000 Jahre später beschäftigten sich die Gebrüder Weber aus Göttingen mit der Biomechanik der Kreuzbänder und beschrieben erstmals abnorme a.-p. Bewegungen nach Durchtrennung des vorderen Kreuzbandes (Pässler 1997).

Das Kniegelenk setzt sich aus dem femorotibialen Hauptgelenk und dem femoro-patellaren Nebengelenk zusammen. Die Inkongruenz zwischen Femurkondylen und Tibiaplateau wird durch die beiden Menisken ausgeglichen. Da das Kniegelenk über keine primäre knöchernen Führung wie etwa das Hüftgelenk verfügt, erfolgt die Stabilisierung über ligamentäre und muskuläre Strukturen. Eine gebräuchliche Einteilung der Stabilisatoren wurde 1973 von Nicholas vorgestellt. Dabei werden drei Komplexe von Stabilisatoren des Kniegelenkes unterschieden (Nicholas 1973).

Tab. 1 Einteilung Kniegelenksstabilisatoren nach Nicholas

<u>medialer Komplex</u>	<u>lateral Komplex</u>	<u>zentraler Komplex</u>
Lig. collaterale mediale	Tractus iliotibialis	vorderes Kreuzband
dorsomediale Kapsel	Lig. collaterale laterale	hinteres Kreuzband
M. semimembranosus	M. popliteus	medialer Meniskus
Pes anserinus	M. biceps femoris	lateral Meniskus

Das vordere und das hintere Kreuzband werden als die Binnenbänder des Kniegelenkes bezeichnet und dem zentralen Komplex zugeordnet.

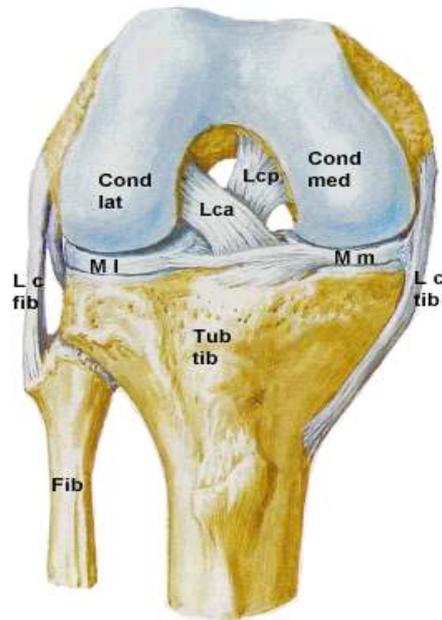


Abb. 1 Anatomische Strukturen rechtes Kniegelenk von ventral
(entnommen aus: *The Ciba Collection of Medical Illustrations*)

Das vordere Kreuzband entspringt in einem ca. 15-22 mm länglich ovalem Ursprungsareal vom dorsalen Bereich der Innenseite des lateralen Femurkondylus. Es zieht nach ventral distal medial zur Area interkondylaris anterior, wo es zwischen den vorderen Meniskusinsertionen knapp ventral des Tuberkulum interkondylare mediale ansetzt (Strobel et al. 1996). Das vordere Kreuzband ist im Durchschnitt 3,9 cm lang (Kennedy et al. 1974).

Man unterscheidet funktionell 2 Fasersysteme, das anteromediale und das posterolaterale Faserbündel (Girgis and Marshall 1975, Furman and Marshall 1976). Das schmalere anteromediale Bündel ist vorwiegend in Flexion gespannt, dementsprechend das posterolaterale Faserbündel vorwiegend in Extension. Somit verhindert in Flexion vornehmlich der anteromediale Anteil eine positive vordere Schublade, während der posterolaterale Teil dieser in Extension entgegenwirkt und somit auch die Hyperextension hemmt. Diese Faserbündel verwringen sich während ihres Verlaufes. In Extension liegt das vordere Kreuzband dem First der Fossa interkondylaris an und begrenzt damit die Extension. Mit zunehmender Flexion nimmt die Verwringung zu und kann

damit besser Spannungsunterschiede der einzelnen Anteile ausgleichen (Abb. 2).

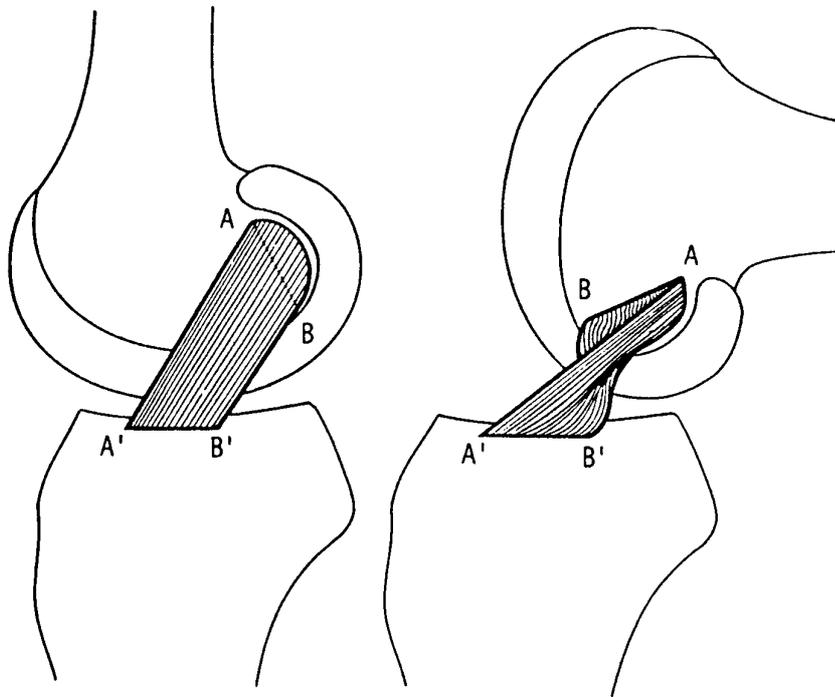


Abb. 2 Spannungsverhalten des vorderen Kreuzbandes in Extension und Flexion

Das vordere Kreuzband stellt den Hauptstabilisator des Kniegelenkes dar (Franke 1981). Seine Aufgabe ist es, das Abgleiten der Femurkondylen von der Gelenkfläche des Tibiakopfes zu verhindern. Es macht bei gebeugtem Kniegelenk Ab- und Adduktion unmöglich und wirkt gemeinsam mit dem hinteren Kreuzband und den Seitenbändern einer Überstreckung entgegen (Frick et al. 1992).

Von einigen Autoren (Schultz et al. 1984, Zimny et al. 1986, Wirth 1989) wird auf die zum Kreuzband gehörenden Propriozeptoren hingewiesen, die das Band bei einwirkendem Streß durch das Auslösen entsprechender Muskeln vor Verletzungen schützen sollen. Shimizu et al. untersuchten in einer Arbeit von 1999 den Regenerationsprozeß der Mechanorezeptoren innerhalb von 8 Wochen nach durchgeführter Kreuzbandplastik. Die Hauptlokalisierung dieser

Propriozeptoren ist in der Nähe von Ansatz und Ursprung des Kreuzbandes zu suchen (Wirth 1989).

Über prädisponierende anatomische Faktoren für das Zustandekommen einer vorderen Kreuzbandruptur ist bisher wenig veröffentlicht worden. Jedoch zeigen computertomografische Nachuntersuchungen bei beidseitigen Kreuzbandrupturen einen signifikant breiteren lateralen Femurkondylus (Harner et al. 1994). Shelbourne et al. konnten 1997 in einer größeren Nachuntersuchung eine signifikant geringere Notchweite bei beidseitigen Kreuzbandrupturen nachweisen. Er schlussfolgert, daß Patienten mit einer Notchweite von unter 15mm ein höheres Risiko für eine vordere Kreuzbandruptur haben. Auch bei positiver Familienanamnese ist die Inzidenz einer vorderen Kreuzbandruptur erhöht (Harner et al. 1989).

3.2. Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes

3.2.1. Pathogenese des vorderen Kreuzbandrisses

Die überwiegende Zahl der vorderen Kreuzbandrupturen ist verletzungsbedingt und setzt ein adäquates Trauma voraus. Die komplizierte fächerförmige Struktur des vorderen Kreuzbandes wird durch die Verletzung unwiederbringlich geschädigt.

Es wird in der Literatur über isolierte einseitige und beidseitige Verletzungen des vorderen Kreuzbandes berichtet. Die Literatur gibt die Häufigkeit von isolierten Rupturen des vorderen Kreuzbandes mit 4 - 47% an. Laut den Untersuchungen von Blauth und Helm (1988) kommt es in ca. 25% der Kapselbandläsionen zur isolierten vorderen Kreuzbandruptur. Beidseitige Rupturen des vorderen Kreuzbandes werden von Strobel im eigenen Patientengut mit 4% angegeben. In Abhängigkeit der Gewalteinwirkung kann es am vorderen Kreuzband zur Überdehnung, Teilruptur bzw. Komplettruptur kommen (Strobel et al. 1996).

Wegen der engen funktionellen Verbindungen der einzelnen Strukturen am Kniegelenk entstehen häufig komplexe Schädigungen mit Beteiligung der Menisken, Seitenbänder und des Gelenkknorpels.

Als typische Mechanismen für eine traumatische vordere Kreuzbandverletzung werden angegeben:

- a) ein Hyperextensions-Innenrotationstrauma,
- b) ein Hyperflexions-Außenrotationstrauma,
- c) kräftige Valgisations-/ Varisationsbelastungen,
- d) Flexions-/ Valgisations-/ Außenrotationstrauma oder
- d) plötzliche übermäßige Anspannung des Quadricepsmuskels.

Vor allem bei Ballsportarten mit schnellem Richtungswechsel und Zweikampfsituationen (Fußball, Handball), bei Sportarten mit häufig unkoordinierter Landung (Basketball, Volleyball) auf glatten bzw. unebenen Untergrund kommt es überproportional häufig infolge eines Hyperextensionsstraumas zur vorderen Kreuzbandruptur (Strobel et al. 1996).

Ebenfalls kann es infolge eines physiologischen Koordinationsdefizites im Adoleszentenalter resultierend durch gewaltsame Überstreckung des Kniegelenkes und maximaler Anspannung (Schulsport, Bock-Pferdsprung) zur Ruptur kommen. Übersteigt die direkt oder indirekt einwirkende Extensionskraft die physiologische Zugspannung des vorderen Kreuzbandes, ist dementsprechend die Ruptur die Folge. Begünstigend wirkt bei einem Hyperextensionstrauma der Oberrand der Interkondylärgrube, an dem das vordere Kreuzband quasi „abgeschert“ wird.

Der häufigste Unfallmechanismus für eine Ruptur ist ein Flexions-, Valgus- und Außenrotationstrauma. Hierbei entstehen in der Regel schwere Kombinationsverletzungen. Als eine derartige Kombinationsverletzung ist die durch O'Donoghue 1950 beschriebene „unhappy triad“ Verletzung bekannt, bei der die Trias Ruptur vorderes Kreuzband, Ruptur mediales Seitenband und Innenmeniskusläsion resultiert (Barber 1992).

Ein in letzter Zeit gehäuft beschriebener Verletzungsmechanismus stellt das Hyperflexionstrauma aus dem Skisport dar. Ein dafür typischer Mechanismus ist bei Skifahrern das Einfahren in eine Mulde nach einem Sprung oder die maximale Hocke bei der Zieleinfahrt, wobei durch den extremen Gegenzug des M. quadriceps die Ruptur entsteht.

Selten kommen Spontanrupturen des vorderen Kreuzbandes vor, z.B. bei Bodybuildern nach Anabolika-Einnahme (Freeman and Rooker 1995).

3.2.2. Klinik, Diagnostik und Behandlungsstrategie

1875 beschrieb der griechische Arzt George C. Noulis die heute als Lachmann-Test bekannte Untersuchungsmethode. In einigen Ländern (Frankreich, Griechenland) wird deshalb auch diese Methode als Noulis-Lachmann-Test bezeichnet. 1879 veröffentlichte der französische Chirurg und Gynäkologe Paul Segond ausgezeichnet eine Auflistung der Hauptmerkmale einer Kreuzbandruptur (Schmerz, Kracher, Erguß und abnorme a.p. Bewegung).

Anamnestisch berichten die Patienten meist von einem plötzlichen Knacken oder einem hörbaren, knallartigen Geräusch im Augenblick des Unfallereignisses. Typische Symptome sind der Erguß, Bewegungseinschränkungen mit einem passageren Streck- und/oder Beugedefizit und Druckschmerzen, vor allem im Bereich des lateralen Gelenkspaltes und der Kniekehle dorsolateral. 75% der Patienten beobachten in den ersten Stunden nach der Verletzung eine Gelenkschwellung, meist als Zeichen eines intraartikulären blutigen Ergusses. Bei einer Nachuntersuchung von akut verletzten Kniegelenken mit frühzeitiger Hämarthrosbildung konnte Noyes eine Kreuzbandrupturrate von 72% finden (Noyes et al. 1980).

Ca. 25% der Patienten verspüren unmittelbar nach dem Unfallereignis ein Unsicherheitsgefühl (giving way) im Kniegelenk. Strobel et al. (1996) beobachteten, dass nach 4-6 Wochen bei der präoperativen Kontrolluntersuchung (Narkoseuntersuchung) häufig wieder ein fester Anschlag beim Lachmann-Test besteht, verantwortliche Ursache sind Verwachsungen der Bandstümpfe.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung erfolgen eine aktive und passive Bewegungsprüfung zur Objektivierung der Bewegungseinschränkung, sowie die Stabilitätsüberprüfung des Seitenbandapparates, der vorderen und hinteren Schublade, Lachmann- und Pivot-shift-Test. Für den erfahrenen Untersucher ist bei einer frischen kompletten Ruptur ein positiver Lachmann-Test ohne festen Anschlag nachweisbar. Es ist der effizienteste Test in der Kreuzbanddiagnostik (Blauth and Helm 1988). Wichtige Informationen lassen sich durch die Untersuchung der Fossa poplitea ermitteln. Bei einem frischen

vorderen Kreuzbandriß läßt sich meist in Nähe des „over the top“ Punktes ein deutlicher Druckschmerz dorsolateral diagnostizieren.

Beim akuten Hämarthros selten auslösbar, aber für den Riß des vorderen Kreuzbandes pathognomonisch ist ein positives Pivot-shift-Zeichen. Das Pivot-shift Zeichen wurde durch Jones und Smith 1913 erstmalig beschrieben. Bei Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes kommt es bei zunehmender Flexion zur plötzlich meist ruckartig spürbaren Reposition des vorher nach ventral subluxierten lateralen Tibiaplateaus durch die Zugwirkung des Tractus iliotibialis, der von 0-30° als Strecker und ab 30° als Beuger aktiv ist. Beim Pivot-shift-Test übt der Untersucher Valgus- und Innenrotationsstreß bei Übergang von der Streckung in die Beugung aus.

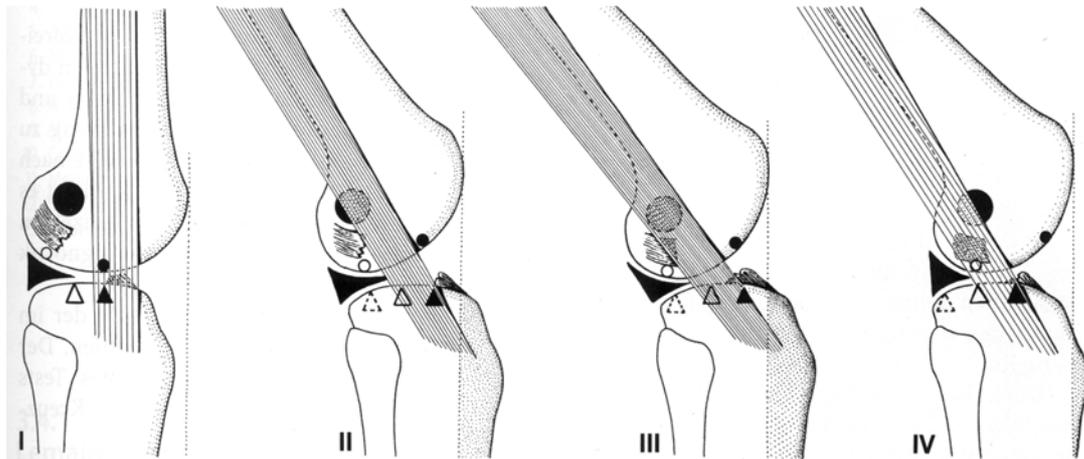


Abb. 3 Pivot-shift-Phänomen (entnommen Strobel et al., Diagnostik des Kniegelenkes 1996)

Eine Röntgenuntersuchung des Kniegelenkes zum Ausschluß von knöchernen Bandausrissen sowie zum Ausschluß von knöchernen Begleitverletzungen (Tibiakopffraktur, Segond Fragmente) ist obligat.

Zum differentialdiagnostischem Ausschluß einer Patellaluxation sollte stets eine Patella-Axialaufnahme neben der normal üblichen a.p. bzw. seitlichen Aufnahme gefordert werden. Gehaltene Aufnahmen sind beim akuten Kreuzbandriß eher wenig aussagekräftig. Beim Vorliegen eines Gelenkergusses erfolgt in der Regel die Kniegelenkspunktion. Auf dem Punktat sichtbare Fettaggen sind ein wichtiges Hinweiszeichen für eine zusätzliche Knorpel-Knochen-Verletzung.

Bei unklaren Untersuchungsbefunden findet in den letzten Jahren die MRT-Untersuchung des Kniegelenkes zunehmende Anwendung. Wenngleich eine exakte klinische Untersuchung für den erfahrenen Behandler Rückschluß auf einen vorderen Kreuzbandriß zuläßt, so kann eine zusätzliche MRT-Untersuchung forensische Diagnosesicherheit und wichtige Hinweise auf Begleitverletzungen („bone bruise“ Zeichen, Kapsel- und Meniskusverletzungen) geben, und damit die Behandlungsstrategie entscheidend beeinflussen.

Die Behandlungsstrategie nach einer vorderen Kreuzbandruptur richtet sich nach dem persönlichen Aktivitätsniveau des Patienten mit seinen privaten, beruflichen und sportlichen Belastungsanforderungen. Zusätzlich spielen das Alter, die Konstitution, der Grad von eventuellen Vorschäden bzw. des Kniegelenkverschleißes und die Schwere der Akutverletzung eine wichtige Rolle bei der Entscheidung über das weitere Vorgehen. Prinzipiell zu unterscheiden sind hier folgende Behandlungsstrategien (Abb. 4):

- ein rein konservatives Vorgehen
- primär ein konservatives Vorgehen, bei anhaltenden Instabilitätsgefühl erfolgt die vordere Kreuzbandplastik im Intervall
- ein *einzeitiges* Vorgehen mit frühestmöglicher Arthroskopie und vorderer Kreuzbandplastik in einem Schritt
- ein *mehrzeitiges* Vorgehen mit zunächst arthroskopischer Abklärung und Primärbehandlung von Begleitverletzungen und zeitversetzt im Intervall die Kreuzbandplastik

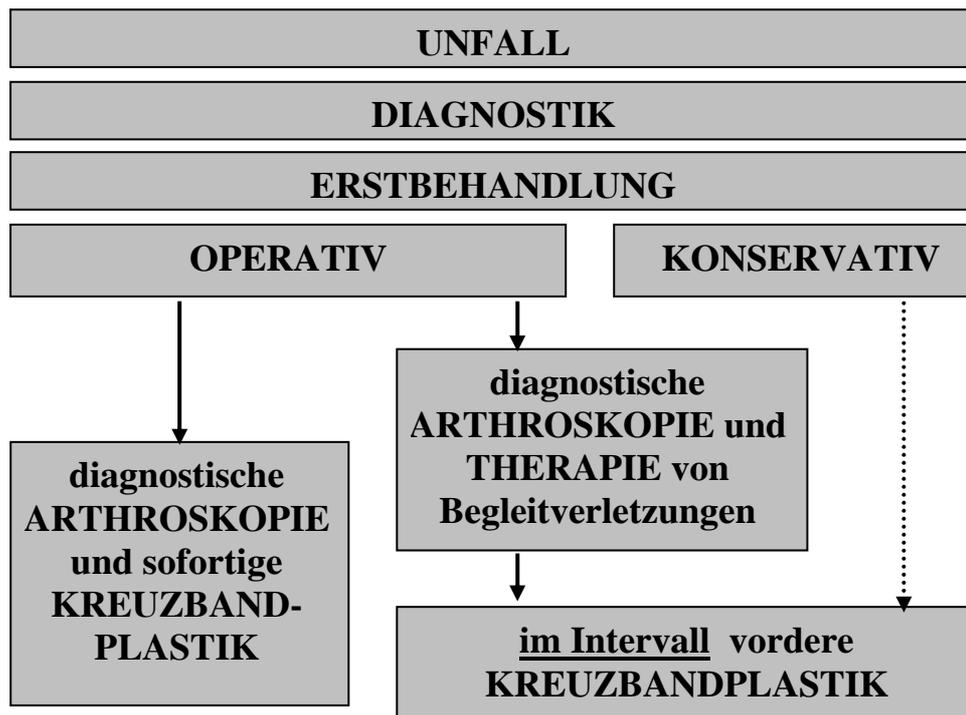


Abb. 4 Behandlungsstrategie nach vorderer Kreuzbandruptur

3.2.3. Operationsverfahren bei Ruptur des vorderen Kreuzbandes

Wahrscheinlich führte 1895 Mayo Robson als erster eine Kreuzbandnaht des vorderen und hinteren Kreuzbandes durch, über die erst 1903 im Rahmen einer Nachuntersuchung berichtet wurde (Pässler 1997). 1913 veröffentlichte der Berliner Arzt Goetjes eigene Ergebnisse mit der Empfehlung der Naht von akuten Kreuzbandrupturen (Pässler 1997). Povacz et al. (1998) rechtfertigen in einer kritischen Langzeitnachuntersuchung an 85 Patienten die Reinsertion bei frischer Kreuzbandruptur. Eine kontroverse Diskussion zum Stellenwert der Reinsertion bzw. primären Naht des Kreuzbandrisses wird gegenwärtig jedoch nicht mehr geführt. Zusammenfassend zeigen sich in der Mehrzahl der Studien für die primäre Kreuzbandnaht bzw. Reinsertion schlechte Ergebnisse (Engbretsen et al. 1988)

Bereits 1915 berichtet der russische Arzt Gekow über eine Kreuzbandplastik mit einem freien Fascia-lata-Transplantat. Die ersten tierexperimentellen Studien zu Fascia-lata-Transplantaten stammen vom Italiener Nicoletti aus dem Jahre 1913. Im Gegensatz dazu verwendete zur Verth im Jahr 1914 zum

Kreuzbandersatz den resezierten Außenmeniskus, jedoch mit schlechtem Ergebnis. Später sprach *zur Verth* auf dem deutschen Orthopädenkongreß von 1932 über die Verwendung eines distal gestielten Streifens der Patellarsehne. Bei der Operation nach Blauth wird als Ersatz des vorderen Kreuzbandes ein Streifen aus der Quadricepssehne verwendet (Pässler 1997).

Lange Zeit galt die Operation nach Kenneth Jones und dem Rostocker Chirurgen Brückner als Standardoperation bei vorderem Kreuzbandersatz. In Unkenntnis voneinander entwickelten beide Ärzte ein fast identisches Operationsverfahren. Hierbei wird ein distal gestieltes mediales Patellarsehnenstück mit proximaler Knochenschuppe femoral in einem Bohrloch fixiert. Nur in einigen Fällen benutzte Brückner ein freies Patellarsehnen-Transplantat (Pässler 1997). Dieses Verfahren, das der heutigen modernen Versorgung schon sehr nahe kommt, wurde im Laufe der Jahre vielfach modifiziert. Das Grundproblem dieser Operation liegt jedoch in der vorgegebenen unterschiedlichen Transplantatlänge, die nur in 13% der Fälle ausreicht (Wirth et al. 1974).

In den 70er und frühen 80er Jahren wurden verschiedene synthetische Materialien zum Bandersatz bzw. zur Augmentation in klinischen Versuchen eingeführt. 1973 erhielt erstmals in den USA ein Kunstband die Zulassung. Kennedy führte 1980 das synthetische Augmentationsband LAD (Ligament Augmentation Device) ein, das die Aufgabe hatte, das rekonstruierte bzw. genähte Kreuzband in der Frühphase zu entlasten. Es ist jedoch nicht belegt, daß die Verstärkung autogener Transplantate durch Kunststoffbänder auf längere Sicht einen Vorteil gegenüber der alleinigen Verwendung von biologischem Material bietet (Grontvedt et al. 1996). Letztlich erwies sich dieser Weg als Irrtum (Pässler 1997).

Bei der Operation nach Wirth wird in offener Weise ein freies Patellarsehnen-Transplantat mit zwei Knochenblöcken benutzt.

Die erste arthroskopisch-assistierte vordere Kreuzbandrekonstruktion wurde erstmals 1981 von DANDY veröffentlicht.

Als Golden Standard der Kreuzbandersatzoperation gilt heute die autologe Kreuzbandplastik-Operation mit einem Ligamentum-patellae-Transplantat oder der Semitendinosussehne. Bei der Ligamentum-patellae-Transplantation wird

das Transplantat entweder durch Interferenzschrauben, durch eine Preß-fit-Technik mittels passgenauer Knochenblöcke im femoralen und tibialen Bohrkanaal fixiert oder neu entwickelter Fixationstechniken wie z.B. TransFix® fixiert. Wahlweise werden Fixationsmittel aus Titanlegierungen oder zunehmend aus bioresorbierbaren Materialien verwendet (Lajtai et al. 1998). In einer Vielzahl von Studien konnte nachgewiesen werden, daß durch die Verankerung eines Knochen-Sehne-Knochen-Transplantates mittels Interferenzschrauben bzw. mittels Knochenverblockung die mit Abstand höchsten Ausreißfestigkeiten erreicht werden (Kandziorra et al. 1998, Kühne et al. 1999), signifikante Unterschiede zwischen Metall- bzw. bioresorbierbaren Interferenzschrauben ergaben sich nicht (Hackl et al. 2000).

Beschriebene Nachteile des Verfahrens mittels Patellarsehne sind Beschwerden an der Transplantat-Entnahmestelle besonders bei knieenden Tätigkeiten, Patellafrakturen und Retropatellarprobleme sowie therapieresistente Quadrizepsatrophien.

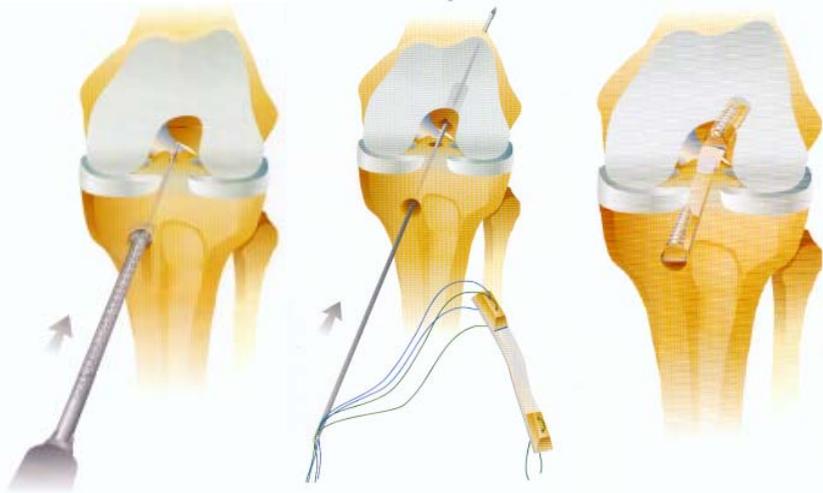


Abb. 5 Operationstechnik mittels Patellarsehne (entnomm. Arthrex® OP-Anleitung)

Alternativ zur Versorgung mit der Patellarsehne haben sich in den letzten Jahren, mit zunehmender Tendenz, Techniken unter Verwendung der Semitendinosussehne bzw. der Grazilissehne entwickelt. Im amerikanischen Sprachraum werden die Sehnen des Pes anserinus als „Hamstrings“ bezeichnet. Eine Vielzahl von Untersuchungen aus den 90er Jahren ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Versorgung mit dem Ligamentum patellae oder der Semitendinosussehne (O'Neill 1996). Andere

kontroverse Ergebnisse sprechen bei der Verwendung der Semi-tendinosussehne von einem deutlich besseren Gesamtergebnis bei insgesamt geringerer Stabilität im Vergleich zur Patellarsehne (Röpke et al. 2001). Neben dem Vorteil einer reduzierten Begleitsymptomatik bei Transplantatentnahme ergibt sich hier jedoch eine geringere Primärstabilität des Transplantates (Kandziora et al. 1998). In zahlreichen Publikationen wird zunehmend über das sogenannte „Scheibenwischer“-Phänomen diskutiert und in welcher Technik dieses zu minimieren ist. Beim Scheibenwischer-Effekt kommt es bei gelenkferner Verankerung des Transplantates zu einer deutlich nachweisbaren Bohrkanal elongation durch das vermehrt „wedelnde“ Kreuzbandtransplantat (L'Insalata et al. 1997, Hoher et al. 1998, Nebelung et al. 1998, Jansson et al. 1999).

Zusätzlich wird ein sogenannter „Bungee-Effekt“ durch die maximal gelenkferne Verankerung des Transplantates bei der als Doppel- oder Quadrupel-Technik mit Endo-Button-Fixation durchgeführten Operation beschrieben (Nebelung 1997). Daraus leitet sich die aktuell diskutierte Forderung nach einer gelenkspaltnahen Fixation von autologen Sehnen-Transplantaten ab (RIGIDFIX® ETHICON GmbH Mitek bzw. TransFix®-Instrumentarium (Attmannsbacher et al. 2000)).

Aus der Literatur sind zahlreiche Ansätze zur operativen Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur bekannt. Während früher bis in die 80er Jahre noch heftig über die Notwendigkeit einer solchen Operation gestritten wurde, geht heute die Diskussion vielmehr um die Frage, welches Transplantat mit welcher Fixierung die besten Langzeitergebnisse erzielt. Fast ausschließlich finden minimalinvasive Operationsverfahren durch Miniarthrotomie oder arthroskopisch-assistierte Techniken Anwendung.

Da die nicht korrekte Platzierung der tibialen und femoralen Bohrkanaäle als Hauptursache für Revisionseingriffe gezählt wird, versuchen einige Arbeitsgruppen die Computer-assistierte Ersatzplastik auf der Grundlage von 3D-CT-Daten und der freien Navigation der Instrumente zu etablieren (z.B. CASPAR®-System, *Computer Assisted Planning And Robotics*). In der Literatur werden ohne Computer-Assistenz Fehlplatzierungsraten von 10 bis zu 40% angegeben (Bernsmann et al. 2001). Die Computer-assistierte Planung erlaubt eine hochpräzise Anlage der Bohrkanaäle, Petermann et al. geben hier

Toleranzwerte von unter 0,8 mm an (Petermann et al. 2000). Routinemäßig findet derzeit das Computer-assistierte Verfahren beim vorderen Kreuzbandersatz noch keine Anwendung, da das Verfahren mit einer deutlichen Verlängerung der OP-Zeit von ca. 30 Minuten (Petermann et al. 1999) und einer zusätzlichen Belastung des Patienten (Pin-Anlage, CT) und erhöhtem Risiko einhergeht. Die vorliegenden aktuellen Studien befassen sich vorwiegend mit der Frage, inwieweit exakte Positionierungen mit der Computer- und Roboterunterstützung möglich sind bzw. inwieweit neuentwickelte bildverstärkergestützte Navigationsmethoden ähnliche Ergebnisse erreichen (Burkart et al. 2001). Die erwarteten Vorteile dieses Verfahrens können bisher wegen fehlender mittel- und langfristiger Nachuntersuchungsergebnisse nicht objektiviert werden. Aus diesem Grunde wird diese Operationstechnik erst von wenigen deutschen Kliniken erprobt, angewendet oder ist teilweise wieder verlassen worden.

In der vorliegenden Arbeit steht die ambulant durchgeführte Kreuzbandersatzplastik mit einem freien Patellarsehentransplantat (Knochen-Patellarsehne-Knochen), in arthroskopisch-assistierter Technik im Mittelpunkt des Interesses.

Zahlreiche retrospektive bzw. prospektive Nachuntersuchungsstudien über stationär durchgeführte Operationen in identischer Technik sind in der Literatur veröffentlicht worden (Shelbourne et al. 1990, Aglietti et al. 1997, Pokar et al. 2001).

Über die Behandlungsergebnisse nach ambulanter Vorgehensweise berichten dagegen nur wenige deutsche Autoren (Eichhorn und Strobel 1997). In den vorhandenen amerikanischen Nachuntersuchungen über die ambulante vordere Kreuzbandplastik steht vorrangig ein finanzieller Vergleich der Behandlungskosten zum stationären bzw. teilstationären Vorgehen im Vordergrund (Tierney et al. 1995, Novak et al. 1996).

2002 existierten in Thüringen 6 Praxiskliniken, die seit Mitte der 90er Jahre ambulante Kreuzbandchirurgie durchführen. Das Procedere der ambulanten Kreuzbandoperation im Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt (ZAC) wird im nächsten Kapitel dargestellt.

3.2.4. Procedere des ambulanten Vorgehens im ZAC Erfurt

Präoperativ erfolgen neben der klinischen Diagnostik und dem notwendigen Aufklärungsgespräch ein isokinetischer Krafttest auf dem Cybex®-Gerät sowie die Anpassung einer Knieorthese. Als Operationsmethode kommt die vordere Kreuzbandplastik mit dem mittleren Drittel des Ligamentum patellae zur Anwendung. Es erfolgt hierbei die Fixierung des freien Patellarsehnenentransplantates femoral und tibial mittels Titan-Interferenzschrauben. Postoperativ wird eine Mecron-Schiene in leichter Beugstellung zur Ruhigstellung angelegt und der Patient erhält zusätzlich 2 Unterarmgehstützen zur teilweisen Entlastung des operierten Beines für einen Zeitraum von 4-6 Wochen. Die erste postoperative Nacht verbringt der Patient in der Praxisklinik. Am Folgetag erfolgt der 1. Verbandswechsel durch den Operateur. Zur postoperativen Schmerzbekämpfung wird durch den Anästhesisten vor der Operation ein 3in1 Schmerzkatheter appliziert, der bis zum Abend des Folgetages regelmäßig beschickt und anschließend vom Hausarzt bzw. Anästhesisten der Einrichtung wieder entfernt wird. Dem Patienten werden für die ersten 3 postoperativen Tage eine weitestgehende Schonung mit Hochlagern des Beines und Kälteanwendungen empfohlen. Am 3. postoperativen Tag erfolgt eine Röntgenkontrolle zur Überprüfung der regelrechten Lage der Interferenzschrauben und zum Ausschluss einer Patellafraktur. Es werden dem Patienten an diesem Tag für 4 Wochen eine elektrische Motorschiene (CPM) und ein EMS-Gerät zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig erfolgt die Verordnung einer abschwellenden Manuellen Lymphdrainage für 14 Tage. Eine vor der Operation angepasste Knieorthese (Fa. Donjoy® USA) wird am 14. postoperativen Tag angelegt und eine ambulante Physiotherapie bzw. Komplexrehabilitation für die Dauer von ca. 4-6 Wochen eingeleitet.

Je nach beruflicher Belastung wird die Arbeitsfähigkeit bei Büroarbeitern nach 4-6 Wochen und bei Patienten mit körperlicher Arbeit im Schnitt nach 8-12 Wochen angestrebt.

Sogenannte Kontaktsportarten können in der Regel nach ca. 9-12 Monaten in Absprache mit dem Operateur und nach Durchführung eines Kontroll-Isokinetik-Tests wieder aufgenommen werden.

Tab. 2 Darstellung des Vorgehens bei ambulanter Kreuzbandoperation

präoperativ	Konsultation Kniesprechstunde, präoperative Aufklärung, Isokinetik-Test, Anpassen der Kreuzbandorthese
Operationstag	vordere Kreuzbandoperation Übernachtung in der Praxisklinik
1. postoperativer Tag	Kontrolluntersuchung, 1.Verbandswechsel durch Operateur Anlegen der Mecronschiene, Versorgung mit Unterarmstützen Teilbelastung, Einweisung Heparinisierung
3. postoperativer Tag	Röntgenkontrolle , Rp. Manuelle Lymphdrainage, Unterweisung in ambulante CPM-Behandlung Verleih EMS-Gerät für 4 Wochen
14. postoperativer Tag	Entfernung Fadenmaterial, Einleitung ambulante Rehabilitation mit 20-30 Einheiten
4-6 Wochen post OP	ambulante Kontrollvorstellung Kniesprechstunde Arbeitsfähigkeit für Büroarbeit
8-12 Wochen post OP	Arbeitsfähigkeit für körperliche Arbeit
6-9 Monate post OP	Kontrolle Isokinetik-Test
9-12 Monate post OP	Beginn Kontaktsportarten/ Spielsportarten

Wichtige Voraussetzungen zur Durchführung einer Kreuzbandoperation unter ambulanten Bedingungen sind:

- ein kooperativer Patient
- die Mobilisierung ist *nicht* anderweitig behindert
- die häuslichen Gegebenheiten lassen eine ambulante Behandlung zu
- es bestehen keine einschränkenden internistischen Begleiterkrankungen
- eine gewisse Wohnortnähe zur Praxisklinik, wegen regelmäßiger Kontrollvorstellungen

3.2.5. Erfurter Rehabilitationsregime nach ambulanter VKB-Plastik

Ziel aller Nachbehandlungsregime besteht in der raschen und vollständigen Wiederherstellung der Belastbarkeit des operierten Kniegelenkes. Primäres Ziel ist es dabei, die volle Gelenkbeweglichkeit wiederherzustellen und die subjektive Gelenkstabilisation durch ein Muskelaufbau-, Koordinations- und Propriozeptionstraining zu erreichen.

In Abhängigkeit von regionalen Gegebenheiten, ärztlicher Einstellung, Ansprechverhalten der Patienten und der angewandten OP-Technik stehen heute folgende Nachbehandlungsmöglichkeiten zur Verfügung.

- a physikalische Therapiemaßnahmen
- b physiotherapeutische/ krankengymnastische Therapiemaßnahmen
- c ambulante Komplexrehabilitation
 - EAP (erweiterte ambulante Physiotherapie)*
 - AOTR (ambulante orthopädisch-traumatologische Rehabilitation)*
 - AMR (ambulante muskuloskeletale Rehabilitation)*
- d stationäre Komplexrehabilitation AHB/BGSW
(*der Krankenkassen, Rentenversicherungen, Berufsgenossenschaften*)
- e Nachrehabilitationsprogramme
- f individuelle Knieprogramme nach ärztlichen Vorgaben

Das aktuelle Erfurter Rehabilitationsregime nach VKB-Plastik ist in nachfolgender Tab. 3 dargestellt. Die Mehrzahl der Patienten (84 Verletzungen = 82,3%) wurde nach diesem Schema rehabilitiert.

Tab. 3 Erforderter Rehabilitations-Regime nach vorderer Kreuzbandplastik

Zeit	Inhalt
präoperativ	isokinetischer Krafttest am Cybex-Gerät und Anleitung zur Selbstmobilisation der Kniescheibe und Oberschenkelanspannung
1. p.o. Tag	Erstversorgung im ambulanten OP-Zentrum, Verbandswechsel etc.
2. p.o. Tag	Spannungsübungen, Bewegungsschiene, Kühlen, Hochlagern, Ruhe, täglich weiter zu Hause durchzuführen
3. p.o. Tag	Bewegungsschiene, Lymphdrainage
1. p.o. Woche	Gangschule mit 10 kg Teilbelastung über kurze Wege in der Wohnung, Einstellung der verordneten Orthese auf 0°- 0°- 90°
4. p.o. Woche	Einstellung der Orthese auf 0°- 0°- 120°
3./ 4. p.o. Woche	Beginn der Komplexrehabilitation, tgl. 2-4h Krankengymnastik, EMS, geringer Anteil Medizinische Trainingstherapie über ca. 2-3 Wochen, Therapieschwerpunkt Krankengymnastik zur Schaffung reizfreier Gelenkverhältnisse und Anbahnung der Quadricepsaktivität unter Einbeziehung PNF mit Overflow über Gegenseite und Oberkörper mit Lifting, Shopping, dabei auch Adduktoren- und Gastrocnemiusaktivität nutzen, Gangschule mit Übergang von Teil- zur Vollbelastung, Koordinationstraining zur Bewegungskontrolle und Beinachsenstabilisation beim Gang, bei Reizfreiheit Radfahren, Wasserübungen
4. - 6. p.o. Woche	Übergang zur Vollbelastung möglich
ab 6. p.o. Woche	Therapieschwerpunkt: Trainingstherapie bei reizlosen Verhältnissen und freier Beweglichkeit, Beginn Krafttraining für Beinmuskulatur mit hohem Anteil koordinativer und propriozeptiver Übungen zur Gelenkstabilität
ab 9. p.o. Woche	Medizinische Trainingstherapie (allgemeines, unspezifisches Kraft- und Koordinationstraining ca. 3x pro Woche)
nach 12. p.o. Woche	isokinetischer Krafttest (Cybex 6000-Gerät), ein weiterer gezielter Trainingsaufbau ist nur für Leistungssportler notwendig, Empfehlung für Betreiben kniefreundlicher Sportarten
nach 9. p.o. Monat	isokinetischer Krafttest zur Verlaufskontrolle

4. MATERIAL UND METHODE

4.1. Patientengut

Für die retrospektive Krankenblattauswertung standen Patientenunterlagen aus dem Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt (ZAC), einer ambulant operativ tätigen Praxisklinik, zur Verfügung.

Laut den vorhandenen Krankenunterlagen wurde im Zeitraum zwischen Dezember 1994 und Dezember 1996 720-mal die Diagnose vordere Kreuzbandruptur gestellt. Davon wurden 162 Patienten mit einer VKB-Plastik versorgt. Das entspricht einer operativen Versorgungsrate für diesen Zeitraum von 22,5%.

Für die vorliegende retrospektive Untersuchung wurde der Zeitraum 01. Januar 1995 bis 31.12.1996 gewählt. In diesem Zeitraum wurden im Zentrum für Arthroskopische Chirurgie Erfurt 148 Patienten mit 151 Verletzungen des vorderen Kreuzbandes operativ versorgt.

Von den 148 Patienten konnten 100 Patienten mit 102 Kreuzbandverletzungen (67,5% der operierten Patienten) im Frühjahr 1998 nachuntersucht werden, zwei der Patienten erlitten zu unterschiedlichen Zeitpunkten vordere Kreuzbandrupturen an beiden Kniegelenken und wurden nach beidseitiger operativer Versorgung mit in die Nachuntersuchung aufgenommen. Patienten mit einer vorderen Kreuzbandläsion der kontralateralen Seite wurden von der Nachuntersuchung ausgeschlossen. Die verbleibenden Patienten (32,9%) waren entweder unbekannt verzogen (13 Patienten = 8,6%), konnten aus verschiedensten persönlichen Gründen nicht zu den vorgegebenen Nachuntersuchungsterminen erscheinen oder antworteten nicht auf das verschickte Einladungsschreiben.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug 29,3 Jahre (17 Jahre - 46 Jahre). Von den 100 Patienten waren 13 weiblich, 87 Patienten männlich. 50-mal war das linke Knie betroffen, 52-mal das rechte Knie. Die überwiegende Mehrheit (86%) der vorwiegend jungen Patienten erlitt die Kreuzbandverletzung bei sportlicher Tätigkeit. Im Durchschnitt vergingen 28 Monate zwischen Verletzung und Kreuzbandoperation (1 Monat - 20 Jahre).

Die Kontrolluntersuchung erfolgte im Durchschnitt 24,1 Monate nach operativer Versorgung (maximal 45 Monate, minimal 12 Monate nach Kreuzbandplastik).

4.2. Methode

4.2.1. Kriterien der retrospektiven Krankenblattauswertung

Nach Durchsicht der Operationsbücher und Patientenakten wurden alle im vorgegebenen Zeitraum operierten 148 Patienten angeschrieben, zu einem fest vorgegebenen Nachuntersuchungstermin eingeladen und um Rücksendung der beigelegten Fragebögen (siehe Anlage) gebeten. Aus den Patientenakten wurden folgende Angaben ermittelt:

- Verletzungsursache, -mechanismus und Zeitpunkt
- Diagnosedatum und Begleitverletzungen
- Operationszeitpunkt
- diagnostisches und therapeutisches Intervall
- Operationsbericht
- Nachbehandlungsschema und Dauer
- Dauer der Arbeitsunfähigkeit (AU)
- Komplikationen, Folgeeingriffe

Die Nachuntersuchung erfolgte bei allen Patienten nach einem vorher fest vorgegebenen Schema. Nach einer Befragung der Patienten und Ermittlung der subjektiven Daten für die verschiedenen Scores erfolgte die klinische Untersuchung der Patienten. Anschließend erfolgte die Anfertigung der Röntgenaufnahmen des betroffenen Kniegelenkes in 2 Ebenen und einer gehaltenen Lachmann-Aufnahme im Telos©-Halteapparat, sowie die muskelfunktionsdiagnostische Untersuchung auf dem Isokinetik-Testgerät Cybex 6000.

4.2.2. Methoden der subjektiven Zustandsbeurteilung

Vor der klinischen Nachuntersuchung wurden die Patienten nach ihrem subjektiven Empfinden befragt und mit den Antworten des ebenfalls vorliegenden Fragebogens verglichen. Als Auswertungsscores kamen hier zur Anwendung:

- a) *Tegner-Aktivitäts-Score*
- b) *Lysholm-Score*
- c) *IKDC-Score*

4.2.2.1. Tegner-Aktivitäts-Score

Der Tegner-Aktivitäts-Score wurde 1985 von Tegner vorgestellt (Tegner and Lysholm 1985). Er ermöglicht die subjektive Beurteilung des Aktivitätsniveaus vor dem Unfall sowie vor und nach der Behandlung. Eine Veränderung kann somit während des gesamten Verlaufes verfolgt werden. Es kann im Maximalfall der Level 10 erreicht werden. Eine Bewertung auf Level 0 entspricht einer verletzungsbedingten Arbeitsunfähigkeit, ein erreichter Level 10 entspricht der Aktivität eines Leistungssportlers. Es kommen hier Aktivitäten des täglichen Lebens, Freizeitsport, Amateursport und Profisport zum Tragen. Aufgrund der höheren Verletzungshäufigkeit im Sport werden hier sportliche Belastungen stärker gewichtet. (siehe Anhang)

4.2.2.2. Lysholm-Score

Der Lysholm-Score wurde zur rein subjektiven Bewertung des Operationserfolges 1982 von Lysholm und Gillquist entwickelt (siehe Anhang). Er ist in der Vergangenheit der am häufigsten verwendete Score zur Evaluation von Knieinstabilitäten. Er wurde 1985 in leicht veränderter Form von Tegner und Lysholm vorgestellt (Tegner and Lyshol 1985). Der Score wird als 95% subjektiv und 5% objektiv gewertet. Instabilität und Schmerz gehen zu jeweils 30% in die Bewertung ein. Er ist als Bewertungsskala von 100 Punkten

angelegt, wobei ein besonderer Wert auf die Punkte Instabilität und Schmerz gelegt wird, die bereits über die Hälfte der Gesamtpunktzahl ausmachen. In den Score gehen aber unfallunabhängige Faktoren wie z.B. Alter und Fitneß nicht mit ein. Demirdjian et al. konnte 1998 in einer großen Nachuntersuchung nachweisen, daß in der gesunden Bevölkerung bei Männern nur 85% und bei Frauen nur 69% auf den maximal möglichen Wert kommen.

4.2.2.3. IKDC-Score (*international knee documentation committee*)

Unter der Vielzahl von Scores und Bewertungsschemata bei Knieinstabilitäten hat der IKDC-Score weltweit zunehmend an Bedeutung gewonnen (Hefti and Müller 1993; Risberg et al. 1999). Er ist ein überwiegend objektiver Score (60%) mit 4 Kategorien (subjektives Befinden, Klinik, Bewegungsausmaß und Stabilität) sowie 15 zu ermittelnden Unterkategorien. Er wird in der Mehrzahl von Nachuntersuchungen verwendet und ermöglicht damit die leichte Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener Studien. Der IKDC-Score legt sehr strenge Kriterien fest für die Einteilung seiner Gesamtergebnisse in die Gruppen A „normal“, B „fast normal“, C „abnormal“ und D „stark abnormal“. Das schlechteste Ergebnis innerhalb einer Kategorie bestimmt die Gruppeneinteilung. Genauso wird bei der Gesamtbeurteilung verfahren, wo die schlechteste Kategorie das Gesamtergebnis bestimmt. Dem IKDC-Score wird eine gute Sensibilität bei der Feststellung des postoperativen Ergebnisses bescheinigt, Schwächen hat der Score bei der Feststellung von Veränderungen während des Verlaufbeobachtung (Irrgang et al. 1998). Der verwendete IKDC-Bogen befindet sich im Anhang.

4.2.3. Klinische Nachuntersuchungsmethoden

4.2.3.1. Bänder-Test

Hauptaugenmerk der Banduntersuchungen lag auf kollateralen Aufklappbarkeitsprüfungen, aktiven und passiven Schubladenuntersuchungen sowie dynamischen Subluxationstests. In der Nachuntersuchung wurden folgende Parameter erfasst:

1. mediale und laterale Aufklappbarkeit
2. vorderer Schubladentest
3. vorderer Lachmann-Test mittels Rolimeter® Knietestgerät
4. Pivot-shift-Test

Zur apparativen Lachmann-Testung kam das damals neu entwickelte und einfach zu bedienende Rolimeter® Knietestgerät der Fa. Aircast (siehe Abb. 6) zum Einsatz. Es ermöglicht nach kurzer Einarbeitungszeit semiobjektiv die quantitative Beurteilung der vorderen Instabilität (Balasch et al. 1999). Alle Nachuntersuchungen wurden einheitlich von einem Untersucher (Doktoranden) vorgenommen.



Abb. 6 verwendetes Rolimeter®-Knietestgerät in der Anwendung

4.2.3.2. *passive Beweglichkeit im Seitenvergleich*

Neben der Überprüfung der Bandstabilität wurden die Bewegungsausmaße nach der Neutral-Null-Durchgangsmethode erhoben. Als Bezugsgröße wurde bei der Untersuchung die Bewegungsausmaße der Gegenseite benutzt.

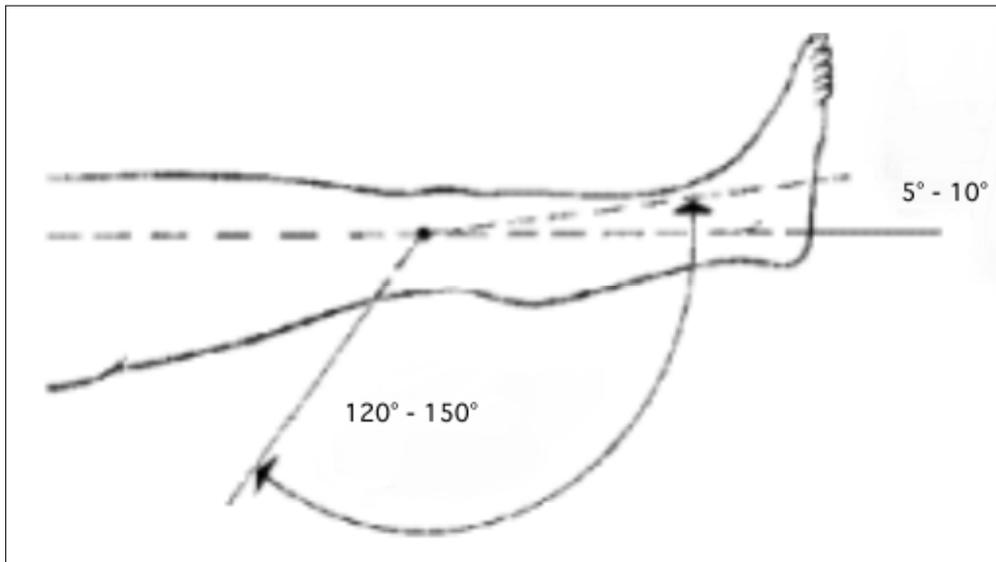


Abb. 7 Neutral-Null-Durchgangsmethode am Kniegelenk

4.2.3.3. *Einbeinsprung (one leg hop test)*

Der Einbeinsprung gehört zu den relevanten Prüfmethode, mit denen die Funktionalität des operierten Kniegelenkes im Verlauf gemessen werden kann. Dabei konnte in verschiedenen Studien, unter anderem von Sekiya (1998) eine positive Korrelation zwischen wiedererlangter Muskelstärke und Sprungweite nachgewiesen werden.

Zur Messung stehen die Patienten auf dem verletzten Bein und werden angewiesen, soweit wie möglich zu springen und wieder auf demselben Bein zu landen. 3 Versuche werden dabei durchgeführt und anschließend gemittelt. Als Index wird der Vergleich in Prozent zum gesunden Bein angegeben.

4.2.4. Radiologische Nachuntersuchung

Die radiologische Auswertung erfolgte durch Kniegelenksaufnahmen in 2 Ebenen und eine seitliche gehaltene Lachmann-Aufnahme. Die apparative Lachmann-Aufnahme erfolgte in einer speziellen Vorrichtung der Firma Telos® mit einem definierten Stress von 15 kp. (Abb. 8). Die Aufnahme erfolgte entsprechend der normalen seitlichen Aufnahme in einer extensionsnahen Stellung.

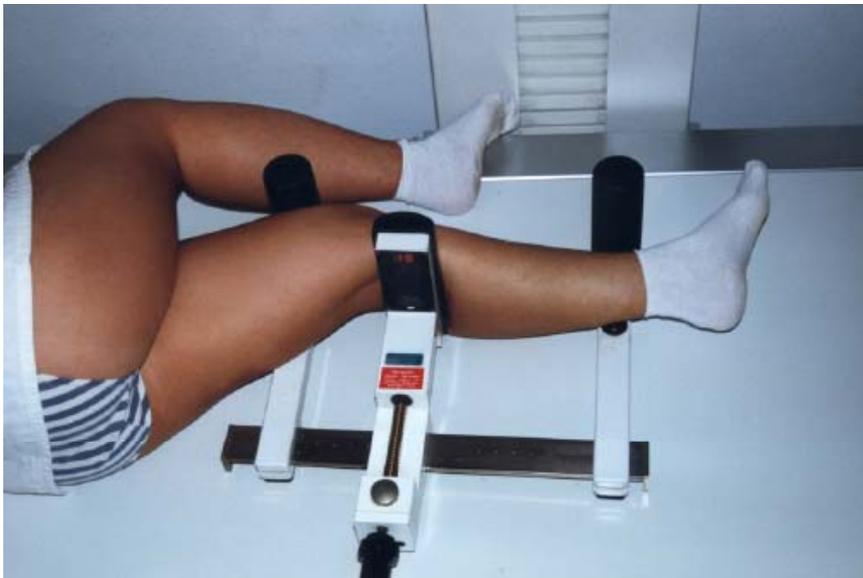


Abb. 8 *Telos®-Halteapparat für gehaltene Lachmann-Aufnahmen*

Die Auswertung der seitlichen Lachmann-Aufnahme erfolgte anschließend durch Differenzermittlung des messbaren ventralen Vorschubs in Bezug zur normalen seitlichen Aufnahme. Dabei wurden die am weitesten dorsal liegenden Punkte von Femurrolle und Tibiaplateau als Referenzpunkte benutzt. (Abb. 9)

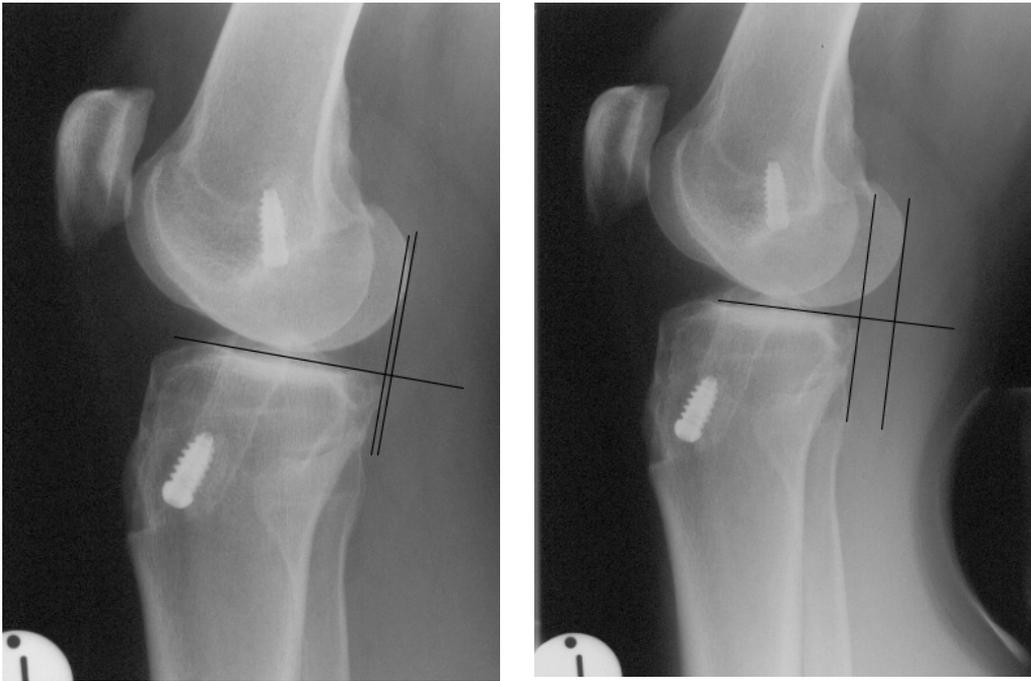


Abb. 9 radiologische Vermessung der a.p. Translation mit Halteapparat

Die Aufnahmen wurden anschließend nach dem Score nach Kannus et al. (1988) ausgewertet. Dieser Score wird häufig angewendet, ist sehr differenziert und gilt zu 100% objektiv. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100. Bewertet wurde folgendermaßen:

- 100 Punkte = exzellent**
- 95-99 Punkte = gutes Ergebnis**
- 90-94 Punkte = ausreichendes Ergebnis**
- < 90 Punkte = schlechtes Ergebnis**

Die Kriterien des Kannus-Scores sind folgendermaßen verteilt:

Kriteriengewichtung des Kannus-Score	
<i>Osteophyten</i>	21 %
<i>Subchondrale Sklerosierung</i>	15 %
<i>Kondylenabflachung</i>	0,6 %
<i>Subchondrale Zysten</i>	0,6 %
<i>Bandverkalkungen</i>	18 %
<i>Gelenkspaltverengung</i>	24 %
<i>Deformität</i>	10 %

Abb. 10 Kriteriengewichtung des verwendeten Kannus-Score

Zusätzlich wurden die standardisiert angertigten a.p.-Aufnahmen zur Fragestellung einer Aufweitung des tibialen Bohrkanals im Sinne eines „Scheibenwischereffektes“ (*wind shield wiper effect*) vermessen (Linsalata et al. 1997, Hoher et al. 1998, Nakayama et al. 1998, Nebelung et al. 1998, Clatworthy et al. 1999, Jansson et al. 1999). Auf die Auswertung der seitlichen Aufnahme wurde aus Kapazitätsgründen verzichtet. Zur numerischen Ermittlung wurde die Strecke Interferenzschraube zum Kniegelenksspalt halbiert und dort der Durchmesser des tibialen Bohrkanals auf einer 90° Achse in mm ermittelt. Zur Ermittlung des Korrekturfaktors wurde der bekannte Durchmesser der Interferenzschraube benutzt.



Abb. 10b Vermessung Bohrkanal elongation im a.p. Röntgenbild 2 Jahre p.o.

4.2.5. Muskelfunktionsdiagnostische Nachuntersuchung

Die muskelfunktionsdiagnostische Nachuntersuchung erfolgte auf einem isokinetischen Trainings- und Untersuchungsgerät Cybex® 6000 (siehe Abb. 11) der Firma Lumex® (USA). Bei einer Winkelgeschwindigkeit von $120^\circ/s$, nach einer kurzen Erwärmung und dann jeweils 5 Wiederholungen wurden dabei die Drehmomentmaxima (in Nm) der Extensoren und Flexoren jeweils zuerst des gesunden und dann des erkrankten Beines erfasst. Die Messungen wurden vom Computer grafisch und numerisch ausgewertet. Die prozentuale Differenz der Drehmomentmaxima von gesundem zum operierten Bein jeweils von Flexoren und Extensoren wurde anschließend zur Auswertung verwendet (Cybex® -Testprotokoll im Anhang).

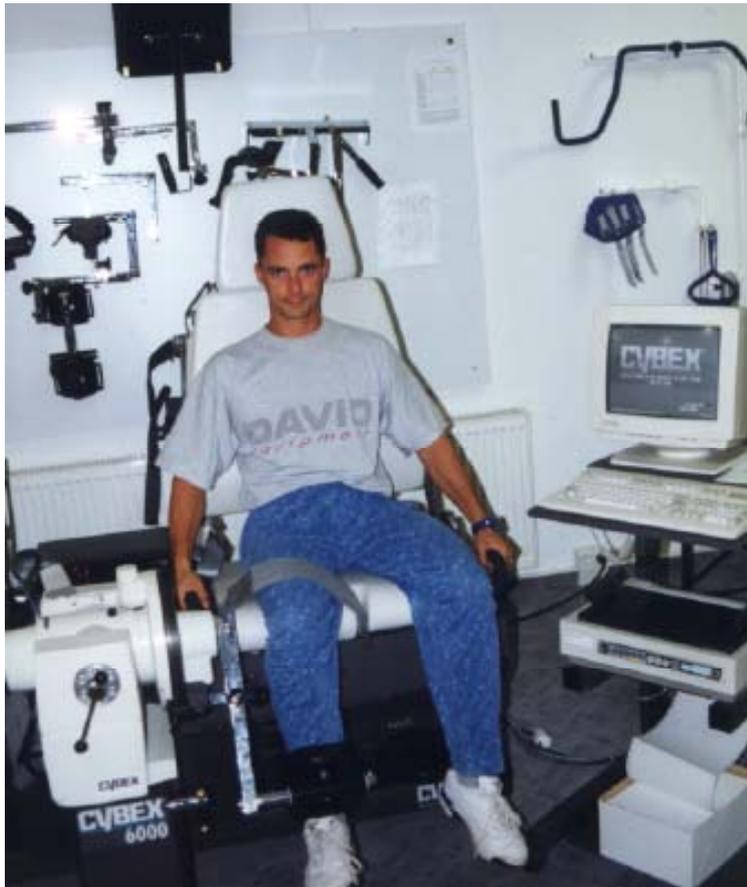


Abb. 11 Isokinetik-Trainings-und Testgerät Cybex® 6000

4.3. Darstellung der statistischen Methode

Als Grundgesamtheit der Nachuntersuchung wurden alle Patienten gewertet, die mit einer vorderen Kreuzbandplastik versorgt wurden. Als Stichprobe zählen dabei alle zwischen Januar 1995 und Dezember 1996 mittels vorderer Kreuzbandplastik operierter Patienten. Zur Auswertung wurden Blöcke (Untergruppen) gebildet. Die hier vorliegenden Blöcke waren unabhängig voneinander.

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels statistischem Programmpaket SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences). Angewendet wurde ein Testverfahren zum Vergleich zweier unabhängiger Gruppen. Da bei den Testreihen keine Normalverteilung vorlag, wurde einheitlich als Testverfahren der U-Test (Mann-Whitney-Test) angewendet. Dieser Test verliert zwar stark in seiner Aussagekraft, wenn die Verteilungsform der Stichproben stark differiert, hat jedoch bei fast Normalverteilung der Daten dieselbe Aussagekraft wie die entsprechenden Student-t-Tests. Bei dem angewendeten Testverfahren spricht man von einem nichtparametrischen Testverfahren bzw. Rangsummentestverfahren (Harms 1992). Als p-Wert wurde 0,05 für das Vorliegen einer Signifikanz vor der Studiendurchführung festgelegt.

5. ERGEBNISSE

5.1. Ergebnisse der retrospektiven Krankenblattauswertung

Anhand der vorhandenen Patientenakten der 100 nachuntersuchten Patienten mit 102 Kreuzbandverletzungen wurden folgende Daten ermittelt:

Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit nach der operativen Versorgung durch eine Kreuzbandplastik betrug 24 Monate (minimal 12 Monate, maximal 45 Monate). 2 Patienten der Gesamtgruppe wurden wegen beidseitiger Rupturen des vorderen Kreuzbandes zu unterschiedlichen Zeiten operiert und ebenfalls in die Nachuntersuchung aufgenommen. Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation lag zwischen 17 und 46 Jahren, im Durchschnitt lag es bei 29,3 Jahren.

Häufigste Verletzungsursache waren Sportunfälle, bei Männern mit 88,6% bzw. bei Frauen mit 71,4 %.

Tab. 4 Verletzungsursache gesamt n=102 (100%)

Unfallursache	Anzahl	Anteil Gesamt	Männer	Frauen
Beruf	8	8 %	6,8%	14,3%
Freizeit	6	6 %	4,5%	14,3%
Sport gesamt	88	86 %	88,6 %	71,4%
Summe	102	100 %	88	14

Hierbei rangiert die Verletzung während des Fußballspiels bei der Gesamtgruppe und speziell bei den Männern mit großem Abstand an erster Stelle (Abb. 12). Bei den Frauen zeigt sich bei den Sportverletzungen insgesamt ein ausgeglichenes Verhältnis der Sportarten untereinander.

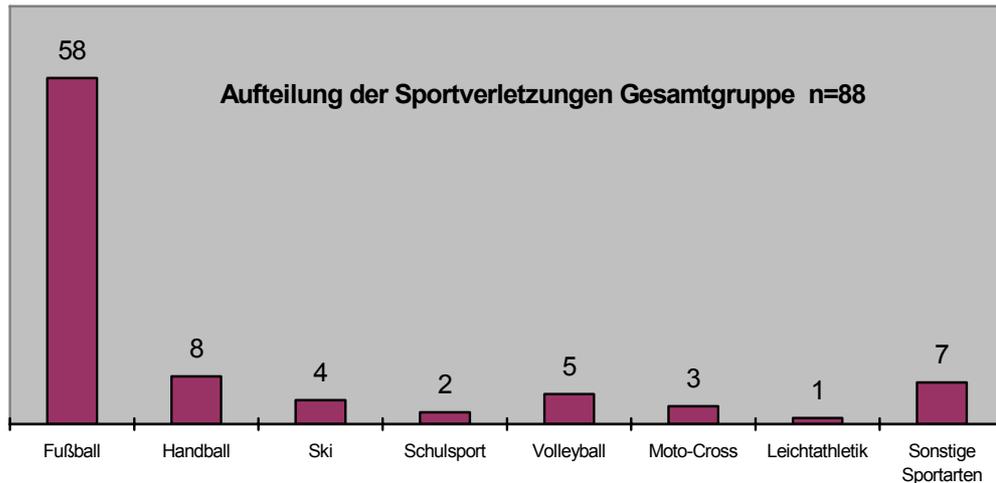


Abb. 12 Verletzungsursache nach Sportarten Männer & Frauen (n=88)

Die Kreuzbandplastik erfolgte im Durchschnitt 28 Monate nach dem initialen Trauma, sofern sich die Patienten eines solchen erinnern konnten. Bei allen Patienten lag das Trauma mindestens 4 Wochen zurück, das längste Intervall betrug über 20 Jahre. Die Abbildung 13 zeigt, dass die Mehrzahl der Patienten innerhalb von 24 Monaten nach der Verletzung operiert wurde.

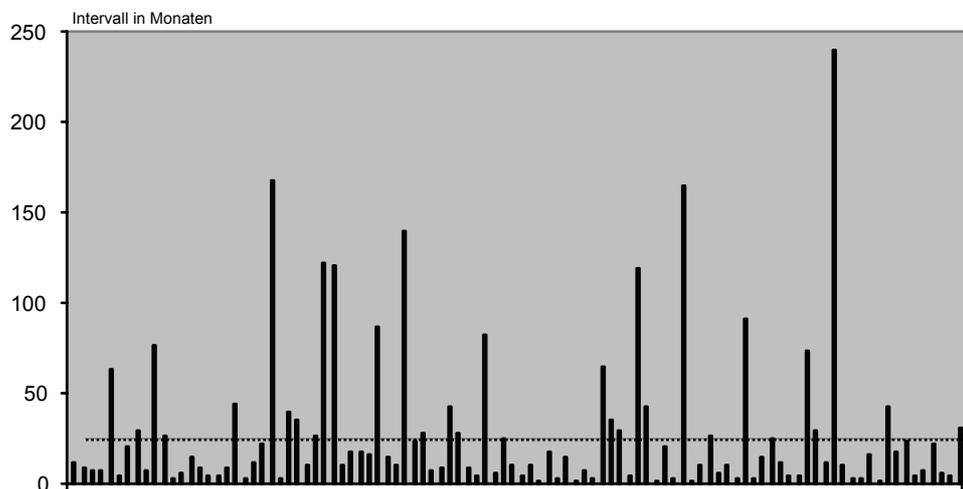


Abb. 13 Darstellung des therapeutischen Intervalls (n=102)

Alle Operationen wurden vom gleichen Operateur nach der oben genannten Operationsmethode durchgeführt. In der Mehrzahl der Fälle (92%) erfolgte die Knochenblockfixierung mittels zweier Titan-Interferenzschrauben. Aufgrund von anatomischen Gegebenheiten wurden in 8% der Fälle unterschiedliche

Verankerungsmethoden angewendet. Wegen eines außergewöhnlich langen Transplantates erfolgte bei 4 Patienten tibial die Fixierung mittels Krampe. Ebenfalls bei 4 Patienten erfolgte tibial eine Press-fit-Verankerung. (siehe Abb. 14)

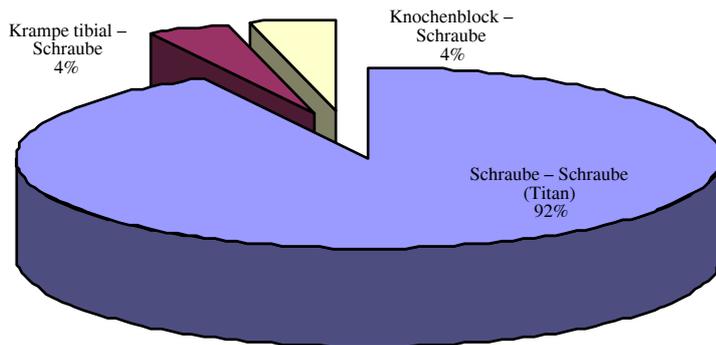


Abb. 14 angewendete Verankerungsmethode (n=102)

5.2. Komplikationen

Bei 15 operierten Patienten (14,7%) wurde bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aus verschiedenen Gründen eine nachfolgende Arthroskopie notwendig. Diese erfolgte bei einem Patienten wegen eines Cyclops-Syndroms, bei einem Patienten wegen einer Arthrofibrose, bei 2 Patienten wegen eines Innenmeniskusschadens, bei 3 Patienten wegen eines Außenmeniskusschadens, viermal wegen des Nachweises von freien Gelenkkörpern und einmal wegen einer Transplantatruptur. Hierbei wurde das Transplantat entfernt und im Intervall erneut eine Kreuzbandplastik durchgeführt. Bei 2 Patienten zeigte sich eine Synovialitis, einmal konnte arthroskopisch kein pathologischer Befund gefunden werden.

Tab. 5 Ursache einer erneuten Arthroskopie (n=102)

	Anzahl	%	Anzahl	% anteilig
nein	87	85,3 %		
ja	15	14,7 %		
<i>davon</i>				
kein pathologischer Befund			1	6,6 %
Cyclops			1	6,6 %
Innenmeniskusschaden			2	13,3 %
Arthrofibrose			1	6,6 %
Außenmeniskusschaden			3	20 %
Re-Ruptur			1	6,6 %
freier Gelenkkörper			4	26,6 %
Synovialitis			2	13,3%
<i>Summe</i>	<i>102</i>		<i>15</i>	

Es zeigte sich in der Nachuntersuchungsgruppe kein Nachweis einer Thrombose bzw. eines postoperativen Infektes. Eine Patellafraktur ereignete sich bei keinem der untersuchten Patienten.

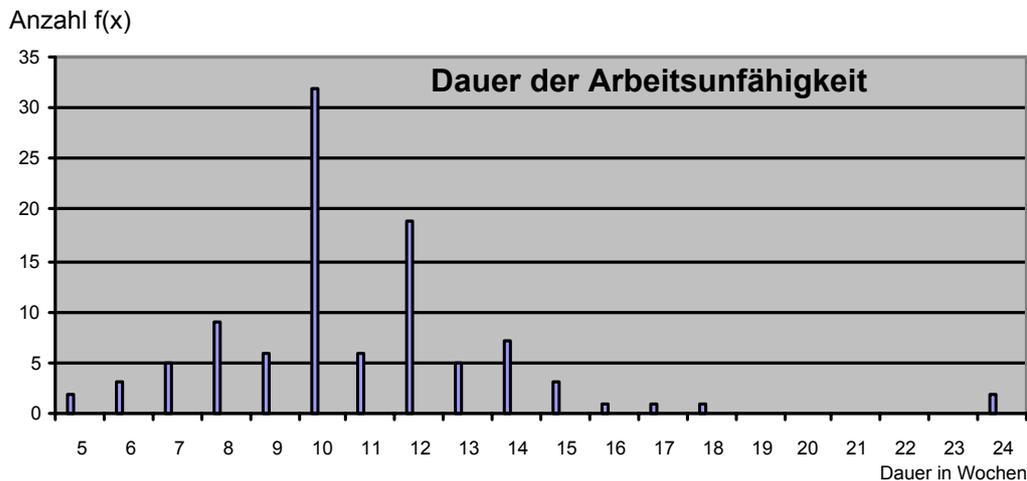
Bei der postoperativen Nachsorge wurde den Patienten eine Komplexrehabilitation empfohlen. Bei 59 Fällen wurde diese mit durchschnittlich 20 Behandlungseinheiten (57x ambulant, 2x stationär) durchgeführt. In 27 Fällen wurde die Rehabilitation mit zusätzlich 10 Behandlungseinheiten verlängert. In 16 Fällen erfolgte aus beruflichen bzw. individuellen Gründen sowie aus Mangel eines verfügbaren Rehabilitationszentrums eine ambulante Nachbehandlung durch Einzelbehandlungen mit Krankengymnastik, Kryotherapie und Lymphdrainage. Zusätzlich konnte bei 12 von 16 Patienten aus der Einzelbehandlungsgruppe in der Nachbehandlung laut ärztlicher Empfehlung eine intensive Medizinische Trainingstherapie von 2x90min pro Woche durchgeführt werden (Tab. 6).

Tab. 6 angewandtes Nachbehandlungsregime (n=102)

Nachbehandlungsmethode	Anzahl	
komplexe Rehabilitation (davon 2x stationär)	59	57,8 %
verlängerte komplexe Rehabilitation	27	26,5 %
Krankengymnastik/ Physiotherapie	16	15,7 %
<i>Summe</i>	102	100 %

5.3. Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit

Nach durchschnittlich 10,9 Wochen (76 Tagen), bei Büroarbeitsplätzen nach Durchschnittlich 6,8 Wochen Arbeitsunfähigkeit konnte die frühere berufliche Tätigkeit wieder aufgenommen werden. Ob dabei weitere Einschränkungen bestanden, wurde nicht weiter abgefragt. Die Spannweite reichte hierbei von 5 bis zu 24 Wochen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren alle Patienten wieder voll berufstätig (Abb. 15).

**Abb. 15** Dauer der Arbeitsunfähigkeit (n=102)

5.4. Auswertung der subjektiven Befragung/ Scoreauswertung

Sportaktivität

Anhand einer Befragung wurde die zum Untersuchungszeitpunkt aktuelle sportliche Aktivität im Vergleich zur Aktivität des Patienten *vor der Verletzung* geprüft. Zur Vereinfachung wurden die unten angegebenen 4 Kategorien fest vorgegeben. Eine differenziertere Einteilung erfolgte bei Beantwortung des ebenfalls abgeforderten Tegner-Aktivitätsscores (Abb. 16).

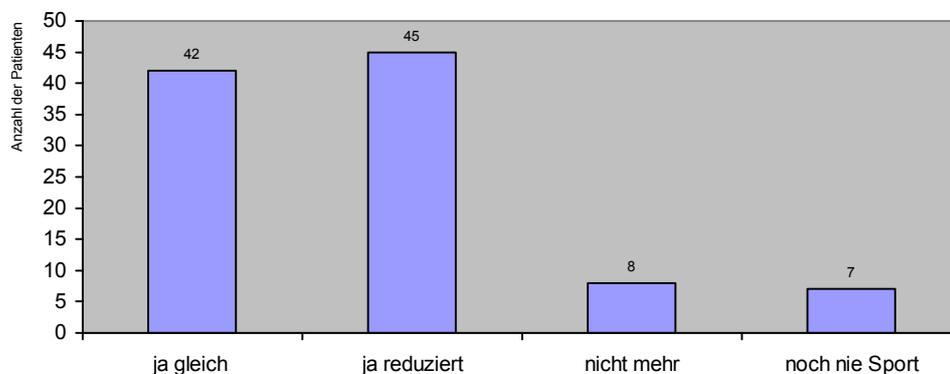


Abb. 16 Sportaktivität zum Untersuchungszeitpunkt ($n = 102$)

Tegner-Aktivitätsscore

Vor der Verletzung betrug der mittlere Tegner-Aktivitäts-Score 7,38 Punkte, sank bis zur Operation auf durchschnittlich 4,02 Punkte, um nach der Kreuzbandplastik zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wieder auf durchschnittlich 5,8 anzusteigen (Abb. 17).

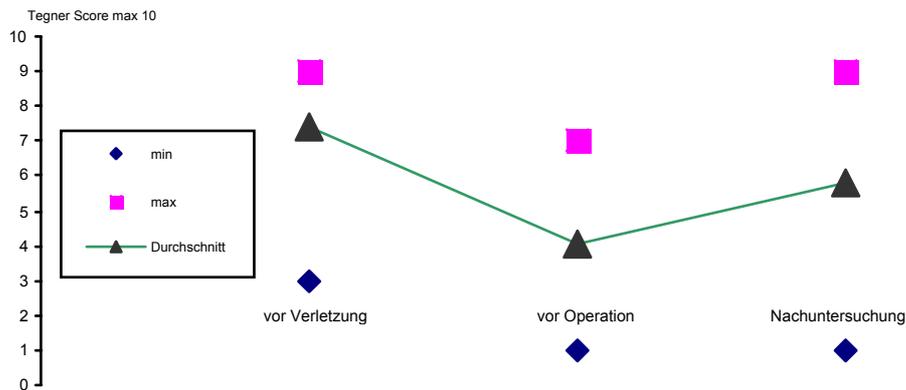


Abb. 17 Tegner-Aktivitäts-Score im Verlauf (n=102)

Vergleicht man die Werte vor Verletzung mit denen zur Nachuntersuchung, so ergibt sich folgendes Bild. Bei 58 Verletzungen (56%) ergab sich zur Nachuntersuchung ein Abfall auf einen geringeren Aktivitäts-Score, bei 43 Verletzungen (42%) konnte das alte Niveau wieder erreicht werden, einmal kam es sogar zur Verbesserung um einen Punkt.

Lysholm-Score

Bei der Ermittlung der subjektiven Zustandsbeschreibung mittels Lysholm-Score sind maximal 100 Punkte zu erreichen gewesen. Der Mittelwert betrug zum Nachuntersuchungszeitpunkt 85,8 Punkte bei einer Streuung von 54 bis 100 Punkten. Bei 32 Verletzungen (31%) wurde das Ergebnis als „sehr gut“ (100-95 Punkte) und bei 49 Verletzungen (48%) wurde das Ergebnis als „gut“ (94-80 Punkte) eingeschätzt. Für 21 Patienten (21%) fiel der Test befriedigend (79-50 Punkte) aus, kein Patient hatte ein schlechtes Ergebnis (Tab.7).

Tab. 7 Gesamtbeurteilung mittels Lysholm-Score

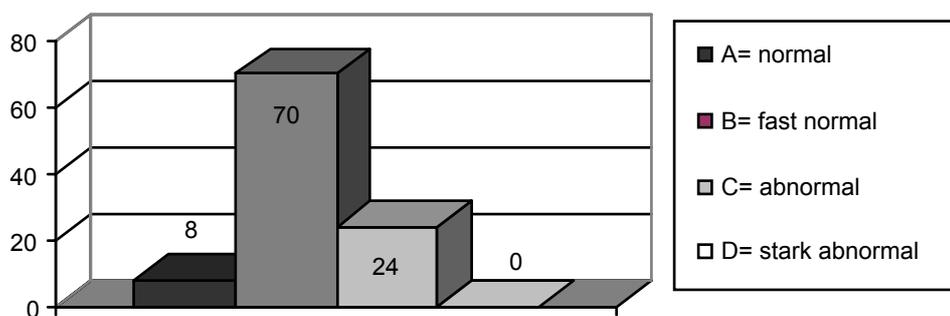
Lysholm-Score	n= 102
min	54
max.	100
Durchschnitt	85,84

IKDC-Score (international knee documentation committee)

Aus der Gesamtbeurteilung mittels des IKDC-Bogens ergab sich, daß in 8 Fällen (7,8%) das Kniegelenk als normal eingestuft wurde, in 70 Fällen (68%) wurde es als fast normal beurteilt, während es bei 24 Fällen als abnormal bewertet wurde. Kein Ergebnis wurde als stark abnormal gewertet. Bei der Endbewertung erfolgt jeweils die Einstufung des schlechtesten Ergebnisses aus den Unterkategorien (Tab. 8 und Abb. 18).

Tab. 8 Gesamtbeurteilung mittels IKDC-Bogen

IKDC	Ergebnisse n=102	
A = normal	8	7,8 %
B = fast normal	70	68 %
C = abnormal	24	24 %
D = stark abnormal	0	0 %

**Abb. 18** grafische Darstellung erreichter IKDC-Werte (n=102)

5.5. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

5.5.1. Ergebnisse Bänder-Tests

Bei der klinischen Untersuchung der Varus-,Valgus-Stabilität in 20° Flexion wurden für die Gesamtgruppe folgende Ergebnisse ermittelt.

Tab. 9 Untersuchungsergebnisse medialer Bandapparat

medialer Bandapparat	n=102
stabil	65
+	36
++	1

Tab. 10 Untersuchungsergebnisse lateraler Bandapparat

lateraler Bandapparat	n=102
stabil	100
+	2
++	0

Bei der klinischen Untersuchung der vorderen Schublade in Neutralstellung wurden für die Gesamtgruppe folgende Ergebnisse ermittelt. Die Versetzung der Tibia beim hinteren Schublidentest war vernachlässigbar klein.

Tab. 11 Untersuchungsergebnisse vordere Schublade in Neutralstellung

Neutralschublade	n=102
stabil	73
+	27
++	1
+++	1

Zur Durchführung des apparativen Lachmann-Tests wurde das Rolimeter® Testgerät (Fa. Aircast®) eingesetzt. Dabei wurden die ermittelten Werte der gesunden Seite vom ermittelten Wert des operierten Kniegelenkes abgezogen. Für den vorderen apparativen Lachmann-Test ergaben sich somit folgende Ergebnisse (siehe Tab. 12). In 54 Fällen (53%) wurde der Lachmann als negativ (0-2 mm) gewertet, in 42 Fällen (41%) als einfach positiv (3-5 mm) und in 6 Fällen (6%) als zweifach positiv (>6mm).

Tab. 12 Gesamtergebnisse apparativer vorderer Lachmann-Test (n=102)

Lachmann-Test mit Rolimeter®-Testgerät	n=102	
negativ (0-2 mm)	54	53 %
+ (3-5 mm)	42	41 %
++ (>6 mm)	6	6 %

Zur weiteren klinischen Untersuchung gehörte die Stabilitätsprüfung mittels des Pivot-shift-Tests nach McIntosh. Bei 92 Fällen (90%) war der Test als negativ zu bewerten, bei 10 Fällen (10%) wurde der Test als angedeutet positiv gewertet. In keinem Fall wurde der Test als sicher positiv gewertet.

Tab. 13 Gesamtergebnis klinischer Pivot-shift-Test (n=102)

klinischer Pivot-shift	Anzahl	
neg.	92	90 %
(+)	10	10 %
++	0	0 %

5.5.2. Ergebnisse passive Beweglichkeit im Seitenvergleich

Bei 91 Patienten (89%) konnte kein Beugedefizit im Vergleich zur Gegenseite festgestellt werden. Bei 7 Patienten betrug das Flexionsdefizit 5-10°, bei 2 Patienten 10-15°, bei einem Patienten 15-20°. Das maximale Beugedefizit im Vergleich zur Gegenseite betrug bei einem Patienten 25° (Abb. 19).

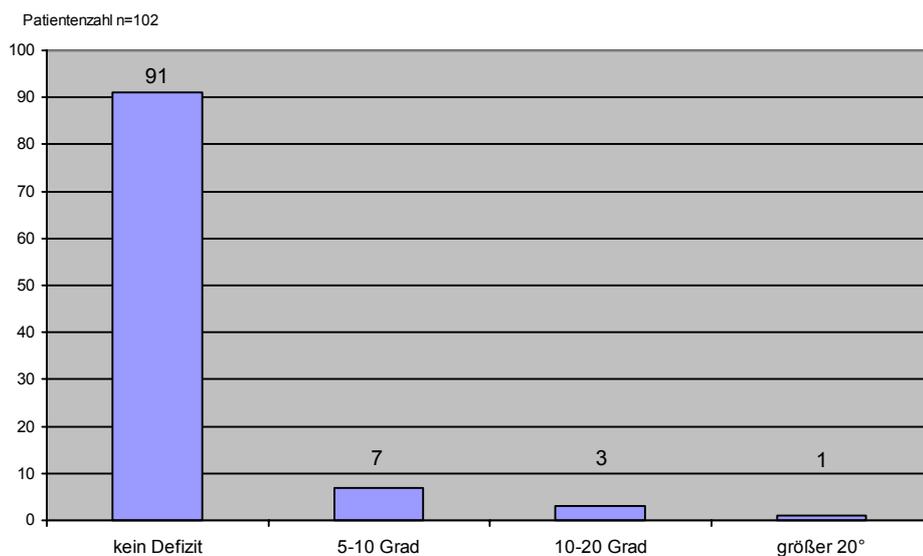


Abb. 19 ermitteltes Beugedefizit im Seitenvergleich (n=102)

Die gemittelten Werte für die passive Beweglichkeit in Extension zeigte folgende Werte; bei 97 Verletzungen (95,2%) wurde kein Extensionsdefizit im Vergleich zur Gegenseite festgestellt, bei 4 Verletzungen betrug das Defizit 5-10° und bei einem Knie 10-15°. Höhere Extensionsdefizite wurden zur Nachuntersuchung nicht nachgewiesen (Abb. 20).

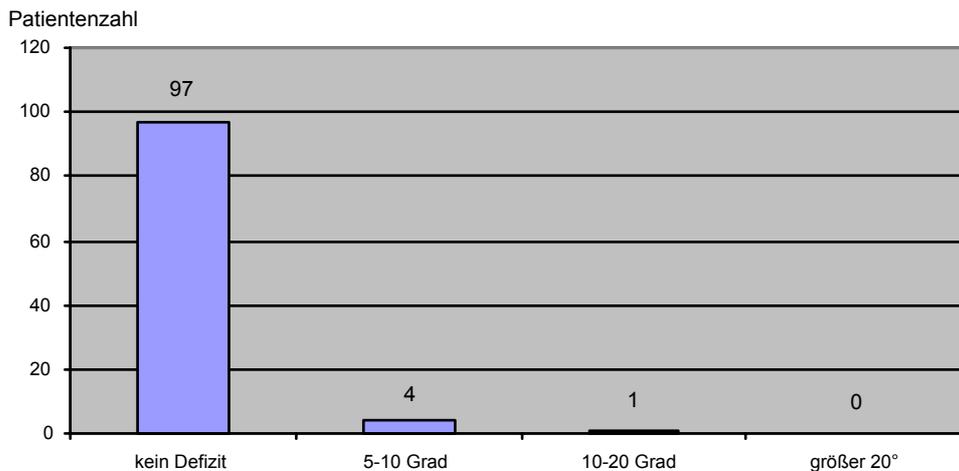


Abb. 20 Extensionsdefizit im Vergleich zur Gegenseite (n=102)

5.5.3. Ergebnisse Einbeinsprung-Test (one leg hop test)

Zur Ermittlung des IKDC-Scores wurde zur Nachuntersuchung der Einbeinsprungtest (one leg hop test) durchgeführt. Der Test konnte für 100 operierte Kniegelenke ausgewertet werden. 2 Patienten mit relativ frischer operativer Versorgung lehnten den Test wegen eines starken Unsicherheitsgefühls ab. Es erfolgten jeweils 3 Wiederholungen aus dem Stand für jedes Bein. Es konnte eine durchschnittliche Weite von 95% zur gesunden Gegenseite erreicht werden, mit einer Streuung von 62% bis 116%. Vor allem sportliche Patienten mit Verletzung des vor der Verletzung deutlich stärkeren Sprungbeines konnten das Defizit bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt ausreichend gut kompensieren.

Tab. 14 Einbeinsprung in % zur Gegenseite (n=100)

Einbeinsprung-Test	in % zur Gegenseite
min	62 %
max.	116 %
mittel	95 %

5.6. Auswertung radiologische Nachuntersuchung

In die radiologische Nachuntersuchung fanden alle 100 Patienten Eingang. Bei 3 Patienten wurden keine aktuellen Röntgenaufnahmen angefertigt (1x Schwangerschaft, 2x Fremdaufnahmen im Vorfeld der Nachuntersuchung). Es konnten jedoch vorliegende ältere Aufnahmen ausgewertet werden. Es erfolgte die Auswertung anhand der Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen und der gehaltenen Lachmann-Aufnahme.

Die graduelle Einstufung der Gonarthrose erfolgte nach dem Score von Kannus (1988) Bei diesem Score konnten maximal 100 Punkte erreicht werden. Der ermittelte Durchschnitt betrug 97 Punkte, mit einer Streuung von 85-97 Punkten (Tab. 14). 36 Patienten erreichten ein exzellentes Ergebnis, 53 Patienten ein gutes Ergebnis, 11 Patienten ein ausreichendes Ergebnis und bei 2 Patienten ergab die radiologische Auswertung ein schlechtes Ergebnis. Damit erreichten 87,2% aller Patienten gute bis exzellente radiologische Ergebnisse.

Tab. 15 ermittelter Röntgen-Score nach Kannus et al. (n=102)

<i>Rö-Score nach Kannus et al. (1988)</i>	<i>Punkte</i>
min	85
max.	100
<i>mittel</i>	<i>97</i>

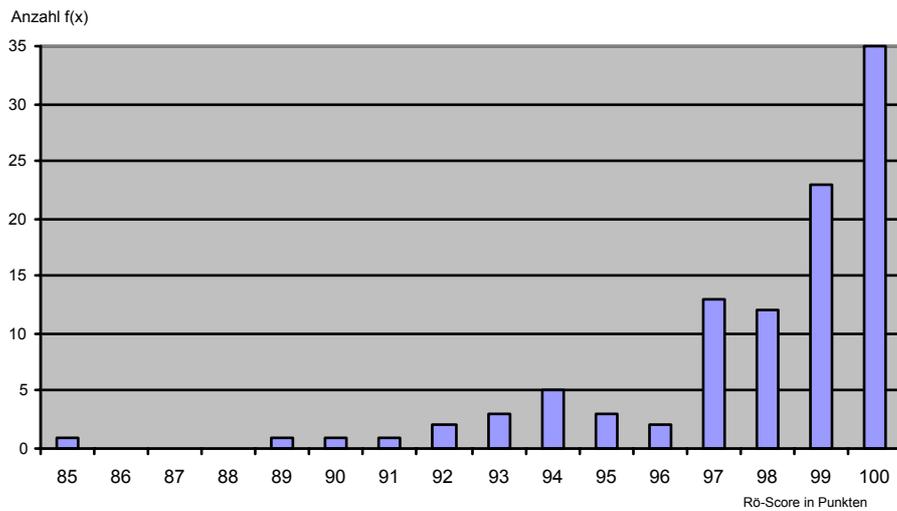


Abb. 21 Häufigkeiten der Ergebnisse Röh-Score nach Kannus (n=102)

Zusätzlich wurde die vorliegenden a.p. Röntgen-Aufnahme zur Ermittlung der tibialen Bohrkanalauflerung verwendet. 101 Operationen konnten zu dieser Fragestellung ausgewertet werden. Hierbei ergab sich eine mittlere tibiale Bohrkanalweite von 12,07 mm, mit einer Streuung von min. 8 bis max. 19 mm (Tab. 16). Zum OP-Zeitpunkt erfolgten alle transtibialen Bohrungen maschinell mit einem 9 mm Bohrer und wurden anschließend manuell auf 10 mm erweitert.

Tab. 16 radiologisch ermittelte Tunnelweite (n=101)

<i>tibiale Tunnelweite</i>	
n	101
Tunnelweite operativ	10 mm
follow up	2 Jahre
mittlere Tunnelweite	12,07 mm
<i>Größenzunahme in %</i>	<i>20,7 %</i>

Zur Ermittlung der a.p.-Translation erfolgten gehaltenen Aufnahmen mit Hilfe des Telos®-Halteapparates. Gehaltene Aufnahmen konnten bei 99 Patienten ausgewertet werden. Es wurde eine durchschnittliche a.p.-Translation von 5,31 mm ermittelt, mit einem Minimalwert von 0 und einem Maximalwert von 14 mm (Tab. 17). Als Vergleichsbasis diente dabei die normale seitliche Aufnahme der verletzten Seite. Eine gehaltene Vergleichsaufnahme der Gegenseite wurde aus Strahlenschutzgründen nicht angefertigt.

Tab. 17 Ergebnisse radiologischer Lachmann-Test

radiologisch a.p. Translation	
n	99
Minimal	0 mm
Maximal	14 mm
Mittel	5,31 mm

5.7. Auswertung Muskelfunktionsdiagnostik

Zur Objektivierung einer Muskelatrophie im Oberschenkelbereich wurden die Umfangsmaße an 3 definierten Punkten beider Beine gemessen und anschließend gemittelt. Dabei ergaben sich für die Gesamtgruppe durchschnittliche Werte bei der verletzten Seite von +0,65 cm. Der minimale Wert betrug – 4 cm, der maximale Wert + 4 cm. Es zeigte sich bei dem vorwiegend sportlichen Patientengut aufgrund des ausgiebigen Muskeltrainings während der Rehabilitation eine überdurchschnittliche Kompensation der Muskelatrophie.

Tab. 18 Muskelumfangsmessung in cm (n=102)

Muskel- Umfangsmessung	im Vergleich zur Gegenseite
min	-4 cm
max.	+4 cm
mittel	+ 0,65 cm

Zur weiteren muskelfunktionsdiagnostischen Nachuntersuchung auf dem Cybex® 6000-Gerät wurden die prozentualen Unterschiede der Drehmomentmaxima (in Nm) der Beuger- und Streckermuskulatur vom gesunden und verletzten Bein herangezogen. Negative Werte bedeuten hier ein muskuläres Übergewicht der operierten Seite. Zur Auswertung konnten 89 Testprotokolle verwendet werden. In der Gesamtgruppe zeigte sich bei den Extensoren eine Schwäche von 6,38% mit einer Streuung von maximal 28% und minimal -55%. Bei den Flexoren zeigte sich ein durchschnittlicher minimaler Unterschied von 0,78% zugunsten der gesunden Seite.

Tab. 19 Cybex® Drehmomentmaxima im Vergleich zur Gegenseite (n=89)

Drehmoment- maxima	Extensoren	Flexoren
min	-55%	-73%
max.	112%	29%
Mittel	6,38%	0,78%

5.8. Vergleich der Untersuchungsergebnisse

Anhand der für die Gesamtgruppe zur Auswertung gekommenen subjektiven, klinischen, radiologischen und muskelfunktionsdiagnostischen Untersuchungsparameter erschien die Differenzierung der Parameter unter speziellen Fragestellungen sinnvoll. Besonderes Interesse galt dabei den folgenden Fragestellungen:

- Gibt es unterschiedliche Untersuchungsergebnisse in Abhängigkeit vom Zeitraum zwischen Unfallzeitpunkt und Operation? Ein wichtiges Augenmerk soll hier auf ein erhöhtes Arthrofibrosierisiko bzw. auf die wiedererreichte Kniegelenksbeweglichkeit gelegt werden (Müllner et al. 1996, Rillmann et al. 1999).
- Spielt die angewendete operative Behandlungsstrategie eine Rolle, d.h. erfolgte die Kreuzbandoperation einzeitig oder mehrzeitig im Intervall nach vorangegangener Arthroskopie und einem konservativen Behandlungsversuch?
- Als weiterer Vergleich stand die Frage im Mittelpunkt, lassen sich unterschiedliche Behandlungsergebnisse in Abhängigkeit vom angewendeten Nachbehandlungskonzept und der Intensität feststellen?

5.8.1. Vergleich der Ergebnisse primär akut/subakut versus spät

Aufgrund der vorliegenden Literatur wurde für eine primäre akute/subakute Versorgung ein Zeitraum zwischen Ruptur und Kreuzbandplastik von < 6 Wochen festgelegt. Entsprechend der Krankenblattauswertung wurden 20 Operationen der primären Gruppe und 82 Operationen der sekundären Gruppe zugeordnet. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gruppengröße muß eine gewisse Aussageschwächung der Ergebnisse in Kauf genommen werden.

Es zeigten sich in *allen* untersuchten Kenngrößen *keine* signifikanten Unterschiede der Ergebnisse zwischen beiden Gruppen. Lediglich beim postoperativen Tegner-Aktivitäts-Score ($p=0,08$) und der Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist ein leichter Trend zu Gunsten der primären operativen Versorgung zu erkennen (Abb. 22).

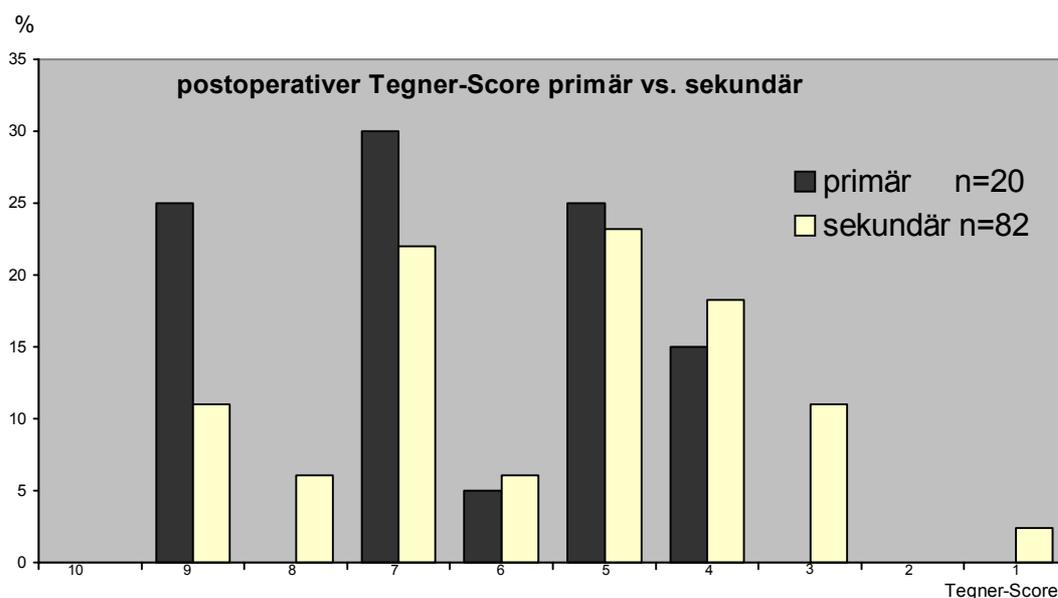


Abb. 22 grafischer Vergleich postoperativer Tegner-Aktivitäts-Score

Auch bei der Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit zeigt sich ein minimaler Trend ($p=0,90$) zu Gunsten der primär versorgten Gruppe. Die mittlere Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug bei dieser Gruppe 9,7 Wochen (min. 5 – max. 12 Wochen, $n=20$) und bei der sekundär versorgten Gruppe im Mittel 11,2 Wochen (min. 5 – max. 24 Wochen, $n=82$).

Tab. 20 Vergleich Dauer Arbeitsunfähigkeit primär akut versus sekundär

Dauer Arbeitsunfähigkeit (in Wochen)	primär (n=20)	sekundär (n=82)	Gesamt
min	5	5	
max	12	24	
mittel	9,7	11,2	10,9

Im Vergleich zu diesen Werten betrug die Dauer der Arbeitsunfähigkeit für die Gesamtgruppe 10,9 Wochen (Tab. 20).

5.8.2. Vergleich der Ergebnisse einzeitig versus mehrzeitig

Zu dieser Fragestellung wurden ebenfalls 2 Gruppen gebildet. Der Gruppe mit einzeitiger Versorgung wurden alle Patienten (26 Operationen) zugeordnet, die nach diagnostizierter vorderer Kreuzbandruptur ohne vorherige Zusatzoperation durch eine arthroskopisch-assistierte Kreuzbandplastik behandelt wurden. Der zweiten Gruppe wurden alle diejenigen Patienten zugeordnet, die durch ein mehrzeitiges Verfahren mit vorangegangener einmaliger bzw. mehrmaliger Arthroskopie versorgt wurden (76 Operationen). Zusammenfassend zeigten sich statistisch in allen ermittelten Kategorien *keine* signifikanten Unterschiede zwischen den Nachuntersuchungsergebnissen beider Gruppen. Lediglich bei der muskelfunktionsdiagnostisch untersuchten Extensorenkraft im Vergleich zur Gegenseite lässt sich ein leichter Trend ($p=0,076$) zugunsten der einzeitig versorgten Gruppe erkennen. Diese Gruppe zeigt zur Nachuntersuchung bei der Extensorenkraft nur ein mittleres Defizit von 1,1 % zur Gegenseite im Vergleich zur mehrzeitig versorgten Gruppe mit einem durchschnittlichen Kraftdefizit von 8,4 % (Abb. 23)

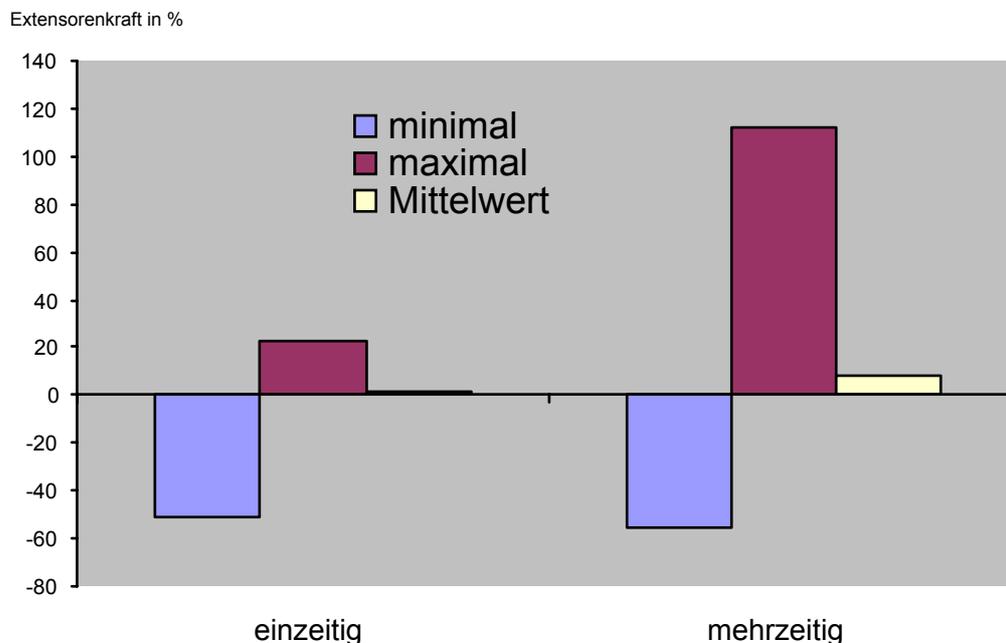


Abb. 23 Vergleich der Extensorenkraft einzeitig versus mehrzeitig

5.8.3. Vergleich verschiedener Nachbehandlungsstrategien

Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden ebenfalls 2 Gruppen gebildet. Die Gruppe Komplexrehabilitation umfasst alle die Patienten mit durchgeführter ambulanter Rehabilitation (AOTR, AROT, EAP), verlängerter ambulanter Rehabilitation und stationärer Anschlussheilbehandlung (AHB). Das spezielle Rehabilitationsregime der verschiedenen Einrichtungen wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt, da die überwiegende Mehrzahl der Patienten in der gleichen Rehabilitationseinrichtung nachbehandelt wurden. Patienten mit durchgeführten krankengymnastischen und physio-therapeutischen Einzelbehandlungen wurden der Gruppe Einzelbehandlung zugeteilt. Es zeigten sich bis auf einen Parameter *keine* signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Lediglich bei der wiedererreichten Extensorenkraft zeigte sich ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der durch Einzelbehandlungen nachbehandelten Gruppe ($p=0,008$). Diese Gruppe konnte das muskuläre Defizit aufgrund der zusätzlich verordneten intensiven Medizinischen Trainingstherapie auf dem Cybex®-Gerät sogar leicht überkompensieren, so dass die operierte Seite in Bezug auf die gemessene Extensorenkraft im Durchschnitt 1,7% stärker war als die Gegenseite.

Tab. 21 Extensorenkraft Einzelbehandlung + MTT versus Komplexrehabilitation

Differenz Extensorenkraft in % zur Gegenseite	Einzelbehandlung incl. MTT (n=16)	Komplexrehabilitation (n=86)
Mittelwert (Negative Werte bedeuten eine Überkompensation)	-1,7	7,87

6. DISKUSSION

klinische, radiologische und muskelfunktionsdiagnostische Betrachtung

Die operative Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur wurde, wie eine Vielzahl anderer gleichartiger Eingriffe, bis vor wenigen Jahren in Deutschland ausschließlich stationär erbracht. Seit Mitte der 80er Jahre erfolgt eine zunehmende Verlagerung dieser Eingriffe in den ambulanten Bereich. Bisher liegen in der Literatur nur wenige Nachuntersuchungsergebnisse nach vorderer Kreuzbandplastik als ein ambulantes Vorgehen vor.

Das Ziel dieser Nachuntersuchung war es, ein relativ homogenes Patientengut nach einer ambulant durchgeführten vorderen Kreuzbandplastik mit einem freien Patellarsehnenentransplantat kurz- und mittelfristig klinisch, radiologisch und muskelfunktionsdiagnostisch nachzuuntersuchen. Alle Operationen wurden vom gleichen Operateur in arthroskopisch-assistierter Technik durchgeführt. Die Anzahl der untersuchten Patienten war von Beginn an begrenzt, da die Praxisklinik erst seit Ende 1994 besteht und andererseits nicht zu kurzfristige Ergebnisse in diese Arbeit einbezogen werden sollten. Von allen in den Jahren 1995 und 1996 operierten und angeschriebenen Patienten erschienen 67,5 % zur Kontrolluntersuchung. Auffällig bei der Nachuntersuchung war die Tatsache, dass für den Großteil der Patienten anstehende Fragen und Probleme nach der Operation ein wichtiger Beweggrund für das Erscheinen zur Nachuntersuchung waren. Das häufig in der Literatur geäußerte Argument der positiven Probandenauswahl bei derartigen retrospektiven Nachuntersuchungen sollte deshalb relativiert werden.

Das Ziel jeder Behandlung und Rehabilitation nach Verletzung des vorderen Kreuzbandes sollte der Wiedergewinn der vor der Läsion bestehenden Funktion sein (Tegner et al. 1985). In der Literatur sowie auf zahlreichen Kongressen wird unverändert über die grundlegende Frage diskutiert, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Weise ein Patient bei einer frischen bzw. alten vorderen Kreuzbandruptur versorgt werden sollte. Die Frage, ob ein Patient bei einer vorderen Instabilität überhaupt operiert werden sollte, gilt allgemein als geklärt und hängt von mehreren Faktoren ab. In den Wochen

nach einer diagnostizierten vorderen Kreuzbandruptur sind vom behandelnden Arzt in Abstimmung mit dem Patienten entscheidende Behandlungsstrategien festzulegen. In Abwägung vieler individueller Gegebenheiten wie Sport- und Aktivitätsniveau, Alter, Kontraindikationen und Verletzungsgrad muss die Entscheidung über ein konservatives bzw. operatives Vorgehen gefällt werden. Bei älteren Patienten über ca. 40 Jahre, bei Patienten ohne Sportambitionen bzw. ohne andere Belastungsanforderungen, bei minimaler Instabilität oder bei Vorliegen von Kontraindikationen wird allgemein zu einem primär konservativen Vorgehen geraten. Die konservative Therapie bei richtiger Indikationsstellung, enger Patientenführung und entsprechender Nachbehandlung zur Muskelkräftigung eine nicht zu vernachlässigende Alternative in der Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur dar (Fink et al. 1996).

Da die überwiegend jungen und sportlich aktiven Patienten ohne eine operative Stabilisierung mit deutlichen Einbußen in ihrer Sportaktivität rechnen müssen (Fink et al. 1993), wird bei dieser Patientengruppe in der Mehrzahl der Einrichtungen eine operative Stabilisierung empfohlen. Der Ersatz des vorderen Kreuzbandes ist die häufigste Operation, die im Rahmen von stabilisierenden Maßnahmen am Kniegelenk durchgeführt wird. Auf Grund der deutlich zunehmenden Operationszahlen ist die vordere Kreuzbandplastik heute zur Routineoperation geworden (Henche et al. 1997). Eine Restitutio ad integrum ist trotz intensiver Forschung und einer Vielzahl an Operationsmethoden nicht möglich. Bei einem operativen Vorgehen steht weiterhin die Frage des Transplantates. Golden Standard war lange Jahre die operative Versorgung mittels eines freien Ligamentum patellae Transplantates. Seit Mitte der 90er Jahre gewinnt zunehmend die Verwendung der Semitendinosus- und Grazilissehne an Bedeutung (Henche et al. 1997, Röpke et al. 2001, Strobel und Schulz 2002). Die Mehrzahl der Operationen wird in arthroskopisch-assistierter Technik oder mittels Miniarthrotomie durchgeführt. In einzelnen Einrichtungen werden jedoch auch noch offene Kreuzbandoperationen durchgeführt. Vergleichsstudien zeigen zudem keine signifikanten Unterschiede zwischen arthroskopisch versus limitiert-offen operierter Patienten (Gerich et al. 1998). Lediglich in den ersten Wochen nach Operation scheint das arthroskopische Vorgehen Vorteile zu bringen (Parli et al. 1997).

Bei 90% der nachuntersuchten Kniegelenke konnte ein negatives Pivot-shift-Zeichen gefunden werden. Rupp et al. (2001) geben für ihr Patientengut nach Patellarsehnenplastik eine negative Pivot-shift-Rate von 86 %, Jäger et al. (2003) geben eine Rate von 94,6% an.

Die instrumentelle Beurteilung der erreichten Stabilität erfolgte mittels Rolimeter®-Testgerät. Eine Untersuchung von Balasch et al. (1999) zeigte in der statistischen Auswertung keinen signifikanten Unterschied in der Meßgenauigkeit zwischen Rolimeter®-Testgerät und dem weitläufig benutzten KT-1000®, aber einen signifikanten Unterschied beim Vergleich der instrumentellen Methoden zur manuellen Prüfung. Der instrumentell im Seitenvergleich mit dem Rolimeter® bestimmte Lachman-Test war in 53 % normal (0-2mm), in 41 % fast normal (3-5mm) und in 6 % leicht abnormal einzustufen. Betrachtet man die Ergebnisse der instrumentellen Stabilitätsprüfung, so ergibt sich bei über 94% ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

Tab. 24 Literaturvergleich instrumenteller Rolimeter® Test (n=102)

Rolimeter® Test	0-2 mm	3-5 mm	>6 mm
Schuh 2003 BTB	53 %	41 %	6 %
Jäger 2001 BTB	82,8 %	14,4 %	2,8 %

Röpke et al. (2001) benutzten in ihrer Untersuchung ebenfalls das Rolimeter® und geben für die BTB-Gruppe eine mittlere Differenz der a.-p.-Translation im Seitenvergleich von 1,5 mm und für die STS-Gruppe von 2,7 mm an.

Auch in der Funktionsprüfung mittels Einbeinsprung ergaben sich insgesamt gute bis sehr gute Ergebnisse. Im Seitenvergleich wurden im Gesamtdurchschnitt 95% der Sprungweite im Vergleich zur gesunden Seite erreicht. Sernert et al. (1999) bestätigen anhand eines sehr großen Nachuntersuchungskollektives an 527 Patienten das eigene Ergebnis und geben in der schwedischen Studie eine durchschnittlich erreichte Weite von 91% an. Jäger et al. (2003) ermittelten für 89% der nachuntersuchten Kniegelenke eine Seitendifferenz im Einbeinsprung von unter 10%. Die guten Ergebnisse im Einbeinsprung sowie in der instrumentellen Stabilitätsprüfung

entsprechen den Ergebnissen der Literatur und lassen eine gute Funktion des Transplantates erwarten.

Insgesamt ergibt sich jedoch in der Vergleichsuntersuchung Patellarsehne versus Semitendinosussehne von Röpke et al. (2001) trotz schlechterer Stabilität der STS-Gruppe ein besseres Gesamtergebnis im IKDC-Score. Aus den eigenen Daten ergibt sich ebenfalls, dass ein gutes Gesamtergebnis nach vorderer Kreuzbandplastik nicht in erster Linie von der gemessenen Stabilität abhängt. 94% der in der apparativen Rolimeter®-Messung ermittelten stabilen Kniegelenke stehen nur 75% guten bis sehr guten Ergebnissen im IKDC-Score gegenüber.

Beim Kniegelenk hat sich bis heute eine gut überschaubare Zahl an häufig verwendeten Nachuntersuchungs-Scores fest etabliert. Es wurden für die Nachuntersuchung folgende Scores ausgewählt, die in der Literatur häufig Anwendung finden und damit eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Ergebnisse erst ermöglichen.

- Tegner-Aktivitätsscore
- Lysholm-Score (subjektive Einschätzung)
- IKDC-Score
- Kannus-Score (Röntgen-Arthrosescore)

Wülker et al. (1991) unterstreichen die Bedeutung eines Aktivitätsindex zur Einschätzung einer Kreuzbandrekonstruktion. Bei seiner Untersuchung zeigten sich im subjektiven Lysholm-Score deutlich bessere Ergebnisse als in der Einschätzung durch den postoperativen Tegner-Aktivitätsindex. Dieses konnte in der vorliegenden Nachuntersuchung ebenfalls nachgewiesen werden. Die subjektive Einschätzung mittels Lysholm-Punktescores zeigte bei 81% der Fälle gute bis sehr gute Ergebnisse. Im Durchschnitt wurden hier 85,8 Punkte erreicht.

Tab. 22 Literaturvergleich zum Lysholm-Score

Lysholm-Score	Schuh 2003 n=102 BTB	Jäger 2003 n=74 BTB	Sernert 1999 n=527 BTB	Pokar 2001 n=76 BTB	Sundgren 1998	Fules 2003 n=24 STS
Ergebnis von maximal 100 Punkten	86	93,6	86	94,6	84,8	92

Beim Tegner-Aktivitätsindex konnte bei 42% der Fälle das alte Niveau wieder erreicht werden, jedoch bei mehr als der Hälfte (56 %) wurde das Aktivitätsniveau vor Verletzung postoperativ nicht mehr erreicht. Dieses Resultat der Gesamtgruppe deckt sich mit Arbeiten der vergangenen Jahre aus dem stationären Bereich. Dieckstall und Rauhut (1999) zeigen in einer größeren Vergleichsuntersuchung eines Bundeswehrkrankenhauses mit einem überwiegend jungen Patientenkontingent, dass nur 33,8 % der Patienten ihr altes sportliches Aktivitätsniveau halten konnten, in der Vergleichsgruppe der nicht stabilisierten Patienten konnten nur noch 17,3 % ihr altes Niveau erreichen. Es zeigt sich zusätzlich in den Arbeiten über einen längeren Nachuntersuchungszeitraum (Gerich et al. 1998), dass der Tegner-Aktivitätsindex im Wesentlichen im 1. bzw. 2. Jahr nach der Operation ansteigt, um dann auf gleichbleibendem Niveau zu stagnieren.

Fink et al. (1996) beschreiben, dass vorwiegend „high-risk-pivoting-Sportarten“ von der operativen Versorgung bezüglich der postoperativen Sportfähigkeit Vorteile haben. Dagegen zeigen sich bei „low-risk-pivoting-Sportarten“ auch in der nicht operierten Gruppe gute bis sehr gute Ergebnisse. In der eigenen Auswertung mit über 88% Sportunfällen (vorwiegend „high-risk-pivoting-Sportarten“) konnten 41% der Patienten ihr altes Sportniveau wieder erreichen, 44% gaben eine reduzierte Sportaktivität an.

Die ermittelten Daten des IKDC-Scores für das eigene Patientengut wurden in einer Literaturrecherche den Ergebnissen aus dem stationären Bereich gegenübergestellt (Tab. 23). Die Recherche-Ergebnisse zeigen dabei eine große Varianz. In einer prospektiven 2-Jahres-Studie von Röpke et al. (2001)

erreichte im IKDC-Score die STS-Gruppe zu 80% sowie die BTB-Gruppe zu 50 % gute bis sehr gute Ergebnisse. Die eigenen Ergebnisse für einen gleichen Nachuntersuchungszeitraum mit einer deutlich größeren Patientenzahl ergeben mit 75.8 % bei der BTB-Technik wesentlich bessere Ergebnisse. Das eigene Ergebnis deckt sich mit den gemittelten Ergebnissen der nachfolgenden Tabelle. Im Durchschnitt zeigen sich in der Gesamteinschätzung mittels IKDC-Score für ein operatives sowie für ein konservatives Vorgehen bei rund 75% der Patienten gute bis sehr gute Ergebnisse.

Tab. 23 Literaturvergleich ermittelte Ergebnisse des IKDC-Score

IKDC		n	A=sehr gut	B=gut	C=schlecht	D=sehr schlecht
Schuh, M.	2003	102	7,8 %	68 %	23,5 %	0%
BTB - 2 Jahre p.o.						
Jäger, A.	2003	74	13,5 %	41,9 %	33,8 %	10,8 %
BTB - 10 Jahre p.o.						
O'Neill et al.	1996	45	62 %	33 %	4%	0%
BTB-arthroskopisch						
Röpke et al.	2001	20	10 %	45 %	40 %	5 %
BTB 2 Jahre p.o.						
Röpke et al.	2001	20	20 %	60 %	20 %	0 %
STS 2 Jahre p.o.						
Müller, B. / Rupp, S.	2000	47	29 %	45 %	24 %	2%
BTB 4,3 Jahre p.o.						
Nebelung W. et al.	1994	29	10,3 %	55,1 %	27,5 %	6,8 %
STS 28 Monate p.o.						
Sernert et al.	1999	527	33,6 %	40 %	20,7 %	5,7 %
BTB 38 Monate p.o.						
Südkamp et al.	2000	61	25 %	70 %	5 %	0 %
STS						
Dieckstall et al.	1999	160	19,4 %	42,5 %	28,1 %	10 %
BTB						
<u>operativ gemittelt</u>			<u>23 %</u>	<u>50,0 %</u>	<u>22 %</u>	<u>5 %</u>
Hidas et al.	1998	42	27 %	51 %	14 %	8 %
konservativ						

Beim Ausbleiben einer therapeutischen Intervention nach der Verletzung des VKB wird als Folge die progressive Zerstörung der Gelenkstrukturen,

verbunden mit einem hohen Wiederverletzungsrisiko, beschrieben (Feagin et al. 1972, Noyes et al. 1983, Fink et al. 1994). Seitz konnte 1998 in einer Nachuntersuchung an 65 konservativ behandelten Patienten eine Komplikationsrate mit Meniskusfolgeverletzung und nachfolgend notwendiger Arthroskopie von 65% feststellen.

Die festgestellte Komplikationsrate am eigenen Patientengut, die eine operative Revision notwendig machte, entspricht mit gesamt 14,7 % weitgehend der vorhandenen Literatur (Hidas et al. 1998). Die Rearthroskopierate nach vorderer Kreuzbandplastik wird in der Literatur zwischen 13-25% angegeben. Mit dabei über 25 % Anteil ist ein freier Gelenkkörper die Hauptursache für Revisionen, gefolgt von Innen- und Außenmeniskusläsionen bzw. einer Synovialitis. Bei 2 Patienten bestand eine therapiebedürftige Bewegungseinschränkung (Arthrofibrose, Cyclops), die früh postoperativ arthroskopisch revidiert wurden. Betrachtet man nur Streckdefizite von $>10^\circ$ und Flexionsdefizite von $>20^\circ$, dann beträgt die Revisionsrate auf Grund einer Bewegungseinschränkung zum Nachuntersuchungszeitpunkt am eigenen Patientengut nur 1,9%. Eine Infektion bzw. Patellafraktur trat in keinem Fall auf. Im Vergleich dazu werden Patellafrakturen in einer Übersichtsarbeit von Djalal und Sangmeister (1997) mit 0,1 - 2,8 % angegeben. In einer Vergleichsuntersuchung zwischen operativen und konservativen Vorgehen ermittelte Hidas et al. (1998) für die operativ versorgten Patienten eine Revisionsrate von 19 % und bei der konservativen Gruppe von 44%. In einer großen Nachuntersuchungsstudie bei 283 Kreuzbandersatzoperationen mittels freiem Patellarsehentransplantat ermittelte Passler et al. (1995) eine Gesamtkomplikationsrate von 21,6 %. Am häufigsten traten hier therapiebedürftige Bewegungseinschränkungen mit einer mittleren Rate von 10,9 % und bei primärer Versorgung innerhalb von 4 Wochen sogar mit einer Rate 17,6 % auf. Auch Dieckstall und Rauhut (1999) sprechen in ihrer Nachuntersuchung bei operativ versorgter Kreuzbandruptur von einer signifikant schlechteren Kniegelenksbeweglichkeit, es werden Streckdefizitraten von durchschnittlich 20% angegeben.

Die Literaturangaben zur Arthrofibrose nach vorderer Kreuzbandplastik sind sehr unterschiedlich, sie variieren zwischen 4 % (Fisher und Shelbourne 1993) und 35 % (Strum et al. 1990). Rillmann et al. (1999) ermittelten in der

Nachuntersuchung bei einer akuten Versorgung innerhalb von 4 Tagen eine Arthrofibroserate von 3,5 % sowie eine deutlich höhere Rate von 8,6 % bei einer postprimären Versorgung innerhalb eines Zeitraumes von 4-14 Tagen nach Verletzung. Insgesamt ergeben sich somit für die Komplikationsrate am eigenen Patientengut mit 0,98% Arthrofibroserate im Vergleich zur Literatur tendenziell bessere mittelfristige Ergebnisse.

Die radiologische Auswertung und der Literaturvergleich der Größenordnung einer tibialen Bohrkanalelongation sind in Tabelle 25 dargestellt. Peyrache et al. (1996) zeigen in ihrer Arbeit, dass eine tibiale Bohrkanalelongation von 16,6% 2 Jahre postoperativ sich im weiteren Verlauf nach 3 Jahren wieder auf 8,3 % reduzierte.

Tab. 25 Literaturvergleich radiologische Tunnelweite der Gesamtgruppe

	Schuh 2003 BTB	Peyrache 1996 BTB	Peyrache 1996 BTB	Clatworthy 1999 STS	Clatworthy 1999 BTB
n	101	44	44	38	35
follow up	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	12 Monate	12 Monate
operativ	10 mm	12 mm	12 mm		
Tunnelweite	12.07 mm	14 ± 2,2mm	13 ± 2,4mm		
Veränderung	+20,7 %	+16,6 %	+8,3 %	+73,9 %	-2,1 %

Linsalata et al. (1997) und Clatworthy et al. (1999) zeigen eine signifikant geringere tibiale Bohrkanalelongation bei Verwendung der Patellarsehne im Vergleich zu den Hamstringsehnen. Auch bei Verwendung der Patellarsehne mit Verwendung von 2 Interferenzschrauben kommt es zu einem Scheibenwischereffekt. Nebelung et al. (2001) beschreiben in einer Vergleichsarbeit, dass die gelenknahe Fixation des Hamstringsehnen-transplantates mit hoher Rigidität und Ermüdungsfestigkeit zu signifikant geringeren Bohrkanalerweiterungen und besseren klinischen Ergebnissen hinsichtlich der Stabilität führt. Ganzer et al. (1998) konnten in einer

Nachuntersuchung nach Verwendung einer anatomiegerechten „All inside Technik“ den Rückgang des Scheibenwischereffektes beschreiben. Am eigenen Patientengut zeigt sich 2 Jahre postoperativ eine Zunahme der Bohrkanal elongation von 20,7 % (Tab. 25). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Gesamtergebnis und tibialer Bohrkanal aufweitung ergab sich in der eigenen Untersuchung nicht. Dieses wurde ebenfalls in der Vergleichsarbeit von Clatworthy et al. (1999) bestätigt. Es stellt sich aber weiterhin als ein wichtiger Aspekt für weiterführende Entwicklungen die Frage, inwieweit es gelingt, durch geeignete Fixationstechniken für die STS- als auch für die BTB-Technik eine möglichst gelenknahe Verankerung zu erreichen.

Dass ein Kniegelenk nach einer Kreuzbandruptur in Verbindung mit entsprechenden Begleitverletzungen wie Meniskusläsionen im Vergleich zur Normalbevölkerung vermehrt arthrosegefährdet ist, gilt in als gesichert (Sun et al. 1997). Im Gegensatz dazu wird die Arthroseentwicklung nach Kreuzbandersatz in der Literatur zum Teil sehr kontrovers diskutiert. So wird von Daniel et al. (1994) eine beschleunigte Arthroseentwicklung nach Kreuzbandplastik beschrieben. Die Mehrzahl der Autoren beschreiben jedoch eine Minderung der Arthroseentwicklung (Küllmer et al. 1994, Seitz et al. 1994). Jäger beobachtet bei seiner 10-Jahres-Nachuntersuchung von 2003 bei 51,3% der Patienten im Röntgenbild deutlich degenerative Veränderungen. In der dazugehörigen Korrelationsanalyse ergibt sich eine signifikant positive Korrelation zwischen der Zeitdauer von Unfall bis zur Versorgung und dem Arthrosegrad. Das Ausmaß der Arthrose korreliert auch hochsignifikant mit einer zusätzlichen Meniskusschädigung.

Die eigenen radiologischen Ergebnisse mittels Kannus-Score zur graduellen Einschätzung der Arthrose beschreiben einen Momentzustand und sollten in weiteren Verlaufsstudien als Ausgangsbasis gewertet werden. Danach erreichten 87,2% aller Patienten gute bis exzellente radiologische Ergebnisse. Eine Differenzierung nach unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und Begleitverletzungen erfolgte in der Auswertung nicht. Es bleibt abzuwarten, wie sich die eigenen Ergebnisse nach einem vergleichbaren 10-Jahres-Nachuntersuchungszeitraum auch im Vergleich zu einer konservativ behandelten Vergleichsgruppe verhalten.

Die Reliabilität des isokinetischen Funktionstests wird von einer Vielzahl von Autoren (Drouin et al. 2004) als durchweg akzeptabel beschrieben. Voraussetzung ist eine ausreichende Motivation des Patienten. Die isokinetische Testung hat vor allem die Aufgabe zu überprüfen, inwieweit durch die Physiotherapie der ursprüngliche muskuläre Zustand wieder erreicht werden konnte. Dabei sollten die Untersuchungen wegen der besseren Validität zunehmend auf Geräten erfolgen, die das Prinzip der „geschlossenen kinematischen Kette“ benutzen. Zur Nachuntersuchung wurde ein Cybex® 6000 Gerät genutzt, welches dieses Prinzip noch nicht anwendet. Es zeigte sich hier, daß bei der Extensorenkraft im Mittel ein Defizit zur Gegenseite von 6% besteht. Ein muskuläres Defizit bei den Flexoren konnte nicht nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse zeigen sich in identischer Weise in einer Langzeituntersuchung von Fink et al. aus dem Jahr 1996. Hier findet sich für die OP-Gruppe ein muskuläres Defizit für die Extensoren von 11% sowie für die Non-OP-Gruppe von 13%. Ein Defizit für die Beugemuskulatur konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Die genannte isokinetische Kraftmessung kann jedoch, als ein wesentlicher Nachteil, nur eine Aussage zur wiedererreichten Krafftähigkeit geben. Die Übungen zur Steigerung von Koordination und Propriozeption sind ebenfalls ein wichtiger Bestandteil in der späten Phase eines trainingstherapeutischen Behandlungsschemas (Engelhardt et al. 2002). Eine Aussage zu erreichten koordinativen und propriozeptiven Fähigkeiten (z.B. durch Sporttest) ist bisher in vorhandenen Nachuntersuchungsstudien nicht zu finden. Anhand der eigenen Ergebnisse lässt sich zeigen, dass aus diesem Grunde Patienten mit einer einseitigen, vorwiegend kraftbetonten Nachbehandlung gleich gute bzw. sogar leicht bessere Ergebnisse als Patienten nach einer Komplextherapie in Bezug auf die isokinetischen Kraftmessung erreichen. Es leitet sich deshalb eine Forderung nach Einführung spezifischer Sport- und Funktionstests in der Verlaufskontrolle nach Kreuzbandplastik ab.

Beim Vorliegen von versorgungswürdigen Begleitverletzungen besteht immer die Indikation zur operativen Intervention durch eine therapeutische Arthroskopie. Bei Diagnosestellung und Operationsmöglichkeit innerhalb von

wenigen Tagen kann im Rahmen der Arthroskopie die definitive Kreuzbandplastik erfolgen. Erfahrungsgemäß kommen vordere Kreuzbandrupturen in der Mehrzahl erst mit zeitlicher Verzögerung zur endgültigen Diagnosestellung. Entsprechend der bisherigen Literatur und den aktuellen Therapieleitlinien ist dann für eine frühsekundäre Versorgung der günstigste Operationszeitpunkt 4 - 6 Wochen nach ursächlichem Trauma, also nach Abklingen der inflammatorischen Phase und bei Vorliegen eines reizlosen, aktiv vollständig streckbaren und weitgehend beugbaren Kniegelenkes (Hertel 1997, Höher et al. 1999). Da es sich bei der vorderen Kreuzbandplastik um einen planbaren operativen Eingriff handelt, der auch mit persönlichen und beruflichen Gegebenheiten wegen der sich anschließenden längeren Arbeitsunfähigkeit abgestimmt werden muss, ist das therapeutische Intervall erfahrungsgemäß deutlich länger. Im Durchschnitt lag es bei allen Verletzungen der eigenen Untersuchung bei 28,7 Monaten, also nach knapp zwei Jahren.

In zahlreichen Studien wird jedoch bei einem verzögertem therapeutischem Vorgehen auf ein deutliches Ansteigen der Begleitverletzungen mit nachfolgend schlechterem Gesamtergebnis hingewiesen (Pokar et al. 2001). Eine ältere Untersuchung von Shelbourne et al. (1991) von 169 akut vorgenommen Rekonstruktionen zeigte, dass Patienten, bei denen in der ersten Woche nach Verletzung die Rekonstruktion erfolgte, eine höhere Inzidenz von Arthrofibrosen zu verzeichnen war. Ebenfalls konnten Shelbourne and Foulk (1995) feststellen, dass Patienten bei einer verzögert durchgeführten vorderen Kreuzbandplastik nach ca. 40 Tagen deutlich bessere Ergebnisse in Bezug auf die Quadrizeps-Muskelkraft aufweisen. Rillmann et al. konnten in einer prospektiven Schweizer Nachuntersuchung von 1999 über 45 Patienten eine erhöhte Arthrofibroserate zwischen dem 4.-14. Tag nachweisen. Er schlägt deshalb eine Versorgung innerhalb von 3 Tagen oder nach Ablauf von 4 - 6 Wochen vor. Passler et al. (1995) kommen ebenfalls in einer Untersuchung von 283 Kreuzbandoperationen zu deutlich höheren Bewegungseinschränkungen (17,6 %) bei der Gruppe der primär operierten Patienten (<7 Tage) im Vergleich zu 6,1% bei sekundär operierten Patienten (>4 Wochen). Eine weitere Vergleichsarbeit zwischen früher Versorgung einer frischen Kreuzbandruptur innerhalb von 2 Wochen versus später Versorgung 8

Wochen nach Verletzung von Meighan et al. (2003) ergibt für die frühe Versorgung keinerlei funktionale Vorteile. In Bezug auf Muskelkraft und Bewegungsausmaß zeigen sich bei Meighan et al. (2003) bei verzögerter Versorgung tendenziell bessere Ergebnisse.

Anhand der ermittelten Ergebnisse zeigt sich bei allen ermittelten Kenngrößen *kein* signifikanter Unterschied zwischen der primär akut/subakut und spät sekundär durchgeführten Kreuzbandplastik. Auch in der erreichten Kniegelenksbeweglichkeit gibt es keine signifikanten Unterschiede. Es lassen sich in Bezug auf den ermittelten Tegner-Aktivitäts-Score bzw. bei der Dauer der Arbeitsunfähigkeit tendenziell bessere Ergebnisse für die primär akut/subakut versorgte Gruppe nachweisen. Ein Grund für das ausgeglichene Ergebnis ist sicherlich die großzügig festgelegte Zeitspanne bis einschließlich der 5. Woche nach Verletzung für ein primär akutes/subakutes Vorgehen. Die geringere Rate an versorgungswürdigen Begleitverletzungen und Folgeschäden lässt das Ergebnis zu Gunsten der primär versorgten Gruppe ausfallen.

Anhand der eigenen Ergebnisse ist somit eine primär akute Versorgung der Verletzung anzustreben. Die Ergebnisse zeigen jedoch nur in der Tendenz bessere Ergebnisse ohne jede Signifikanz. Auch bei verzögerter operativer Stabilisierung nach Ablauf der 5. Woche nach Ruptur ist auf Grund der nur minimalen Unterschiede ein Vorgehen im Intervall zu rechtfertigen.

In den vor der Nachuntersuchung festgelegten Untergruppen ist die Patientenaufteilung zahlenmäßig sehr zu Gunsten der sekundären Gruppe verteilt, so dass hier die Vergleichsergebnisse nur eingeschränkt verwertet werden können und damit deutlich an Aussagekraft verlieren. Nur nachfolgende langfristige Untersuchungen mit einer größeren Patientenzahl könnten somit validere Daten zur Hand geben.

Ein weiterer Aspekt der Nachuntersuchung galt den Ergebnissen nach einzeitigem bzw. mehrzeitigen operativen Vorgehen. Es zeigen sich hier bei den ermittelten Ergebnissen in jeder Kategorie *keine* signifikanten Unterschiede zwischen einem einzeitigen bzw. mehrzeitigen operativen Vorgehen. Die Ergebnisse zeigen lediglich im Trend leicht bessere Ergebnisse bei der einzeitig operierten Gruppe. Sprechen die klinischen und bildgebenden

Befunde für eine frische vordere Kreuzbandruptur, so sollte der junge und sportlich ambitionierte Patient gleichzeitig zur Arthroskopie für die geplante VKB-Plastik aufgeklärt werden und die vordere Kreuzbandplastik in einem einzeitigen Verfahren durchgeführt werden.

Bei der Entscheidung des Operateurs in Absprache mit dem Patienten bei diagnostizierter vorderer Kreuzbandruptur über das zu wählende OP-Regime können in Kenntnis der vorliegenden Untersuchung zusätzlich andere weiterführende Faktoren in die Wahl mit einbezogen werden.

Einerseits spricht in Zeiten knapper wirtschaftlicher Ressourcen alles für ein einzeitiges Vorgehen. Andererseits müssen auf persönliche und berufliche Anforderungen des Patienten Rücksicht genommen werden. Die arthroskopisch durchgeführte vordere Kreuzbandplastik ist ein elektiver operativer Eingriff und zieht eine längerfristige Arbeitsunfähigkeit bzw. intensive Nachbehandlung nach sich. Es ist also nachvollziehbar, dass die Operation oftmals zweizeitig zu einem günstiger gelegenen Zeitpunkt für den Patienten gewünscht wird. Die vorhandene Literatur gibt zu dieser Fragestellung keine Hinweise. Entsprechend dieser Erkenntnisse erfolgt in o.g. Praxisklinik bei einem vorselektionierten Patientengut und bei Einverständnis des Patienten die Empfehlung zur einzeitigen Versorgung.

Die Ergebnisse zur Fragestellung Krankengymnastik als Einzelanwendungen versus Komplexrehabilitation zeigen, bis auf eine Ausnahme, in allen nachuntersuchten Parametern keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen. Statistisch signifikant ($p=0,008$) zeigte sich bei der krankengymnastisch nachbehandelten Gruppe eine höher wiedererlangte Muskelkraft der Extensoren. Dieses ist sicherlich mit der durchgeführten intensiven Medizinischen Trainingstherapie (MTT) im Nachbehandlungsprogramm zu erklären, welches bei der Krankengymnastik-Gruppe prozentual deutlich häufiger absolviert wurde. Der krankengymnastisch nachbehandelten Gruppe wurde als Zusatzempfehlung über ca. 3 Monate ($2 \times 90 \text{ min/Woche}$) ein entsprechendes Muskeltraining auf dem Cybex®-Gerät empfohlen. Diese Patientengruppe hat dadurch im Unterschied zur Komplexrehabilitationsgruppe in Bezug auf die Medizinische Trainingstherapie eindeutig mehr Aufwand

betrieben und es ist zusätzlich ein Gewöhnungseffekt an das Cybex®-Gerät eingetreten.

Andererseits zeigen sich in Bezug auf die Zeit der Arbeitsunfähigkeitszeit von der Operation bis zum Wiedereinstieg in das Berufsleben für die Komplexrehabilitationsgruppe bessere Werte als für die Krankengymnastik-Gruppe. Die Krankengymnastik-Gruppe war im Durchschnitt 11,2 Wochen arbeitsunfähig, die Komplexrehabilitation-Gruppe begann bereits im Durchschnitt von ca. 10,8 Wochen wieder mit der Arbeit. Eine Signifikanz ließ sich jedoch nicht nachweisen. In einer Vergleichsarbeit von Rillmann et al. (1999) aus der Schweiz werden Arbeitsunfähigkeitszeiten zwischen 13,7 und 16,7 Wochen angegeben.

Die ambulante Kreuzbandplastik gehört zu einer Vielzahl von ambulanten Operationen, die seit Mitte der Achtziger Jahre in Europa und vor allem in Deutschland in zunehmender Anzahl in Praxiskliniken durchgeführt werden. In den USA kam diese Entwicklung vorwiegend aus ökonomischen Zwängen deutlich schneller und intensiver als in Deutschland in Gang. Durch mehrere deutsche Gutachten wurde bestätigt, dass durch die Förderung des Ambulanten Operierens jährlich Milliardenbeträge aus dem stationären Bereich heraus gespart werden könnten. Im vertragsärztlichen Bereich der Bundesrepublik werden Ambulante Operationen seit Beginn der 80-er Jahre durchgeführt, aber erst im Gesundheitsstrukturgesetz von 1992 wurde dieses dann gesetzlich verankert. Besonders im orthopädischen Bereich kam es Mitte der 90er Jahre zur deutlichen Zunahme der Fallzahlen. Allein 1995 wurden in den westlichen Bundesländern laut Angaben des Statistischen Bundesamtes (1998) 141.000 ambulante Eingriffe am Kniegelenk durchgeführt.

Novak et al. (1996) untersuchten in den USA 1996 die Behandlungskosten der VKB-Operationen von ambulanten und stationären Patienten. Inklusive aller Nebenkosten, ohne Kosten für den Operateur und den Anästhesisten, belaufen sich dort die ambulanten Kosten auf ca. \$ 3.855, für den stationären Teil belaufen sie sich im Mittel auf \$ 11.245. In einer ähnlichen Untersuchung in den USA konnte bei ca. 300 ambulant durchgeführten Patellarsehnen- und Semitendinosusplastiken ein Einsparpotential von ca. \$ 5.900 erreicht werden (Losee et al. 1993). Aufgrund der unterschiedlichen Abrechnungsmethoden in

Deutschland lässt sich keine genaue Einsparsumme bei ambulanter Versorgung ermitteln.

Ein ähnliches Einsparpotential ergibt sich ebenfalls auf dem Gebiet der Rehabilitation. Wilke und Froböse (2001) hatten in einer Kosten-Nutzen-Analyse bei der Rehabilitation von Kniebandplastiken im Rahmen der Erweiterten Ambulanten Physiotherapie (EAP) der Berufgenossenschaften bei gleicher Anzahl der Behandlungstage ein Einsparpotenzial von 63% errechnet. Beck et al. (2002) nennen Kosten für eine stationäre Rehabilitation von 3305 DM für 15 Behandlungstage im Vergleich zu 2787 DM für 27 Behandlungstage bei einer Ambulanten Rehabilitationsmaßnahme (AMR).

Wichtig erscheint neben der finanziellen Vergleichsbetrachtung einer ambulanten bzw. stationären Versorgung und Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandruptur auch die Tatsache, dass eine zunehmende Verzahnung beider Versorgungssysteme zur Ausbildung des ärztlichen Nachwuchses notwendig ist. Ambulant durchzuführende Standardeingriffe spielen bei der derzeitigen Trennung der Versorgungssysteme immer weniger eine Rolle in der regulären Facharztausbildung, die zu wesentlichen Teilen im Krankenhaus erfolgt. Politisch wird gegenwärtig die Ankopplung von ambulanten Versorgern an die Krankenhäuser favorisiert, andererseits kann auch in der Assistenzarztausbildung über eine Pflichtzeit im Ambulanzsektor nachgedacht werden.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN:

Die vorliegende retrospektive Studie bewertet die kurz- bis mittelfristigen Ergebnisse der ambulanten arthroskopisch-assistierten Kreuzbandplastik mittels eines freien Patellarsehnen-Transplantates im Vergleich zu den Literaturergebnissen eines stationären Vorgehens.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein ambulantes Vorgehen mindestens gleich gute Ergebnisse wie ein stationäres Vorgehen erreicht. Insgesamt sind knapp 75 % der Patienten zufrieden bis sehr zufrieden mit dem funktionellen Ergebnis der Operation. In den Ergebnissen erreichten nur knapp 40 % der Patienten die Sportaktivität vor der Verletzung. Nach durchschnittlich 10,9 Wochen konnte die Erwerbstätigkeit wieder aufgenommen werden.

Ebenfalls erfolgten in der Arbeit vergleichende Untersuchungen an den eigenen Ergebnissen zu unterschiedlichen Behandlungs- und Operations-schemata bzw. unterschiedlichen Rehabilitationskonzepten.

Es zeigte sich hierbei, dass das Ergebnis der Operation unabhängig vom gewählten Operationszeitpunkt bzw. von einem mehrzeitigen Vorgehen ist. Die Patienten mit krankengymnastischer Nachbehandlung und zusätzlicher Medizinischer Trainingstherapie erreichten eine signifikant bessere Muskelkraft als die Gruppe der Komplexrehabilitation. Die Gruppe der Komplexrehabilitation erreichte jedoch früher als die Vergleichsgruppe Krankengymnastik die Arbeitsfähigkeit. Zur Funktionsüberprüfung sollten die bisherigen Kraftmessungen durch spezielle Koordinations- bzw. Propriozeptionsteste abgelöst werden.

Betriebswirtschaftlich stellt die ambulant durchgeführte Kreuzbandplastik in Zeiten eingeschränkter finanzieller Möglichkeiten der Krankenkassen eine preiswerte Alternative zum stationären Vorgehen dar. Bei weiterhin hoher und meßbarer Qualität des ambulanten Operierens wird sich der Trend in diese Richtung weiter fortsetzen.

9. LITERATURVERZEICHNIS

Aglietti P, Buzzi R, Giron F, Simeone AJ, Zaccherotti G. 1997. Arthroscopic-assisted anterior cruciate ligament reconstruction with the central third patellar tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 5:138-144.

Attmannsbacher W, Dittrich V, Stedtfeld HW. 2000. Revision nach LCA-Plastik mit dem TransFIX-Instrumentarium. *Arthroskopie*, 13:47-53

Balash H, Schiller M, Friebel H, Hoffmann F. 1999. Evaluation of anterior knee joint instability with the Rolimeter. A test in comparison with manual assessment and measuring with the KT-1000 arthrometer.

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 7(4):204-208

Barber FA. 1992. What is the terrible triad? *Arthroscopy*, 8:19-22

Beck I, Reichelt A, Beck W. 2002. Klinische Ergebnisse der ambulanten Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandplastik. *Arthroskopie*, 15:17-20

Bernsmann K, Rosenthal A, Sati M, Ansari B, Wiese M. 2001. Anwendung eines CAS-Systems in der Arthroskopischen Kreuzbandchirurgie -Adaptation und Applikation in der klinischen Praxis. *Zentralblatt Orthopädie und Ihre Grenzgebiete*, 139(4):346-51

Blauth W, Helm C. 1988. Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes- ein diagnostisches Problem? *Unfallchirurg*, 91(8):358-365

Burkart A, Debski RE, McMahon P, Rudy T, Fu F, Musahl V. 2001. Precision of ACL tunnel placement using traditional and robotic techniques. *Computer Aided Surgery*, 6(5):270-278

Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU. 1999. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 7:138-145

Djalal T, Sangmeister M. 1997. Streißfraktur der Patella nach Lig. Patellae Transplantatentnahme. Aktuelle Sporttraumatologie, 27:64-66

Dandy DJ. Hrsg. 1981. Arthroskopie surgery of the knee. Verlag Churchill Livingstone, 67-68

Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. 1994. Fate of the ACL-injured Patient - A Prospective Outcome Study. American Journal Sports Medicine, 22(5):632-644

Demirdjian AM, Petrie SG, Guanche CA, Thomas KA. 1998. The outcomes of two knee scoring questionnaires in a normal population. American Journal Sports Medicine, 26(1):46-51

Diekstall P, Rauhut F. 1999. Überlegungen zur Differentialindikation der vorderen Kreuzbandplastik. Unfallchirurg, 102:173-181

Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. 2004. Reliability and validity of the biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. European Journal of Applied Physiology, 91(1):22-29

Eichhorn J, Strobel M. 1997. Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit der Quadrupelsemitendinosussehne in der 2-Kanal-Technik mit der Dualbuttonfixation. Arthroskopie, 10:246-249

Engbretsen L, Svenningsen S, Benum P. 1988. Poor results of anterior cruciate repair in adolescents. Acta Orthop. Scand., 59(6):684-686

Engelhardt M, Freiwald J, Rittmeister M. 2002. Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandplastik. Der Orthopäde, 31:791-798

Feagin JA, Abbot HG, Rokous JR. 1972. The isolated tear of the anterior cruciate ligament. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 54:1340-1341

Feagin JA, Lambert KL, Cunningham RR. 1987. Consideration of the anterior cruciate ligament injury in skiing. *Clin. Orthop*, 216:13-18

Fisher SE, Shelbourne KD. 1993. Arthroscopic treatment of symptomatic extension block complicating anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 21:558-564

Fink C, Hoser C, Benedetto KP. 1993. Sportfähigkeit nach vorderer Kreuzbandruptur-Operative versus nicht operative Therapie. *Aktuelle Traumatologie*, 23:371-375

Fink C, Hoser C, Benedetto KP. 1994. Arthroseentwicklung nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes. *Unfallchirurg*, 97:357-361

Fink C, Hoser C, Benedetto KP, Hackl W, Gabl M. 1996. Langzeitergebnisse nach konservativer oder operativer Therapie der vorderen Kreuzbandruptur. *Unfallchirurg*, 99:964-969

Fink C, Benedetto KP, Hoser C, Hackl W. 1997. Indikation zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes. *Arthroskopie*, 10:229-235

Frank C, Gravel J. 1995. Hamstring spasm in anterior cruciate ligament injuries. *Arthroscopy*, 11(4):444-448

Franke J. 1981. Classification of chronic capsule instabilities of knee joint. *Beiträge Orthopädie Traumatologie*, 28(3):125-140

Freeman BJ, Rooker GD. 1995. Spontaneous rupture of the anterior cruciate ligament after anabolic steroids. *British Journal Sports Med*, 29(4):274-275

Frick H, Leonhardt H und Starck D. Hrsg. 1992.

Spezielle Anatomie Band 1. Thieme Verlag, 373-374

Furmann W, Marshall J L. 1976. The Anterior Cruciate Ligament. A Functional Analysis Based on Postmortem Studies. Journal of Bone and Joint Surgery, 58A:179-185

Ganzer D, Minnich S, Völker L, Pietzner U, Hermann U, Mayer G. 1998.

Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit der All-inside-Technik.

Arthroskopie, 11:68-73

Gerich TG, Lattermann C, Bosch U, Lobenhoffer HP, Tscherne H. 1998.

Endoskopische versus limitiert offene Technik für den Ersatz des vorderen

Kreuzbandes. Unfallchirurg, 101:551-556

Girgis FG, Marshall JL. 1975. The Cruciate Ligaments of the Knee. Anatomical,

Functional and Experimental Analysis. Clin. Ortop., 106:216-231

Gogus A, Lobenhoffer P, Tscherne H. 1993. Allogenic cruciate ligament

replacement. Perspectives and initial clinical results. Unfallchirurg, 96(2):93-99

Grontvedt T, Engebretsen L, Bredland T. 1996. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone grafts with and without augmentation. Journal Bone Joint Surgery (Br), 78(5):817-822

Hackl W, Fink C, Benedetto KP, Hoser C. 2000. Transplantatfixation bei der

vorderen Kreuzbandrekonstruktion. Unfallchirurg, 103:468-478

Harms V. Hrsg. 1992. Kapitel Statistische Testverfahren, Biomathematik,

Statistik und Dokumentation. Sechste Auflage. Harms Verlag, 198-205

Harner CD, Paulos LE, Greenwald AE, Rosenberg TD, Cooley VC. 1994.

Detailed analysis of patients with bilateral anterior cruciate ligament.

American Journal Sports Med., 22(1):37-43

Hefti F, Müller W. 1993. Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form. *Der Orthopäde*, 22(6):351-362

Henche HR, Birkner W. 1997. Die 8fache Plantarissehne - Eine neue Methode zur Kreuzbandrekonstruktion. *Arthroskopie*, 10:256-260

Hertel P. Hrsg. 1997. Vordere Kreuzbandruptur. Leitlinien Unfallchirurgie. Georg Thieme Verlag.

Hidas P, Pavlik A, Berkes I, Halasi T. 1998. Vordere Kreuzbandruptur bei Sportlern-operative oder konservative Therapie? *Arthroskopie*, 11:78-81

Höher J, Tingart M, Tiling T. 1999. Prophylaxe der Arthrofibrose in der Kreuzbandchirurgie. *Arthroskopie*, 12:246-251

Hoher J, Moller HD, Fu FH. 1998. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 6(4):231-240

Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. 1998. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 6(2):107-114

Jäger A, Welsch F, Braune C, Eberhardt C, Kappler C. 2003. 10-Jahres-Ergebnisse nach arthroskopischer vorderer Kreuzbandrekonstruktion mit dem Patellarsehnen-Transplantat. *Zentralblatt Orthopädie und Ihre Grenzgebiete*, 141:42-47

Jansson KA, Harileinen A, Sandelin J. 1999. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 7(5):290-295

Kandziora F, Herresthal J, Jäger A, Schöttle H, Zichner L. 1998. Arthroskopische Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mit der gedoppelten Semitendinosussehne – Experimentelle und klinische Ergebnisse eines neuen femoralen Fixationsverfahrens. *Arthroskopie*, 11:61-67

Kannus P, Järvinen M, Paakkala T. 1988. A radiological scoring scale for evaluation of post-traumatic osteoarthritis after knee ligament injuries. *Int. Orthop.*, 12:291-297

Kao JT, Giangarra CE, Singer G, Martin S. 1995. A comparison of outpatient and inpatient anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Arthroscopy*, 11:151-156

Kennedy JC, Weinberg HW, Wilson AS. 1974. The Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. *Journal of Bone Joint Surgery*, 56:223-235

Kühne JH, Fottner M, Plitz W. 1999. Primärstabilität einer implantatfreien Verankerung des Lig.-patellae-Transplantats beim vorderen Kreuzbandersatz. *Unfallchirurg*, 102:791-796

Küllmer K, Letsch R, Turowski B. 1994. Wich factors influence the progression of degenerative osteoarthritis after ACL surgery? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2:80-84

Lajtai G, Balon R, Humer K, Aitzetmüller G. 1998. Resorbierbare Interferenzschrauben - Histologische Untersuchung 4,5 Jahre postoperativ. *Unfallchirurg*, 101:866-869

L`Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. 1997. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 5:234-238

Lobenhoffer P, Tscherne H. 1993. Rupture of the anterior cruciate ligament. Current status of treatment. Unfallchirurg, 96:150-168

Losee GM, Troop RL, Robertson DB. 1993. Analysis of outpatient ACL surgery: six year results in 314 patients (Vortrag). Specialty Day meeting of AOSSM, February 21, San Francisco (CA)

Meighan AA, Keating JF, Will E. 2003. Outcome after reconstruction of the anterior cruciate ligament of athletic patients. A comparison of early versus delayed surgery. Journal of Bone Joint Surg (Br), 85(4):521-524

Müllner TH, Kdolsky R, Kwasny O, Schabus R, Vecsei V. 1996. Zyklusssyndrom. Arthroskopie, 9:291-296

Nakayama Y, Shirai Y, Narita T, Mori A. 1998. Enlargement of bone tunnels after anterior cruciate ligament reconstruction. Nippon Ika Daigaku Zasshi, 65(5):377-381

Nebelung W. Hrsg. 1997. Skriptheft zum 14. Kongress der deutschsprachigen Gesellschaft für Arthroskopie (AGA), Berlin

Nebelung W, Becker R, Merkel M, Röpke M. 1998. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon. Arthroskopy, 14(8):810-815

Nebelung W, Abdou Y, Bochwitz K. Hrsg. 2001. Transfix vs. Endobutton-klinische und röntgenologische 2-Jahres-Ergebnisse nach vorderer Kreuzbandplastik mit Quadruple-Hamstringsehnen. Skriptheft 18. Kongress der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie. Saarbrücken 21.-22. September 2001

Nicholas JA. 1973. The five-one reconstruction for anteromedial instability of the knee. Indications, technique, and the results in fifty-two patients. Bone and Joint Surgery (Am), 55:899-922

Novak PJ, Bach BR, Bush-Joseph CA. 1996. Cost Containment: A Charge Comparison of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*, 12(2):160-164

Noyes FR, Bassett RW, Grood ES. 1980. Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 62:687-695

Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL. 1983. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 65:154-162

Noyes FR, Barber-Westin SD. 1996. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with human allograft. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 78(4):524-537

O'Neill DB. 1996. Arthroscopically Assisted Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 78A-6:803-813

Passler JM, Schippinger G, Schweighofer F. 1995. Komplikationen bei 283 Kreuzbandersatzoperationen mit freiem Patellarsehnen-Transplantat. *Unfallchirurgie*, 21:240-246

Pässler HH. 1997. Geschichte der vorderen Kreuzbandchirurgie: Alte und neue Fakten. *Arthroscopie*, 10:222-228

Parli R, Munzinger, Bizzini M. 1997. Vorderes Kreuzband. (Vortrag) 14. Kongress der deutschsprachigen Gesellschaft für Arthroscopie

Petermann J, Heeckt P, Gotzen L. 1999. Die vordere Kreuzbandrekonstruktion unter Einsatz des CASPAR-Systems. *Extracta orthopädicæ*, 10:15-19

Petermann J, Schierl M, Niess C, Kober R, Heinze P, Gotzen L. 2000. Computerassistierte Planung und roboterassistierte Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes mit dem CASPAR-System. *Arthroscopie*, 13:270-279

Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J. 1996. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(1):2-8

Pokar S, Wißmeyer T, Krischak G, Kiefer H, Kinzl L, Hehl G. 2001. Die arthroskopisch gestützte Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes mittels autologer Patellarsehenplastik, 5-Jahres-Ergebnisse. *Unfallchirurg*, 104:317-324

Povacz P, Povacz F, Reichl M, Resch H. 1998. Bedeutung der Biometrie nach Menschik in der Wiederherstellungschirurgie nach vorderer Kreuzbandruptur. *Arthroskopie*, 11:309-315

Rillmann P, Holzach P, Ryf C. 1999. Arthrofibrose nach früher vorderer Kreuzbandrekonstruktion. *Arthroskopie*, 12:260-267

Risberg MA, Holm I, Stehen H, Beynon BD. 1999. Sensitivity to changes over the time for the IKDC form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 7(3):152-159

Röpke M, Becker R, Urbach D, Nebelung W. 2001. Semitendinosussehne vs. Ligamentum patellae. Klinische Ergebnisse einer prospektiven Studie nach vorderer Kreuzbandplastik. *Unfallchirurg*, 104:312-316

Rupp S, Müller B, Sel R. 2001. Knee laxity after ACL reconstruction with a BPTB graft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9:72-76

Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. 1984. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments: a histological study. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 66:1072-1072

Seitz H, Chrysopoulos A, Egkher E, Mousavi M. 1994. Long-term results of replacement of the anterior cruciate ligament in comparison with conservative therapy. *Chirurg* (11):992-998

Seitz H, Marlovits S, Kolonja A. 1998. Meniskusläsionen nach konservativer Therapie vorderer Kreuzbandrupturen. *Arthroskopie*, 11:82-85

Sernert N, Kartus J, Köhler K, Stener S, Larsson J, Eriksson BI, Karsson J. 1999. Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction. A follow-up of 527 patients. *Knee surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (7):160-165

Sekiya I. 1998. Significance of the Single-Legged Hop Test to the Anterior cruciate Ligament-Reconstructed Knee in Relation to Muscle strength and Anterior Laxity. *Am J Sports Med*, 26:384-388

Shelbourne KD, Whitaker HJ, McCarroll JR. 1990. Anterior cruciate Ligament injury. *American Journal of Sports Med*, 18(5):484-488

Shelbourne KD, Wilckens JH. 1991. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *American Journal of Sports Med*, 19:332-336

Shelbourne KD, Foulk DA. 1995. Timing of surgery in acute cruciate ligament tears on the return of quadriceps muscle strength after reconstruction using an autogenous patellar tendon graft. *American Journal of Sports Med.*, 23 (6):686-689

Shelbourne KD, Facibene WA, Hunt JJ. 1997. Radiographic and intraoperative intercondylar notch width measurements in men and woman with unilateral and bilateral anterior cruciate ligament tears. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 5: 229-233

Shimizu T, Takahashi T, Wada Y, Tanaka M, Yamamoto H. 1999. Regeneration process of mechanoreceptors in the reconstructed anterior cruciate ligament. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 119(7-8): 405-409

Sperner G, Seewald P, Hamberger A, Koller A. 1996. Arthroscopic replacement of the anterior cruciate ligament with a double semitendinosus tendon. Unfallchirurg, 99:869-874

Statistisches Bundesamt. Gesundheitsbericht für Deutschland. Hrsg. 1998. Stuttgart: Metzler-Verlag, 431-434

Strobel M, Stedtfeld HW, Eichhorn HJ. 1996. Diagnostik des Kniegelenkes. Dritte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag

Strobel MJ, Schulz MS. 2002. VKB-Rekonstruktion mit dem Semitendinosus-Grazilis-Sehnen-Transplantat. Der Orthopäde, 31(8):758-769

Strum GM, Friedmann MJ, Fox JM. 1990. Acute anterior cruciate ligament reconstruction. Analysis of complications. Clin Orthop, 253:184-189

Südkamp NP, Stähelin AC, Wagner M, Weiler A. 2000. Eine neue Technik zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes unter Verwendung von Hamstring-Sehnen und biodegradierbaren Interferenzschrauben. Arthroskopie, 13:280-286

Sun Y, Sturmer T, Gunther KP, Brenner H. 1997. Incidence and prevalence of cox- and gonarthrosis in the general population. Zentralblatt für Orthopädie Ihre Grenzgebiete, 135(3):184-192

Tegner Y, Lysholm J. 1985. Rating systems in evaluation of knee ligament injuries. Clinical orthopaedics and related research, 198:43-49

Tierney GS, Wright RW, Smith JP, Fischer DA. 1995. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction as an Outpatient Procedure.

American Journal of Sportsmedicine, 23/6:755-756

Wilke C, Froböse I. 2001. Erweiterte ambulante Physiotherapie. Kosten-Nutzen-Analyse am Beispiel von Kniebandplastiken.

Trauma/Berufskrankheit, 3:381-384

Wirth CJ, Artmann M, Jager M, Refior HJ. 1974. Plastic reconstruction of old anterior cruciate ligament ruptures by the Bruckner procedure.

Arch Orthop Unfallchir, 78:362-73

Wirth CJ. 1989. Cruciate ligament injuries of the knee joint.

Orthopäde, 18(4): 313-314

Wülker N, Kohn D, Siebert WE, Wirth CJ. 1991. Die Bedeutung des Aktivitäts-Scores bei der Bewertung von Kniebandrekonstruktionen.

Sportverletzung/Sportschaden, 5:130-134

Zimny ML, Schutte M, Dabezies E. 1986. Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. Anat Rec, 214:204-209

ANHANG

Tab. 26 angewendeter Tegner-Aktivitäts-Score

10	Nationale oder internationale Turniere: Fußball, Hallen-Ballsport mit Gegenerkontakt (Handball, Basketball)
9	Nationale oder internationale Turniere: Abfahrtslauf, Hallenballsport ohne Gegnerkontakt (Squash, Badminton, Eishockey) Regionale Turniere: Fußball, Hallenballsport mit Gegenerkontakt
8	Turniersport: Hallen-Ballsport ohne Gegenerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf
7	Turniersport: Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik Freizeitsport: Fußball, Hallen-Ballsport, Quersfeldeinlauf, Abfahrtslauf
6	Freizeitsport: Tennis, Leichtathletik, Turnen, Jogging mindestens 5 mal wöchentlich
5	Arbeit: schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit) Turniersport: Radfahren, Langlauf, Rudern, Freizeitsport: Jogging auf unebenem Boden 2 mal die Woche
4	Arbeit: mittelschwere körperliche Arbeit (LKW-Fahrer, Bodenreinigung) Freizeitsport: Radfahren, Langlauf, Joggen auf unebenem Boden 2 mal wöchentlich
3	Arbeit: leichte körperliche Arbeit (Verkäufer) Turnier- und Freizeitsport: Schwimmen, Waldspaziergänge Gehen auf unebenem Gelände
2	Arbeit: überwiegend stehende, körperliche Arbeit Gehen auf unebenem Boden
1	Arbeit: sitzende Tätigkeit Gehen auf ebenem Boden
0	krank geschrieben auf Grund von Knieproblemen

Tab. 27 Lysholm-Score modifiziert und übersetzt nach Wülker et al

	Lysholm-Score	
Hinken	kein Hinken	5
	gelegentlich oder leicht	3
	schwer und ständig	0
Gehhilfen	keine	5
	Stock oder Stütze	2
	keine Belastung möglich	0
Oberschenkelatrophie	keine Atrophie	5
	1-2cm Atrophie	0
	mehr als 2cm Differenz	0
Instabilität	keine Instabilität	30
	selten (bei Sport oder schwerer Anstrengung)	25
	häufig bei Sport oder schwerer Anstrengung oder	20
	gelegentlich bei alltäglicher Belastung	10
	häufig bei alltäglicher Belastung	5
	bei jedem Schritt	0
Schmerzen	keine	30
	gelegentlich und leicht bei schwerer Anstrengung	25
	stark bei Subluxation	20
	stark bei starker Anstrengung	15
	stark bei oder nach 2km Gehen	10
	stark bei oder nach weniger als 2 km Gehen	5
	ständig	0
Schwellung	keine	10
	bei Subluxation	7
	bei schwerer Anstrengung	5
	bei normaler Anstrengung	2
	ständig	0
Treppensteigen	problemlos	10
	leicht behindert	6
	nur einzelne Stufen	2
	unmöglich	0
Hocken	problemlos	5
	leicht behindert	4
	nicht über 90°	2
	unmöglich	0
	Gesamtpunktzahl:	100

Tab. 27 Formblatt zur Ermittlung des IKDC-Score

	normal	fast normal	abnormal	stark abnormal	Gruppen
1. Subjektiv					
Wie funktionierte Knie vor Unfall ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
Wie funktioniert Ihr Knie jetzt ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
2. Symptome	starke Aktivität	moderate Akt.	leichte Akt.	Probleme	
keine Schmerzen bei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
keine Schwellung bei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
kein partielles Giving way bei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
kein totales Giving way bei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
3. Bewegungsumfang					
Extension/ Flexion	betroffene Seite		Gegenseite		
Streckdefizit	<input type="checkbox"/> < 3°	<input type="checkbox"/> 3-5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> >10°	□□□□
Flexionsausfall	<input type="checkbox"/> 0-5°	<input type="checkbox"/> 6-15°	<input type="checkbox"/> 16-25°	<input type="checkbox"/> >25°	□□□□
4. Bandapparat					
Lachmann in 25°	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++	□□□□
Anschlag	fest		weich		□□□□
Schublade Neutral 70°	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++	□□□□
Außenrotationsschublade	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++	
Innenrotationsschublade	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++	
Hinterer Durchhang 70°	<input type="checkbox"/> 1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm	□□□□
mediale Gelenköffnung	<input type="checkbox"/> 1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm	□□□□
laterale Gelenköffnung	<input type="checkbox"/> 1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm	□□□□
Pivot shift	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++	□□□□
reversed Pivot shift	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
5. Kompartimentelle Befund	keine		mäßig	stark	
patellofemorale Krepitation	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
Krepitation medial	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
Krepitation lateral	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
6. Röntgenbefunde	normal		< 50%	> 50%	
patellofemoraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
lateral Gelenkspalt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
Lachmann Aufnahme in mm					
7. Funktioneller Test	100-91 %	90-76 %	75-50 %	< 50%	
Einbeinsprung in % der Gegenseite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□□□□
Sprungbein	links		rechts		
Endresultat					□□□□
					A B C D

Tab. 28 verschickter Fragebogen zur subjektiven Zustandsbeschreibung

Patientenfragebogen	von:
Bitte beantworten Sie folgende Fragen	
1- Wie kam es zu der Verletzung ?	<input type="checkbox"/> Sport welcher ?.....
	<input type="checkbox"/> Beruf
	<input type="checkbox"/> Freizeit
	<input type="checkbox"/> Sonstiges
2- Wie funktionierte Ihr Knie vor der Verletzung?	<input type="checkbox"/> normal
	<input type="checkbox"/> fast normal
	<input type="checkbox"/> abnormal
	<input type="checkbox"/> stark abnormal
3- Wie ist die jetzige Aktivität?	<input type="checkbox"/> normal
	<input type="checkbox"/> fast normal
	<input type="checkbox"/> abnormal
	<input type="checkbox"/> stark abnormal
4- Wo haben Sie noch Schmerzen?	<input type="checkbox"/> Innen am Knie
	<input type="checkbox"/> Außen am Knie
	<input type="checkbox"/> vorn an der Kniescheibe
	<input type="checkbox"/> hinten
	<input type="checkbox"/> keine Schmerzen
	<input type="checkbox"/> sonstiges
5- Wann haben Sie noch Schmerzen?	<input type="checkbox"/> nie
	<input type="checkbox"/> wechselnd und leicht bei starker Belastung
	<input type="checkbox"/> stark beim Wegknicken
	<input type="checkbox"/> stark bei starker Belastung
	<input type="checkbox"/> stark beim Gehen
	<input type="checkbox"/> immer und stark
6- Kommt es zu Schwellungen?	<input type="checkbox"/> nie
	<input type="checkbox"/> beim Wegknicken
	<input type="checkbox"/> bei starker Belastung
	<input type="checkbox"/> bei normaler Belastung
	<input type="checkbox"/> häufig
	<input type="checkbox"/> immer
7- Haben Sie ein Instabilitätsgefühl?	<input type="checkbox"/> nie
	<input type="checkbox"/> nur bei Leistungssport oder starker Belastung
	<input type="checkbox"/> häufig bei Sport oder Anstrengung
	<input type="checkbox"/> gelegentlich im täglichen Leben
	<input type="checkbox"/> bei jedem Schritt
Bemerkungen:	

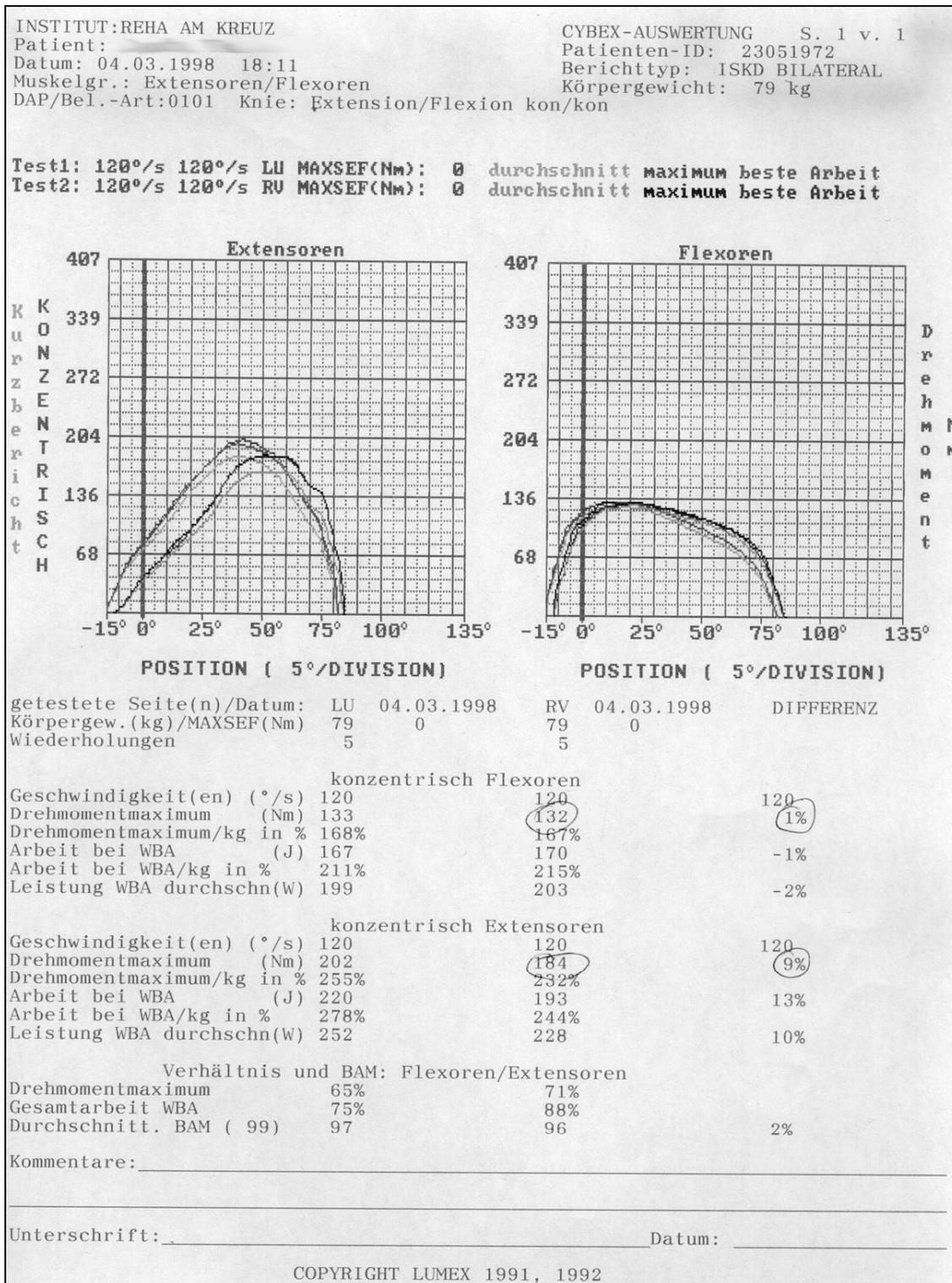


Abb. 24 Protokoll zur Muskelfunktionsdiagnostik auf Cybex® 6000

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. R.A. Venbrocks für die Übernahme des Themas als Promotionsarbeit. Ebenfalls danke ich Herrn OA Dr. med. Jens Anders für die besonders ausdauernde Betreuung der Studie während des Untersuchungszeitraumes sowie bei der Korrektur der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. Peter Ullmann für die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Nachuntersuchung in seiner Praxisklinik sowie den hilfreichen Anregungen bei der Korrektur.

Dem Mitarbeiter der Orthopädischen Klinik des Waldkrankenhauses „Rudolf Elle“ in Eisenberg Herrn Sander danke ich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der gesammelten Daten.

Lebenslauf

Schuh, Michael

Geboren:	06.06.1967
Geburtsort:	Jena
1974-1984	Polytechnische Oberschule in Erfurt
1984-1987	Abitur mit Berufsausbildung
1987	Abitur in Erfurt
1987	Facharbeiterprüfung Elektromonteur
1987-1989	18-monatiger Wehrdienst
1989-1991	Ausbildung zum Krankenpflegehelfer Klinikum Erfurt
1991-1997	Studium Humanmedizin, LMU München
1997	Hochschulabschluss Humanmedizin, Teilapprobation, LMU München
1997-1999	Arzt im Praktikum, Unfallchirurgie, Klinikum Erfurt GmbH
1999	Vollapprobation als Arzt
Seit 1999	Assistenzarzt, Klinik für Orthopädie, HELIOS-Klinikum Erfurt GmbH

Erfurt, 14. Dezember 2004

Michael Schuh

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Dr. P. Ullmann, Dr. J. Anders

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Erfurt, 14. Dezember 2004

Michael Schuh