

Aus der ehemaligen Staatlich Orthopädischen Klinik München-Harlaching
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. H.-J. Refior

Langzeitergebnisse operativ versorgter traumatischer
Kniegelenksluxationen

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt
von
Ralf Holzer
aus
Haag in Oberbayern
2005

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. B. Rosemeyer

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. P. Biberthaler

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. M. Krüger-Franke

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 08.12. 2005

Meinen Eltern
aus Dankbarkeit
für die Ermöglichung meiner Ausbildung

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich für die Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit herzlich bedanken:

Herrn Prof. Dr. med. H. J. Refior für die Möglichkeit, an der ehemaligen Staatlich Orthopädischen Klinik München-Harlaching die Untersuchung durchzuführen,

Herrn Prof. Dr. med. B. Rosemeyer für die Unterstützung und die freundliche Überlassung des Themas,

Herrn Dr. med. M. Krüger-Franke für seine Geduld und sein Verständnis, sowie die stets kompetente Unterstützung bei der Untersuchung und Ausarbeitung der Arbeit,

und allen nicht namentlich genannten Personen, die durch ihre Mitarbeit das Zustandekommen dieser Arbeit ermöglichten.

Inhaltsverzeichnis

1.	<u>Einleitung und Thematik</u>	7
2.	<u>Das Kniegelenk</u>	8
2.1.	Anatomie	8
2.2.	funktionelle Anatomie	14
3.	<u>Die Kniegelenksluxation</u>	20
3.1	Epidemiologie und Altersverteilung	20
3.2	Verletzungsursache und Pathomechanismus	22
3.3	Klinik und Diagnostik der Kniegelenksluxation	25
3.4	Klassifikation der Kniegelenksluxation	30
3.5	Operative Therapie	32
3.5.1	Notfallmaßnahmen	32
3.5.2	Kapsel-Band-Rekonstruktion / Gängige Verfahren	36
3.5.2.1	Vordere Kreuzbandrekonstruktion	46
3.5.2.1.1	Knöcherner Refixation	46
3.5.2.1.2	Plastik	47
3.5.2.1.3	Augmentation	53
3.5.2.2	Hintere Kreuzbandrekonstruktion	54
3.5.2.2.1	Knöcherner Refixation	54
3.5.2.2.2	Reinsertion	55
3.5.2.2.3	Plastik	56
3.5.2.2.4	Augmentation	58
3.5.2.3	Versorgung der Kollateralbandverletzungen	59
3.5.2.3.1	Rekonstruktion Innenband	59
3.5.2.3.2	Rekonstruktion Außenband	63
3.6	Nachbehandlung	72
4.	<u>Patienten und Methodik</u>	75
4.1	Patientenkollektiv	75
4.2	Aktenerhebung	77
4.3	Nachuntersuchung	79
4.3.1	Fragebogen	79
4.3.2	Klinische Nachuntersuchung	82
4.3.3	KT-1000	84
4.3.4	Radiologische Untersuchung	88
4.3.5	Bewertungsmaßstab und Punkteschema	90
5.	<u>Ergebnisse</u>	94
5.1	Patientenkollektiv	94
5.2	Verletzungsursachen	96
5.3	Behandlungsdaten	99
5.3.1	Klinikaufenthalt	99
5.3.2	Operative Befunde	102

5.3.3	Postoperativer Verlauf	108
5.3.4	Komplikationen	110
5.4.	Subjektive Ergebnisse	112
5.4.1	Subjektive Kriterien nach Lysholm	112
5.4.2	Subjektive Kriterien nach Tegner	113
5.5	Klinische Ergebnisse	114
5.5.1	IKDC-Score	114
5.5.2	KT-1000 Arthrometer	119
5.6	Radiologische Ergebnisse	122
6.	<u>Diskussion</u>	124
7.	<u>Zusammenfassung</u>	140
8.	<u>Literaturverzeichnis</u>	143
9.	<u>Lebenslauf</u>	153

1. Einleitung und Thematik

Die traumatische Kniegelenksluxation stellt ein seltenes Trauma an der unteren Extremität dar. Sie nimmt in einer Studie von Seekamp 3,4% bei Serienverletzungen der unteren Extremität ein [114]. Dabei sind Männer häufiger betroffen als Frauen. Der Altersdurchschnitt liegt bei 35 Jahren [4/60/66/81/116].

Die Kniegelenksluxation ist meist Folge von Hochenergietraumen aus den Bereichen Sport, Straßenverkehr und Industrie [35]. Deshalb ist sie mit einer Reihe komplizierender Begleitverletzungen der Nerven, der Gefäße, der Knochen sowie des Weichteilmantels des Kniegelenkes vergesellschaftet. Eine differenzierte Diagnostik zur genauen Beurteilung des Knochen-Weichteilschadens sowie der Begleitverletzungen ist unabdingbar. Der Ausschluß einer Gefäßläsion hat dabei einen besonders hohen Stellenwert. Hiervon hängt entscheidend die weitere Behandlungsstrategie ab [99]. So ist eine prioritätenorientierte, situativ angemessene operative Vorgehensweise einem konservativem Therapiekonzept vorzuziehen [60].

Schwerwiegende Komplikationen, sowohl in der Akutphase (Ischämie, Kompartmentsyndrom), wie auch im weiteren Verlauf (Weichteilschäden, Infektionen, Knochenheilungsstörungen) können mit einer traumatischen Kniegelenksluxation verbunden sein. Langfristig ergibt sich in diesem Zusammenhang eine signifikant verzögerte Heilung mit längerem Krankenhausaufenthalt sowie häufig auch Probleme mit der körperlichen Rehabilitation und beruflichen Reintegration [114].

In dieser retrospektiven Studie werden die Ergebnisse einer Nachuntersuchung von 30 Patienten, die aufgrund einer traumatischen Kniegelenksluxation operativ versorgt wurden, dargestellt.

Ziel dieser Arbeit ist es, die operative Versorgung und postoperative Nachsorge einer traumatischen Kniegelenksluxation anhand klinischer und radiologischer Parameter kritisch zu hinterfragen, ihren Stellenwert innerhalb der Behandlungsmethoden festzulegen und die Ergebnisse im Vergleich mit der wissenschaftlichen Literatur zu evaluieren.

2. Das Kniegelenk

2.1. Anatomie

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk im menschlichen Körper. Es wird als Getriebe Gelenk, eine Sonderform des Drehschaniergelenkes bezeichnet [94]. Das Femur, die Tibia, die Fibula sowie die Patella bilden die knöchernen Strukturen des Kniegelenkes.

Die fibröse Kapsel umschließt, schützt und stabilisiert das Gelenk. Meyers et al. beschreibt in einer Studie über 18 Kniegelenksluxationen die Wichtigkeit der hinteren Kapsel zur Stabilisierung des Kniegelenkes [79].

Das Ligamentum popliteum obliquum - als Ausstrahlung der Sehne des Musculus semimembranosus – sowie das Ligamentum popliteum arcuatum – entspringend aus dem Apex capitis fibulae – festigen die posteriore Kapsel [94].

Den posteromedialen Gelenkbereich bildet das Meniskushinterhorn, das Ligamentum collaterale mediale posterior sowie der Musculus semimembranosus. Das posteromediale Gelenkeck stellt einen essentiellen posterioren Stabilisator dar. Verbunden mit den triangulären Ausläufer des medialen Kollateralbandes stabilisiert der posteromediale Kapsel-Band-Apparat das Kniegelenk in posteromedialer und medialer Richtung [79]. Schließlich verstärkt der Pes anserinus und das Retinaculum longitudinale mediale patellae als dynamischer, anterograder Längsstabilisator das Kniegelenk [84].



Abb. 1: Präparation des oberflächlichen Innenbandes und des hinteren Schrägbandes. Die Verschmelzung der zwei Strukturen ist gut zu erkennen, ebenso die Dynamisierung der hinteren Bandanteile durch die Semimembranosussehne (nach [71])

Die posterolateralen Strukturen bestehen aus dem lateralen Kollateralband und dem sog. Popliteuskomplex, der sich wiederum aus der Popliteusehne, den popliteomeniskalen Faszikeln, dem Ligamentum popliteofibulare und der poplitealen Aponeurose zusammensetzt. Es handelt sich auch hier um ein außerordentlich komplexes Kapselbandsystem. Es stabilisiert das Kniegelenk primär gegen die Außenrotation der Tibia [44].

Das von Segond beschriebene Ausrißfragment lateral am Tibiakopf genau unterhalb des Gelenkknorpels beweist die Existenz zugresistenter Fasern in der hinteren Hälfte der lateralen Kapsel [27/115].



Abb. 2: Präparation der Knieaußenseite. Die Unterkreuzung der Popliteussehne unter das Außenband ist gut zu erkennen, ebenso die Einstrahlung des M. popliteus in das Außenmeniskushinterhorn (nach [71])

Nach Untersuchungen von Müller et al. konnten im anterolateralen Kapselbereich des Kniegelenks keine mechanisch wirksamen Strukturen gefunden werden. Das nicht regelmäßig vorhandene Ligamentum meniscopatellare stellt dabei eine Ausnahme dar [53/54/84].

Für die Führung der Bewegungen des Kniegelenkes spielt der Bandapparat eine weit wichtigere Rolle als bei jedem anderen Gelenk im menschlichen Körper, da Knochen- und Muskelführung weitgehend fehlen [30].

Das mediale Kollateralband ist der primäre Stabilisator gegen den Valgusstreß. Die mechanische Funktion übernehmen die oberflächlichen langen Fasern, welche vom Epicondylus medialis femoris bis weit nach distal unter den Pes-anserinus-Ansatz reichen. Die tiefen Schichten des medialen Kollateralbandes stehen mit den oberflächlichen Fasern nicht in Verbindung. Vielmehr strahlen diese in die posteromediale Kapsel ein oder sind in die Basis des medialen Meniskus integriert [108].

Das laterale Kollateralband, das vom Epicondylus lateralis femoris zum Fibulaköpfchen zieht, bildet den Widerstand gegen auf das Kniegelenk einwirkenden Varusstreß. Es verläuft im Vergleich zum medialen Kollateralband in entgegengesetzter Richtung von proximal ventral femoral nach fibular dorsal distal [84].

Im zentralen Kompartiment des Kniegelenkes übernehmen das Ligamentum cruciatum anterius und posterius die stabilisierende Funktion in anterior-posteriorer Richtung [79].

Das Ligamentum cruciatum anterius zieht von der Innenfläche des Condylus lateralis femoris zur Area intercondylaris anterior. Es steht in enger Beziehung zum Vorderhorn der Außenmeniskus. Es schützt vor Hyperextension genauso wie vor einer posterioren Translation des Femur zur Tibia [94].

Das vordere Kreuzband ist um $\frac{2}{5}$ länger als das dickere hintere Kreuzband. N.F. Friederich hat in seinen Untersuchungen an 130 konservierten Leichenkniegelenken eine Durchschnittslänge der längsten Fasern des vorderen Kreuzbandes mit 37mm angegeben [33].

Das Ligamentum cruciatum posterius zieht von der lateralen Fläche des Condylus medialis femoris zur Area intercondylaris posterior und zur Tibiarückfläche. Der Ansatz liegt nicht so sehr in der Area intercondylaris, als vielmehr an der Rückseite der proximalen Tibia [126]. Es schützt vor Hyperflexion und vor der anterioren Translation des Femur zur Tibia [34].

Zwischen dem Außenmeniskushinterhorn und der medialen Femurcondyle wird das hintere Kreuzband von zwei Bandformationen begleitet. Diese werden als Ligamentum menicofemorale anterius (Humphrey-Ligament) und Ligamentum menicofemorale posterius (Wrisberg-Ligament) bezeichnet. Sie stabilisieren das Außenmeniskushinterhorn und in geringerem Maße die posteriore Translation der Tibia [126].

Das hintere Kreuzband stellt das stärkste Band im Kniegelenk dar. Es misst eine durchschnittliche Dicke von 13mm, die Länge beträgt zwischen 30 und 38mm [25/126]. Ursprung-, und Ansatzareal des hinteren Kreuzbandes sind etwa 3x größer als der Durchmesser im Mittelteil des Bandes [126].

Beauchamp et al. [8] wie auch Girgis et al. [39] fanden bei ihren Messungen heraus, dass das hintere Kreuzband durchschnittlich um 50% dicker ist als das vordere Kreuzband. Damit wird die größere Reißfestigkeit des hinteren Kreuzbandes erklärt.



Abb. 3: Ansicht eines gebeugten Kniegelenkes von vorne mit Darstellung der Kreuzbänder, der Kollateralbänder und der Menisken [93]

Schließlich schützen die Patellar- und Quadrizepssehnen das Kniegelenk vor der anterioren Translation [35].

Das Ligamentum patellae stellt die Fortsetzung der Quadrizepssehne dar und gelangt von der Patella zur Tuberositas tibiae. Aus den Fasern des Musculus vastus lateralis und aus einigen Fasern des Musculus rectus femoris bildet sich das Retinaculum patellae laterale. Es setzt lateral der Tuberositas tibiae an der Tibia an. Das Retinaculum patellae mediale, das vor dem medialen Kollateralband an der Tibia ansetzt, entspringt aus Fasern des Musculus vastus medialis [94].

Die Menisken haben aufgrund ihrer viskoelastischen Eigenschaft zum einen die Stoßdämpferfunktion im Sinne einer Druckübertragung der Kräfte im Kniegelenk, zum anderen gelten sie als sekundäre Stabilisatoren des Kniegelenkes. So ist beispielsweise eine signifikante Zunahme der vorderen Instabilität bei vorderer Kreuzbandinsuffizienz und Meniskektomie zu beobachten [25]. Auch Fairen et al. aus der Arbeitsgruppe um Cabot beschreibt, daß ein Kniegelenk nach Meniskektomie sich langfristig auf dem Weg zur arthrotischen Entwicklung befindet [26].

Der mediale Meniskus ist halbmondförmig und mit dem Ligamentum collaterale tibiale verwachsen. Der laterale Meniskus ist nahezu kreisförmig. Er ist mit dem Ligamentum collaterale fibulare nicht verwachsen und somit beweglicher als der mediale Meniskus [94].

Aufgrund der anatomischen Lage des Gefäß-Nerven-Bündels ist das Risiko einer Verletzung dieser Strukturen sehr hoch [35].

So ist die Arteria poplitea, die proximal durch den Hiatus adductorius in die Poplitealregion eintritt und sie anschließend durch die Fascie des Musculus soleus wieder verläßt, sehr vulnerabel.

Andererseits ist der Nervus peroneus communis durch seine exponierte Lage distal des Fibulaköpfchens prädisponiert für Dehnungsschäden [99].

2.2. Funktionelle Anatomie

Im Kniegelenk sind Beuge- und Streckbewegungen und bei gebeugtem Kniegelenk auch Rotationsbewegungen möglich. Es wird deshalb auch als Trochoginglymus, eine Kombination von Rad- und Schaniergelenk bezeichnet [30].

Die Beugung ist aktiv um etwa 130° möglich. Passiv lässt sich das Kniegelenk durchschnittlich um etwa 155° beugen, ehe eine Weichteilhemmung die Bewegung beendet [30]. In 90° Kniebeugstellung bei freihängendem Unterschenkel ergibt sich eine mögliche Innenrotation von 10° und eine Außenrotation von 25° - 40° [12/30]. Der Bewegungsumfang ist um so größer, je stärker das Kniegelenk gebeugt ist.

Die Bewegungsausmaße differieren in der Literatur erheblich. Ross [107] erhielt bei 42 untersuchten Kniegelenken eine durchschnittliche Rotationsfreiheit von 37° . Die gesamte Rotation betrug zwischen 27° und 54° . Ruetsch und Morscher [109] kamen auf ähnliche Werte.

Die Innenrotation wird durch die Kreuzbänder gehemmt, die Außenrotation durch die Anspannung der beiden Seitenbänder. Wird das Kniegelenk gestreckt, ergibt sich ab 170° eine Außenrotation der Tibia um etwa 5° - 15° bevor die Streckbewegung zu Ende geführt werden kann [30]. Bei dieser sogenannten Schlussrotation werden die Kreuzbänder etwas voneinander abgewickelt.

Schon 1853 hat Meyer [78] auf das Phänomen einer automatisch ablaufenden Rotation zu Beginn der Flexion oder am Ende der Extension hingewiesen. Strasser [125] hat 1917 festgestellt, dass in der Endphase der Streckung des Kniegelenkes eine Verschiebung der Kreuzbänder von 15° vor sich geht, eine Verschiebung um eben diese Schlussrotation [84].

Betrachtet man die Bewegungsabläufe des Kniegelenkes, so ist man sich in der wissenschaftlichen Literatur darüber einig, dass das Hauptprinzip der Bewegung zwischen Femur und Tibia eine Gleit-Roll-Bewegung ist [84]. Nach Wirth und Jäger überwiegt bei der medialen Femurcondyle das Abrollen bis 10° Beugung. Bei weiterer Beugung überwiegt das Gleiten. Die laterale Femurcondyle beginnt erst bei

25-30° zu Gleiten [7]. Die Kreuzbänder verhindern dabei das weitere Abwickeln der Femurcondylen [30].

Müller weist ebenso auf die ungleiche Vermischung des Rollgleitens hin. Zu Beginn der Beugung entspricht dies einem Verhältnis von 1:2, um gegen Ende der Beugebewegung bei etwa 1:4 zu liegen [84].

Rein biomechanisch kann das Kniegelenk als Realisation der überschlagenen Viergelenkskette betrachtet werden. Diese wurde von Menschik 1974 in einem zweidimensionalen Modell erarbeitet [33]. Grundlage dieses Modells ist die sogenannte Burmesterkurve. Alle femoralen und tibialen Insertionspunkte der Kreuzbänder liegen auf dieser von Burmester berechneten Kurve [31/32].

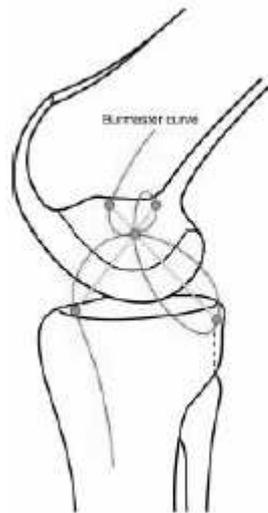


Abb. 4: Burmester-Kurve

Die überschlagene Viergelenkskette stellt das elementare Bauprinzip der Kinematik des Kniegelenkes dar. An diesem Modell lässt sich die natürliche Rückverlagerung des Auflagepunktes der Gelenkflächen während der Flexion im Kniegelenk zeigen. Unter diesen Bedingungen ist eine Flexion im Kniegelenk möglich, ohne dass dorsal am Tibiaplateau der Femurschaft am Ende der Flexion aufschlägt.

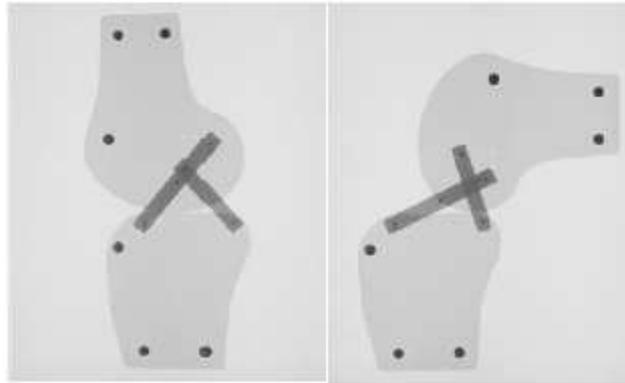


Abb. 5: Modell der überschlagenen Vieregelenkskette für das Kniegelenk. Zwei in 40° Winkelstellung zueinander angebrachte und an beiden Enden beweglich befestigte Stangen (die zwei Kreuzbänder) steuern bei entsprechender Knochenform von Tibia und Femur perfekt einen Roll-Gleitmechanismus zwischen 0 und 130° Beugung. Weitere Stabilisierungselemente sind nicht erforderlich, der Bewegungsablauf wird durch jede Veränderung des Systems (Verlust eines Kreuzbandes, knöcherner Abnormitäten) empfindlich gestört. (nach [84])

Nach Huson [47] und Menschik [77] sind die Kreuzbänder das Kernstück dieser Kinematik. Sie erfüllen die Funktion eines regelgerichteten Getriebes. Fehlen diese, so geht die Getriebefunktion verloren. Die Kollateralbänder zusammen mit der Kapsel sind nicht in der Lage, mit ihrer eigenen Funktion diese Getriebefunktion zu ersetzen [84].

Nach anatomisch-chirurgischen Gesichtspunkten werden sog. Faserregionen in den Ansatzbereichen der Kreuzbänder unterschieden. Es werden das vordere, zentrale, hintere longitudinale und das hintere schräge Faserbündel unterschieden [108].

Beim vorderen Kreuzband werden 2 Fasersysteme (Bündel) - das anteromediale und das posterolaterale Bündel - unterschieden. Intraarticulär verwringen sich diese miteinander, so dass eine dreieckig-ovale Insertionsfläche im Bereich der Area intercondylaris entsteht [126].

In Streckstellung liegt die Vorderseite des anteromedialen Bündels direkt dem Dach der Fossa intercondylaris an und begrenzt damit die Extension. Mit zunehmender Flexion verwringen sich die Bündel und es entsteht ein rundlicher Strang [126].

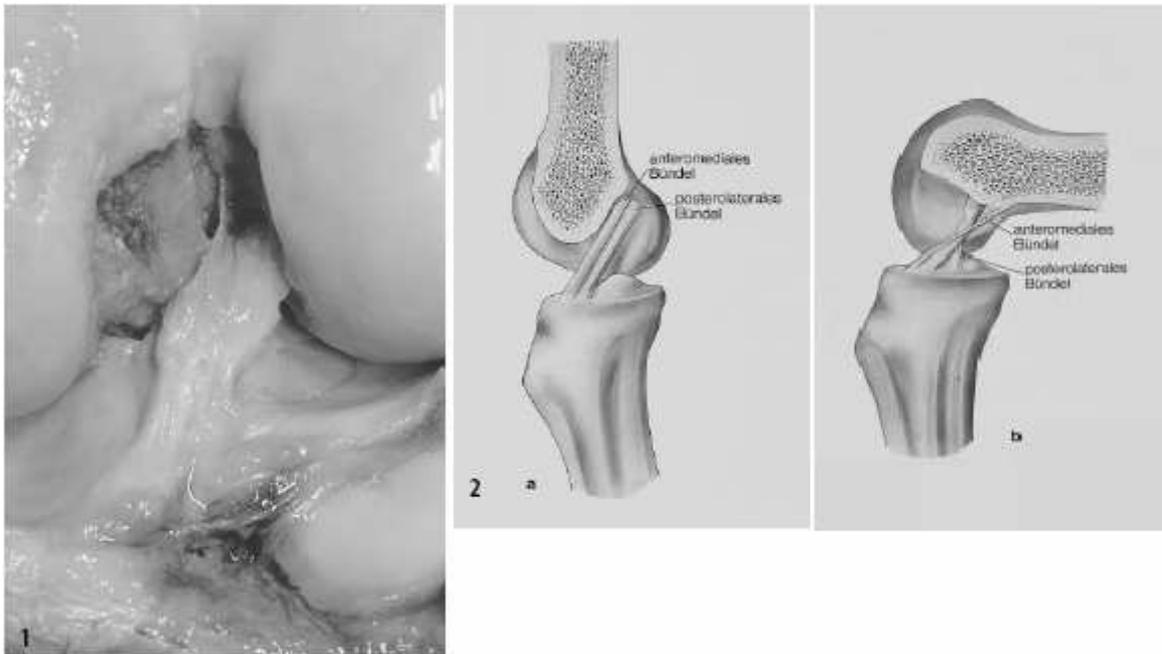


Abb. 6: 1: Das vordere Kreuzband läßt sich bei starker Kniebeugung gut darstellen. In dieser Stellung bildet das anteromediale Leitbündel die anteriore Begrenzung des VKB. Die Ausdehnung der tibialen Insertion ist gut sichtbar, das anteromediale Bündel inseriert am weitesten anterior. 2 a, b: Verhalten der Hauptbündel des vorderen Kreuzbandes in Streckung und Beugung. a: In Streckung sind alle Fasern des VKB gespannt und verlaufen parallel. b: In Beugung wickelt sich das posterolaterale Bündel um das anteromediale, das Ursprungsareal des posterolateralen Bündels kommt nach anterior. (nach [71])

Das hintere Kreuzband besteht ebenfalls aus einer Vielzahl unterschiedlicher Faserbündel, die sich in verschiedenen Gelenkstellungen anspannen. Unter biomechanischen Aspekten findet sich nur ein sehr schmales Bündel, das sich in allen Kniegelenkwinkelstellungen annähernd isometrisch verhält („posterior oblique bundle“) [31]. Unter funktionellen Gesichtspunkten kann das anterolaterale vom posteromedialen Bündel unterschieden werden [44].

Das große anterolaterale Bündel des hinteren Kreuzbandes stabilisiert hauptsächlich in Beugung, es verhindert die posteriore Verschiebung der Tibia in höheren Flexionsgraden (60-90°). Das kleinere posteromediale Bündel stabilisiert das Kniegelenk in Streckung, es ist primär in extensionsnaher Stellung angespannt und verhindert damit die extensionsnahe posteriore Verschiebung der Tibia. Während der Flexion unterkreuzt das posteromediale das anterolaterale Bündel und liegt ab 90-100° mehr anterior [25/126].

Das anterolaterale Bündel (1620 N) ist dabei 6x stärker als das posteromediale Bündel. Insgesamt lässt sich die Stärke des hinteren Kreuzbandes beim jungen, aktiven Menschen mit 4000N angeben. Die Gesamtstabilität übernimmt dabei das anterolaterale Bündel [96].

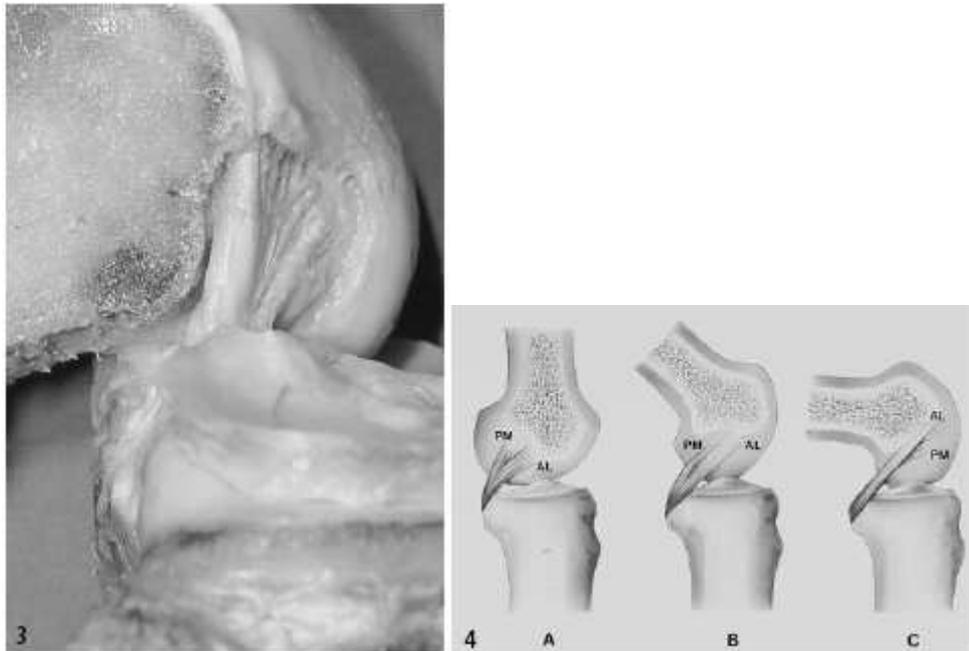


Abb. 7: 3: Blick auf das hintere Kreuzband nach Entfernung des lateralen Femurkondylus. In Beugung weist das anterolaterale Bündel eine starke Anspannung auf, es befindet sich dann ventral und kranial im Ansatzareal. Das posteromediale Bündel ist dagegen entspannt.

4 a, b: Verhalten der zwei Hauptbündel des hinteren Kreuzbandes zwischen Streckung und Beugung. Das anterolaterale Hauptbündel (AL) ist in Streckung relaxiert und spannt sich bei zunehmender Beugung an. Für das posteromediale Bündel (PM) gilt ein gegenläufiger Mechanismus. (nach [71])

Diese Bündeltheorie kann N.F. Friederich in einer Arbeitsgruppe um Müller, nicht teilen. Seine Untersuchungen zeigen, dass sich die Kreuzbandfasern je nach biomechanischem Bedarf progressiv rekrutieren. Beim vorderen Kreuzband erfolgt dies von Flexion zu Extension, beim hinteren Kreuzband von Extension zu Flexion. Über den gesamten Bewegungsumfang des Kniegelenkes sind nicht immer alle Fasern unter Spannung. Allenfalls findet sich nur ein sehr schmales Bündel, das sich in allen Kniegelenkwinkelstellungen annähernd isometrisch verhält („posterior oblique bundle“) [33/31].

Nach Müller [84] darf im funktionellen Sinne keine Trennung zwischen den Kreuzbändern und den Kollateralbändern gemacht werden. Im Gegenteil es sind synergistische Systeme, die das Kniegelenk gemeinsam stabilisieren.

Die Seitenbänder stellen in der Streckstellung das Kniegelenk fest und verhindern die Ab- und Adduktion [30]. In Außenrotation sind die Kollateralbänder mehr gespannt und verhindern eine Aufklappbarkeit im Varus- und Valgusstreß, während sich die Kreuzbänder in entspannter Position befinden. Umgekehrt sind in Innenrotation die Kollateralbänder entspannt, während jetzt die straff gespannten Kreuzbänder eine Aufklappbarkeit im Varus- oder Valgussinn verhindern [84].

Auch Marvin H. Meyers [79] untermauert in seiner Arbeit über 18 Kniegelenksluxationen die „Multifunktionalität“ der Kollateralbänder. So stabilisiert das laterale Kollateralband den äußeren Anteil des Kniegelenkes bis zu einer Beugung von 20°- 30°. Bei größeren Beugewinkeln ist das laterale Kollateralband relativ schlaff, schützt aber vor einer starken Rotation der Tibia zum Femur. Nach Meyers schützt das mediale Kollateralband sowohl gegen die anterior-posteriore Translation als auch gegen den Varus- oder Valgusstreß.

Die Berührungsstellen von Femur und Tibia werden durch die Menisken vergrößert [7]. Diese bewegen sich beim Beugen und Strecken mit und verformen sich. Der mediale und vor allem der laterale Meniskus werden bei der Beugung nach hinten verschoben, bei der Streckung gleiten sie nach vorne [30]. Auch bei Rotationsbewegungen am flektierten Kniegelenk werden die Meniskusspannen hin und her bewegt und in ihrer Form stark verändert. Der beweglichere laterale Meniskus legt dabei den größeren Weg zurück, als der mit der Umgebung stärker verwachsene mediale Meniskus [30].

Im Kapitel Kinematik seines Werkes „Das Knie“ zeigt Müller [84], dass die Rotationsverschiebungen im lateralen Gelenkteil viel ausgiebiger sind als auf der medialen Seite, weil die Achse der willkürlichen Rotation in der medialen Hälfte des Kniegelenkes liegt.

3. Die Kniegelenksluxation

3.1. Epidemiologie und Altersverteilung

Die traumatische Kniegelenksluxation ist die schwerste ligamentäre Verletzung des Kniegelenkes und tritt mit 0,2 - 0,3% aller Gelenkluxationen auf.

In der Literatur existieren mehrere abgeschlossene Studien. So konnten an der Universitätsklinik in Hannover zwischen 1974 und 1994 nur 38 Patienten mit einer dokumentierten Kniegelenksluxation operativ behandelt werden [102].

Seekamp [114] hat im Vergleich zu einem randomisierten Kollektiv von polytraumatisierten Patienten vermehrt Serienverletzungen der unteren Extremität bei Motorradunfällen gefunden. In diesem Zusammenhang konnte eine Kniegelenksluxation nur in 3,4% nachgewiesen werden.

Montgomery et al. (1992) berichtet über 43 Fälle während eines Zeitabschnittes von 17 Jahren [81]. Frasscia et al. (1991) berichtet über 17 Kniegelenksluxationen zwischen 1977 und 1984 [29]. Sisto et al. (1984) hat 20 Kniegelenksluxationen in 20 Jahren dokumentieren können [121]. Shields (1969) behandelte am Massachusetts General Hospital zwischen 1940 und 1968 nur 28 Patienten mit Luxationen des Kniegelenkes [119]. Und Hoover (1961) berichtet über 14 Fälle unter zwei Millionen Einweisungen in der Mayo Clinic von 1911 bis 1961 [46].

Betrachtet man die Altersverteilung der Kniegelenksluxation, so ist diese um die 3. Dekade einzuordnen. Lin [66] und Richter [102] berichten über einen Altersdurchschnitt von 28 Jahren, Barnbeck [4], Frassica [29] und Roman [106] geben als Durchschnittsalter 33 Jahre an. Demgegenüber hat Tarhan [128] ein durchschnittliches Lebensalter von 47 Jahren ermittelt, Sisto [121] liegt in seiner Arbeit bei 40,8 Jahren.

Letztlich sind Männer dabei häufiger betroffen als Frauen. Almekinders und Logan [1] untersuchten unter 31 Patienten 26 Männer und 5 Frauen. Bei Oswald [89] wurden 11 Patienten wegen einer Kniegelenksluxation behandelt, drei der untersuchten

Personen waren weiblich, die Übrigen waren männlich. Bei Barnbeck [4], der in 12 Jahren 18 Patienten mit Kniegelenksluxationen stationär behandelte, waren 2 weiblich und 16 männlich.

3.2. Verletzungsursache und Pathomechanismus

Bei der Kniegelenksluxation wirken in der Regel direkte und indirekte Traumen zusammen, jedoch sind Luxationen auch durch reine direkte oder reine indirekte Kräfte möglich. Ein einfaches Umknicken ist nur ausnahmsweise Ursache einer solchen Verletzung. Indirekte Gewalt in Form von Hebelwirkungen treten bei Stürzen mit hoher Schleuderwirkung auf. Aufschlagen schwerer Gegenstände und Verkehrsunfälle sind mit direkter Gewalteinwirkung vergesellschaftet.

Nach Rüter, Trentz und Wagner [108] resultieren tibio-femorale Luxationen aus hochenergetischen sowie niederenergetischen Traumen aus den Bereichen Verkehr, Sport und Industrie. Der Ausdruck Niederenergetietrauma darf allerdings nicht über die Schwere der Verletzung hinwegtäuschen. Die zu erwartenden Folgen können beträchtlich sein. In gewissen Fällen kann eine Amputation der betroffenen Extremität nicht umgangen werden [89].

Ghalambor und Vangsness [35] berichten in ihrer Literaturrecherche von 1995 ebenso, dass Kniegelenksluxationen zum einen das Resultat von Hochenergetietraumen wie Verkehrs- oder Industrieunfällen sind, zum anderen resultieren sie aus niederenergetischen Traumen wie Sportunfällen. Aus ihrer Sicht sind Verkehrsunfälle sowie Unfälle zwischen Verkehrsmitteln und Fußgängern die Hauptursache.

Roman et al. [106] haben 1987 dreißig Kniegelenksluxationen dokumentiert. Davon wurden 60% im Verkehr verursacht, 30% durch Stürze, 7% durch Kontaktsportarten und 3% durch Industrieunfälle. Frassica et al. [29] konnten 1991 über 20 Kniegelenksluxationen berichten, welche in 50% durch Verkehrsunfälle, in 30% durch Industrieunfälle und in 20% durch den Sport verursacht wurden. Tarhan et al. [128] stellte 1993 8 Fälle vor. Von seiten des Unfallherganges handelte es sich in 62% um einen Verkehrsunfall, in 25% um einen Sportunfall und in 13% um einen häuslichen Unfall.

Sisto und Warren [121], die in einer Follow-up Studie 20 Kniegelenksluxationen untersuchten berichten, dass in allen Fällen das vordere und hintere Kreuzband

gerissen war. In 70% war das hintere Kreuzband knöchern ausgerissen, dabei femoral in 75% und tibial in 12,5%. Das vordere Kreuzband war in 50% knöchern ausgerissen, dabei femoral und tibial zu gleichen Anteilen.

Demgegenüber berichten Frassica et al. [29] über 13 Kniegelenksluxationen. Auch hier waren in allen Fällen das vordere und das hintere Kreuzband gerissen. Dabei riß das vordere Kreuzband in 54% ligamentär, in 38% knöchern femoral und in 8% knöchern tibial. Das hintere Kreuzband riß knöchern femoral in 77% und ligamentär in 23%. Das mediale Kollateralband riß in gleichen Teilen knöchern aus der Tibia und dem Femur. In 8% riß die Patellasehne knöchern aus der Tuberositas tibiae.

H. von Essen [25] postuliert bis zu 44% eine Peroneusparese und in bis zu 30% Verletzungen der A. poplitea in ihrer Arbeit. C. Krettek [60] nimmt angesichts der hochgradigen Instabilität des Kniegelenkes bei einer Kniegelekluxation das Risiko für eine Gefäß-, und Nervenverletzung als sehr hoch an. Nach seinen Erkenntnissen ist eine Nervenverletzung in 14-35% vergesellschaftet. Die Gefäßverletzung nimmt einen Anteil von 16-32% ein.

Shields et al. [119] hat in seiner Veröffentlichung über 26 Kniegelenksluxationen berichtet, dass der schwere und permanente Nervenschaden eher mit der hinteren Luxation als mit anderen Typen verbunden ist.

Die Inzidenz der Gefäßverletzung bei einer Kniegelenksluxation ist im allgemeinen mit 33% angegeben [3/29/46/79/81].

Durch die vordere Luxation wird die Arteria poplitea gedehnt, so dass viele transverse Risse der Intima entstehen können [19]. Komplizierend kann sich sekundär ein Thrombus an die Intimaläsionen anlagern [56]. Auf der anderen Seite kann durch eine hintere Luxation ein isolierter, lokaler Einriß der Arterie die Strombahn sofort verlegen [19/143].

Meyers et al. haben basierend auf einer Studie von Kennedy 1963 postuliert, dass die Arteria poplitea bei einer Überstreckung von 50° rupturiert [79].

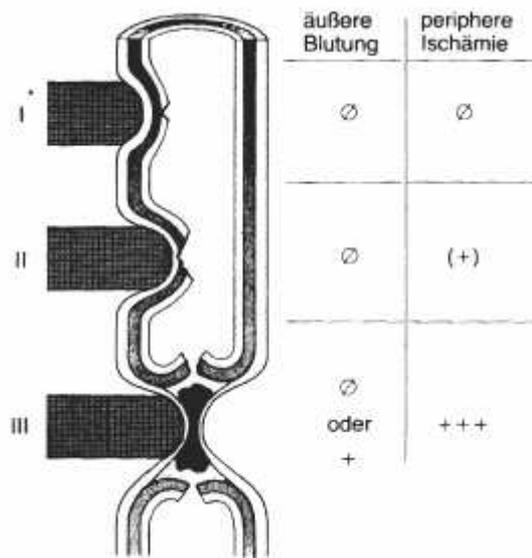


Abb. 8: Schweregrad und Symptomatologie der stumpfen Arterienverletzungen (nach Vollmar [138])

Seekamp hat 1994 Serienverletzungen der unteren Extremität bei polytraumatisierten Patienten untersucht. Diese Serie ist in 59,6% mit einer Ober- und Unterschenkelfraktur, in 26,9% mit einer Zweietagenfraktur und in 13,4% mit einer Unterschenkelfraktur auf drei Ebenen vergesellschaftet. Zusätzlich zeigten sich in 13,7% Verletzungen mit einem Komplextrauma des Kniegelenkes. Die Kniegelenksluxation wurde in diesem Zusammenhang bei 3,4% nachgewiesen [114].

Eine besondere Entität bei den Serienverletzungen der unteren Extremität stellt die sogenannte „Dashboard-Injury“ dar. Hierbei kommt es zur Kettenverletzung durch Anprall des Kniegelenkes am Amaturenbrett des Autos und der Übertragung der kinetischen Energie auf den Oberschenkel und das Hüftgelenk. Typische Verletzungskombination sind der Kniebinnenschaden mit Oberschenkelfrakturen oder hüftgelenksnahen Frakturen [99].

3.3. Klinik und Diagnostik der Kniegelenksluxation

Die erste klinische Untersuchung erfasst neben dem Allgemeinzustand des Patienten allgemeine und lokale Begleitverletzungen, Weichteilschäden sowie die Zirkulation der betreffenden Extremität und den Neurostatus.

Ausgeprägte harte Unterschenkelschwellungen weisen auf ein drohendes Kompartmentsyndrom hin. Die Dopplersonographie und die Messung der Kompartimentdrucke können als geeignetes Hilfsmittel dienen [60/81/108].

Bedingt durch die komplexe Kapselzerreißung fehlt oft ein Gelenkserguß. Abgesehen von einer Weichteilschwellung ist das Kniegelenk meist unauffällig. Diffuse Schmerzen im Kniegelenksbereich und Ekchymosen in der Fossa poplitea sind diagnostische Hinweise auf ein Komplextauma [108]. Zudem können die Überstreckbarkeit im Kniegelenk sowie Ischämiezeichen oder der begleitende Nervenschaden des N. peroneus Hinweise auf eine Kniegelenksluxation geben [60/64].

Die auffällige Fehlstellung im luxierten Kniegelenk ist ein eindeutiges Zeichen für eine Komplexverletzung in diesem Bereich. Eine Reposition des verletzten Gelenkes muß so schnell wie möglich durchgeführt werden. Der Gefäß-Nerven-Status sollte vor und nach der Reposition dringend dokumentiert werden.

Bei der lateralen Luxation ist Vorsicht geboten. Hierbei kann sich der Pes anserinus zwischen die Femurcondylen lagern. Bei gestrecktem Kniegelenk gelingt deshalb die Reposition nicht. Erst bei gebeugtem Kniegelenk löst sich der Pes anserinus aus der Area intercondylaris, die Reposition wird dann möglich [6/95].

Die radiologische Diagnostik sollte in a.p.- und seitlicher Projektion durchgeführt werden. Eventuelle knöcherne Verletzungen, die mit einer Kniegelenksluxation vergesellschaftet sind, können auf diesem Wege diagnostiziert werden [108].

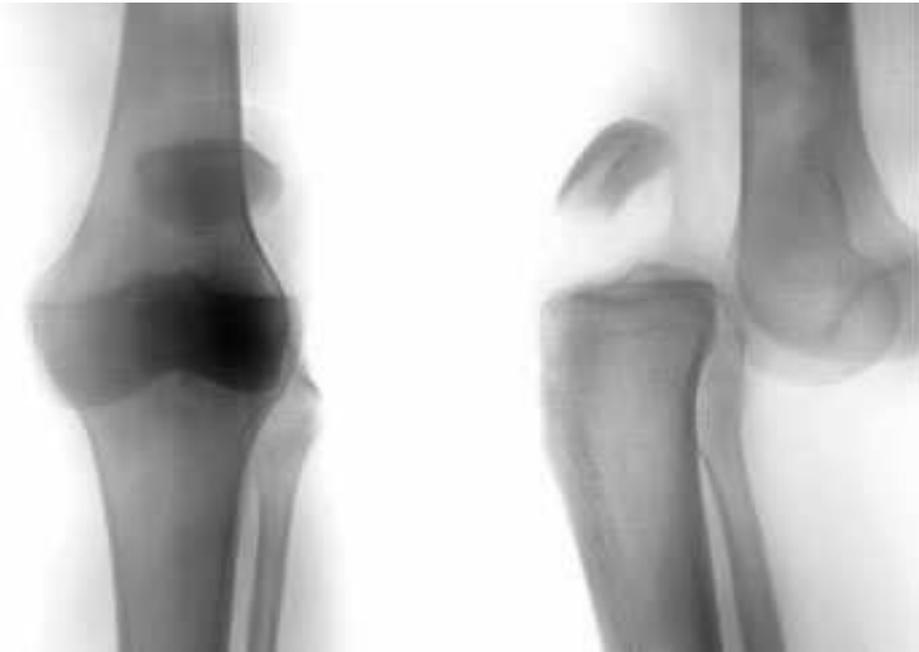


Abb. 9: Radiologische Diagnostik: a.p.- und seitliche Projektion

Zudem können gehaltene Aufnahmen für die vordere und hintere Schublade in 90°- und 30°- Flexion helfen, das Ausmaß der Instabilität zu erfassen. Bei posterioren Instabilitäten von mehr als 13 mm muß von einer Begleittläsion der posteromedialen und posterolateralen Kapsel-Band-Strukturen ausgegangen werden [126].

Bestehen Zweifel über eine regelrechte Durchblutung der verletzten Extremität aufgrund fehlender peripherer Pulse nach erfolgter Reposition, so ist noch in der Notaufnahme eine dopplersonographische Untersuchung anzustreben [99].

Zur Diagnosefindung stellt die farbkodierte Duplexsonographie ebenso ein probates Mittel dar. Damit können Flussminderungen durch Thromben, Druck von außen, durch ein Hämatom oder durch Knochenfragmente leicht erkannt werden. Arteriovenöse Fisteln lassen sich darstellen. Dazu bietet der Duplex die Möglichkeit, Wandveränderungen zu identifizieren, wie Intimaflaps, falsche Aneurysmen oder intramurale Hämatome [101]. Da die Gefäßverletzung etagiert auftreten kann, sollte zusätzlich die Ausdehnung des Gefäßschadens durch eine intraoperativ durchgeführte Angiographie verifiziert werden [35/81/111]. Zudem muß zur Operationsplanung die Beurteilung des Anschlussegmentes vorgenommen werden

[90]. Mit diesen Untersuchungen können mehr als 95% aller wesentlichen Verletzungen großer Gefäße entdeckt werden [141].

Liegt keine Durchblutungsstörung vor und wird die Kapsel-Band-Verletzung sekundär operiert, sollte eine präoperative Angiographie angefertigt werden, um eventuelle Intimaläsionen der Arteria poplitea auszuschließen [81/108/111]. Schließlich können überdehnungsbedingte Intimaläsionen zu einer lokalen Thrombenbildung führen, die um Stunden oder Tage verzögert nach dem Luxationsereignis aufgetreten kann [112/113].

Als Stabilitätstests für die Kreuzbänder können der Lachman-Test sowie der Schubladentest, sofern eine Beugung im Kniegelenk möglich ist, durchgeführt werden. Zusätzlich ist die Prüfung einer spontanen hinteren Schublade beziehungsweise eines Genu recurvatum in voller Streckung zu empfehlen. Die ausgeprägte Hyperextension weist auf eine Verletzung der dorsalen Gelenkkapsel und beider Kreuzbänder hin.



Abb. 10: Prinzip des stabilisierten 'Lachman-Test'. Das zu untersuchende Knie wird durch Unterschieben des Oberschenkels des Untersuchers (starke Kniebeugung) stabilisiert. Eine Hand stützt den Oberschenkel, die andere Hand zieht den Schienbeinkopf nach anterior. Der Daumen tastet den Vorschub der Tibia. (nach [71])

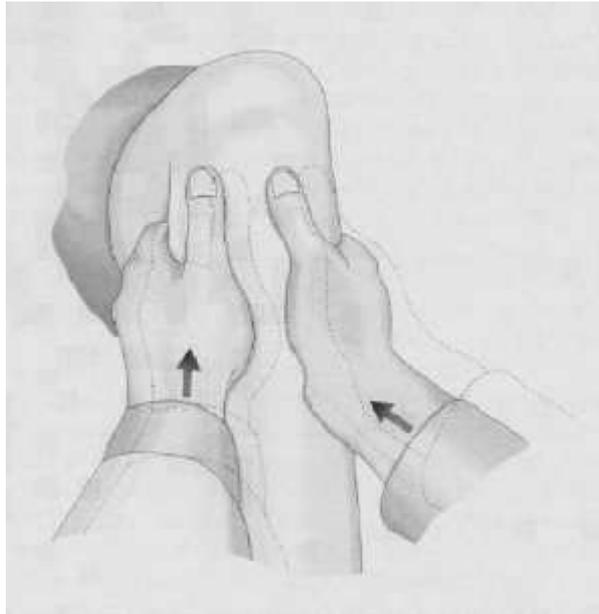


Abb. 11: Untersuchungstechnik vordere Schublade

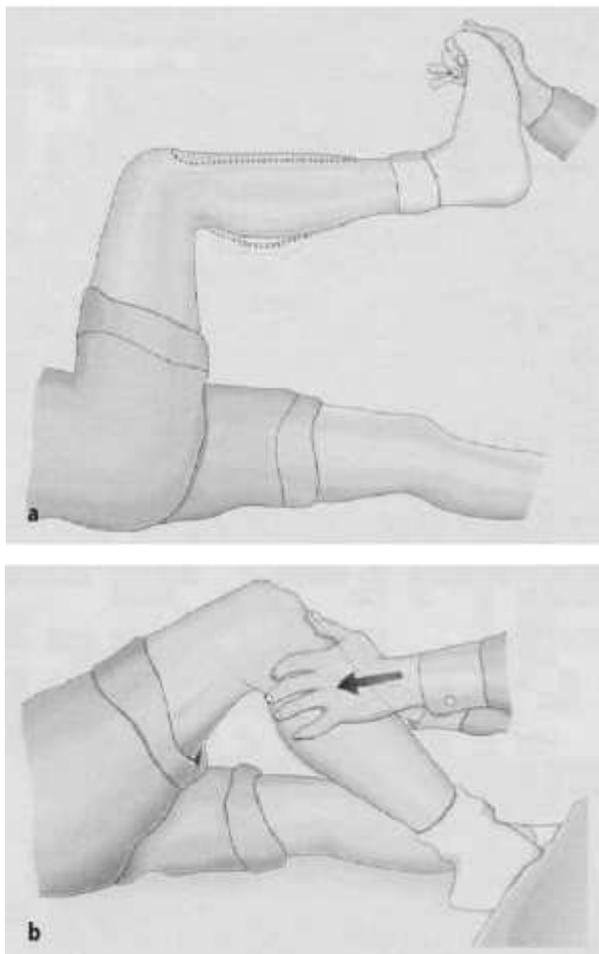


Abb. 12: a,b Untersuchungstechnik hintere Schublade, „posterior drawer-sign“



Abb. 13: Klinisches Bild einer fixierten hinteren Schublade, positives „posterior drawer-sign“

Die Stabilitätsprüfung der Kollateralbänder erfolgt über den Valgus-, und Varusstreßtest in voller Streckung und in 25-Grad-Beugung. Findet sich eine ausgeprägte Varus- und Valgusinstabilität in voller Streckung, besteht der Verdacht auf eine reponierte Kniegelenksluxation und somit auch der Verdacht auf eine Verletzung des vorderen und hinteren Kreuzbandes [108].

3.4. Klassifikation der Kniegelenksluxation

Die Kniegelenksluxation wird entsprechend der Luxationsrichtung der Tibia in Bezug auf das Femur klassifiziert. Man unterscheidet eine anteriore und eine posteriore Luxation sowie eine laterale und mediale Kniegelenksluxation. Die Luxationen können auch mit einer Rotationskomponente vergesellschaftet sein [111].

Die anteriore Luxation geht mit einer direkten Gewalteinwirkung an der Vorderseite des Oberschenkels einher. Zusätzlich kommt es bei aufgesetztem Fuß zu einer Hyperextension. Daraus resultiert eine Zerreißung der posterioren Kapsel sowie des hinteren und vorderen Kreuzbandes [108].

Kennedy [56] hat durch seine Experimente an Leichenkniegelenken herausgefunden, dass die hintere Kapsel bei einer Hyperextension von 30° reißt, bei weiterer Extension rupturiert das hintere Kreuzband, während die Arteria poplitea bei einer Hyperextension von 50° rupturiert.

Demgegenüber postulieren Grigis und Marshall [39], dass das hintere Kreuzband bei einer Hyperextension nur dann rupturiert, wenn vorher das vordere Kreuzband gerissen ist.

Posteriore Kniegelenksluxationen resultieren aus einem Knieanpralltrauma. Dabei ist das Kniegelenk in 90° flektiert. Durch die Verschiebung der Tibia nach hinten reißen die hintere Kapsel und das hintere Kreuzband. Vorher kommt es noch zur Ruptur der medialen und lateralen Kapsel-Band-Komponenten [56].

Die latererale Luxation entsteht durch einen Valgusstreß, wenn die Tibia fixiert und der Oberschenkel adduziert wird. Die Kreuzbänder und der mediale Bandapparat rupturieren. Die mediale Dislokation entsteht aus einem Varusstreß heraus. Die Kreuzbänder und der laterale Bandapparat rupturieren.

In jedem Quadranten sind zusätzliche Rotationskomponenten möglich [108]. Die posterolaterale Luxation nimmt hierbei den größten Anteil ein. Sie resultiert durch ein Valgustrauma gekoppelt mit einer Innenrotation des Unterschenkels bei flektiertem

Kniegelenk [35]. Der Pes anserinus lagert sich dabei zwischen die Femurcondylen. Bei gestrecktem Kniegelenk gelingt deshalb die Reposition nicht. Erst bei gebeugtem Kniegelenk löst sich der Pes anserinus aus der Area intercondylaris, die Reposition wird dann möglich [6/95].

Green [38] berichtet über 245 Kniegelenksluxationen, von denen 25% anteriore, 18% posteriore, 13% laterale, 3% mediale und 4% Rotationsluxationen waren. Frassica et al. [29] berichten in ihrer Studie mit 20 Kniegelenksluxationen über eine Inzidenz von 70% bei der posterioren, von 25% bei der anterioren und von 5% bei der lateralen Luxation.

Shields [119] berichtet von 9 offenen Kniegelenksluxationen bei 26 untersuchten Fällen. Meyers und Moore [80] haben in ihrem Bericht in 10 von 53 Fällen offene Luxationen dokumentiert. Rüter, Trentz und Wagner [108] geben die offenen Luxationen in 20-30% aller Luxationen an.

3.5. Operative Verfahren

3.5.1. Notfallmaßnahmen

Die Kniegelenksluxation stellt einen traumatischen Notfall dar. Die Reposition muß, wenn nicht schon spontan erfolgt, sofort durchgeführt werden. Dadurch kann die Extremitätenperfusion deutlich verbessert werden [60]. Vor und nach der Reposition sollte der neurovaskuläre Status erhoben und dokumentiert werden. Kendall [55] fand bei 3 von 31 luxierten Kniegelenken Ischämiezeichen, welche sich nach Reposition komplett zurückbildeten.

Die Reposition bereitet in der Regel keine Schwierigkeiten [60]. Allerdings sollte bei der posterolateralen Luxation daran gedacht werden, dass sich der Pes anserinus zwischen die Femurcondylen verlagern kann. Dann ist eine Reposition nur in Beugung möglich [6/60/95].

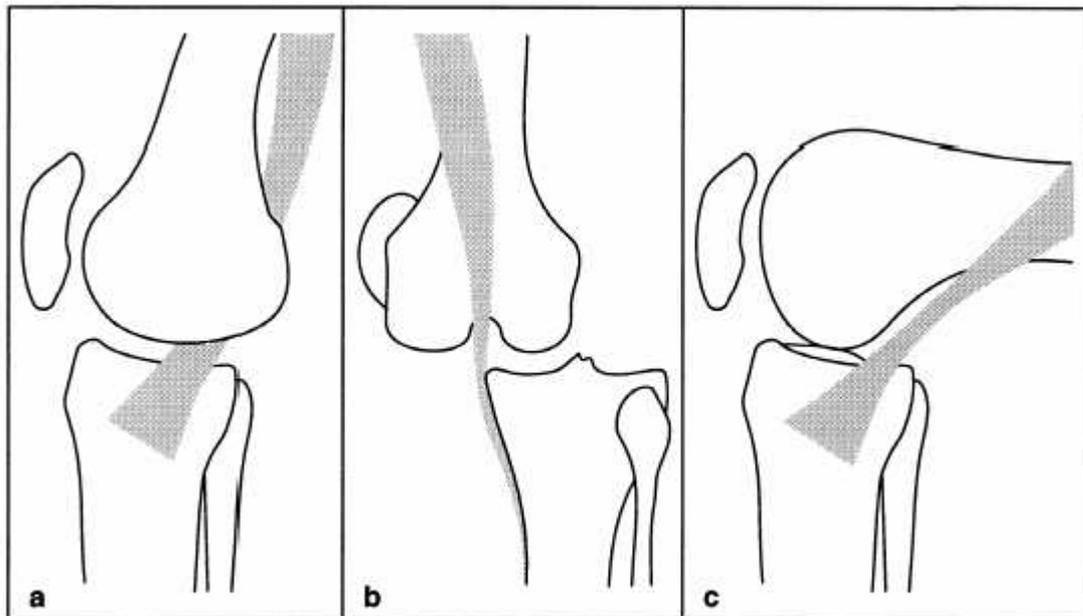


Abb. 14: a.-c.: Repositionstechnik Kniegelenksluxation. a, b: posterolaterale Luxation, Pes anserinus verhakt sich zwischen die Femurcondylen, c: Pes anserinus kann bei gebeugtem Kniegelenk aus der Area intercondylaris gelöst werden, die Reposition wird dadurch möglich. (nach [6])

Die Reposition der ventralen Luxation erfolgt unter Zug an der unteren Extremität und durch Anheben des distalen Femur. Dorsale Luxationen werden durch Zug an der

Tibia und Anheben der proximalen Tibia nach vorne erreicht. Mediale und laterale Luxationen werden durch Längszug und adäquate Verschiebung von Femur und Tibia reponiert. Rotationsluxationen werden unter Zug und entsprechender Derotation des Tibiakopfes reponiert [108].

Prinzipell muß darauf geachtet werden, dass durch die Repositionsmanöver keine direkte Kraft gegen die poplitealen Gefäße angewendet wird, um diese nicht zu komprimieren. Am schonendsten ist dabei die Reposition des Kniegelenkes bei rechtwinklig gebeugtem Kniegelenk.

Durch die ausgedehnte Kapselzerreißung besteht eine hochgradig instabile Situation mit starker Luxationstendenz. Als retinierende Maßnahme hat die temporäre transartikuläre externe Fixation in leichter Beugstellung gegenüber Gips und Brace zahlreiche Vorteile. Die Anlage erfolgt unilateral in Sagittalebene, ein Verbindungsgelenk in Kniegelenkshöhe hilft zur temporären Entriegelung. Die Schanzschen Schrauben sollten so plaziert werden, dass sie einer notwendigen Osteosynthese nicht im Wege stehen. Zudem kann die Funktion als Distraktor bei der Osteosynthese hilfreich sein. Eine temporär fixierte Verkürzung dient der Weichteilschonung [60].

Auch Pedrotti [90], welcher in seiner Arbeit Gefäßverletzungen bei über 200 Kniegelenksluxationen untersuchte, hält die ventrale gelenksüberbrückende Fixation vor einer zwingenden operativen Revaskularisation für notwendig.

Sollten die Fußpulse nach der Reposition mit stabilisierender externer Fixation nicht tastbar oder dopplersonographisch nicht nachweisbar sein oder zeigt die betroffene Extremität Ischämiezeichen, so muß eine notfallmäßige operative Revascularisation angestrebt werden [25].

Minimale Wandrisse unter 5 mm Größe, Intimadefekte und Pseudoaneurysmen, ebenso Intimaflaps, die wandadhärent sind und/oder in Stromrichtung liegen, lassen eine konservative Therapie zu. Voraussetzung für eine konservative Therapie sind immer eine intakte Zirkulation ohne Ischämie, das Fehlen einer aktuellen Blutung und die Durchführung von Verlaufskontrollen mit einem Duplexgerät [86].

Ist eine operative Sanierung notwendig, empfiehlt Pedrotti [90] den medialen Zugang zur Exploration der Poplitealregion, da damit die infragenuale Kontrolle der distalen Poplitealarterie vollzogen werden kann. Bei 9 von 11 seiner Patienten fand sich intraoperativ die distale Intimaläsion auf Höhe der terminalen Arteria poplitea oder sogar im Bereich des Truncus tibiofibularis, einen durch den dorsalen Zugang schwierig darzustellenden Gefäßabschnitt.

Nach entsprechender Kontrolle der Gefäße muß ein adäquates Debridement der Arterie im Gesunden erfolgen. Der distale Gefäßabschnitt sollte auch bei gutem Reflux vorsichtig mit einem Fogarty-Katheter sondiert werden, da ein Reflux durch Kollateralgefäße eine vorhandene Thrombose maskieren kann [105]. Der entstandene Defekt kann je nach Länge entweder durch direkte End-zu-End-Anastomose nach entsprechender Mobilisierung der Arterie oder durch das Einsetzen eines Interponates erfolgen. Die spannungsfreie Gefäßnaht ist oberstes Ziel [123/139].

Vollmar beschreibt zusammenfassend im folgenden Diagramm die operative Versorgung von Arterienverletzungen mit Rekonstruktion der arteriellen Strombahn [139].

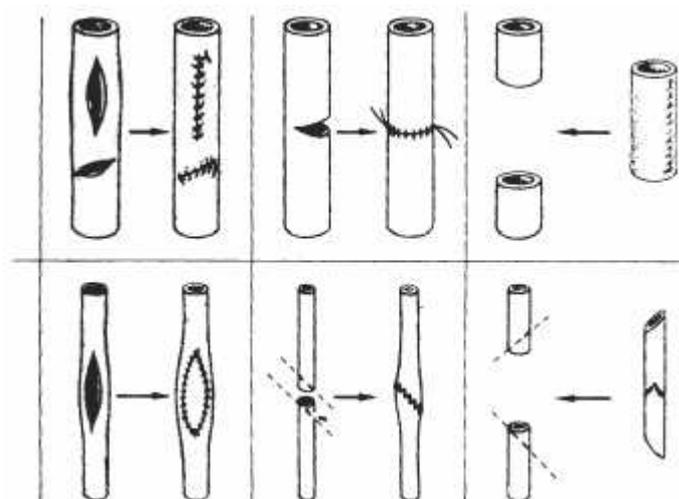


Abb. 15: Obere Reihe: großkalibrige Arterien (>6mm), untere Reihe: kleinkalibrige Arterien (<6mm). (nach Vollmar [138])

Bei entsprechender Ischämiedauer sind Reperfusionsschäden zu erwarten, so dass die Indikation zur Dermatofasziotomie aller vier Kompartimente am Unterschenkel großzügig zu stellen ist, auch wenn unmittelbar nach Wiederherstellung der arteriellen Strombahn die Kompartimentdrucke noch keine entsprechenden Werte aufweisen [38/60/66/81/90/108].

3.5.2. Kapsel – Band – Rekonstruktion / Übersicht der gängigen Verfahren

Ziel aller operativen Verfahren ist die bestmögliche Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse am Kniegelenk sowie der dynamischen Funktion aller zerstörten Strukturen. Dies bedeutet für den Patienten die Gewährleistung stabiler Gelenkverhältnisse unter jeder Art von Belastung und eine schmerzfreie, vollständige Beweglichkeit.

Aufgrund des Verletzungsausmaßes muß entschieden werden, welche Strukturen versorgt werden. Es bestehen mehrere Möglichkeiten [73/126]:

- alleinige hintere Kreuzband-Rekonstruktion;
- hintere Kreuzband-Rekonstruktion und posterolaterale Stabilisierung, die vordere Kreuzband-Rekonstruktion erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt;
- hintere und vordere Kreuzband-Rekonstruktion;
- hintere und vordere Kreuzband-Rekonstruktion und posterolaterale Stabilisierung;

Als Zeitpunkt für den Eingriff sollten die ersten 14 Tage angestrebt werden, da später keine anatomische Präparation im Seitenbandsystem mehr gelingt [60/69].

Letztendlich müssen die Operationstechniken der individuellen Situation angepasst werden. Sie orientieren sich an den gängigen Techniken zur vorderen und hinteren Kreuzband-Rekonstruktion, beziehungsweise an den Techniken der Kollateralband-, und Kapselrekonstruktionen.

Transplantatwahl

Autologe Transplantate:

1. Semitendiosussehne (ST-Sehne) / Hamstring

Die Vorteile der Hamstringsehnen gegenüber dem Ligamentum patellae liegen darin, dass der Extensionsmechanismus des Kniegelenkes durch die

Transplantatentnahmestelle nicht geschädigt wird. Schmerzen an der Entnahmestelle der Hamstringsehnen sind nur selten und von kurzer Dauer [145]. Die Entnahme der Hamstringsehnen mit einem Sehnenstripper ist wesentlich einfacher und unterliegt einer geringeren Morbidität im Vergleich zum Ligamentum patellae [45].

2. Semitendinosussehne und Gracilissehne / Hamstrings

Ist die Semitendinosussehne sehr dünn oder sehr kurz (< 20 cm), kann die Gracilissehne zur Verstärkung des Transplantates hinzugenommen werden. Dies ist zum Beispiel auch bei der Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes notwendig [126]. Die initiale Reißfestigkeit der 4-fachen Semitendinosussehne beträgt über 4000 N und die der gedoppelten Gracilissehne über 1500 N [40].

3. Ligamentum patellae, „bone-tendon-bone“/ (BTB)

Das mittlere Drittel des Ligamentum patellae stellt ein weitverbreitetes Rekonstruktionsmaterial dar. Hierbei werden Knochenblöcke aus Patella und Tuberositas tibiae mitentnommen, um eine primär belastungsstabile Fixation zu erreichen [126]. Einschränkend muß darauf hingewiesen werden, dass der tibial entnommene Knochenblock eine mechanische Schwachstelle darstellt. Hierbei kann es zur Fraktur des Knochenblockes kommen. Das Risiko einer Fraktur hängt natürlich wesentlich von der Knochendichte ab [142].

Das Ligamentum patellae verfügt über eine hohe Reißfestigkeit (1700 - 2900 N) und Verankerungsfestigkeit. Als nachteilig stehen femoropatellare Schmerzen (bis 40%) und der Kraftverlust des Streckapparates (bis 60%) im Vordergrund.

Zusätzlich bestehen die, wenngleich in seltenerem Maße, Risiken einer Patellafraktur (ca. 0,1-3%) und der Patellasehnenruptur [25]. Diese Risiken lassen sich allerdings durch eine vorsichtige Transplantatentnahme minimieren. Unter Verwendung einer Hohlfräse können Sollbruchstellen bei der Entnahme der Knochenblöcke vermieden werden [142].

4. Quadrizepssehne

Wird ein 10-mm-Streifen entnommen, verfügt der mittlere Anteil der Quadrizepssehne über einen größeren Gewebequerschnitt als das Patellasehnendrittel. Die Reißfestigkeit beträgt zwischen 2353 N und 2376 N. Das Quadrizepssehnentransplantat kann mit oder ohne Knochenblöcke entnommen werden [142].

Alloplastische Materialien:

1. Treviraband
2. Goretexligament
3. Strykerligament
4. Leeds-Keio-Ligament
5. Proflexligament
6. Kennedy-LAD
7. Lafil-Ligament

Synthetische Bandersatzmaterialien scheinen eine verlockende Alternative für den Kreuzbandersatz darzustellen, da keine Entnahmemorbidität vorhanden ist. Die Kunstbänder haben sich dennoch nicht bewährt, auch die Verwendung als Augmentationsbänder zeigten tierexperimentell und klinisch keinen Vorteil gegenüber dem alleinigen autologen Material [11/87].

Allografts:

Allografts haben neben ihrem Einsatz in der Revisionschirurgie und bei komplexen Bandverletzungen zunehmend auch Bedeutung in der primären Kniebandchirurgie. Die bisherigen Berichte für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes zeigen im Vergleich zu autologen Transplantaten gute klinische Ergebnisse [92/118]. Es wird jedoch von einer etwas höheren Rerupturrate im Vergleich zu den Autografts ausgegangen [142].

Das Risiko einer Virusübertragung ist nach heutigen Qualitätskriterien extrem gering. Für jedes Allograft wird in Deutschland ein negativer Virusnachweis im Gewebe selbst mittels Polymerase-Kettenreaktion gefordert. Dies bedingt jedoch einen erheblichen Versorgungsengpass, weil nur spezialisierte Zentren mit eigener Gewebebank darauf zurückgreifen können [142].

Zugang:

Der Zugang sollte sich aus der Verletzung ergeben, d. h. es sollten möglichst wenig Strukturen zusätzlich durchtrennt werden, die Darstellung des Gelenkes erfolgt bevorzugt durch die gerissenen Kapselbandstrukturen [73]. Hierbei sind multiple selektive kleinere Zugänge einem ausgedehnten ventralen Zugang mit Skelettierung des gesamten Kniegelenkes vorzuziehen, um das additive Operationstrauma zu minimieren [58].

Die Arthroskopie als sogenannte „Trockenarthroskopie“ kann sich als wertvolle Zusatzinstrumentation erweisen, da so einzelne Gelenkabschnitte ohne extensive Freilegung besser eingesehen werden können [58].

Bohrkanallokalisierung:

1. Vorderes Kreuzband

Die anatomische proximale Insertion des vorderen Kreuzbandes liegt unmittelbar proximal des posterioren Endes der radiologisch definierten Blumensaatlinie. Sie stellt eine halbmondförmige Fläche dar [32/124].

Die ventrale Begrenzungslinie dieser halbmondförmigen Fläche bildet die sogenannte Transitionslinie. Eine zu weit anterior der Transitionslinie gewählte Lokalisation der femoralen Insertion des vorderen Kreuzbandes hat eine unnatürlich große Zugspannung des Transplantats in Flexion zur Folge. Eine zu weit posteriore Positionierung führt zu unnatürlich großer Spannung in Extension [32].



Abb. 16: Anatomische vordere Kreuzbandinsertion, femoral [20]

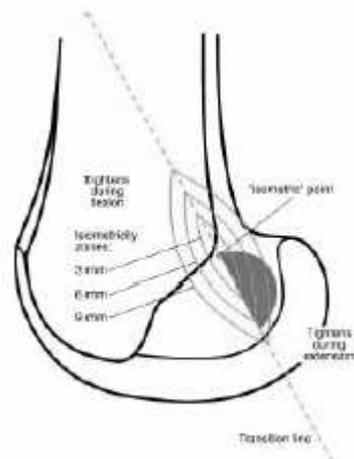


Abb. 17: Transitionslinie [20]

Klinisch ist die femorale Insertion des vorderen Kreuzbandes posterosuperior im Bereich der lateralen Wand des Interconylicums zu suchen, das heißt unmittelbar vor der hinteren Umschwenkkante am lateralen Femurkonylus. In der anteroposterioren intercondylären arthroskopischen Übersicht liegt diese bei 1.00-1.30 Uhr für das linke Knie und 10.30-11.00 Uhr für das rechte Knie [32/124/146].

Tibial findet sich die anatomische Insertion des vorderen Kreuzbandes im mittleren Drittel der Eminentia intercondylaris, im anteromedialen Bereich, unmittelbar hinter der Verankerung des medialen Meniskusvorderhorns [2/20].

2. Hinteres Kreuzband

Das hintere Kreuzband besteht aus einer Vielzahl unterschiedlicher Faserbündel, die sich in verschiedenen Gelenkstellungen anspannen. Unter funktionellen Gesichtspunkten kann das anterolaterale vom posteromedialen Bündel unterschieden werden. Jedes dieser 2 Bündel hat definierte Insertionszonen an der Tibia und am Femur [44].

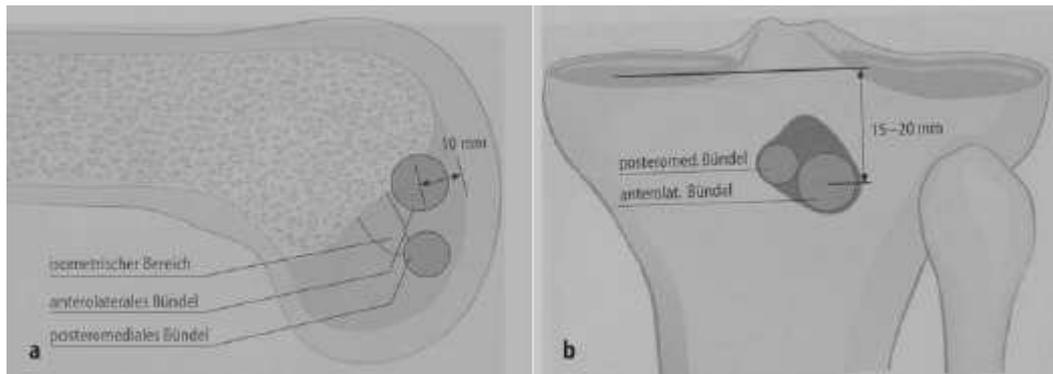


Abb. 18: Ursprung-, und Ansatzbereiche des anterolateralen und posteromedialen Bündels des hinteren Kreuzbandes [126]

Das anterolaterale Bündel entspringt anterior nahe dem Knorpel-Knochen-Übergang an der Innenseite des medialen Femurkondylus und inseriert im lateralen Anteil der Ansatzfläche am Tibiakopf. Das dünnere, posteromediale Bündel verläuft vom posterioren Anteil der femoralen Ursprungsfläche zum medialen Anteil der tibialen Insertion.

Intraoperativ zeigt sich bei der 2-Bündel-Technik das Zentrum des Bohrlochs für das posteromediale Transplantat 8 mm posterior der Knorpelgrenze des medialen Femurkondylus und 20 mm inferior zum Dach der Fossa intercondylica. Die entsprechenden Referenzpunkte für das anterolaterale Bündel sind 13 mm Abstand von der Knorpelgrenze und 13 mm zum Fossadach, gemessen in 90° Knieflexion [83].

Tibial wird jeweils ein Bohrtunnel für die gedoppelte Grazilissehne und ein Bohrtunnel für die 4-fache Semitendinosussehne von der medialen Tibiametaphyse zum dorsalen tibialen Ansatz des hinteren Kreuzbandes gebohrt [44].

Fixationstechniken:

Bei Verwendung eines Knochen-Sehnen-Knochen-Transplantates müssen lediglich die Knochenblöcke fixiert werden, um das gesamte Transplantat zu fixieren. Kurosaka et al. [64] beschrieb die Fixation mit einer speziellen Madenschraube, der heutigen Interferenzschraube. Damit wurde nicht nur die Verankerungsfestigkeit gesteigert, sondern auch das operative Handling vereinfacht.

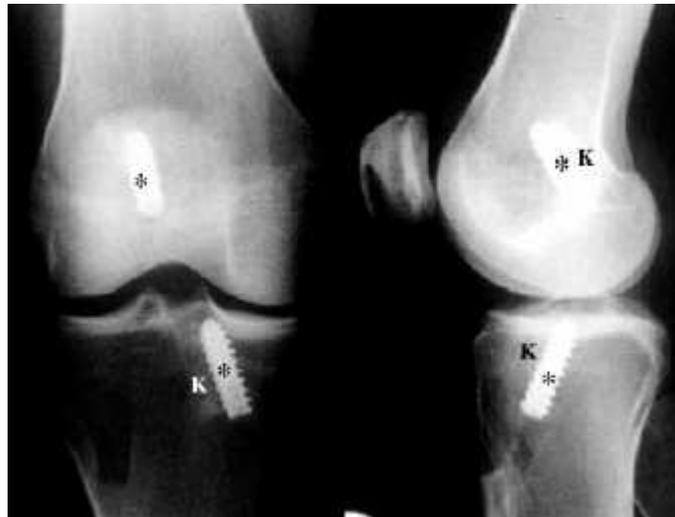


Abb. 19: VKB-Plastik mit Patellasehnentransplantat. Die Knochenblöcke (K) sind mit gelenknahen Interferenzschrauben (*) fixiert [110]

Da bei den Hamstringsehnen keine direkte Knochen-Knochen-Verankerung möglich ist, sind bei der Fixierung des Transplantates besondere Anforderungen zu beachten. Unter der Vorstellung, die femorale Fixation des Transplantates auch arthroskopisch zu ermöglichen, wurde von verschiedenen Firmen ein „Vierlochplättchen“, der sog. Endobutton (Fa. Smith & Nephew Endoscopy) entwickelt.



Abb. 20: Fixationsbutton vor Einzug in den femoralen Kanal [127]

Demgegenüber bestehen Techniken zur Fixation auf Gelenkniveau. Ishibashi et al. [48] konnte experimentell zeigen, dass sich die Stabilität sowie die In-situ-Kräfte des Transplantates im Vergleich zur konventionellen externen Fixation erhöhen.



Abb. 21: Tibiale Fixation mit bioresorbierbarer Schraube. Zur Lagekontrolle wird die Kamera in den tibialen Kanal gehalten [127]

Eine alternative gelenknahe Fixation zur Interferenzschraube stellen die Transfixationssysteme dar. Hierbei werden Verankerungsstifte aus Titan oder bioresorbierbarem Material über laterale Inzisionen eingebracht. Diese Systeme (Rigid Fix, Semi Fix) zeichnen sich durch eine hohe initiale Fixationsfestigkeit aus [127].

Um nun die Nachteile der Fixierungssysteme minimieren zu können, bietet sich die Hybridfixation an. Hierbei werden 2 Verankerungstechniken kombiniert. Bei femoraler Buttonfixation kann ein additiv in den femoralen Kanal eingebrachter Spongiosazylinder zur Reduktion der Transplantatbewegung beitragen. Auch bei der Transfixationstechnik findet diese additive Methode zur Abdichtung des femoralen und tibialen Bohrkanales sowie zur Reduktion der Tunnelerweiterung Verwendung.

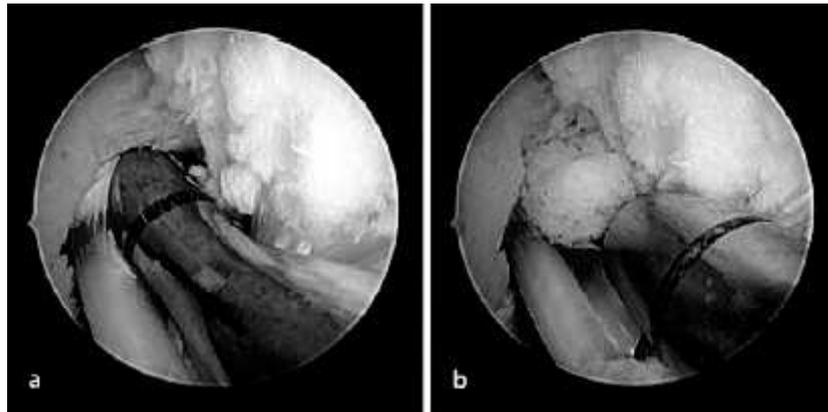


Abb. 22: Femorale Hybridfixation mit einem Spongiosazylinder. a: Dilatation des Kanales, b: Einpressen der Spongiosa [127]

Nach Fixation tibial mit einer Interferenzschraube ist eine zusätzliche extracorticale Verankerung zu empfehlen. Diese erfolgt durch Verknoten der Fäden über einem Fixationsknopf. Dabei kann der tibiale Bohrkanal abgedichtet und durch Anmodellieren des Fixationsknopfes das Transplantat gespannt werden [127].

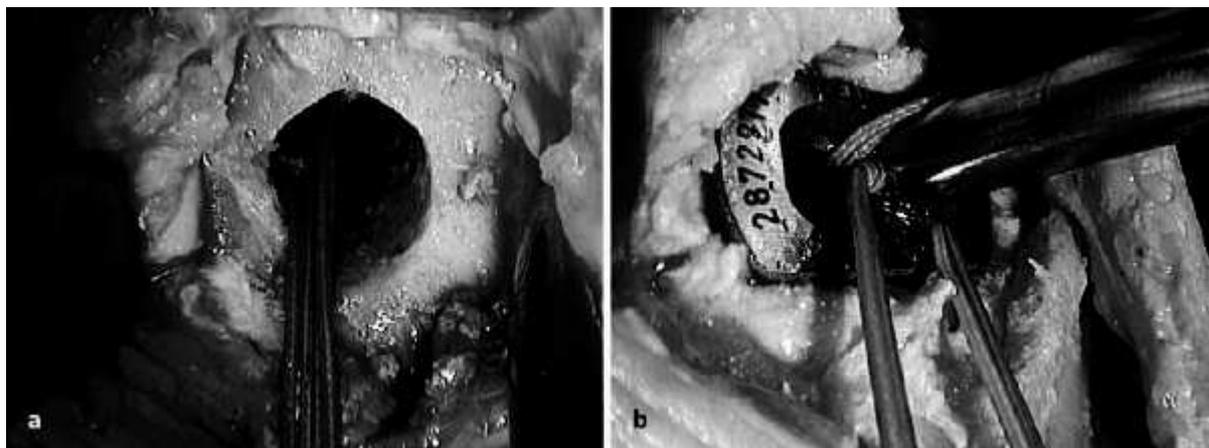


Abb. 23: a: Tibialer Bohrkanal, b: Fixieren des Fixationsknopfes durch Verknoten der Fäden [127]

Zur Fixation des hinteren Kreuzbandes tibial empfiehlt sich die sogenannte Inlay-Technik. Dazu ist ein intraoperatives Umlagern des Patienten von der Rückenlage in die Bauchlage notwendig, um die direkte posteriore Fixation durchführen zu können [9/52].



Abb. 24: Posterioer Zugang, tibiale Fixierung mit einer Interferenzschraube [70]

3.5.2.1 Vordere Kreuzbandrekonstruktion

3.5.2.1.1. Köcherne Refixation

Normalerweise ist bei einem knöchernen Ausriß die eigentliche Bandstruktur nicht mitverletzt. Es handelt sich um eine seltene, aber günstige Verletzungsform. Sie betrifft meist den tibialen Ansatz. Die Reposition und Refixation kann abhängig von der Größe des ausgerissenen Knochenfragmentes arthroskopisch assistiert mit percutan eingebrachten Kirschnerdrähten, Ausziehnähten oder kanülierten Schrauben erfolgen [25].

Bei sehr kleinen Fragmenten (1-2mm) muß davon ausgegangen werden, dass nur einige Bandanteile im distalen Bereich des vorderen Kreuzbandes rupturiert sind. Eine Refixation ist hier wenig sinnvoll. Bei großen Fragmenten (>5mm) ist eine Refixation zu empfehlen, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung zu ermöglichen.

Die arthroskopisch assistierte Refixation mit kanülierten Kleinfragmentschrauben hat sich dabei bewährt [58/126]. Dabei können die Risiken der Stiftwanderung und des Pininfektes nach perkutaner K-Draht-Osteosynthese umgangen werden [58].

Sollte sich angesichts einer erheblichen Kapselverletzung eine Arthroskopie verbieten, muß eine Arthrotomie mit offener Reposition und einer entsprechenden Schraubenosteosynthese durchgeführt werden.

Die Bildwandlerkontrolle während des Einbringens des Implantates ist zu empfehlen, um einerseits Fehlplazierungen und andererseits die Penetration der Implantate durch die dorsale Tibiakortikalis mit konsekutiver neurovaskulärer Schädigung zu verhindern [58].

3.5.2.1.2 Vordere Kreuzbandplastik

Technik der Rekonstruktion:

Die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes erfolgt nach Lobenhoffer [70/73] über die Miniarthrotomie, wobei der femorale Bohrkanal in 130° Beugung angelegt wird. Als Transplantat wird meist ein Patellarsehnenstreifen verwendet. Die Fixation des Transplantates erfolgt mittels resorbierbarer Interferenzschrauben, wobei das Transplantat des vorderen Kreuzbandes in strecknaher Stellung manuell angespannt und fixiert wird.



Abb. 25: Miniarthrotomie, Wundsperrer mit Kaltlichtquelle [73]



Abb. 26: Beugung bis 130° und Platzierung des femoralen Kanals für das vordere Kreuzband [73]

Operationstechniken (arthroskopisch):

Wird ein zweizeitiges Verfahren angewandt, das heißt, dass die hintere Kreuzband-Rekonstruktion und posterolaterale Stabilisierung primär angegangen wird und die vordere Kreuzband-Rekonstruktion zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt, so kann die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes möglicherweise arthroskopisch erfolgen.

Rekonstruktion mit Semitendinosussehne:

1. Palpation des anteromedialen Bereiches des Unterschenkels ca. 1-3 cm distal und 1 cm medial der Tuberositas tibiae;
2. Hautschnitt parallel der Tibiavorderkante 0,5-1 cm distal der Tuberositas tibiae anteromedial, Länge ca. 3 cm;
3. Präparation des Pes anserinus

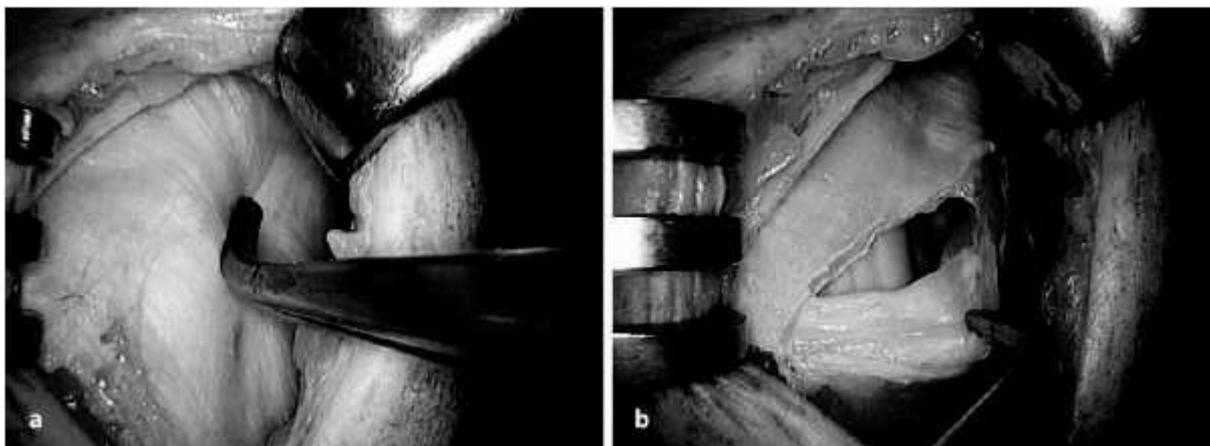


Abb. 27: a: Darstellung des Pes anserinus und Palpation der Einsenkung zwischen der Gracilissehne und der Semitendinosussehne mit einer gebogenen Pinsette. b: Nach Längsincision lässt sich an der Unterkante die Semitendinosussehne lokalisieren. [127]

4. Sehnenentnahme mit einem Sehnenstripper;
5. Entnahme eines Periostlappens und Fixierung desselben in der Mitte der Sehenschleife zur Förderung der Einheilung des Transplantates;
6. Arthroskopie
7. Debridement der Fossa mit Resektion der Plica infrapatellaris und des Ursprung-, und Ansatzbereiches;

8. Sehnenpräparation – Längenmessung – Entfernung von Muskelgewebe – Halbierung der Sehne – Bestimmung der Sehnenstärke – Fixation der Sehnenenden durch invertierende und adaptierende Nähte – Vordehnung;

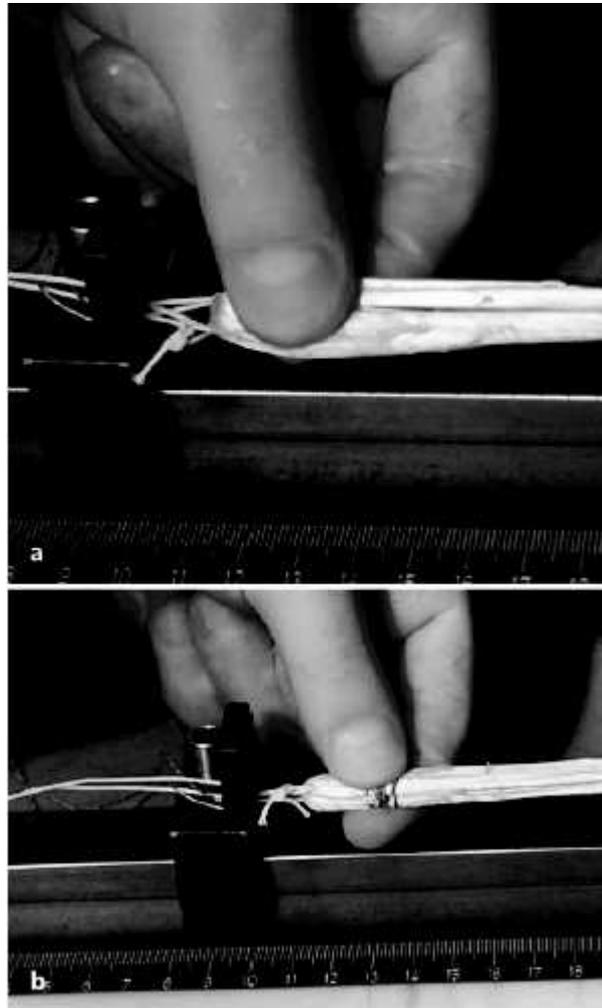


Abb. 28: Unter Palpation verschieben sich die einzelnen Sehnenstränge leicht gegeneinander (a). Nach Stabilisierung mit einer Naht tastet sich ein stabiler Transplantatanteil (b). [127]

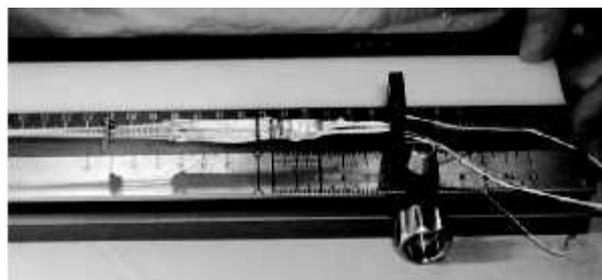


Abb. 29: Auf ein Sehnenboard eingespanntes und komplett vorbereitetes Transplantat [127]

9. Platzierung des tibialen Bohrkanal mit entsprechendem Zielgerät;
10. Notchplastik;
11. Platzierung des femoralen Bohrkanales;
12. Fertigstellen des Sehnenpräparates mit entsprechenden Haltevorrichtungen;
13. Einziehen des Transplantates und Fixieren desselben femoral;
14. Impingementtest zum Ausrichten der Sehnenstränge sowie zum Prüfen eines Impingementes zwischen Transplantat und knöcherner Strukturen (Dach der Fossa, lateraler Femurcondylus);
15. Gelenkreinigung;
16. Isometrietest, das Transplantat darf sich dabei maximal um 2 mm verlängern, > 2 mm spricht für einen unisometrischen Transplantatverlauf;
17. Fixieren des Präparates tibial;
18. Wundverschluß;

Rekonstruktion mit mittlerem Drittel des Lig.patellae BTB / „bone-tendon-bone“):

1. Hautincision knapp distal der Patellaspitze bis knapp proximal medial der Tuberositas tibiae;
2. Vorschneiden des 10 mm breiten Transplantates;
3. Entnahme des patellaren Knochenblockes durch Einsägen der anterioren Patellacorticalis mit einer oszillierenden Säge, Platzieren der 2 mm Bohrlöcher für die später einzuführenden Durchzugsfäden, Heben des Transplantates mit einem Meißel;



Abb. 30: Das mittlere Drittel (10 mm breit) ist isoliert. Das patellare Knochenblöckchens wird mit der oszillierenden Säge herausgelöst [110]

4. Entnahme des tibialen Knochenblockes in identischer Weise;



Abb. 31: Der Sägeschnitt wird etwa 5-10 mm über die proximale Sehneneinstrahlung hinaus verlängert. Auf diese Weise entsteht ein Überstand nach proximal. [110]

5. Transplantatentnahme unter Durchtrennen der Verbindungszüge zum Hoffa-Fettkörper;
6. Adaptierung der dorsalen Ligamentanteile mit Einzelknopfnähten zum Verschluss des Gelenkes;
7. Transplantatvorbereitung durch Trimmen der Knochenblöcke (patellar 9 mm, tibial 10 mm) und der Sehne auf die gewünschte Stärke;
 - a. Ausmessung des Sehnen-Knochen-Anteiles (40-90 mm) sowie des Knochenblockes für den femoralen Kanal (15-20 mm), die Löcher des femoralen Knochenblockes werden mit 2 nicht resorbierbaren Fäden, das periphere Loch des tibialen Knochenblockes mit einem Faden besetzt;
 - b. Vorbereitung des Fixierboardes Fixation des Transplantates und Vorspannung des Transplantates mit 40-80 N für 4 min.;
8. Arthroskop-und Instrumentenzugang
9. Debridement der Fossa mit Resektion der Plica infrapatellaris sowie des tibialen Kreuzbandstumpfes;
10. Notchplastik bevorzugt im lateralen und superioren Bereich der Fossa und somit Sichtbarmachen des Ursprunges des vorderen Kreuzbandes;
11. Platzierung des tibialen Bohrkanales;

12. Ausmessen der intraartikulären Strecke und Bestimmen der Differenz zwischen dem Sehnen-Knochen-Anteil (TB) des Transplantates und der intraartikulären Strecke plus dem tibialen Bohrkanal (TKI);
 - a. $TB > TKI$: der femorale Block muß entsprechend der Differenz zwischen TB und TKI im femoralen Bohrkanal versenkt werden;
 - b. $TB < TKI$: dieser Zustand ist anzustreben
 - c. $TB = TKI$: der tibiale Knochenblock endet am Ausgang des tibialen Bohrkanales, damit durch die Fixation des tibialen Knochenblockes das Transplantat nicht in Gelenkrichtung vorgeschoben wird, muß der femorale Knochenblock 5 mm in den femoralen Bohrkanal eingezogen werden;
13. Plazieren des femoralen Bohrkanales bei 80-90° Beugung des Kniegelenkes;
14. Fertigstellen des Transplantates mit entsprechenden Haltevorrichtungen;
15. Einziehen des Transplantates
16. Impingementtest zum Ausrichten der Sehnenstränge sowie zum Prüfen eines Impingements zwischen Transplantat und knöcherner Strukturen (Dach der Fossa, lateraler Femurcondylus);
17. Gelenkreinigung;
18. Isometrietest um ein mögliches Gleiten des tibialen Knochenblockes zu überprüfen, das Transplantat darf sich dabei maximal um 2 mm verlängern, > 2 mm spricht für einen unisometrischen Transplantatverlauf;
19. Fixation des Präparates tibial und femoral;
20. Wundverschluß;

3.5.2.1.3. Augmentation

Die Verstärkung der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes durch Kunstbänder wurde in früheren Jahren gefordert. Die frühere Belastbarkeit, die schnelle Rehabilitation, die Schonung des Transplantates bei der Ligamentisation sowie stabilere Ergebnisse standen als Argumente dafür.

Zur Augmentation sind verschiedene Kunststoffmaterialien wie zum Beispiel Nylon, Dacron, Teflon, Terswiss, Trevira und Goretex bekannt. Auch Kohlefaserpräparate gehören zu möglichen Alternativen [126].

Zur Klärung der Notwendigkeit einer Augmentation mit dem Kennedy-LAD haben Strobel et al. [126] eine prospektiv randomisierte Studie durchgeführt. Dabei wurden zwei Patientengruppen gebildet. Die vordere Kreuzbandplastik erfolgte immer mit dem mittleren Drittel des Ligamentum patellae, die femorale Fixierung erfolgte über eine laterale Hautincision mit einer Spongiosaschraube. Bei einer Patientengruppe wurde die Augmentation mit einem Kennedy-LAD durchgeführt, bei der zweiten Patientengruppe nicht.

Allerdings konnten die Zielvorgaben, die an die Augmentation gestellt wurden, nicht erreicht werden. Zum einen ergab die Studie keine bessere Stabilität durch die LAD-Augmentation und auch keine frühere Belastbarkeit, zum anderen zeigte sich eine längere Operationszeit bei einem größeren Eingriff mit Augmentation, da 2 Schrauben zur Fixierung des Augmentationsbandes notwendig waren [126].

Auch Grontvedt et al. zeigten in ihrer Studie, dass der Einsatz eines Augmentationsbandes (ligament augmentation device, LAD) zur Protektion des autologen Gewebes während des Remodelings keinen zusätzlichen Benefit bringt, so dass eine derartige Therapie nur in wenigen Ausnahmefällen indiziert ist [92].

3.5.2.2. Hintere Kreuzbandrekonstruktion

3.5.2.2.1. Knöcherne Refixation

Das hintere Kreuzband kann durch entsprechende Rasanztraumen vom tibialen Ansatz ausreißen. Ist ein knöchern dislozierter Ausriss des hinteren Kreuzbandes radiologisch gesichert, so besteht die Indikation zur operativen Sanierung. Bevorzugtes Fixationsmaterial sind Schrauben. Die Kleinfragmentschraube bietet sich bei kleinen Fragmenten an. Zudem können auch Ausziehnähte verwendet werden [25/108/126].

Nach Rüter und Trentz [108] führen knöcherne Abrissverletzungen des hinteren Kreuzbandes nach exakter Reposition und Fixation praktisch immer zu einem sehr guten Ergebnis. Eine möglichst frühzeitige Operation sollte angestrebt werden, um eine anatomische Reposition des Fragmentes zu ermöglichen.

Da es häufig im Rahmen des Traumas vor dem Ausriß des Knochenfragmentes zu Mikrorupturen des Kreuzbandes mit substantieller Schädigung der Kollagenfasern kommen kann, ist in diesen Fällen die Tiefersetzung des ausgerissenen Fragmentes für die Wiederherstellung der Bandspannung vorteilhaft [58].

Eine arthroskopisch assistierte Refixation ist nur bei sehr großen Fragmenten sinnvoll. Zudem muß die Kapsel intakt sein. Die meisten Fragmente müssen daher über einen posterioren Zugang versorgt werden. Der Zugang nach Trickey hat sich dabei bewährt [44/126].

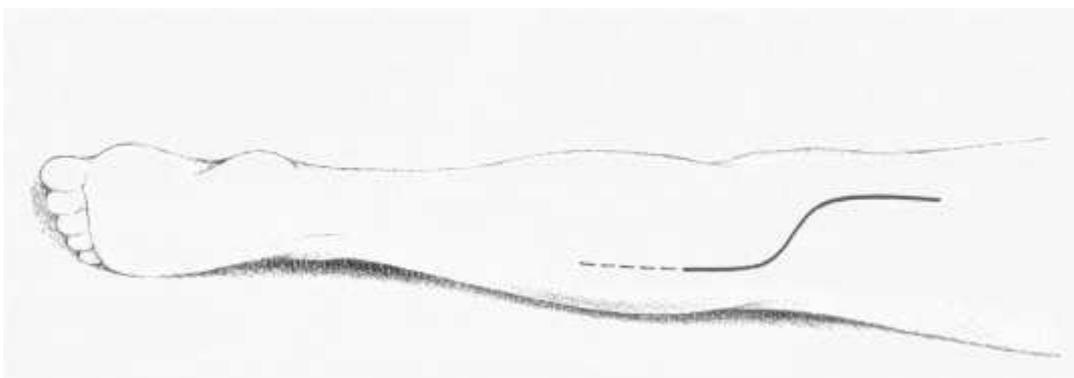


Abb. 32: hinterer Zugang zum Kniegelenk nach Trickey [5]

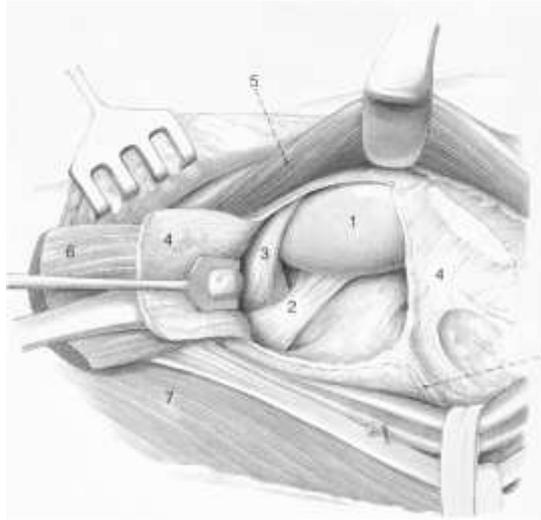


Abb. 33: Darstellung der Kniegelenkkapsel von medial dorsal [5]

3.5.2.2.2. Reinsertion

Bei femoralen Avulsionen ist eine primäre Refixation durch transossäre Nähte möglich. Der Eingriff wird bei intakter Kapsel arthroskopisch assistiert [5/25].

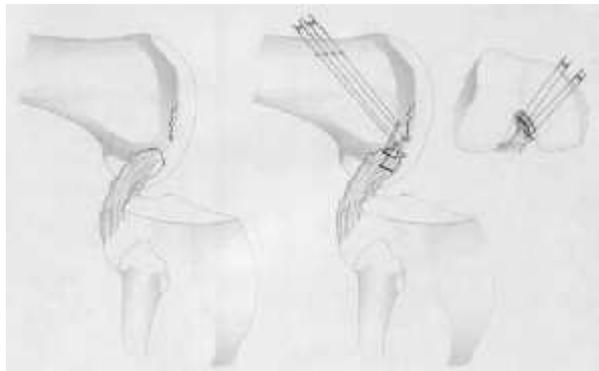


Abb. 34: transossäre Refixationstechnik des hinteren Kreuzbandes [25]

3.5.2.2.3. Hintere Kreuzbandplastik

Technik der Rekonstruktion:

Bei Zerstörung des hinteren Kreuzbandes sollte der Ersatz mit einem autologen Bindegewebetransplantat erfolgen. Bevorzugt werden die gebündelte Semitendinosus-, und Grazilissehne verwandt, alternativ die Quadrizepssehne. Der Ersatz kann über eine Miniarthrotomie von anterior unter Verwendung des für die arthroskopische Ersatztechnik bekannten Spezialinstrumentariums erfolgen [18/70/73].

Die Anlage der Bohrkanäle ist in vielen Fällen durch die weite Aufklappbarkeit des Gelenkes unter direkter Kontrolle möglich, ansonsten empfiehlt sich die Kontrolle mittels seitlicher Durchleuchtung. Die Bildwandlerkontrolle empfiehlt sich ohnehin für die wichtige Einstellung des Gelenks auf den physiologischen Nullpunkt, denn es besteht die Gefahr, die Bandstrukturen in fixierter vorderer oder hinterer Schublade zu verankern.



Abb. 35: Bohren des Tibiakanals für das hintere Kreuzband unter Bildwandlerkontrolle [73]

Eine technische Besonderheit beim Ersatz des hinteren Kreuzbandes ist die enge anatomische Beziehung der Poplitealgefäße zur posterioren Gelenkkapsel und zum tibialen Ansatz. Die Gefäß-Nerven-Strukturen müssen bei der Anlage des tibialen Bohrkanals speziell geschützt werden! Gefäßverletzungen sind bei diesem Operationsschritt aufgetreten und müssen besonders bei dorsalen Vernarbungen (Voroperationen, Zustand nach Kniegelenksluxation) befürchtet werden [49/122]. Es ist durchaus zu erwägen, präoperativ eine Angiographie durchzuführen, um die Lagebeziehung der A. poplitea zur Kniekehle zu klären und mögliche vorbestehende Schädigungen zu erfassen [9]. Das Einziehen des Transplantats und hierbei insbesondere das Manipulieren des Knochenblocks aus dem tibialen Kanal in das Gelenk stellt oft den schwierigsten Teil des Eingriffes dar. Spezielle Instrumente sollten für diesen Eingriff zur Verfügung stehen.

Alternativ bietet sich die posteriore Freilegung der proximalen Tibia an, wobei das Transplantat direkt in einer Knochengrube mittels Schrauben oder Staples fixiert wird [9/52/130]. In biomechanischen Untersuchungen ergaben sich Stabilitätsvorteile für diese Methode [10], welche die Abknickung des Transplantats am Rand des tibialen Bohrkanals vermeidet, den sogenannten „Killerturn“ [44/70].

Der Eingriff kann rein in Bauchlage durchgeführt werden, wobei dann die posteriore Kapsel weit eröffnet werden muß und der femorale Kanal von posterior aus gebohrt wird [130]. Im Gegensatz dazu kann das Transplantat in Rückenlage entnommen und im femoralen Kanal fixiert werden, dann wird in die Bauchlage umgelagert und die tibiale Fixation durchgeführt.

Nach Lobenhoffer [70] unterscheidet sich die Morbidität der Technik mit einem Zugang und der Technik mit 2 Zugängen nicht. Der posteriore Teil des Eingriffes kann auch durch Mobilisation des medialen Gastrocnemiuskopfes erfolgen, welcher dann nach lateral gehalten wird und das Gefäß-Nerven-Bündel schützt [13].

Das hintere Kreuzband wird nach erfolgreicher Platzierung in 90° Beugung und unter Reposition des Tibiakopfes in der Neutralposition (Bildwandlerkontrolle) fixiert. Die Fixation erfolgt mit bioresorbierbaren Interferenzschrauben [70/73].

3.5.2.2.4. Augmentation hinteres Kreuzband

Indikation für eine Augmentation des hinteren Kreuzbandes stellt vor allem die proximale und distale Ruptur dar. Als Materialien stehen PDS und LAD zur Verfügung. Je nach Bedarf kann die Augmentation mit einer Naht kombiniert werden [126].

Die PDS-Augmentation hat den Vorteil, dass bei Verwendung eines femoralen Fixationsbuttons keine femorale Inzision notwendig ist. Zudem entfällt die Entfernung eines Augmentationsbandes vor einer später eventuell doch erforderlichen Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes. Der Nachteil liegt in der Stabilitätsabnahme nach 4-6 Wochen. Strobel [126] hält diese Technik nur für distale Rupturen verwendbar.

Der Vorteil der LAD-Augmentation liegt im stabileren Augmentationsmaterial, zudem ist sie auch bei femoralen Rupturen anzuwenden. Nachteilig ist die femorale Inzision zur Fixation des Augmentationsbandes [126].

Lobenhoffer [73] empfiehlt bei komplexen Instabilitäten, zur Augmentation z.B. die Semitendinosussehne zu verwenden. Diese weist die nötige Länge auf, kann geschlossen mit einem Stripper entnommen werden und lässt sich durch relativ kleinlumige Bohrkanäle (4,5–6,0 mm) ziehen. Die Fixation erfolgt am besten mittels resorbierbarer Interferenzschrauben.

3.5.2.3. Kollateralbandverletzungen

3.5.2.3.1. Rekonstruktion Innenbandkomplex

Für die Mitverletzung des Innenbandkomplex besteht eine Indikation zur operativen Therapie bei Kniebandzerreißungen mit globaler Bandinstabilität, bei einer Instabilität des Innenmeniskus mit Zerstörung seiner Aufhängung, einer Luxation von Innenbandfasern in das Gelenk oder einem großen dislozierten knöchernen Ausriss [73].

Operationstechniken am Innenband:

1. Proximalversetzung des Innenbandes nach Max Lange

Prinzip

Versetzen des knöchernen femoralen Innenbandansatzes bis zur Innenbandstraffung;

- knöchernes Ausmeißeln des Innenbandes proximal;
- Proximalversetzung des Innenbandes durch entsprechendes Erweitern des Knochenbettes;
- Knöcherne Refixierung durch eine 40-mm-Schraube mit gezackter Kunststoffunterlegscheibe;

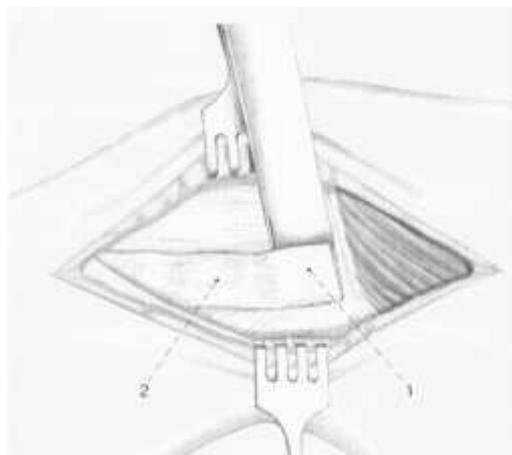


Abb. 36: Ausmeißeln des Innenbandes [5]

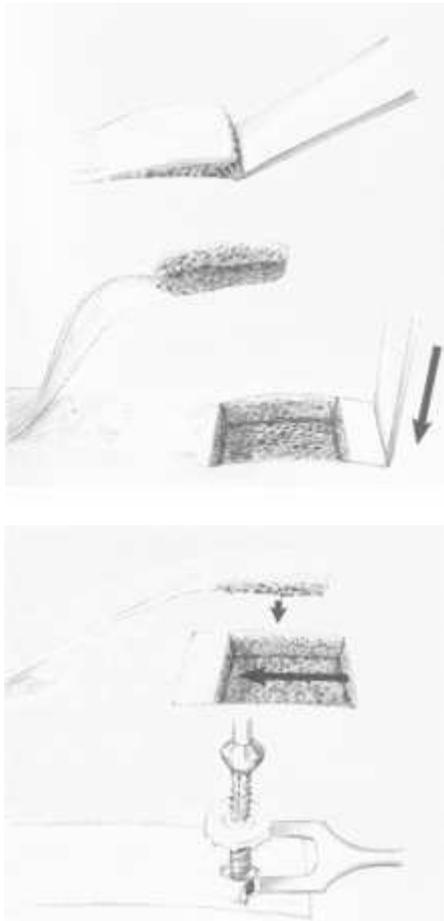


Abb. 37: Proximalversetzung und knöchene Fixierung [5]

2. Distalversetzung des Innenbandes nach Mauck

Prinzip

Versetzen des distalen Innenbandansatzes;

- Durchtrennen und Umklappen des Pes anserinus;
- Ausmeißeln des tibialen Innenbandansatzes;
- Refixierung des distal versetzten Innenbandansatzes mit Knochenklammern;

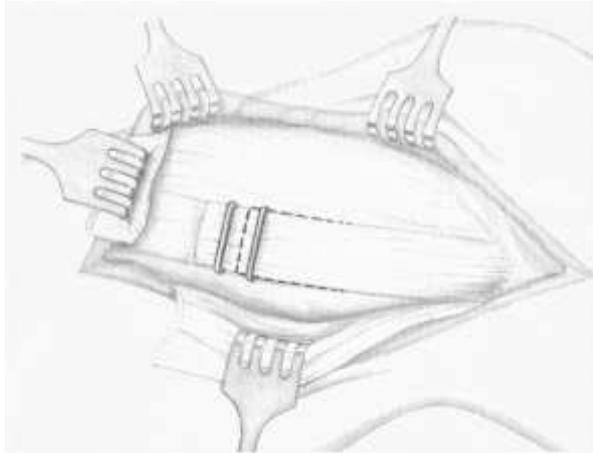


Abb. 38: distalisiertes Innenband [5]

3. Verstärkung des Innenbandes nach Edwards

Prinzip

Verstärken des ausgedünnten Innenbandes mit Pes-anserinus-Sehnen;

- Proximales Absetzen und Entnahme der Sehnen des M.semitendinosus und des M.gracilis mit dem Sehnenstripper;
- Endständiges Armieren der Sehnen;
- Ummeißeln des femoralseitigen Innenbandansatzes;
- Einziehen der Sehnen unter die abgehobene Knochenschuppe;
- Verschraubung der Knochenschuppe und Vernähen der Sehnen miteinander;

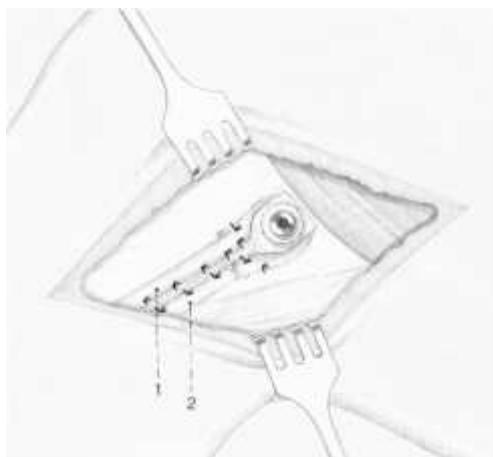


Abb. 39: Verlagerung der Sehnen um die Refixationsschraube, Adaptation derselben [5]

4. Ersatz des Innenbandes nach Brückner

Prinzip

Ersatz des Innenbandes durch das freie mittlere Patellarsehnedrittel;

- Entnahme des mittleren Drittel der Patellasehne mit zwei anhängenden Knochenblöcken aus der Tuberositas tibiae und der Patella;
- Ausmeißeln eines Knochenbettes femoral, Einlegen des Transplantates und Fixieren desselben mit einer Schraube oder Knochenklammern;
- Nach Anspannen des Transplantates, Ausmeißeln eines Knochenbettes tibial, Fixierung wie proximal;

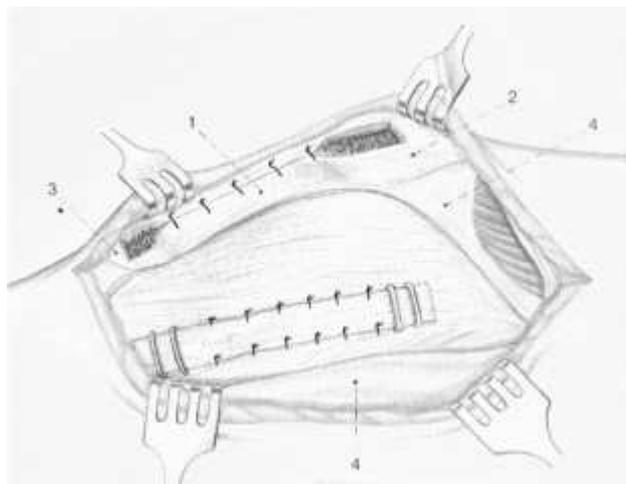


Abb. 40: Ersatz des Innenbandes durch das mittlere Patellarsehnedrittel [5]

3.5.2.3.2. Rekonstruktion Außenbandkomplex

Neben der Versetzung, der Verstärkung oder des Ersatzes eines Außenbandes sind immer auch statische und dynamische Maßnahmen im Bereich der posterolateralen Kapsel-Band-Strukturen (Gelenkkapsel, Tractus iliotibialis, M.popliteus, M.biceps femoris, M.gastrocnemius) notwendig [5].

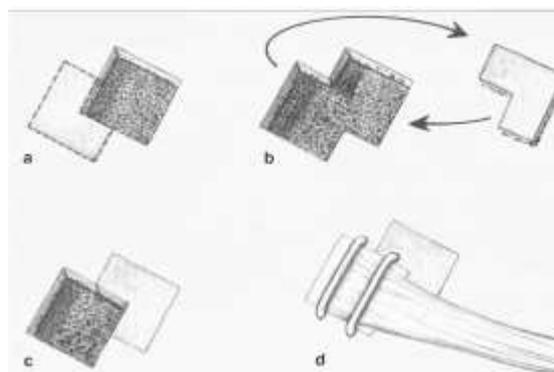
Operationstechniken am Außenband:

1. Proximalversetzung des Außenbandes

Prinzip

Knöcherner Versetzung des bei voller Kniestreckung lockeren Außenbandes nach proximal;

- posterolateraler Zugang;
- knöcherner Desinserierung femoral;
- Erweiterung des Knochenbettes nach proximal ventral;
- Eindrücken des dem proximalen Außenbandes anhängigen Knochenblockes in das neue Knochenbett;
- Refixierung des nun gespannten Außenbandes mit Knochenklammern oder einer Schraube mit gezackter Kunststoffunterlegscheibe;



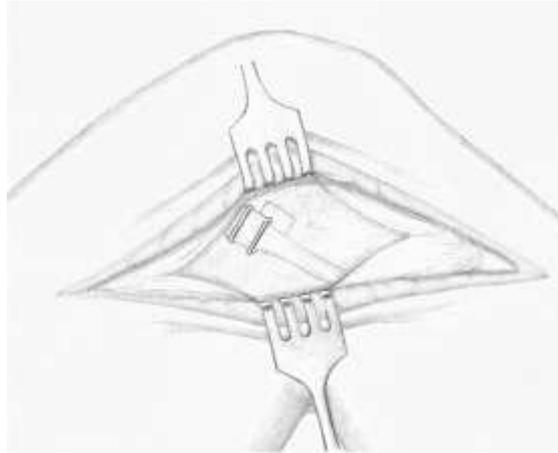


Abb. 41: Situs des nach Versetzung angespannten Außenbandes [5]

2. Verstärkung des Außenbandes nach Max Lange/Krömer/W.Müller

Prinzip

Verstärkung des insuffizienten Außenbandes durch einen abgespaltenen, distal gestielten Bizepssehnenanteil;

- Darstellung des gelockerten Außenbandes durch Traktusspaltung;
- Gewinnung eines distal gestielten Streifens aus der Bizepssehne;
- Herüberklappen des Sehnenstreifens zum Außenband;
- Fixierung des Bizepssehnenstreifens unter einer Knochenlamelle;
- Adaptation der Sehenvorderkante an den Außenbandrest;

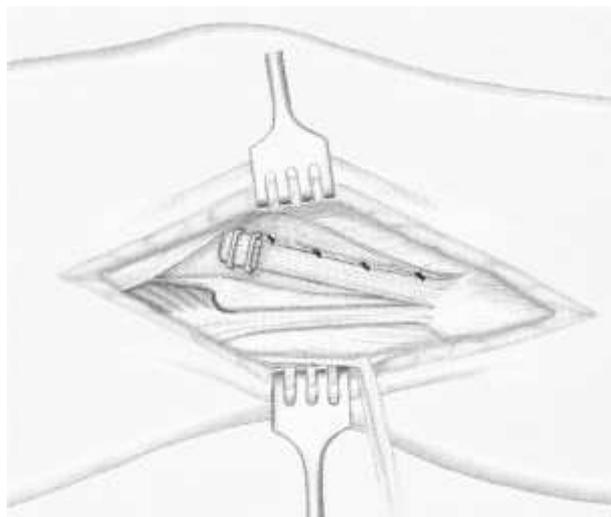


Abb. 42: unter einer Knochenlamelle fixierter Bicepsstreifen und Adaptierung desselben zum Außenbandrest [5]

3. Ersatz des Außenbandes nach Brückner

Prinzip

Ersetzen des Außenbandes durch das freie mittlere Patellarsehendrittel mit anhängenden Knochenblöcken aus der Tuberositas tibiae und der Patella;

- Entnahme des mittleren Drittels der Patellarsehne mit proximal und distal anhängenden, vor Entnahme durchbohrten Knochenblöcken;
- Ausmeißeln von Knochenblöcken etwas streckseitig vom Epicondylus lateralis femoris und am Fibulaköpfchen;
- Knöchene Fixierung und Spannung in Streckstellung;

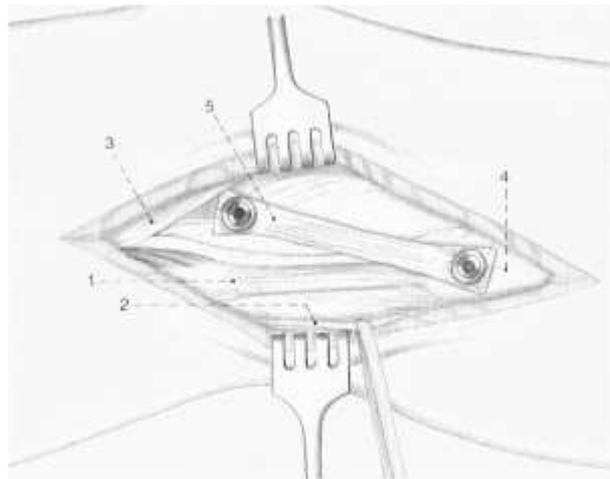


Abb. 43: knöchern fixiertes und in Streckstellung gespanntes Patellasehendrittel [5]

Operationstechniken am Arcuatumkomplex:

Die folgenden Operationstechniken dienen der Kontrolle der posterolateralen Instabilität, also der Kontrolle der Subluxationsstellung des lateralen Tibiakopfes nach dorsal. Es empfiehlt sich, diese extraartikulären Operationstechniken bei komplexen posterioren und posterolateralen Instabilitäten zusammen mit der Rekonstruktion des hinteren Kreuzbandes einzusetzen [5].

1. Operation nach Slocum/Trillat

Prinzip

Versetzung des Außenbandes und der Popliteussehne nach ventral und proximal;

- posterolateraler Zugang;
- Längsspaltung des Tractus iliotibialis und Abpräparation der lateralen Kapselumschlagfalte;
- Ausmeißeln der femoralen Ansätze von Außenband und Popliteussehne;
- Ausmeißeln von quadratischen Knochenblöcken an den geplanten Insertionsstellen;
- Fixierung der Popliteussehne und des Außenbandes an den neuen Insertionsstellen;
- Vernähung der dorsolateralen Kapsel an Periost und Außenband;

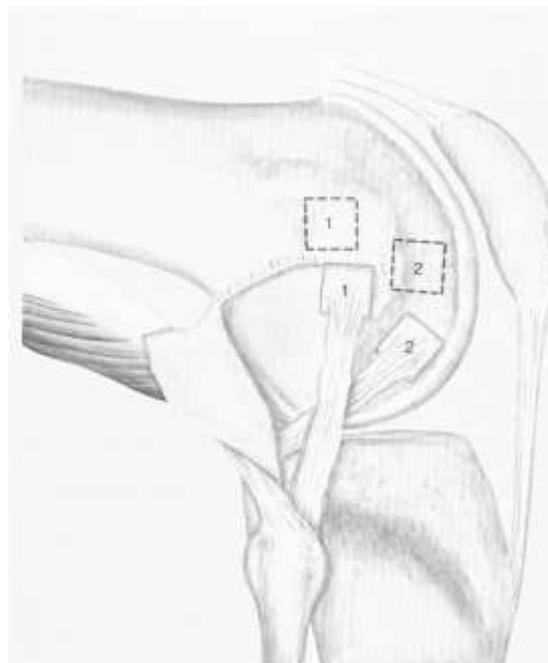


Abb. 44: Ausmeißeln der geplanten Insertionsstellen [5]

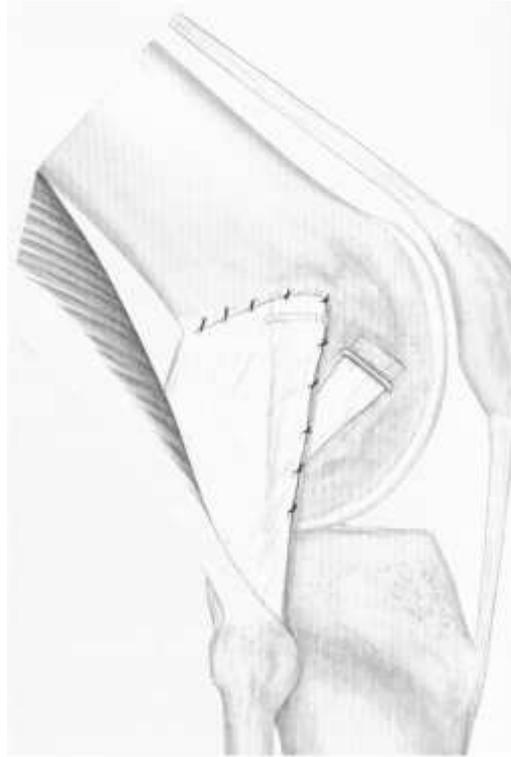


Abb. 45: fixiertes Außenband und Popliteusehne, adaptierte posterolaterale Kapsel [5]

Eine Versetzung eines Knochenblockes des Epicondylus lateralis femoris mit dem Ursprung des lateralen Kollateralbandes und dem Ansatz der Popliteusehne nach proximal ventral strafft diese insuffizienten Band- und Sehnenstrukturen. Da es sich aber um ein nicht-isometrisches Verfahren handelt und somit die Insertionspunkte außerhalb der Burmester-Kurve liegen, muss diese Bandplastik sekundär auslockern. Es ist deshalb günstiger, ein sog. „countersinking“ durch Hineinversetzen der Band-, und Sehnenansätze in den Knochen durchzuführen. Damit lassen sich die Band-, bzw. die Sehnenstrukturen ohne Verlagerung des Isometriepunktes straffen [44].

2. Operation nach Hughsten und Jacobson

Prinzip

Versetzen des Epicondylus lateralis femoris nach ventral zusammen mit den anhängenden Gebilden (Ligamentum collaterale laterale, Ligamentum popliteum arcuatum, Popliteusehne, laterale Gastroknemiussehne);

- posterolateraler Zugang;
- nach Traktusspaltung und Eröffnen der Gelenkkapsel, Darstellung des Epicondylus lateralis femoris;
- Ausmeißeln des Epicondylus lateralis femoris als flache Knochenscheibe;
- Versetzen der Knochenscheibe nach ventral samt anhängender Gebilde und Fixierung derselben mit einer Flachkopf-Spongiosaschraube;

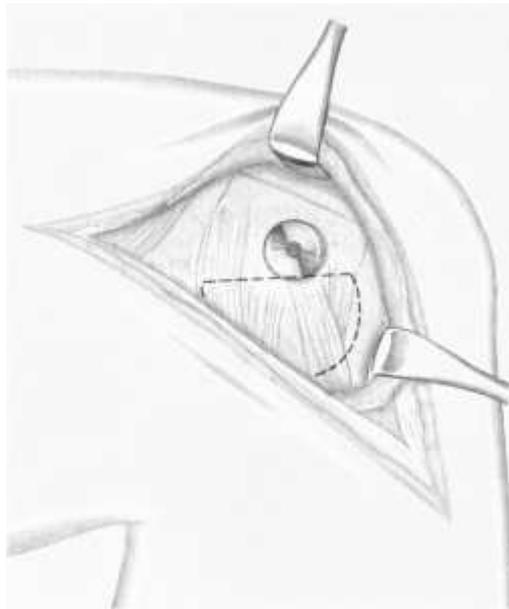


Abb. 46: nach ventral versetzter Epicondylus lateralis femoris [5]

3. Operation nach W. Müller

Prinzip

Verstärkung der Popliteussehne durch einen Traktus-, oder Bizepssehnenstreifen;

- posterolateraler Zugang;
- Präparation eines Traktusstreifens und Armierung desselben;
- Anlage eines Bohrloches vom Tuberculum Gerdy zum Sulcus popliteus;
- Durchzug des Traktusstreifens nach dorsal;

- Umleitung der Traktusstreifens entlang der Popliteusehne und Fixierung des Faszienstreifens am Ansatzpunkt der Popliteusehne femoral;

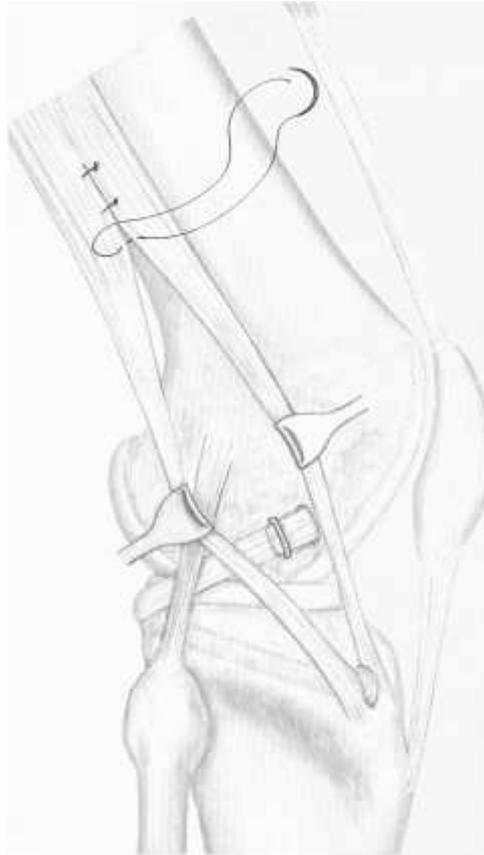


Abb. 47: Umleitung des Tractus iliotibialis nach dorsal und entlang der Popliteusehne, Fixierung des Tractus iliotibialis am Ansatz der Popliteusehne femoral [5]

Kann der Tractus iliotibialis wegen einer zusätzlich notwendigen Tractopexie nicht verwendet werden, bietet sich die Bizepsehne zur Verstärkung der Popliteusehne an. Dabei wird ein gestielter Bizepssehnenanteil an der posterolateralen Tibia transossär fixiert, unter dem Außenband zum Ansatz der Popliteusehne gebracht und dort fixiert.

Auch hier handelt es sich um nicht-isometrische Verfahren, so dass die Gefahr der sekundären Auslockerung der Konstruktion möglich ist [44/84].

4. Operation nach Larson

Prinzip

Ein Semitendinosustransplantat wird durch ein a.p.-Bohrloch durch das Fibulaköpfchen geführt und am Epicondylus lateralis femoris fixiert (a). Bei insuffizientem Außenband wird mit einem Schenkel des Transplantats das Ligamentum popliteofibulare und mit dem zweiten das laterale Kollateralband ersetzt (b).

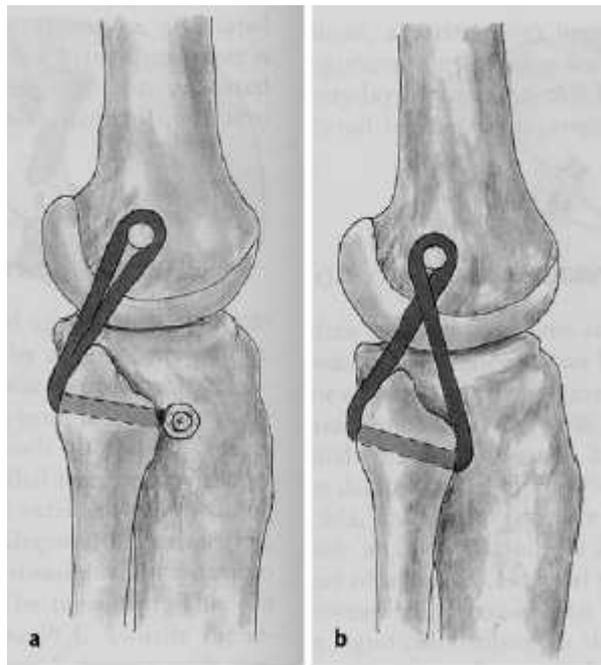


Abb. 48: Posterolaterale Rekonstruktion nach Larson [63]

5. Bizepssehntenodese nach Clancy

Prinzip

Bei der Bizepssehntenodese wird der Ansatz der Bizepssehne am Fibulaköpfchen belassen, die Muskelfasern des kurzen Bizepskopfes werden von der Sehne abgelöst. Die Sehne wird dann nach ventral verlagert und am anterioren Rand des Epicondylus lateralis femoris mit einer Spongiaschraube mit Zackenunterlegscheibe fixiert.

Die Verbindungen der Bizepssehne zur posterolateralen Kapsel werden dabei belassen und so wird ein gewisser Raffeffekt der dorsolateralen Kapsel erreicht. Damit kann eine abnormale posterolaterale Rotation eingeschränkt werden [17/44].

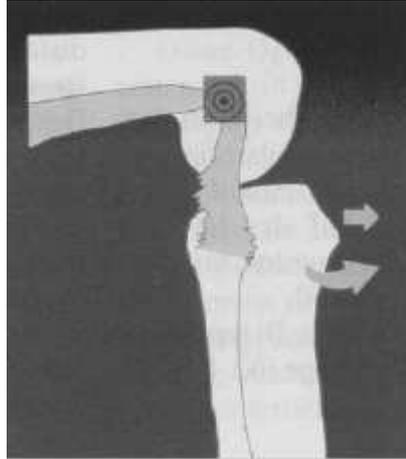


Abb. 49: Bicepstenodese nach Clancy [44]

3.6. Nachbehandlung

Bei Fehlen von Kontraindikationen ist beim Komplextrauma des Kniegelenkes eine erweiterte Thromboseprophylaxe sinnvoll, da hier ein hohes Risiko für die Entwicklung von tiefen Beinvenenthrombosen besteht [60].

Nach der Operation wird von den meisten Autoren eine frühfunktionelle Nachbehandlung empfohlen.

Nach H. von Essen [25] ist ein Belassen des Fixateur externe nach abgeschlossener Bandrekonstruktion bis zur gesicherten Wundheilung mit erst nachfolgender Orthesenbehandlung empfehlenswert. Sicher jedoch sollte die Immobilisierung nur so kurz, wie zum Schutz der Weichteile notwendig, belassen werden. In dieser Phase kann auch die Transfixation bereits intermittierend geöffnet und mit einer passiven Beübung auf der Motorbewegungsschiene begonnen werden.

Krettek empfiehlt ebenso eine frühzeitige Mobilisierung unter Teilbelastung (Abrollen der Sohle mit 15kg) bis zur 8. bis 12. Wochen postoperativ. Eine vollständige Entlastung sollte auch auf der Intensivstation durch Fußsohlenwiderlager und Schrägstellung des Bettes vermieden werden [60/140].

Gemäss Shelbourne [117] sollen die Patienten in der ersten Woche die volle Extension und in den ersten vier Wochen eine Flexion von 90 Grad erreichen. Gleichzeitig wird ein Kräftigungsprogramm des Quadrizeps durchgeführt und der Patient in einer Schiene, die das Knie anfangs noch in Streckstellung hält, mobilisiert.

Malizos [75] hat die Patienten postoperativ drei Wochen in 20 Grad Flexion ruhiggestellt und nachher aus einer geführten Schiene heraus mit Physiotherapie begonnen.

Richter et al. [102] führen die frühfunktionelle Nachbehandlung mit passiven Bewegungsübungen und isometrischer Muskelanspannung ab dem 1. postoperativen Tag durch. Es erfolgt dann die frühe Mobilisation unter 15 kg Teilbelastung für 6 Wochen unter Schutz eines Braces. In diesem Zeitraum ist der

Bewegungsumfang bezüglich der Beugung auf 90° begrenzt bei freier Streckung. Nach 6 Wochen wird dann zur zunehmenden Belastung bei freiem Bewegungsumfang übergegangen.

Sollte sich dabei 4 Wochen nach der Kapsel-Band-Rekonstruktion eine Flexion unter 90 ° ergeben , können nach Schenck [111] eine Mobilisierung in Narkose und eine arthroskopische Adhäsioolyse den gewünschten Benefit bringen.

Noyes [87] hat folgende Rehabilitation angewandt: In den ersten vier Wochen wurden aktiv assistierte Bewegungen mit ROM 90-10-0 8x/d sowie eine intensive Patella-Mobilisationen durchgeführt und das Knie zwischenzeitlich in einem Gips ruhiggestellt. Zur Kräftigung durften nur isometrische Übungen und das Anheben des gestreckten Beines durchgeführt werden. Zwischen der 5. und 12. Woche erfolgte eine Steigerung der Beweglichkeit auf 135°-0-0. In der Nacht wurde eine Schiene mit voller Extension getragen, und tagsüber genügte ein Brace. Nach vier Wochen kamen Kräftigungsübungen im Sinne der Closed Chain, nach 8 Wochen vorsichtiges Schwimmen und Radfahren zum Einsatz. Hamstringsübungen waren erst ab der 12. Woche erlaubt. Die Belastung wurde zwischen der 1. und 3. Woche auf 25 kg und später bis zur 12. Woche auf Vollbelastung gesteigert. Für weitere drei Monate durften die Patienten keine steilen Neigungen hinuntergehen. Sportliche Aktivitäten, wie zum Beispiel Laufen waren erst 10 bis 12 Monate postoperativ erlaubt.

Gemäss Montgomery [81] soll bei konservativem Therapieentscheid eine initiale Ruhigstellung für 6–8 Wochen erfolgen und anschliessend aus einem geführten Brace ein intensives Physiotherapie-Programm mit Beweglichkeitsförderung und Kräftigung durchgeführt werden. Montgomery empfiehlt bei der Ruhigstellung die Anwendung eines Fixateur externe in einer leichten Flexionsstellung von 15° bis 20°. Seiner Meinung nach ist die Anwendung von Gips bei sehr instabilen Verhältnissen nicht geeignet.

Malizos [75] verordnet bei konservativer Behandlung während 6–7 Wochen eine Gipsruhigstellung in 30° Flexion mit anschliessender Physiotherapie.

Letztendlich kann ein starres Nachbehandlungsschema angesichts der stark differierenden Komplexität der Verletzung allerdings nicht empfohlen werden. Darüber hinaus richtet sich das rehabilitative Konzept an der führenden Instabilitätsebene [25/89].

4. Patienten und Methode

4.1. Patientenkollektiv

An der ehemaligen staatlich orthopädischen Klinik München wurden vom 01.04.1997 bis zum 07.05.1997 30 Patienten, die eine traumatische Kniegelenksluxation erlitten hatten, nachuntersucht. Die Patienten wurden im Zeitraum vom 10.03.75 bis 21.08.1993 operiert. Es handelte sich um 24 Männer und 6 Frauen. Die Einbestellung erfolgte durch schriftliche, teils telefonische Einladungen.

Zum Unfallzeitpunkt war der jüngste Patient 16 Jahre und 5 Monate alt, der Ältteste 52 Jahre und 4 Monate (n=30). Das Durchschnittsalter betrug beim Unfallereignis 26 Jahre und 1 Monat (n=30). Das Durchschnittsalter der nachuntersuchten Patienten betrug 42 Jahre und 3 Monate (n=30). Bei den Männern waren es 37 Jahre und 1 Monat (n=25), bei den Frauen 68 Jahre und 2 Monate (n=5).

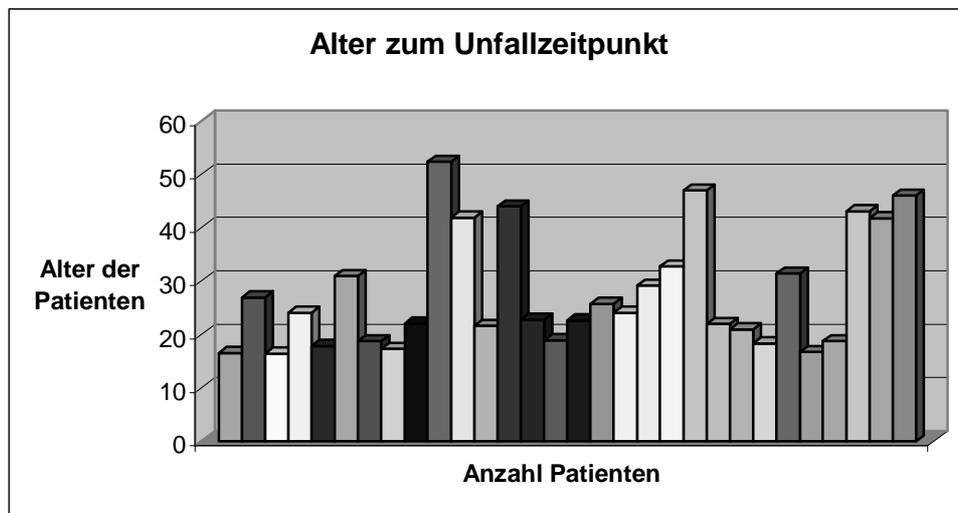


Abb. 50: Altersverteilung bei Verletzung (n=30)

Von den 30 Patienten, die nachuntersucht worden sind, zogen sich 14 Patienten (46,7%) die Kniegelenksluxation auf der rechten Seite zu, davon 3 Frauen. Dagegen verletzten sich 16 Patienten (53,3%) das linke Bein, davon ebenfalls 3 Frauen. 2 Patienten verletzten sich das kontralaterale Bein bei einem anderen Ereignis, ein

Patient erlitt dabei eine vordere Kreuzbandruptur, der Andere eine Innenbanddehnung.

Die Verletzung zogen sich 18 Patienten (60%) beim Sport zu, 9 Patienten (30%) erlitten einen Verkehrsunfall. 2 Patienten (6,7%) hatten einen Unfall bei der Arbeit und eine Patientin (3,3%) verletzte sich im häuslichen Bereich.

Das Zeitintervall zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Durchschnitt 14 Jahre und 9 Monate. Der kürzeste Zeitraum war 3 Jahre und 4 Monate, der Längste 20 Jahre und 9 Monate

• **Begleitverletzungen:**

ﻻ nein

ﻻ ja, welche?

2. Verlauf:

• **Postoperative Rekonvaleszenz:**

○ **Krankengymnastik**

▪ Bewegungsumfänge:

▪ Belastungsumfänge:

○ **Postoperative Antibiose:**

ﻻ nein

ﻻ ja, welches Präparat ?

○ **Thromboseprophylaxe:**

ﻻ nein

ﻻ ja, welches Präparat ?

○ **Stationärer Aufenthalt:**

von:

bis:

○ **Verbände/Gips:**

von:

bis:

○ **Sonstiges:**

• **Komplikationen:**

ﻻ nein

ﻻ ja, welche?

Abb. 51: Aktenerhebungsbogen

4.3. Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung wurde in drei Bereiche untergliedert. Dabei wurden subjektive Angaben, die klinische Nachuntersuchung und die radiologische Untersuchung unterschieden. Zur Erhebung der subjektiven Angaben wurde den Patienten ein Fragebogen überreicht, den sie in aller Ruhe ausfüllen konnten, solange sie auf die Durchführung der Röntgenaufnahme warteten.

4.3.1. Fragebogen

Zuerst sollten die Patienten Angaben über ihre sportliche und berufliche Aktivität vor und nach der Verletzung machen. Die nächsten Angaben bezogen sich auf die Funktionsfähigkeit des Kniegelenkes. Zudem mussten die Patienten beantworten, welche Symptome sie aktuell belasten. Dabei musste die Intensität der Belastung berücksichtigt werden. Letztendlich wurden die Patienten aufgefordert, aktuelle Symptome an der Transplantatentnahmestelle anzugeben.

Patientenfragebogen zur Nachuntersuchung nach Kniegelenksluxation

**Geben Sie bitte Ihre Aktivität vor und nach Ihrer Verletzung an !
(W=Wettkampfsport ; F=Freizeitsport ; A=Arbeit)**

	vor OP	nach OP
W: Fußball , national / internationale Elite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W: Fußball , untere Klassen / Eishockey / Ringen / Kunstturnen / Rhythmische Sportgymnastik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W: Squasch / Badminton / Leichtathletik: Sprungdisziplinen / Alpiner Skisport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W: Tennis / Leichtathletik: Laufdisziplinen / Motocross / Speedway / Handball Basketball;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F : Fußball / Eishockey / Squasch / Leichtathletik: Sprungdisziplinen / Crosslauf: Freizeit- und Wettkampfsport		
F : Tennis / Badminton / Handball / Basketball / Alpiner Skilauf / Jogging (mind. 5x/ Woche)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W: Radsport / Skilanglauf;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F : Jogging auf unebenem Boden (mind. 2x / Woche);		
A : Schwere körperliche Arbeit (z.B. Bau)		

	vor OP	nach OP
F : Radfahren / Skilanglauf / Jogging auf unebenem Boden (mind. 2x/ Woche)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A: Mittelschwere körperliche Arbeit (Fernfahrer)		
A: Mittelleichte körperliche Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W: Schwimmen		
F : Waldspaziergang ohne Probleme		
A: Leichte Arbeit / Spaziergang auf unebenem Boden möglich Waldspaziergang unmöglich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A: Sitzende Tätigkeit / Spaziergehen nur auf ebenem Boden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krankgeschrieben, Arbeitsunfähigkeit wegen Kniebeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte beurteilen Sie Ihr Kniegelenk !

Wie funktioniert Ihr Knie ? normal fast normal abnormal stark abnormal
 Wie beeinflusst Ihr Knie Ihre Aktivität auf einer Skala von 0 bis 3 ? 0 1 2 3

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an !

Verspüren Sie eine gewisse Instabilität ?

- niemals
- nur bei extremer Belastung
- häufig beim Sport
- gelegentlich unter alltäglicher Belastung
- häufig unter alltäglicher Belastung
- ständig

Haben Sie Schmerzen ?

- keine
- phasenweise oder gering bei starker Belastung
- nur beim Nachgeben im Knie
- bei starker Belastung
- beschränkt auf Gestrecke > 2 km
- beschränkt auf Gestrecke < 2 km
- konstante Schmerzen

Schwellung ?

- niemals
- mit Instabilität
- bei schwerer Belastung
- bei normaler Belastung
- immer

Hinken Sie!

- nein
- leicht bzw. Phasenweise
- permanent

Sind Sie voll belastbar ?

- ja
- teilbelastbar mit Gehhilfe
- unmöglich Gewicht jeglicher Art zu tragen

Beim Treppensteigen?

- keine Probleme
- gering beeinträchtigt
- Einstufengang
- unmöglich

Kniebeuge?

- keine Probleme
- gering beeinträchtigt
- nicht > 90° möglich
- unmöglich

Geben Sie bitte Ihre Symptome an! Kreuzen Sie Zutreffendes an und beziehen Sie sich dabei auf unten angegebene Aktivitätsniveaus!

I Aktivitäten mit belastenden Drehbewegungen, Kontaktsportarten

II Schwere körperliche Arbeit, Tennis, Skifahren

III Leichtere körperliche Arbeit, Joggen, Springen

IV Alltagsaktivitäten, sitzende Tätigkeiten

Keine Schmerzen bei Aktivitätsniveau I II III IV

Keine Schwellung bei Aktivitätsniveau I II III IV

Kein teilw. Nachgeben bei Akt. Niveau I II III IV

Kein kompl. Nachgeben bei Akt. Niveau I II III IV

Geben Sie bitte Ihre Symptome an der Operationsnarbe an!

Druckschmerz, Gefühlsstörungen keine gering mässig stark

Abb. 52: Patientenfragebogen

4.3.2. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung wurde mit einem Untersuchungsbogen durchgeführt, der sich an dem von Hoffmann et al. für die Sportorthopädische Klinik des Klinikum Rosenheim entwickelten Erhebungsbogen sowie an den Kriterien der IKDC orientierte.

Bei der Inspektion des Patienten wurde auf Gangbild, Fehlstellung der unteren Extremität sowie auf die Narbenverhältnisse geachtet. Anschließend wurden Sensibilitäts-, Motorik- und Durchblutungsstörungen evaluiert. Es folgte die Notierung des aktiven Bewegungsumfanges und des Streck-, beziehungsweise des Beugedefizites des Kniegelenkes. Es wurde jeweils zwischen vier Bewertungsbereichen unterschieden.

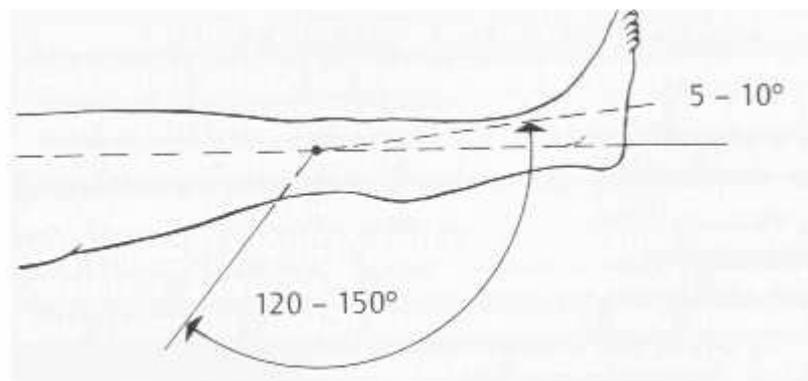


Abb. 53: Normale Kniegelenksbeweglichkeit [12]

Nun wurden die Umfänge der Ober- und Unterschenkel gemessen und bestehende Umfangdifferenzen im Hinblick auf eine eventuelle Muskelverschmächtigung festgehalten. Dabei wurden drei Bewertungsbereiche verglichen.

Es folgten Funktionstests, die sich auf das gesamte Kniegelenk bezogen. Für die Prüfung der Kreuzbandstabilität wurden der Lachman-Test in 25° Flexion, die totale anteriore-posteriore Translation in 70° Flexion, der hintere Durchhang in 70° Flexion sowie der Pivot shift und der reversed Pivot shift durchgeführt. Beim Lachman-Test wurde zudem in festen und weichen Anschlag unterschieden.

Zur Bewertung der Kollateralstabilität wurde das Ausmaß der medialen und lateralen Gelenköffnung ausgemessen. Das Ausmaß dieser Funktionstests wurde in vier Bewertungsbereiche unterteilt.

Zur Bestimmung möglicher degenerativer Veränderungen am Kniegelenk wurden in der Folge Krepitationen patellofemoral, im Bereich des medialen und des lateralen Kompartimentes des Kniegelenkes untersucht. Zusätzlich wurden hierfür die Verschieblichkeit der Patella, die Fasettendolenz sowie das Zohlen-Zeichen geprüft.

Zur Verifizierung des Meniskusstatus wurden die Steinmann-Tests I und II, der Böhler-, und Apley-Test herangezogen.

Den Abschluß bildete als funktioneller Test der Einbeinsprung, welcher in vier %-Bereiche im Vergleich zur Gegenseite aufnotiert wurde.

Letztendlich entspricht der Untersuchungsbogen genauso wie der Fragebogen den Kriterien der IKDC, dem „International Knee Documentation Committee“. Die Kriterien der Scores nach Lysholm und Tegner wurden ebenso eingearbeitet. Damit war eine einheitliche Terminologie und Standardevaluation der Kniegelenksverletzungen und deren Therapieergebnisse möglich.

Es besteht dadurch die Möglichkeit, Resultate verschiedener Publikationen über unterschiedliche Methoden zu vergleichen [42].

4.3.3. KT-1000

Um das Ausmaß einer möglichen vorderen oder hinteren Knieinstabilität bestimmen zu können, wurde bei allen Patienten die Translation der Tibia in Bezug auf die Patella in anterior-posteriorer-Richtung mit dem KT-1000 vermessen.

Dabei wurden zwei Sensoren, die am Messgerät angebracht sind, zum einen auf die Tuberositas tibiae und zum anderen auf die Patella aufgesetzt. Über einen Hebel wurde eine definierte Kraft in anteriore beziehungsweise posteriore Richtung ausgeübt. Das Messgerät registrierte die relative Bewegung als eine Änderung des Winkels zwischen den beiden Sensoren und zeigte das Ausmaß der Verschieblichkeit in Millimetern auf einer Skala an.

Zunächst wurde die Untersuchung in 70-90° Beugung des Kniegelenkes mit dem „aktiven Quadriceptest“ begonnen, um eine Instabilität des hinteren Kreuzbandes ausschließen zu können. Der Patient musste dabei den Fuß gegen den Widerstand des Untersuchers flach über den Untersuchungstisch vorschieben. Auf diese Weise erfolgte eine isolierte Anspannung des Musculus quadriceps. Der jeweilige Ausschlag auf der Scala wurde notiert. Analog hierzu erfolgte die Messung bei relaxierter Muskulatur mit 89-N-Tests und 67-N-Tests nach posterior.

Dann wurde eine 11cm hohe Plastikrolle unter den Oberschenkel geschoben und das Kniegelenk in eine Beugstellung von 20-30° gebracht. Die Sprunggelenke wurden mit einem Plastikgestell gestützt, damit die Beugung beider Kniegelenke und die Außenrotation der Beine gleich waren. Waren die Beine zu sehr außenrotiert, so wurden sie durch einen Klettverschluss, der um beide Oberschenkel gelegt wurde, nach innen gedreht. Bei unzureichender Beugung wurde durch Erhöhung des Plastikgestells die Beugung des Kniegelenkes verstärkt, um eine Stabilisierung der Patella in der Trochlea sicher zu stellen.

Die instrumentelle Messung erfolgte immer zunächst am unverletzten Kniegelenk des Patienten. Es wurden nach anterior beziehungsweise posterior jeweils 89-N-Tests und 67-N-Tests durchgeführt. Ein Piepston zeigte dabei die erreichte Kraft an, das Bewegungsausmaß konnte dann abgelesen werden.

Als nächster Test wurde die manuelle Schublade durchgeführt. Dabei wurde mit einer Hand der Arthrometer auf der Patella fixiert, mit der anderen Hand wurde der Unterschenkel im Sinne eines Lachman-Test nach anterior gezogen. Der maximale Ausschlag wurde abgelesen.

Die Messungen wurden mit dem „aktiven Quadricepstest“ in 20-30° Beugung abgeschlossen. Hierbei wurde der Sensor auf die Patella aufgesetzt und der Patient aufgefordert, das Bein aktiv zu heben. Auch hier wurde der maximale Bewegungsausschlag festgehalten.

Zielsetzung dieser instrumentellen Messung war die Überprüfung und Verlaufskontrolle unterschiedlicher Therapieverfahren bei der Behandlung der Kniegelenksluxation sowie die objektive Dokumentation und wissenschaftliche Auswertung der Behandlungsergebnisse.



Abb. 54: KT-1000 Kniearthrometer [44]

Untersuchungsbogen zur Nachuntersuchung nach Kniegelenksluxation

männlich weiblich

Patientenname

Untersuchungsdatum:

Unfalldatum:

Unfallhergang:

direkt indirekt

Sport Arbeit

sonstiges:

Trauma:

Abduktion Adduktion

Außenrot. Innenrot.

Flexion Extension

Betroffenes Knie: re li

Gegenseite: normal verletzt

OP-Datum:

sonstige chirurgische Eingriffe:

Befund:

Schonhinken: nein ja

Fehlstellung: nein ja

Varustyp Valgustyp
 re re
 li li

Rotationsstellung der Tibia: normal innen außen

Sensibilitätsstörungen: nein ja: Lokalisation:

Motorikstörungen: nein ja: Lokalisation:

Durchblutungsstörungen: nein ja: Lokalisation:

A. tibialis post. re li
A. dorsalis pedis re li

Narbenverhältnisse: reizlos Entzündungszeichen

Bewegungsumfang: Flex/ Ext. re ___/___/___° li ___/___/___°

Streckdefizit <3° 3-5° 6-10° >10°

Flexionsdefizit 0-5° 6-15° 16-25° >25°

Oberschenkelumfang: (15 cm oberhalb des medialen Gelenkspaltes)

re ___cm li ___cm

Umfangsdifferenz: kein Unterschied
 1-2 cm
 >2 cm

Unterschenkelumfang: (15 cm unterhalb medialer Gelenkspalt)

re ___cm li ___cm

Bandapparat:

Lachman (25° Flexion) 1-2 mm 3-5 mm 6-10 mm >10 mm

Anschlag: fest weich

tot. a.p. Translation (70° Flexion)
 1-2 mm 3-5 mm 6-10 mm >10 mm

hinterer Durchhang (70° Flexion)
 1-2 mm 3-5 mm 6-10 mm >10 mm

med. Gelenköffnung 1-2 mm 3-5 mm 6-10 mm >10 mm

lat. Gelenköffnung 1-2 mm 3-5 mm 6-10 mm >10 mm

Pivot shift	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++
reversed Pivot shift	<input type="checkbox"/> neg.	<input type="checkbox"/> +	<input type="checkbox"/> ++	<input type="checkbox"/> +++

Krepitationen:

patello-femoral	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark
medial	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark
lateral	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mässig	<input type="checkbox"/> schmerzhaft	<input type="checkbox"/> stark

Meniskuszeichen:

Steinmann I	<input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/> +:	<input type="checkbox"/> IR	<input type="checkbox"/> AR
Steinmann II	<input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/> +:	<input type="checkbox"/> IR	<input type="checkbox"/> AR
Böhler	<input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/> +:	<input type="checkbox"/> med	<input type="checkbox"/> lat
Apley	<input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/> +:	Kompression	
			<input type="checkbox"/> AR	<input type="checkbox"/> IR
			Distraktion	
			<input type="checkbox"/> AR	<input type="checkbox"/> IR

Patella:

Verschieblichkeit:	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> eingeschränkt
Fasettendolenz:	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> med <input type="checkbox"/> lat
Zohlen:	<input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/> +

Funktioneller Test:

Einbeinsprung (% der Gegenseite)

<input type="checkbox"/> 90-100%	<input type="checkbox"/> 76-90%	<input type="checkbox"/> 50-75%	<input type="checkbox"/> <50%
----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

KT- 1000:

Messung der vorderen Instabilität bei 20°- 30° Beugung:

		li		re	
Passiv (bei relaxierter Muskulatur)	67 N		mm		mm
	89 N		mm		mm
Aktiv (Patient wird aufgefordert, das Bein zu heben)			mm		mm
Manuelle Schublade (Untersucher zieht bei manuell fixiertem patellaren Sensor den Unterschenkel nach vorne)					
			mm		mm

Messung der hinteren Instabilität bei 70°- 90° Beugung:

		li		re	
Passiv (bei relaxierter Muskulatur)	67 N		mm		mm
	89 N		mm		mm
Aktiv (Patient wird aufgefordert, den Fuß aktiv nach vorne zu schieben)			mm		mm

Abb. 55: Patientenuntersuchungsbogen

4.3.4. Radiologische Untersuchung

Zur genauen radiologischen Untersuchung wurde eine Röntgenaufnahme des verletzten Kniegelenkes in anterior-posterior-Projektion sowie in seitlicher Projektion angefertigt.



Abb. 56: Röntgenaufnahme des Kniegelenkes in a.-p. und seitlicher Projektion

Bewertungskriterien waren Ausziehungen der Eminentia intercondylaris und der gelenkseitigen Patellapole. Ebenso bewertet wurden Ausziehungen und osteophytäre Randwulstbildungen an den Tibiakonsolen, den Femurkondylen und den Innenkanten der Femurkondylen. Die subchondrale Sklerose und die Gelenkspaltverschmälerung gehörten genauso zu den Bewertungskriterien wie zystische Veränderungen an den gelenkbildenden Knochen. Letztendlich wurde auch die Subluxationsstellung des Femur gegenüber der Tibia in die Bewertung einbezogen.

Die Klassifikation der Gonarthrose lehnte sich der radiologischen Stadieneinteilung nach Jäger und Wirth an [51]. Die Weite des femoro-patellaren Gelenkspaltes, des mediale und des lateralen Gelenkspaltes wurde gemäß dem IKDC-Score evaluiert. Es wurden hierbei vier Bewertungsbereiche unterschieden.

Radiologischer Untersuchungsbogen
zur Nachuntersuchung nach Kniegelenksluxation

Röntgenbefunde :

Patello-fem. Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> >4 mm	<input type="checkbox"/> 2-4 mm	<input type="checkbox"/> <2 mm
Medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> >4 mm	<input type="checkbox"/> 2-4 mm	<input type="checkbox"/> <2 mm
Lateraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> >4 mm	<input type="checkbox"/> 2-4 mm	<input type="checkbox"/> <2 mm

- Grad I Initiale Gonarthrose
Ausziehungen der Eminentia intercondylaris
Ausziehungen der gelenkseitigen Patellapole

- Grad II Mäßige Gonarthrose
Ausziehungen an den Tibiakonsolen
mäßige Verschmälerung des Gelenkspaltes
Abflachung der Femurcondylen
mäßig subchondrale Sklerose

- Grad III mittelgradige Gonarthrose
häufige Verschmälerung des Gelenkspaltes
Entrundung der Femurcondylen
Osteophytenbildung an den Tibiakonsolen, der Eminentia intercondylaris
den Innenkanten der Femurcondylen und den gelenkseitigen Patellapolen
Ausgeprägte subchondrale Sklerose

- Grad IV ausgeprägte Gonarthrose
ausgeprägte Verschmälerung bis Aufhebung des Gelenkspaltes
zystische Veränderungen an Tibiakopf, Femurcondylen und Patella
Subluxation der Tibia gegenüber des Femur

Abb. 57: radiologischer Untersuchungsbogen

4.3.5 Bewertungsmaßstab und Punkteschema

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurden subjektive, klinische und radiologische Kriterien mit entsprechenden Scores bewertet. Für die subjektiven Kriterien wurden der Lysholm und Tegner-Score herangezogen, zudem wurden subjektive und klinische Ergebnisse anhand des IKDC-Evaluationsbogens erhoben. Zur Beurteilung der radiologischen Ergebnisse wurde nach dem Arthrose-Score von Jäger und Wirth bewertet.

Beurteilung „Subjektive Kriterien“ nach Lysholm:

Bewertungskriterien		Bewertung in Punkten	
1. Hinken Sie?	nein	5	
	leicht / phasenweise	3	
	permanent	0	
2. Sind Sie voll belastbar ?	ja	5	
	teilbelastbar mit Gehilfe	3	
	unmöglich	0	
3. Treppensteigen?	keine Probleme	10	
	gering beeinträchtigt	6	
	Einstufengang	2	
	unmöglich	0	
4. Kniebeuge?	keine Probleme	5	
	gering beeinträchtigt	4	
	nicht > 90° möglich	2	
	unmöglich	0	
5. Situation beim Gehen, Springen und Laufen:			
Instabilität ?	niemals	30	
	bei extremer Belastung	25	
	häufig beim Sport	20	
	gelegentlich unter alltäglicher Belastung	10	
	häufig unter alltäglicher Belastung	5	
	ständig	0	
Schmerzen ?	keine	30	
	phasenweise oder gering bei starker Belastung	25	
	nur bei Nachgeben im Knie	20	
	bei starker Belastung	15	
	beschränkt auf Gehstrecke > 2 km	10	
	beschränkt auf Gehstrecke < 2 km	5	
	konstante Schmerzen	0	
Schwellung?	niemals	10	
	mit Instabilität	7	
	bei schwerer Belastung	5	
	bei normaler Belastung	2	
	immer	0	
6. Umfangdifferenz des betroffenen Oberschenkel zur Gegenseite			
	kein Unterschied	5	
	1-2 cm	3	
	> 2 cm	0	
<u>Bewertung:</u>	95 - 100	Punkte:	sehr gutes Ergebnis
	80 - 94	Punkte:	gutes Ergebnis
	50 - 79	Punkte:	befriedigendes Ergebnis
	0 - 49	Punkte:	schlechtes Ergebnis

Beurteilung „Subjektive Kriterien“/Aktivität nach Tegner:

Geben Sie bitte Ihre Aktivität vor und nach Ihrer Verletzung an !
(W=Wettkampfsport ; F=Freizeitsport ; A=Arbeit)

	vor OP	nach OP	Punkte
W: Fußball , national / internationale Elite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
W: Fußball , untere Klassen / Eishockey / Ringen / Kunstturnen / Rhythmische Sportgymnastik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
W: Squasch / Badminton / Leichtathletik: Sprungdisziplinen / Alpiner Skisport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
W: Tennis / Leichtathletik: Laufdisziplinen / Motocross / Speedway / Handball Basketball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
F : Fußball / Eishockey / Squasch / Leichtathletik: Sprungdisziplinen / Crosslauf: Freizeit- und Wettkampfsport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F : Tennis / Badminton / Handball / Basketball / Alpiner Skilauf / Jogging (mind. 5x/ Woche)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
W: Radsport / Skilanglauf F : Jogging auf unebenem Boden (mind. 2x/ Woche) A : Schwere körperliche Arbeit (z.B. Bau)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
F : Radfahren / Skilanglauf / Jogging auf unebenem Boden (mind. 2x/ Woche) A: Mittelschwere körperliche Arbeit (Fernfahrer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
A: Mittelleichte körperliche Arbeit; W: Schwimmen; F : Waldspaziergang ohne Probleme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
A: Leichte Arbeit / Spaziergang auf unebenem Boden möglich Waldspaziergang unmöglich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
A: Sitzende Tätigkeit / Spaziergehen nur auf ebenem Boden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Krankgeschrieben, Arbeitsunfähigkeit wegen Kniebeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0

Abb. 58: Aktivitätsscore nach Lysholm und Tegner

Jack Lysholm und Jan Gillquist [74] haben Anfang der 80 iger Jahre zur Evaluierung von Kniebandoperationen diesen Score entwickelt, der vor allem durch das subjektive Empfinden des Patienten getragen ist. Es werden dabei 6 Bewertungskriterien (Hinken, Belastbarkeit, Treppensteigen, Kniebeuge sowie Instabilität, Schmerzen und Schwellung beim Gehen, Springen und Laufen) geprüft, die die postinterventionelle Funktionalität und Belastbarkeit des Kniegelenkes widerspiegeln sollen. Mit einbezogen wird auch die Umfangdifferenz des betroffenen Oberschenkels zur Gegenseite sozusagen als Korrelat für die umfassende Funktion des Kniegelenkes.

Die Bewertung erfolgte in einem Punktesystem, bei welchem 100-95 Punkte ein sehr gutes Ergebnis, 94-80 Punkte ein gutes Ergebnis, 79-50 Punkte ein befriedigendes Ergebnis und 49-0 Punkte ein schlechtes Ergebnis darstellten. Siehe Tabelle 58.

Yelverton Tegner und Jack Lysholm [129] haben sozusagen komplementär zum „funktionellen Lysholm-Score“ Mitte der 80 iger Jahre den „Aktivitäts-Score“ entwickelt. Hier werden Sport-, und Berufstätigkeit numerisch graduiert und können somit die Veränderung der Aktivität des Patienten vor der Verletzung, während der Behandlung und im Verlauf der Rehabilitation belegen. In unserem Fall wurde die Situation vor der Verletzung und zum Nachuntersuchungstermin von den Patienten erfragt und in einer Skala von 0-10 Punkten eingeordnet. Siehe Tabelle 58.

Beim IKDC-Knie-Evaluationsblatt handelt es sich um ein Formular, welches einen Dokumentations-, einen Qualifikations- und einen Evaluationsteil beinhaltet. Es werden 4 Problemkreise evaluiert (subjektive Beurteilung, Symptome, Bewegungsumfang und die Untersuchung des Bandapparates). 4 weitere Problemkreise werden dokumentiert aber nicht evaluiert (kompartimentelle Befunde, Symptome an der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde und die funktionelle Testung).

Im Qualifikationsteil werden die Befunde als „normal“, „fast normal“, „abnormal“ oder „stark abnormal“ bewertet. Für die Evaluation werden die Parameter der Problemkreise für die Gruppenbewertung qualifiziert. Die schlechteste Qualifikation innerhalb der Gruppe ergibt die Gruppenqualifikation, die schlechteste Gruppenqualifikation zählt für die Gesamtqualifikation [42].

Die Zuordnung von Zahlen zu Messungen und subjektiven Angaben, die von Natur aus nicht exakt sind, können einen falschen Eindruck wissenschaftlicher Arbeit vermitteln. Jedoch stellen Punktescores eine gebräuchliche Methode dar, solche Daten zu vergleichen [59].

IKDC KNIE-EVALUATIONSBLATT

Name: _____ Vorname: _____ geb. _____ Pat.Nr. _____
 Untersucher: _____ Datum Untersuchung: _____ Datum Unfall: _____ Datum Operation: _____
 Unfallursache: Alltag Verkehr Nicht-Kontaktsport ohne Rot.bewegung
 Nicht-Kontaktsport mit Rot.beweg. Kontaktsport Arbeit
 Zeit Unfall-OP: akut (0-2 Wochen) subakut (2-8 Wochen) chron. (>8 Wochen)
 Betroffenes Knie: re. li. Gegenseite: normal verletzt Unters. In Anästhesie ja nein
 Postoperative Diagnose:
 Operation:
 Zustand Menisci: norm med. lat. 1/3 entf.: med. lat. 2/3 entf. med. lat. Kompl.entf. med. lat.
 Morphotyp: lax normal straff varus valgus
 Aktivitätsniveau: vor Unfall: I II III IV
 Vor OP: I II III IV
 Heute: I II III IV
 Evtl. Veränderungen wg. Knie: ja nein

GRUPPEN (Problembereiche) BEWERTUNG INNERHALB DER GRUPPEN GRUPPENBEWERTUNG
 A: normal B:fast normal C:abnormal D:stark abnormal **A B C D**

1. SUBJEKTIVE BEURTEILUNG DURCH PATIENT

Wie funktioniert Ihr Knie? normal fast normal abnormal stark abnormal
 Wie beeinflußt Ihr Knie Ihre
 Aktivität auf einer Skala von 0 bis 3? 0 I II III IV **0 0 0 0**

2. SYMPTOME (Fehlen von Symptomen bei höchster vom Pat. Ausgeübter Aktivitätsstufe)

Keine Schmerzen bei Akt.niveau: I II III IV
 Keine Schwellung bei Akt.niveau: I II III IV
 Kein teilw. Giving-way bei Akt.niveau: I II III IV
 Kein kompl.Giving-way bei Akt.niveau: I II III IV **0 0 0 0**

3. BEWEGUNGSUMFANG: Flex./Ext.: betroffene Seite: -----/-----/-----Gegenseite:-----/-----/-----

Streckausfall: <3° 3-5° 6-10° >10°
 (von anatom. Nullstellung)
 Flexionsausfall: 0-5° 6-15° 16-25° > 25° **0 0 0 0**

4. UNTERSUCHUNG BANDAPPARAT

Δ Lachman (in 25°Flex.) -1-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Δ dem (alternat. Unters.fakultat.) -1-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Anschlag: fest weich
 Δ totale a.p. Transl. in 70° Flex 0-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Δ I dem (alternat. Unters.fakultat.) 0-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Δ hint. Durchhang in 70° Flexion 0-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Δ med. Gelenköffnung (Valgusrotation) 0-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Δ lat. Gelenköffnung (Varusrotation) 0-2mm 3-5mm 6-10mm >10mm
 Pivot.Shift neg + ++ +++
 Δ Reversed Pivot-Shift neg gering markan massiv **0 0 0 0**
 pos

5. KOMPARTIMENTALE BEFUNDE

Δ Patellofemorale Krepitation keine mässig schmerzhaft stark
 Δ Krepitation med. Kompartiment keine mässig schmerzhaft stark
 Δ Krepitation lat. Kompartiment keine mässig schmerzhaft stark

6. SYMPTOME BEI TRANSPLANTATENTNAHMESTELLE

Druckdolenz, Irritation, Gefühlsstörung keine gering mässig stark

7. RÖNTGENBEFUNDE (Arthrose)

Patello-fem. Gelenkspalt: normal >4mm 2-4mm <2mm
 Medialer Gelenkspalt: normal >4mm 2-4mm <2mm
 Lateraler Gelenkspalt: normal >4mm 2-4mm <2mm

8. FUNKTIONELLER TEST

Δ Einbeinsprung (% der Gegenseite) 90-100% 76-90% 50-75% <50 %

GESAMTAUSWERTUNG **0 0 0 0**

Abb. 59: IKDC-Knie-Evaluationsbogen [42]

5. Ergebnisse

5.1. Patientenkollektiv

Von den 30 Patienten, die an der ehemaligen Staatlich Orthopädischen Klinik München-Harlaching nachuntersucht wurden, sind 29 zur Untersuchung selbst gekommen. 1 Patient, welcher sich bei einem Arbeitsunfall eine Kniegelenksluxation zugezogen hatte, hatte die „nochmalige Untersuchung“ aufgrund eines besonders schweren Verlaufes im Sinne einer chronisch dekompenzierten komplexen Rotationsinstabilität des rechten Kniegelenkes verweigert. Die subjektiven Beschwerden wurden hier telefonisch abgefragt. Zur Beurteilung der objektiven Beschwerden wurde ein Gutachten der BG-Klinik in Murnau aus dem Jahre 1996 ausgewertet.

Bei der Befragung gaben 26 Patienten an, nach dem Unfall wieder in ihrem ursprünglichen Beruf tätig gewesen zu sein. 4 Patienten konnten nach dieser schweren Verletzung nicht mehr in ihrem ehemaligen Beruf integriert werden.

1 Patientin, die im alpinen Skisport im Hochleistungsbereich tätig war, konnte nach der Verletzung ihrem Beruf als „Profiskifahrerin“ nicht mehr nachgehen. 1 weitere Patientin musste sich umschulen lassen. Sie konnte nur noch sitzende Tätigkeiten verrichten.

1 Patient konnte nach dem Unfall nur noch Gelegenheitsjobs ausführen. Ein Anderer musste nach der Verletzung aufgrund einer langen Krankengeschichte mit mehreren Eingriffen am verletzten Kniegelenk sowie einer daraus resultierenden chronisch dekompenzierten Rotationsinstabilität mit erheblichen Verschleißerscheinungen in den Vorruhestand gehen.

4 Patienten gaben an, vor der Verletzung Hochleistungssport betrieben zu haben. Dabei war 1 Patient bei Hessen Kassel als Fußballprofi engagiert. 1 Patientin war im alpinen Skisport tätig, und 2 weitere Patienten haben auf nationaler Ebene gerungen. 14 Patienten waren vor der Verletzung im Wettkampfsport aktiv. Davon haben 10 Fußball in unteren Klassen gespielt. 4 andere Patienten waren jeweils im Skilanglauf,

im Radsport, im alpinen Skisport sowie im Tennis aktiv. 11 Patienten gaben an, sich 5 mal pro Woche sportlich betätigt zu haben, 1 Patient war 2 mal pro Woche sportlich aktiv.

Nur 1 Patient hatte bereits früher eine Verletzung der unteren Extremität erlitten. So hat sich dieser im Jahre 1966 eine Fraktur der Tibia rechts und im Jahre 1969 eine Fraktur der Tibia links zugezogen.

5.2. Verletzungsursachen

Bei einer sportlichen Betätigung verletzten sich 18 Patienten (60%), bei einem Verkehrsunfall waren es 9 Patienten (30%). 2 Patienten (6,7%) hatten einen Unfall bei der Arbeit und 1 Patientin (3,3%) verletzte sich im häuslichen Bereich.

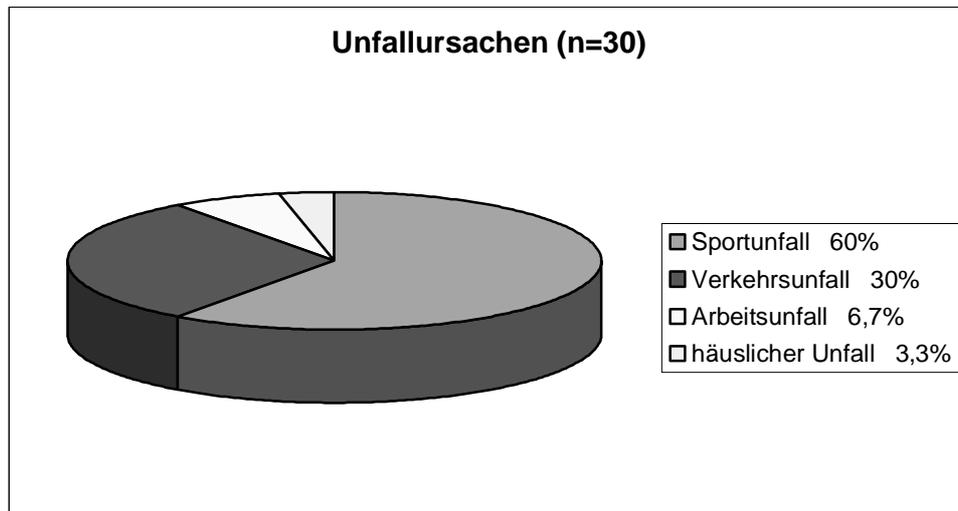


Abb. 60: Unfallursachen der 30 behandelten Patienten

Im Folgenden werden die Unfallursachen im Bereich des Sportes genauer analysiert. Die häufigste Sportart, bei der sich die Patienten verletzt haben, war das Skifahren (9 Pat.), 7 Patienten zogen sich die Verletzung beim Abfahrtsskifahren zu, 2 Patienten beim Langlaufen. Fußballspielen war die zweithäufigste Ursache für die Verletzung (6 Pat.). Beim Ringen und beim Radfahren zogen sich jeweils 2 Patienten eine Kniegelenksluxation zu. In dieser Gruppe sind die Fahrradfahrer erfasst, die das Fahrrad als Sportgerät und nicht als Transportmittel benutzt haben.

Im Straßenverkehr waren die Zweiradfahrer am stärksten betroffen. 2 Motorrad-, 2 Mopedfahrer und ein Fahrradfahrer erlitten eine Kniegelenksluxation. Der Verkehrsunfall mit dem Auto war die zweithäufigste Ursache im Bereich des Straßenverkehrs. Hier erlitten 3 Patienten eine Kniegelenksluxation.

Als Folge eines Arbeitsunfalles luxierte bei 3 Patienten das Kniegelenk. 1 Patientin verunfallte bei Arbeiten im landwirtschaftlichen Bereich, 1 Andere sozusagen als

Wegeunfall mit dem Rad. Diese wurde primär in der Gruppe Straßenverkehr berücksichtigt. 1 Patient erlitt eine Luxation des Kniegelenkes bei der Ausübung seiner Arbeit. Im häuslichen Bereich verletzte sich 1 Patientin beim Sturz in einen Kellerschacht.

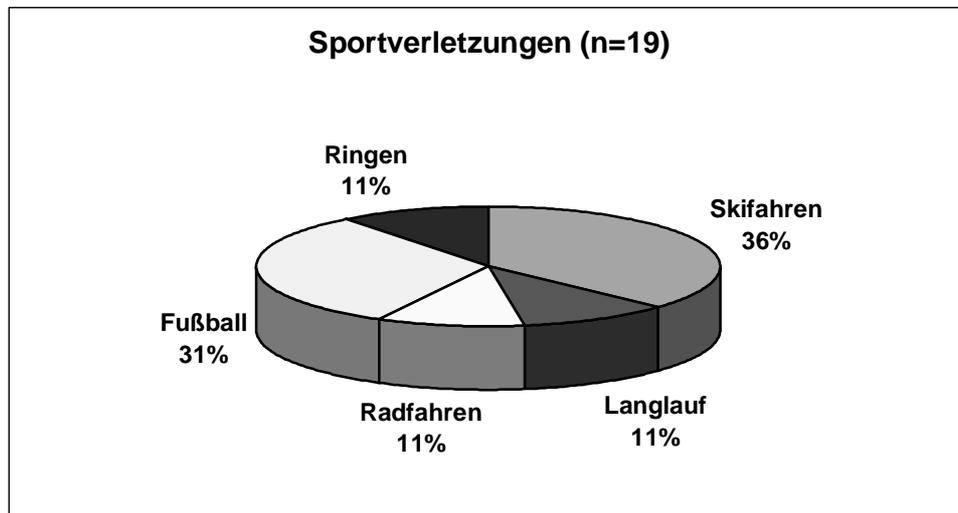


Abb. 61: Sportverletzungen

Der Verletzungsmechanismus war in 19 Fällen eine indirekte Gewalteinwirkung, während in 2 Fällen die Kniegelenksluxation durch direkte Gewalteinwirkung verursacht wurde. In der Gruppe der direkten Gewalteinwirkung waren es ursächlich die Verkehrsunfälle mit hoher Gewalteinwirkung im Sinne von Anpralltraumen. Bei den Verkehrsunfällen mit Zweirädern (6 Fälle) muß allerdings von Mischformen der indirekten und direkten Gewalteinwirkung ausgegangen werden. In 3 Fällen war der Pathomechanismus aufgrund der Schwere des Unfalles nicht mehr erinnerlich.

Im Folgenden werden die Verletzungsmechanismen genauer analysiert. 17 Patienten zogen sich die Luxation bei einem Flexionstrauma mit Außenrotations-, und Abduktionskomponente des Unterschenkels zu. Bei 3 Patienten war es ein Flexionstrauma mit Innenrotations-, und Adduktionskomponente. 2 Patienten verunfallten aufgrund eines Extensionstraumas mit Innenrotations-, und Adduktionskomponente. Bei 3 Patienten war nur das Flexionstrauma, bei 1 Patienten nur das Extensionstrauma die Verletzungsursache. Das Flexionstrauma mit Außenrotationskomponente war bei 1 Patienten der Unfallmechanismus.

1 Patient, der mit seinem Motorrad stürzte, zog sich eine Gehirnerschütterung, eine Prellung des Schultergelenkes, multiple Schürfwunden im Gesicht und praepatellar rechts zu. 1 Patientin zog sich bei einem Sturz in einen Kellerschacht multiple Prellungen am Sprunggelenk rechts, am Hemithorax rechts sowie an der Lenden-, und Brustwirbelsäule zu. Zusätzlich hatte die Patientin multiple Schürfwunden. 1 weitere Patientin hatte oberflächliche Abschürfungen praepatellar des luxierten Kniegelenkes.

5.3. Behandlungsdaten

5.3.1. Klinikaufenthalt

Durchschnittlich 3,41 Tage nach der Verletzung kamen die Patienten zur Untersuchung in die Klinik (n=29). Ein Patient wurde hierbei nicht berücksichtigt, der an der ehemaligen Staatlich Orthopädischen Klinik München-Harlaching zu Revisionseingriffen im Jahre 1992 und 1996 bei chronischer Instabilität des rechten Kniegelenkes nach mehrfachen auswärtigen insuffizienten Kreuzbandbandplastiken einbestellt wurde. Noch am Unfalltag kamen 13 Patienten, am 1. Tag nach dem Unfall 4 Patienten. Am 2. und 3. Tag kamen insgesamt 6 Patienten, am 4. und 5. Tag waren es 2 Patienten. Am 10., 13., 17. und 32. Tag nach dem Unfall kam jeweils 1 Patient zur Untersuchung in die Klinik beziehungsweise wurde vom Krankenhaus der Primärdiagnostik verlegt.

Die Zeit zwischen Unfall und Operation betrug im Durchschnitt 4,17 Tage, der kürzeste Abstand waren 0 Tage und der Längste 32 Tage. Innerhalb der ersten drei Tage nach dem Unfall wurden 21 Patienten operiert. Zwischen 4 und 6 Tage dauerte es bei 4 Patienten und innerhalb 11 bis 32 Tagen nach der Verletzung wurden 4 Patienten operiert (n=29).

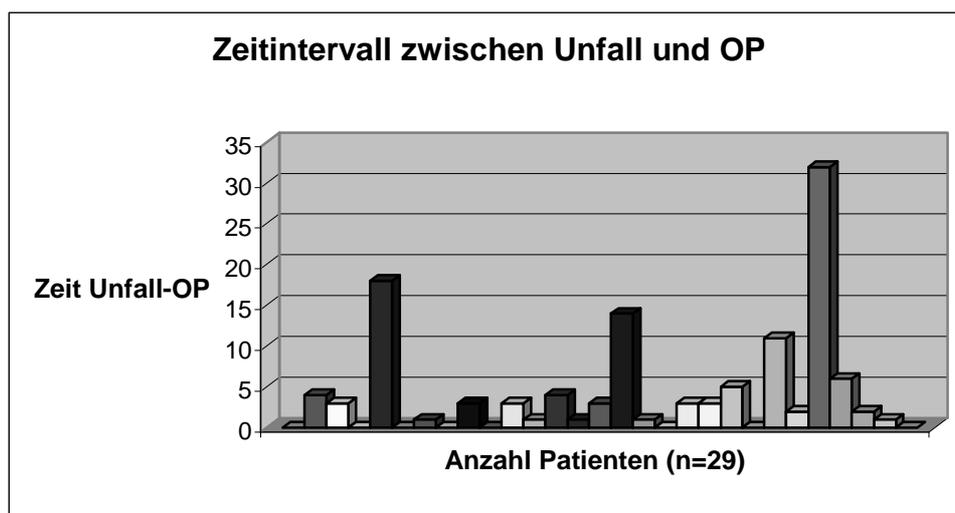


Abb. 62: Zeitintervall zwischen Unfall und Operation in Tagen

Im Durchschnitt waren die Patienten anlässlich der Primäroperation 18,6 Tage stationär in der Klinik. Die Zeitspanne reichte von 10 Tagen bis 44 Tagen. Hierbei wurde ein Patient nicht berücksichtigt, der aufgrund einer Polytraumatisierung länger in der Klinik bleiben musste.

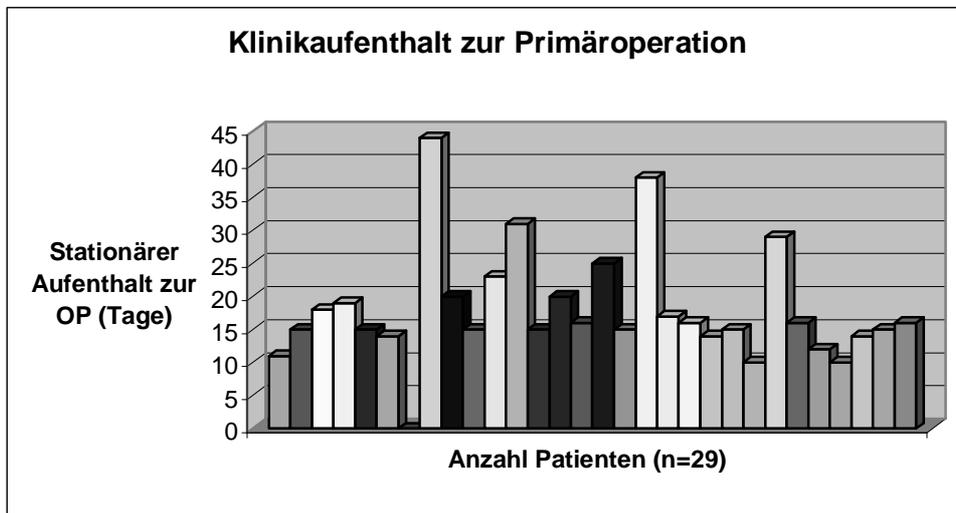


Abb. 63: Stationärer Aufenthalt zur Primäroperation

Zur Rehabilitation waren die Patienten durchschnittlich 25,6 Tage in der Klinik. Die Zeitspanne reichte hier von 15 Tagen bis 41 Tagen. 5 Patienten konnten unter diesem Gesichtspunkt nicht berücksichtigt werden, ein Patient war polytraumatisiert und dadurch 99 Tage insgesamt in der klinischen Rekonvaleszenz, 3 Patienten haben ihre Rehabilitation ambulant bestritten und 1 Patient rehabilitierte sich im heimatnahen Krankenhaus.

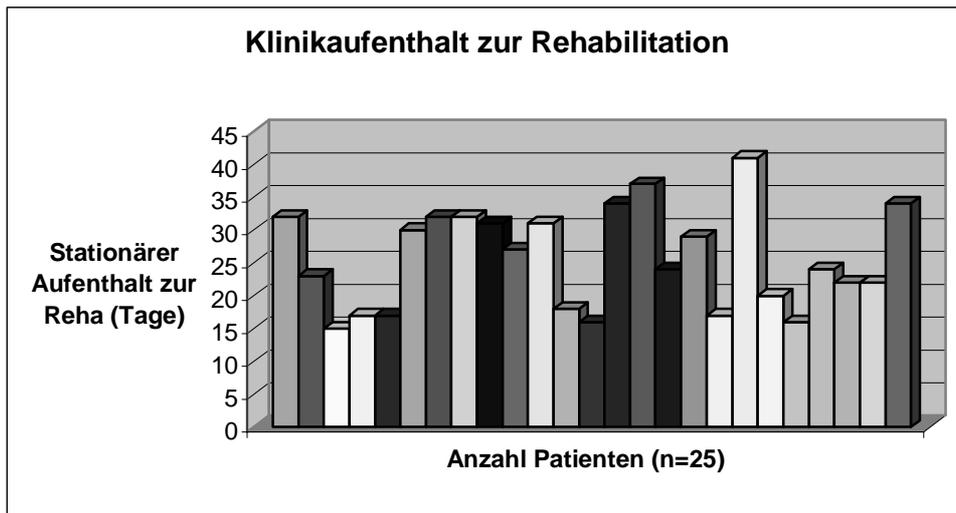


Abb. 64: Stationärer Aufenthalt zur Rehabilitation

In 5 Fällen waren zusätzliche Klinikaufenthalte aufgrund Revisionsoperationen notwendig. Diese Revisionseingriffe werden im Kapitel Komplikationn näher erläutert. Im Durchschnitt waren diese Patienten 19,6 Tage zusätzlich stationär, die kürzeste Verweildauer waren 12 Tage, die Längste 32 Tage.

5.3.2. Operative Befunde

Alle Kniegelenksluxationen wurden in Intubationsnarkose sowie mit einer Oberschenkelblutleere operiert. Im Falle einer Arthrotomie wurde der Patient in Rückenlage gelagert, war eine Arthroskopie durchgeführt worden, so wurde zusätzlich das zu operierende Bein in einem entsprechenden Beinhalter gelagert.

Als Zugang zum Kniegelenk wurde in 22 Fällen der mediale Payr-Schnitt gewählt, in 3 Fällen war der laterale Payr-Schnitt Zugang der Wahl. In 1 Fall wurde das Kniegelenk nach Watson-Jones eröffnet, bei 1 Patient war die Schnitfführung bogenförmig an der Knieaußenseite und bei einem anderen Patient wurde ein medialer „Bumerang-Schnitt“ gewählt. Bei jeweils 2 Patienten wurde die Bandrekonstruktion arthroskopisch assistiert durchgeführt. Entsprechend waren ein anterolateraler Zugang für die Optik, ein anteromedialer Zugang für die Instrumente und ein femorolateraler Zugang für die Ablaufkanüle notwendig.

Intraoperativ zeigten sich in 28 (97%) Fällen beide Kreuzbänder gerissen, in zwei Fällen (7%) war jeweils das hintere Kreuzband gerissen und das vordere Kreuzband elongiert. Bei beiden Patienten handelte es sich funktionell um eine Luxation. Es musste in beiden Fällen das vordere, genauso wie das hintere Kreuzband operativ saniert werden, um die korrekten Isometrieverhältnisse wieder herzustellen. Somit wurden auch beide Patienten in der Gruppe der Kniegelenksluxationen geführt.

Bei 2 Patienten konnte retrospektiv die primäre Verletzungsmorphologie der Kreuzbänder nicht mehr nachvollzogen werden. 1 Patient kam 7 Jahre nach einem Verkehrsunfall mit einer chronischen posterioren Instabilität bei fehlendem hinteren Kreuzband und Zustand nach mehrfach versuchten Kreuzbandplastiken zur hinteren Kreuzbandplastik. Bei 1 anderen Patienten wurde nach veralteter vorderer und hinterer Kreuzbandruptur das vordere Kreuzband mittels einer Patellasehnenplastik wieder aufgebaut. Hier wurde das Intercondylicum intraoperativ leer vorgefunden, eine sichere Bestimmung der Verletzungsmorphologie konnte nicht gegeben werden.

Bei den Kreuzbandrupturen handelte es sich in 62% (n=30) der Fälle um ligamentäre Ausrisse. Ossäre Läsionen waren zu 17% und die rein intraligamentären Verletzungen als dritthäufigste Verletzungsform mit 10% vertreten.

Morphologie	VKB	HKB
Femoral ligamentär	15/30	10/30
Femoral ossär	1/30	4/30
Tibial ligamentär	3/30	9/30
Tibial ossär	2/30	3/30
Intraligamentär	5/30	1/30
Teilruptur	0/30	1/30
Elongation	2/30	0/30
Nicht beurteilbar	2/30	0/30

Abb. 65: Morphologie der Kreuzbandverletzungen (VKB = vorderes Kreuzband, HKB = hinteres Kreuzband)

Meniskusverletzungen wurden in 57% (n=30) der Fälle beobachtet. In 1 Fall zeigte sich der Zustand nach Außenmeniskusteilentfernung. Was die Radiärrisse betrifft, so war in 1 Fall das Hinterhorn und in 2 Fällen das Vorderhorn des Innenmeniskus betroffen. Insgesamt waren die partiellen und die totalen Basisabrisse häufiger als die Radiär-, oder Korbhenkelrisse.

Morphologie	IM	AM
Intakt	12/30	12/30
Radiärriß	3/30	0/30
Korbhenkelriß	0/30	1/30
Partieller Basisabriß	4/30	0/30
Totaler Basisabriß	6/30	1/30
Quetschung	1/30	1/30
Degeneration	0/30	2/30

Abb. 66: Morphologie der Meniskusverletzungen (IM = Innenmeniskus, AM = Außenmeniskus)

Bei den Kollateralbandverletzungen war das mediale Kollateralband in 73% (n=30) der Fälle rupturiert, in 13% der Fälle war das laterale Kollateralband verletzt, in 4 Fällen waren die Kollateralbänder intakt. Am häufigsten rupturierten die medialen Kollateralbänder femoral ligamentär, gefolgt von den intraligamentären Verletzungen. In 1 Fall zeigte sich eine Kombinationsverletzung des medialen Kollateralbandes. Im anterioren Bereich war die Läsion femoral ligamentär, im posterioren Bereich intraligamentär. Auf der lateralen Seite waren die Läsionen immer fibular lokalisiert, in 1 Fall ossär.

Morphologie	MK	LK
Intakt	4/30	4/30
Femoral ligamentär	10/30	0/30
Femoral ossär	1/30	0/30
Tibial/fibular ligamentär	5/30	3/30
Tibial/fibular ossär	0/30	1/30
Intraligamentär	8/30	0/30

Abb. 67: Morphologie Kollateralbandverletzungen (MK = mediales Kollateralband, LK = laterales Kollateralband)

In 73% der Fälle war die Kniegelenksluxation mit einer komplexen Kapsel-Band-Verletzung assoziiert. Den größten Anteil hatten die Läsionen des medialen Kapselbandes und der dorsomedialen Kapsel gefolgt von Läsionen der hinteren Kapsel. Bei 8 Patienten (27%) war der Kapsel-Band-Apparat nicht verletzt.

Im Zusammenhang mit der Kniegelenksluxation waren bei 5 Patienten Frakturen der unteren beziehungsweise der oberen Extremität vergesellschaftet. Bei 1 Patienten frakturierte die Patellaspitze ohne Gelenkbeteiligung, 1 Anderer hatte zugleich eine offene Unterschenkelfraktur am ipsilateralen Bein, sowie an den oberen Extremitäten Frakturen des 5. Mittelhandknochens links und des distalen Radius rechts. Außerdem wurde bei diesem Patienten eine Fissur am Radiusköpfchen links diagnostiziert. Der Dritte hatte eine offene Absprengung des Trochanter major mit Pfählungsverletzung der rechten Hüfte. 1 vierter Patient zog sich zusätzlich eine Oberschenkelfraktur am ipsilateralen Bein zu. Und bei 1 Patienten konnte additiv

eine Abscherfraktur des medialen Tibiaplateaus verifiziert werden, korrespondierend dazu hatte dieser Patient eine knöcherne Abscherung am medialen Femurcondylus.

Kapsel-Band-Verletzung	Anzahl der Läsionen
Dorsomediale Kapsel	8/30
Mediales Kapselband	9/30
Dorsolaterale Kapsel	3/30
Laterales Kapselband	1/30
Hintere Kapsel	7/30
Tractus iliotibialis	2/30
Popliteus/Popliteussehne	3/30
Gastrocnemius	2/30
Biceps/Bicepssehne	4/30
Mediales Retinaculum	2/30
Vastus medialis	2/30
Ligamentum patellae	2/30

Abb. 68: Anzahl der Kapsel-Band-Verletzungen

Gefäßverletzungen wurden bei keinem der nachuntersuchten Patienten diagnostiziert. Angesichts der Schwere der Weichteilverletzung wurde bei 2 Patienten eine weiterführende Gefäßdiagnostik durchgeführt. In beiden Fällen konnte durch eine prae-, beziehungsweise postoperative Femoralisangiographie eine Intimaläsion der Arteria poplitea oder sogar eine Gefäßruptur ausgeschlossen werden.

Bei 1 Patienten (3%) war der Nervus peroneus durch einen Dehnungsschaden elongiert worden. Bei diesem Patienten hatte bis zur Nachuntersuchung eine Großzehenheberschwäche bestand.

Bei 16 Patienten erfolgte die Rekonstruktion beider Kreuzbänder mittels transossärer Refixation. Dabei erfolgte bei beiden Kreuzbändern je etwa zur Hälfte die femorale Refixation. Beim hinteren Kreuzband wurde hingegen doppelt soviel tibial refixiert als beim vorderen Kreuzband. In 5 Fällen wurden beide Kreuzbänder mit einer Naht im

femorale Anteil der Kreuzbänder adaptiert. Bei 5 Patienten musste sowohl die Naht als auch die transossäre Refixation angewandt werden. Nach transossärer Refixation des hinteren Kreuzbandes wurde das vordere Kreuzband intraligamentär adaptiert und zusätzlich in 2 Fällen mit der Semitendinosussehne augmentiert. In 1 Fall wurde die Augmentation mit der Gracilissehne durchgeführt. Bei 1 Patienten wurde zunächst das hintere Kreuzband genäht und zusätzlich mit der Semitendinosussehne augmentiert, das vordere Kreuzband konnte dann femoral transossär refixiert werden. In 2 Fällen wurde die vordere Kreuzbandplastik mit der Patellasehne durchgeführt, in 1 Fall wurde das hintere Kreuzband mit der Semitendinosussehne aufgebaut. Bei 1 Patient wurden beide Kreuzbänder tibial verschraubt.

Rekonstruktionstechnik	VKB	HKB
Keine	0/30	1/30
Transossär femoral	12/30	10/30
Transossär tibial	5/30	10/30
Naht femoral	5/30	5/30
Naht tibial	1/30	0/30
Naht intraligamentär	0/30	1/30
Augmentation mit Gracilissehne	1/30	0/30
Naht und Augmentation	3/30	1/30
Verschraubung	1/30	1/30
Patellaplastik	2/30	0/30
Semitendinosusplastik	0/30	1/30

Abb. 69: Rekonstruktionstechnik der Kreuzbandverletzungen (VKB = vorderes Kreuzband, HKB = hinteres Kreuzband)

Auch die übrigen Kapsel-Band-Strukturen wurden entweder genäht oder transossär refixiert. Eine Innenmeniskusrefixation erfolgte in 11 Fällen, in 4 Fällen wurde der Innenmeniskus entfernt. Bei 4 Aussenmeniskusverletzungen wurde in 2 Fällen der Meniskus genäht, in 2 Fällen erfolgte eine Resektion.

Das laterale Kollateralband wurde in 4 Fällen transossär refixiert, das mediale Kollateralband konnte in 11 Fällen durch die Naht rekonstruiert und in 11 Fällen transossär refixiert werden.

Rekonstruktionstechnik	Naht	Transossär
Dorsomediale Kapsel	8/8	0/8
Mediales Kapselband	8/9	1/7
Dorsolaterale Kapsel	0/3	3/3
Laterales Kapselband	1/1	1/1
Hintere Kapsel	7/7	0/7
Tractus iliotibialis	1/2	1/2
Popliteus/Popliteussehne	3/3	0/3
Gastrocnemius	2/2	0/2
Biceps/Bicepssehne	0/4	4/4
Mediales Retinaculum	2/2	0/2
Vastus medialis	2/2	0/2
Ligamentum patellae	2/2	0/2

Abb. 70: Rekonstruktionstechnik der Kapsel-Band-Verletzungen

Bei 1 Patienten musste bei Patellaspitzenfraktur das Fragment ausgelöst werden und die Patellasehne entsprechend wieder vernäht werden.

Bei 4 Patienten wurde das Kniegelenk postoperativ in einer mittleren Beugstellung mittels eines Steinmannnagels transfixiert.

In allen Fällen wurde eine frühe Kapsel-Band-Rekonstruktion angestrebt. Bei schweren Begleitverletzungen traten diesbezüglich teilweise Verzögerungen von bis zu mehreren Wochen auf.

5.3.3. Postoperativer Verlauf

In den 70 iger und 80 iger Jahren wurden alle Kniegelenke zunächst für 6 Wochen postoperativ ruhig gestellt, entweder im Gips bei isolierten Verletzungen oder mittels Transfixation. Zunächst wurde in den ersten beiden postoperativen Wochen ein Liegegips angelegt, für 4 weitere Wochen wurde den Patienten ein Oberschenkeltutor angepasst. Mitte der 70 iger Jahre wurde in 1 Fall zunächst ein Beckenbeingips für 3 Wochen angelegt und in der Folge ein Oberschenkeliegegips für weitere 3 Wochen.

In der 3. und 4. postoperativen Woche durften die Patienten nur unter Sohlenkontakt belasten, ab der 5. postoperativen Woche folgte dann eine zunehmende Teilbelastung.

In unserem Kollektiv bekamen die Patienten postoperativ durchschnittlich für 15 Tage (n=25) einen Oberschenkeliegegips. Der kürzeste Zeitraum waren 10 Tage, der Längste 30 Tage. Anschließend wurde ein Oberschenkeltutor angepasst. Die Patienten trugen ihn durchschnittlich 27,6 Tage (n=24). Die kürzeste Tragezeit betrug 16 Tage, die Längste 31 Tage.

5 beziehungsweise 6 Patienten wurden in dieser Gruppe nicht geführt, da sie entweder primär nicht an der orthopädischen Klinik München-Harlaching operiert worden sind oder frühfunktionell ohne Gipsschienung nachbehandelt wurden. 1 Patient wurde 15 Tage postoperativ ins heimatnahe Krankenhaus entlassen, wo er die ambulante Nachbehandlung weiterführte.

In 4 Fällen wurde das verletzte Kniegelenk zusätzlich mit Steinmannnägel transpatellar fixiert. Im Durchschnitt verblieb die Transfixierung 55,5 Tage. Im längsten Fall 59 Tage, im Kürzesten 53 Tage.

In den 90 iger Jahren erfolgte die Nachbehandlung frühfunktionell. Für die vordere Kreuzbandrekonstruktion bedeutete dies zunächst für 3 Tage eine Schienenlagerung in 10° Beugung, danach wurde der Bewegungsumfang bis 0-60° (Ext./Flex.) bis zum 14. postoperativen Tag unter 20 kg Teilbelastung freigegeben. Bis zur 6.

postoperativen Woche bedeutete dies einen Bewegungsumfang von 0-90° (Ext./Flex.) mit Übergang auf Vollbelastung. Dann erfolgte die Freigabe des Gelenkes. Dies war bei einem Patienten der Fall, der nach veralteter vorderer und hinterer Kreuzbandruptur nun an einer anterioren Instabilität litt. Dieser wurde arthroskopisch assistiert mit dem mittleren Drittel der Patellasehne rekonstruiert.

Nach der hinteren Kreuzbandrekonstruktion bekamen die Patienten für 3 Tage eine Mecron-Schiene, in der Folge wurde eine Donjoy-Schiene angelegt. Bis zum 14. postoperativen Tag wurde ein Bewegungsumfang von 0-40° (Ext./Flex.) und bis zur 6. postoperativen Woche ein Bewegungsumfang von 0-90° (Ext./Flex.) unter Teilbelastung toleriert. Ab der 6. postoperativen Woche wurde das Gelenk freigegeben. Hier hatten wir 1 Patienten nachuntersucht, der nach veralteter vorderer und hinterer Kreuzbandruptur und mehreren Kreuzbandrekonstruktionsversuchen an auswärtigen Häusern nun an einer posterioren Instabilität litt. Hier wurde das hintere Kreuzband mit der Semitendinosussehne rekonstruiert.

Alle Patienten bekamen eine Thromboseprophylaxe. Sie wurden mit insgesamt 15.000 I.E. Heparin pro Tag, zum Beispiel Calciparin, heparinisiert. In 5 Fällen mussten die Patienten antibiotisch abgedeckt werden. Die Ursachen hierfür werden im Kapitel Komplikationen erörtert.

In 1 Fall wurde aufgrund einer Inaktivitätsosteoporose am Sprunggelenk Vitamin D substituiert. Hier wurde Mitte der 70-iger Jahre dem Patienten initial für 3 Wochen ein Beckenbeingips angelegt und für weitere 3 Wochen ein Oberschenkelgips angelegt.

In 1 weiteren Fall entwickelte sich eine Sudeck'sche Dystrophie am distalen Unterschenkel, so dass mit Calcitonin anbehandelt werden musste.

Bei 1 Patienten entwickelten sich Hypästhesien des 4. und 5. Fingers der rechten Hand. Der konsiliarisch hinzugezogene Neurologe äußerte den Verdacht auf eine Plexus-brachialis-Zerrung bei stattgehabtem Unfall, wobei es sich differentialdiagnostisch auch um eine C8-Syndrom gehandelt haben könnte.

5.3.4. Komplikationen

In 9 Fällen (30%, n=30) entwickelten sich im postoperativen Verlauf Komplikationen.

Komplikationen	Anzahl
Wundinfekt	1/30
Osteomyelitis	1/30
Infiziertes Hämatom	1/30
Nicht infiziertes Hämatom	1/30
Fieber unklarer Genese	1/30
Wundserom	1/30
Inaktivitätsosteoporose	1/30
Sudeck`sche Dystrophie	1/30
Streckdefizit	2/30
Beugedefizit	1/30

Abb. 71: Komplikationen nach operativer Versorgung einer Kniegelenksluxation

1 Patient musste ein Jahr nach der Bandrekonstruktion noch einmal operiert werden. Es wurde eine Arthrolyse wegen ungenügender Beugefähigkeit (bis 90 °) des Kniegelenkes durchgeführt. Der Patient war 15 Tage stationär.

Bei 1 Patientin mussten 9 Monate postoperativ wegen einem Streckdefizit im operierten Bein Verklebungen im oberen Rezessus des Kniegelenkes gelöst werden. Sie war 12 Tage stationär.

1 anderer Patient musste ein halbes Jahr nach Entlassung wieder mit einer chronischen Osteitis am linken Unterschenkel stationär aufgenommen werden. Bei diesem Patienten handelte es sich um einen polytraumatisierten Patienten, der neben der Kniegelenksluxation unter anderem auch eine offene Unterschenkelfraktur am ipsilateralen Bein hatte. Aufgrund einer floriden Osteitis am Unterschenkel musste zunächst das Osteosynthesematerial entfernt und ein Antibiotikumträger nach Sequesterotomie eingelegt werden. 3 Monate später musste nochmals ein

Debridement mit Sequesterotomie durchgeführt werden. Der Patient war somit 32 Tage stationär. Dieser vereinte mit einer Osteomyelitis sowie einem Defizit im Bereich der Flexion und Extension 3 der angegebenen Komplikationsbereiche

9 Monate nach Kapsel-Band-Rekonstruktion wurde bei 1 Patientin eine Metallentfernung sowie eine Narkosemobilisation durchgeführt. Aufgrund einer Staphylokokkeninfektion im Wundbereich zeigt sich ein prolongierter Heilungsverlauf. Unter konservativen Maßnahmen im Sinne der septischen Wundbehandlung heilte die Wunde schließlich entsprechend ab. Die Patientin war 26 Tage stationär.

Aufgrund einer Exophytenbildung im Bereich der medialen Eminentia intercondylaris wurde bei 1 Patienten 6 Monate nach der Kreuzbandrekonstruktion arthroskopisch eine Exophytenabtragung durchgeführt. In gleicher Sitzung wurde die Fixationsschraube der Eminentia intercondylaris medialis entfernt. 1 Monat postinterventionell wurde bei Verdacht auf Schraubenlockerung der Fixationsschraube des hinteren Kreuzbandes entsprechend die Metallentfernung durchgeführt. Der Patient war damit zusätzlich 13 Tage stationär.

5.4. Subjektive Ergebnisse

5.4.1 Subjektive Kriterien – Lysholm-Score

In unserem Kollektiv erreichten zum Nachuntersuchungstermin 2 Patienten ein sehr gutes Ergebnis und 12 Patienten ein gutes Ergebnis. In 11 Fällen zeigte sich ein befriedigendes Ergebnis und in 5 Fällen ein schlechtes Ergebnis.

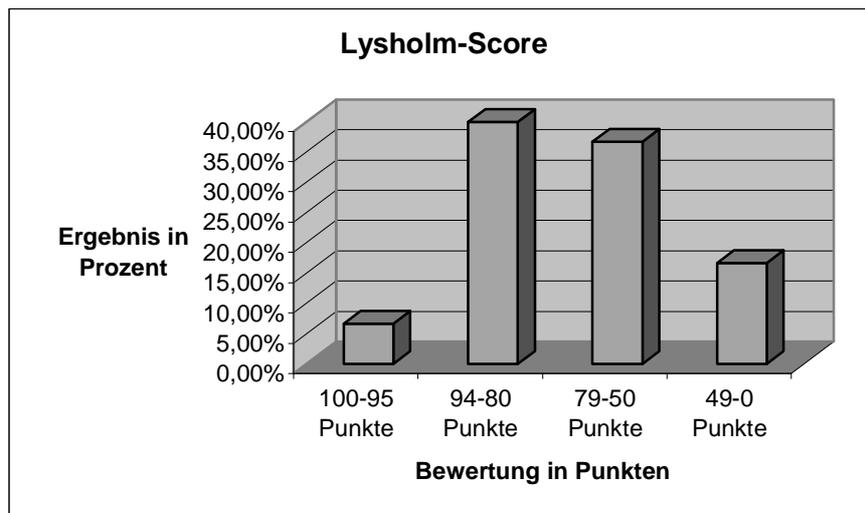


Abb. 72: Lysholm-Score der 30 nachuntersuchten Patienten (100-95 Punkte: sehr gut, 94-80: gut, 79-50: befriedigend, 49-0: schlecht)

5.4.2. Subjektive Kriterien – Tegner-Score

Der Tegner-Activity-Score hatte vor der Verletzung im Durchschnitt 7,32 betragen (5 ± 10), zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag er im Mittel bei 4,27 (0 ± 9).

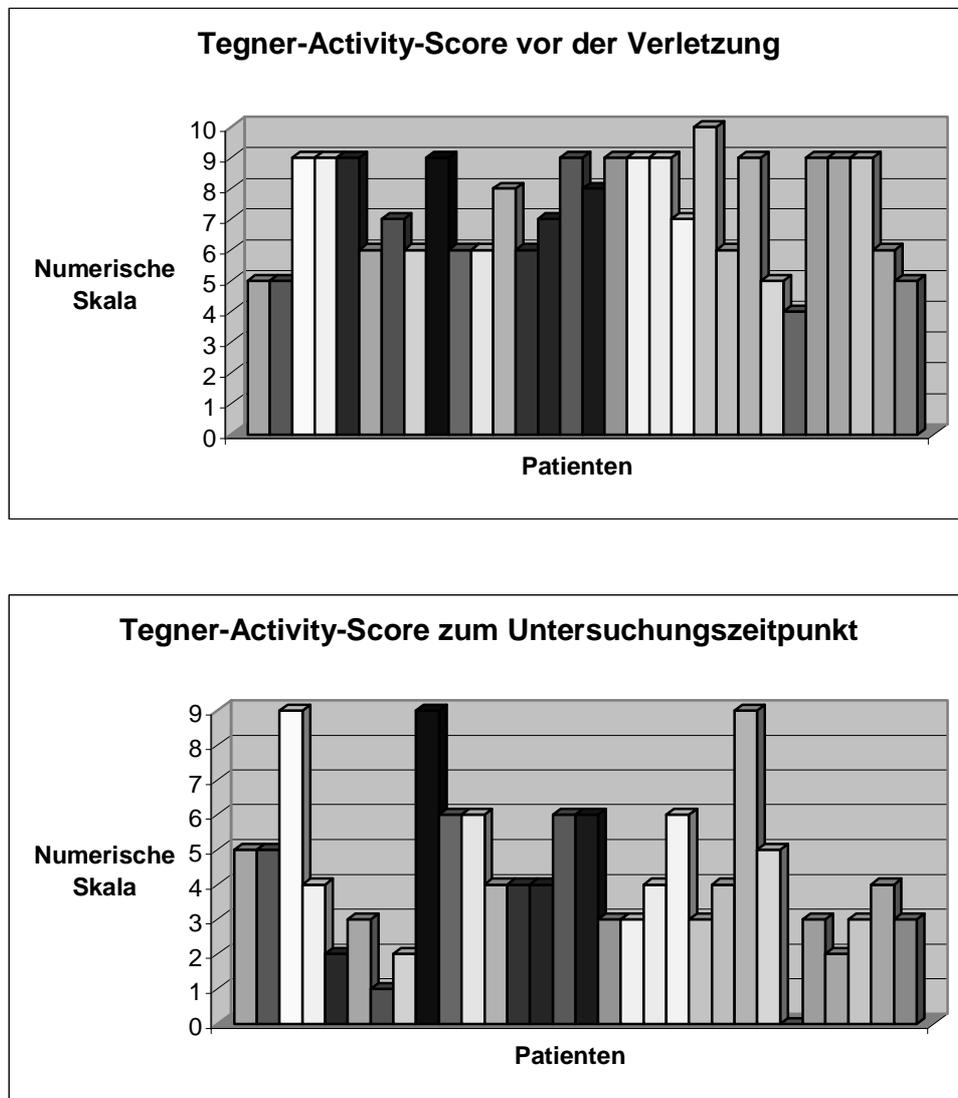


Abb. 73: Tegner-Activity-Score vor der Verletzung und zum Untersuchungszeitpunkt

5.5. Klinische Ergebnisse

5.5.1. Ergebnisse IKDC-Score

Um eine objektive Vergleichbarkeit und Relation mit anderen Studien herstellen zu können, wurde der IKDC-Score zur Auswertung gebracht.

Im Gesamtergebnis des IKDC-Scores erreichte 1 Patient (3,33%) die Gruppe A, 3 Patienten (10%) die Gruppe B, 17 Patienten (56,67%) erreichten die Gruppe C und 9 Patienten (30%) die Gruppe D.

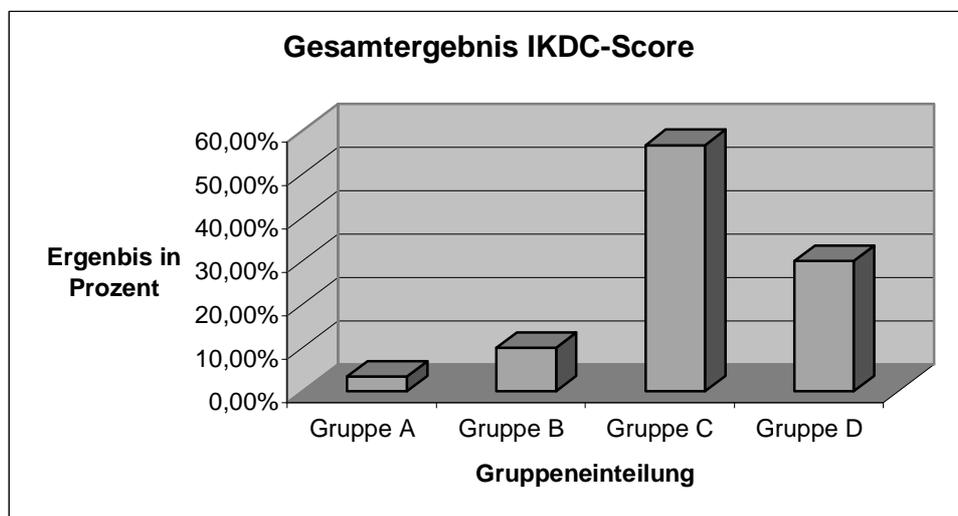


Abb. 74: Gesamtauswertung des IKDC-Score (Gruppe A: normal, Gruppe B: fast normal, Gruppe C: abnormal, Gruppe D: stark abnormal)

Bei der Untersuchung des Kapsel-Band-Apparates waren bei 12 Patienten (40%) die Translationen in anteriorer beziehungsweise posteriorer Richtung im Sinne des Lachman-Testes in 25° Flexion, der totalen a.-p.-Translation in 70° Flexion sowie des hinteren Durchhanges in 70° Flexion und/oder der lateralen/medialen Gelenköffnung in einem Bereich von 6 – 10 mm. Bei 11 Patienten (36,67%) war es der Bereich zwischen 3 und 5 mm. Von 0 – 2 mm beziehungsweise > 10 mm waren es 6 Patienten (20%) beziehungsweise 1 Patient (3,33%).

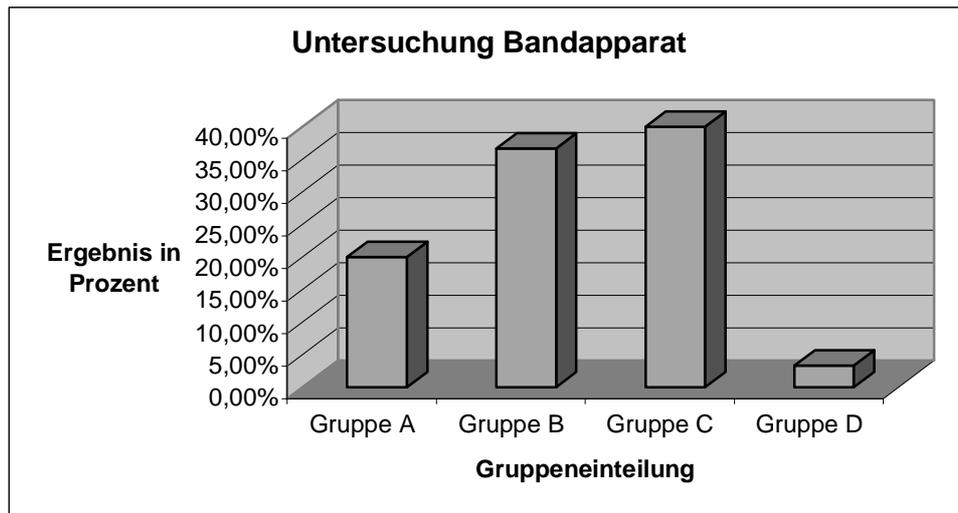


Abb. 75: IKDC-Auswertung Untersuchung Bandapparat (Gruppe A: Translation -1/0 – 2 mm, Gruppe B: 3 – 5 mm, Gruppe C: 6 – 10 mm, Gruppe D: > 10 mm)

Bei den Symptomen (Schmerzen, Schwellung, teilweise Giving-way, komplettes Giving-way), die mit den entsprechenden Aktivitätsniveaus korrelieren, erreichten 11 Patienten (36,67%) das Aktivitätsniveau III, 10 Patienten (33,3%) das Aktivitätsniveau I, 7 Patienten (23,33%) das Aktivitätsniveau II und 2 Patienten (6,67%) das Aktivitätsniveau IV.

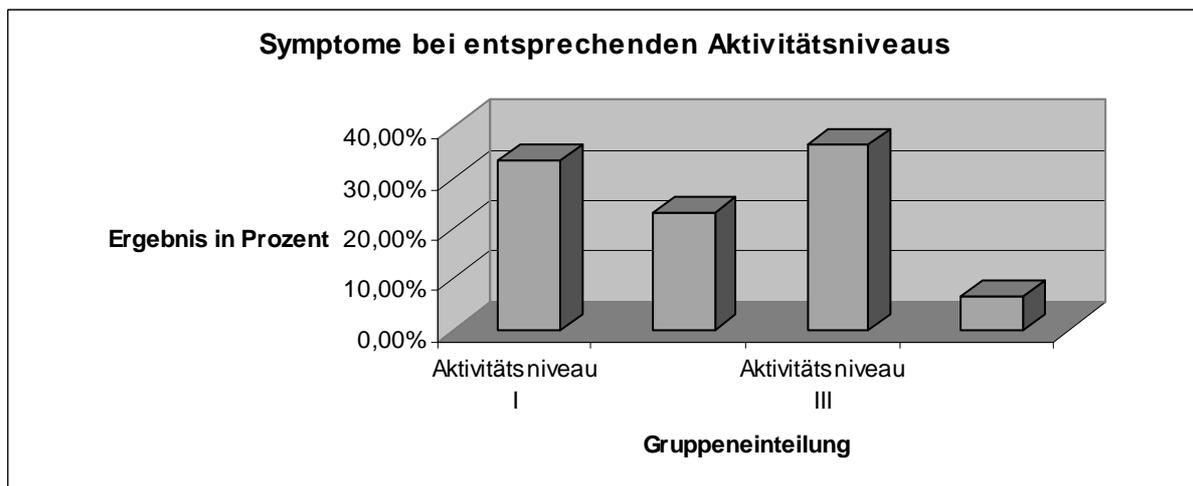


Abb. 76: IKDC-Auswertung: Symptome bei Aktivitätsniveau I (Aktivitäten mit belastenden Drehbewegungen, Kontaktsportarten), Aktivitätsniveau II (Schwere körperliche Arbeit, Tennis, Skifahren), Aktivitätsniveau III (Leichtere körperliche Arbeit, Joggen, Springen), Aktivitätsniveau IV (Alltagsaktivitäten, sitzende Tätigkeiten)

Was den Bewegungsumfang betrifft, so hatten nur 3 Patienten (10%) kein Beuge-, oder Streckdefizit, 16 Patienten (53,33%) hatten Streckdefizite von mehr als 3° und/oder Beugedefizite von mehr als 6°. Dagegen hatten 5 Patienten (16,67%) Streckdefizite von mehr als 6° und/oder Beugedefizite von mehr als 16°. Insgesamt 6 Patienten (20,00%) hatten ein Streckdefizit von mehr als 10° und/oder ein Beugedefizit von mehr als 25°.

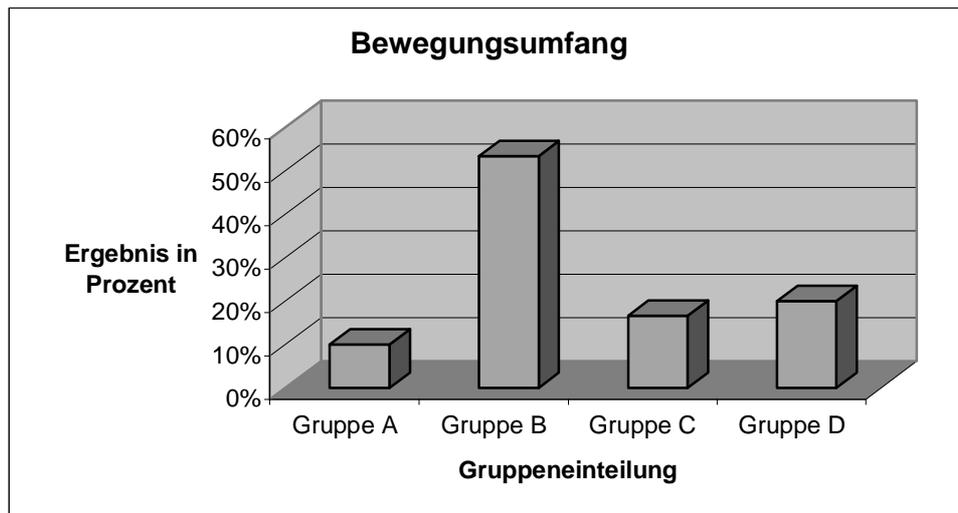


Abb. 77: IKDC-Auswertung: Bewegungsumfang (Gruppe A: Ext. < 3° / Flex. < 5°, Gruppe B: Ext. 3° - 5° / Flex. 6 – 15°, Gruppe C: Ext. 6° - 10° / Flex. 16° - 25°, Gruppe D: Ext. > 10° / Flex. > 25°)

Das verletzte Kniegelenk funktionierte nach Meinung der Patienten in 3 Fällen (10%) normal, in 15 Fällen (50%) fast normal, in 9 Fällen (30%) abnormal und in 3 Fällen (10%) stark abnormal.

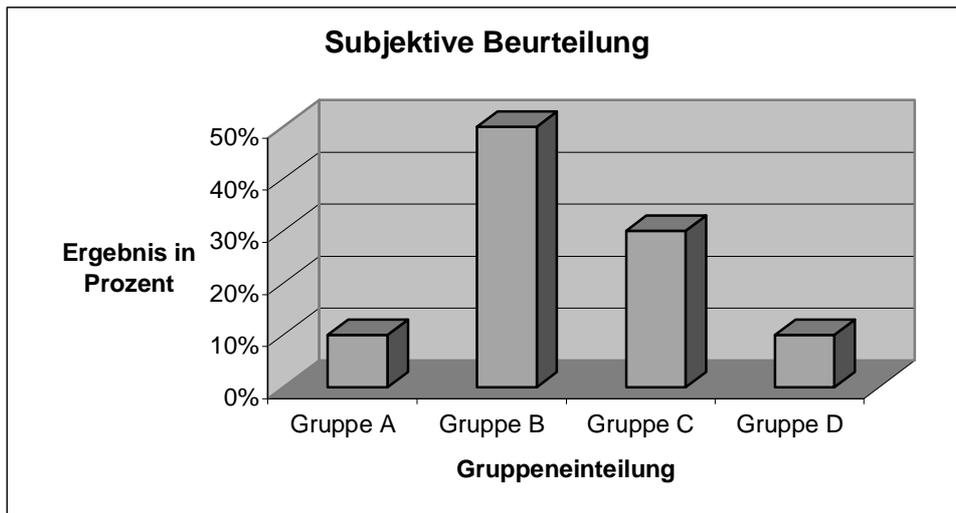


Abb. 78: IKDC-Auswertung: Subjektive Beurteilung (Gruppe A: normal, Gruppe B: fast normal, Gruppe C: abnormal, Gruppe D: stark abnormal)

Der Vollständigkeit halber werden nun die Problembereiche (Kompartimentelle Befunde, Symptome bei der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde, funktioneller Test), die nicht zur Evaluation kamen, aber dennoch bei der Untersuchung notiert wurden, aufgezeigt.

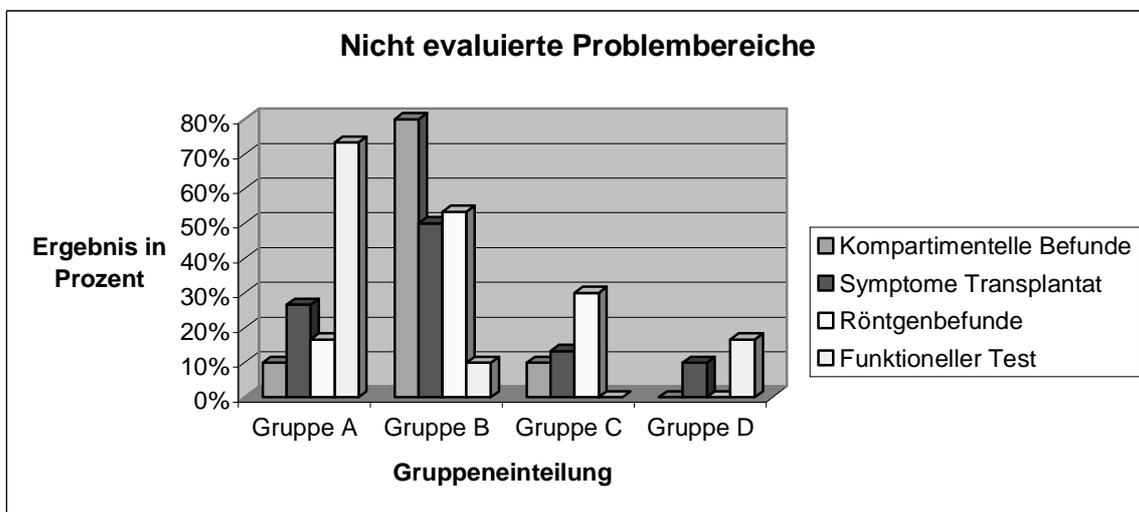


Abb. 79: IKDC-Auswertung: „nicht evaluierte Problembereiche“ (Kompartimentelle Befunde, Symptome an der Transplantatentnahmestelle, Röntgenbefunde, Funktioneller Test)

Bei den „nicht evaluierten Problembereichen“ dominierte die Gruppe B, wobei die kompartimentellen Befunde in 80% mässig ausgeprägt und in 10% schmerzhaft waren. In 10% gab es keine kompartimentellen Befunde. Die Symptome bei der Transplantatentnahmestelle waren in 50% gering, in 13% mässig und in 10% stark. Keine Beschwerden hatten 26,67% der Patienten. Die Röntgenbefunde zeigten in 53,33% ein gutes Ergebnis mit Gelenkspaltabständen von > 4 mm, in 30% bot sich ein befriedigendes Ergebnis mit 2 – 4 mm. „Normale“ radiologische Ergebnisse ergaben sich 16,67% der Fälle. Beim funktionellen Einbeinsprung erreichten 73,33% ein sehr gutes, 10% ein gutes und in 16,67% ein schlechtes Ergebnis.

Dies verwundert nicht, da zum Nachuntersuchungstermin das Durchschnittsalter der Männer bei 37, 1 Jahren lag. Im Falle der Frauen lag es bei 68,2 Jahren. Die sehr schlechten Ergebnisse rekrutieren sich in 80% aus den älteren Patienten.

5.5.2. Ergebnisse KT-1000

Entscheidend für das Ergebnis der Untersuchung mit dem KT-1000 sind nicht die absoluten Werte der Messung, sondern die Seitendifferenz zwischen verletzter und unverletzter Seite. Seitenunterschiede von 3 mm und mehr in den 89-N-Tests oder den manuellen Schubladen-Tests beziehungsweise bei den aktiven Quadrizeps-Tests weisen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Läsion oder eine Insuffizienz im zentralen Kompartiment der Kniegelenkes hin [22/23/97].

Die Untersuchung wurde in 70-90° Beugung des Kniegelenkes mit dem „aktiven Quadrizepstest“ begonnen, um eine Instabilität des hinteren Kreuzbandes ausschließen zu können. Es wurden beidseits die Auslenkungen mit maximal möglicher Kraft gemessen.

Die Maximalwerte für das verletzte Bein betragen im Durchschnitt 3,58 mm (1 - 8 mm) und für die unverletzte Gegenseite im Durchschnitt 1,46 mm (0 - 2,5 mm). Der durchschnittliche Unterschied zur verletzten Seite betrug 1,53 mm (-1,5 bis +6 mm). 76,67 % (n=23) der Patienten wiesen dabei einen Seitenunterschied von weniger als 3mm auf. Bei 23,33% (n=7) zeigte sich ein Seitenunterschied von 3 mm oder mehr (3 – 6 mm).

Für die Translation der Tibia nach hinten in 70°-90° Beugung bei relaxierter Muskulatur bedeutete dies für die verletzte Seite im Durchschnitt 1,77 mm (0 – 6 mm). Auf der gesunden Seite wurden im Durchschnitt Werte von 1,2 mm (0 – 3 mm) gemessen. Dies ergab einen durchschnittlichen Unterschied zur verletzten Seite von 0,72 mm (-1,5 bis 6 mm). Dabei ergab sich bei 96,67% (n=29) der Patienten eine Seitendifferenz von weniger als 3 mm, in 3,33% (n=1) war die Seitendifferenz zum verletzten Bein größer als 3 mm (4,5 mm).

Hintere Instabilität	Seitendifferenz	% > 3 mm Differenz
Aktiver Quadricepstest	1,53 mm	23,33%
Posteriore Translation	0,72 mm	3,33%

Abb. 80: Instrumentelle Messergebnisse der hinteren Instabilität bei 70°-90° Beugung

Was die vordere Instabilität betrifft, so wurden die Auslenkungen für den passiven Lachman (in 20°-30°-Beugung mit 89 Newton entsprechender Kraft) gemessen. Die 89-N-Werte der gesunden Seite betragen im Mittel 3,14 mm (1 - 10 mm), die Werte der verletzten Seite betragen im Mittel 4,72 mm (0,5 – 10 mm). Das ergab eine durchschnittliche Seitendifferenz von 1,58 mm (-3 bis 9 mm). 26,67% (n=8) wiesen eine Seitendifferenz von 3 mm und mehr nach.

Für den sogenannten inversen Lachman, d. h. für den Schub der Tibia nach dorsal bei derselben Beugstellung des Kniegelenks wie beim Lachman, ergaben sich auf der gesunden Seite Mittelwerte von durchschnittlich 1,92 mm (1- 4 mm). Auf der verletzten Seite waren es im Durchschnitt 2,62 mm (1 – 6 mm). Der Seitenunterschied betrug 0,70 mm (-2,5 bis 4 mm). In 3,33% (n=1) der Fälle war der Seitenunterschied größer als 3 mm (4 mm).

Der mittlere Wert bei manuell maximal möglicher Auslenkungskraft beim passiven Lachman (manuelle Schublade) betrug auf der gesunden Seite 6,1 mm (3 -12 mm). Auf der verletzten Seite waren es durchschnittlich 9,4 mm (2,1 – 16 mm). In der Seitendifferenz zeigte sich ein durchschnittlicher Wert von 3,3 mm (-1 bis 11 mm). In 53,33% war der Seitenunterschied größer als 3 mm (3 – 11 mm).

Die Differenz beim aktiven Quadrizepstest betrug in Durchschnitt 2,33 mm (-5 bis 9 mm). In 26,67% (n=8) Fällen war die Seitendifferenz 3 mm und mehr (3 – 9 mm). Die absoluten Messwerte betragen auf der gesunden Seite 6,79 mm (1,2 – 11 mm) und 8,52 mm (2 – 16 mm) auf der verletzten Seite.

Vordere Instabilität	Seitendifferenz	% > 3 mm Differenz
Lachman	1,58 mm	26,67 %
Inverser Lachman	0,70 mm	3,33%
Manuelle Schublade	3,30 mm	53,33%
Aktiver Quadrizepstest	2,33 mm	26,67%

Abb. 81: Instrumentelle Messergebnisse der vorderen Instabilität bei 20°-30° Beugung

5.6. Radiologische Ergebnisse

Vor der Verletzung waren bei mehr als 2/3 der Patienten keine Arthrosezeichen nachzuweisen. 6 Fälle fielen in Gruppe I, also Patienten mit initialer Gonarthrose und Ausziehungen der Eminentia intercondylaris sowie der gelenkseitigen Patellapole. 1 Patient erreichte die Gruppe II, also das Stadium mäßiger Gonarthrose.

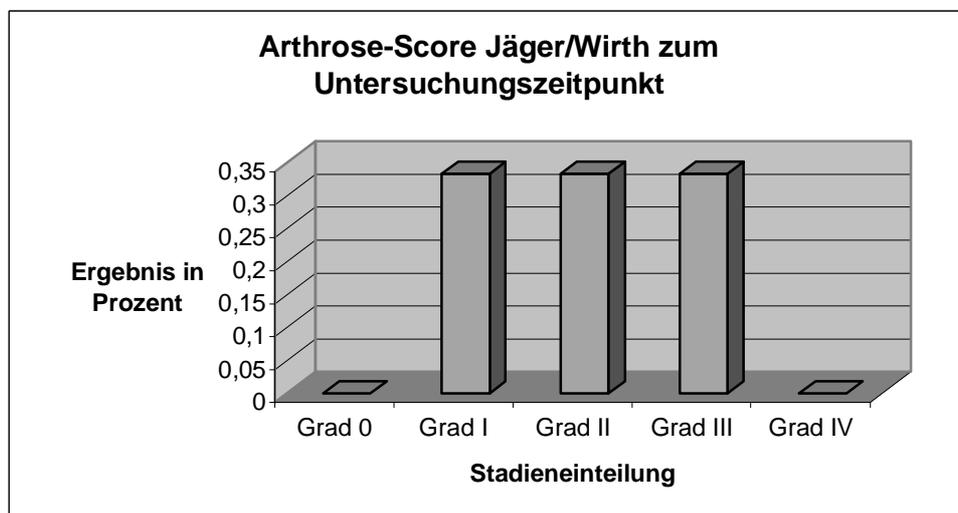
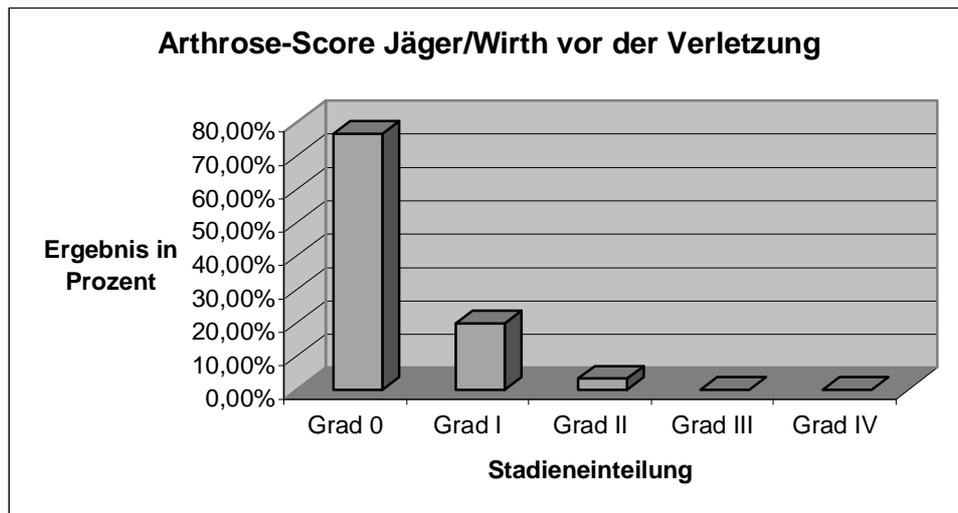


Abb. 82: Radiologische Stadieneinteilung nach Jäger und Wirth vor der Verletzung und zum Untersuchungszeitpunkt [51]

Zum Untersuchungszeitpunkt fielen die Patienten zu jeweils gleichen Teilen (n = 10) in Gruppe I, II und III. Die Gruppen 0 und IV waren nicht vertreten.

Aufgrund der gezeigten Neigung zur sekundären Arthrose wurden die Patientendaten im Hinblick auf Revisionseingriffe bei degenerativen Veränderungen durchsucht. In 12 Fällen (40%) wurden Revisionseingriffe durchgeführt. Im Durchschnitt fanden die Eingriffe 8,75 Jahre nach der primären Kapsel-Band-Rekonstruktion statt (n=8). Der längste Zeitraum waren 16 Jahre, der kürzeste 1 Jahr.

Revisionseingriffe bei Degeneration	Anzahl
Aussenmeniskus	1/30
Innenmeniskus	3/30
Retropatellar	2/30
Eminentia intercondylaris	1/30
Chondral tibial	3/30
Chondral femoral	3/30

Abb. 83: Revisionseingriffe bei degenerativen Veränderungen am verletzten Kniegelenk

Bei 2 Patienten musste aufgrund insuffizienter Primäroperationen oder veralteter Verletzungen, die primär funktionell anbehandelt wurden, sekundär eine stabilisierende Kreuzbandplastik, einmal des vorderen und einmal des hinteren Kreuzbandes vorgenommen werden. Weitere 2 Patienten konnten sich an die genauen Daten der Revisionseingriffe nicht mehr erinnern.

6. Diskussion

Die in dieser Studie zusammengestellten Resultate ergeben sich aus einem relativ kleinen Patientengut (n=30). In den meisten abgeschlossenen Studien der näheren Vergangenheit wie zum Beispiel (Barnbeck [4], Frassica [29], Sisto [121], Tarhan [128]) waren die Fallzahlen allerdings noch geringer.

Um das Ausheilungsergebnis umfassend aufzuarbeiten, wurden die Patienten nach verschiedenen Kriterien gruppiert. Als Maß für den Behandlungserfolg diente neben anderen Scores (IKDC, Tegner) der Lysholm-Score.

Dabei ergab sich bei der Gruppierung nach der Seite der Verletzung für die rechte Seite sich ein durchschnittlicher Lysholm-Score von 71 Punkten, für die linke Seite ein durchschnittlicher Punktwert von 71,88. In Bezug auf das Geschlecht zeigte sich ein durchschnittliches Ergebnis für das weibliche Geschlecht von 58,67 Punkten und für das männliche Geschlecht von 75,08 Punkten, so dass beide Gruppierungen letztendlich in der Kategorie „befriedigend“ rangierten.

Bei Montgomery et al. [81], der in seiner Studie 12 Kniegelenksluxationen untersuchte, ergab sich bei den operierten Patienten zum Vergleich ein Durchschnittswert im Lysholm-Score von 66-80 Punkten.

Was das Alter zum Unfallzeitpunkt betrifft, so wurde das Patientengut in zwei Gruppen geteilt. Die Patienten, die zum Unfallzeitpunkt älter als 40 Jahre waren, erreichten ein durchschnittliches Ergebnis von 50,7 Punkten. Davon rangierten jeweils 42,86% (n=3) in der Kategorie „befriedigend“ und „schlecht“, in nur 14,29% (n=1) zeigte sich ein gutes Ausheilungsergebnis. Alle Patienten, die zum Unfallzeitpunkt jünger als 40 Jahre waren, erreichten im Durchschnitt 77,78 Punkte. In 4,35% (n=1) ergab sich ein sehr gutes Ergebnis, in 52,17% (n=12) ein gutes Ergebnis, in 34,78% (n=8) ein befriedigendes Ergebnis und in 8,70% (n=2) ein schlechtes Ergebnis. Insgesamt schneiden dabei die jüngeren Patienten besser ab als die Älteren.

Fast 60% (n=10) der Patienten, die sich die Verletzung bei einem Sportunfall zugezogen hatten, erreichten ein sehr gutes beziehungsweise ein gutes Ergebnis. 44,4% (n=8) erreichten ein befriedigendes Ergebnis, kein Patient ein Schlechtes. Hingegen rangierten über 50% (n=5) nach einem Verkehrsunfall in einer befriedigenden oder schlechten Kategorie, 44,4% (n=4) erreichten ein gutes Ergebnis. Für das etwas schlechtere Abschneiden der Verkehrsverletzten sind sicherlich die Begleitverletzungen verantwortlich, eine günstigere Prognose hat die isolierte Kapsel-Band-Verletzung. Diese Ergebnisse korrelieren mit den Aussagen von Shelbourne et al. und Oswald et al. [89/117].

Zur Beurteilung der Schwere des Schadens wurde das Patientenkollektiv aufgrund der Anzahl verletzter Bandstrukturen (= Bänder am Knie oder kniegelenksnahe Muskeln und Sehnen) in zwei Gruppen aufgeteilt. Patienten mit nur 3 verletzten Bandstrukturen und Patienten mit mehr als 3 verletzten Bandstrukturen.

Befriedigende und schlechte Ergebnisse waren in beiden Gruppierungen zu gleichen Teilen (ca. 50%) vertreten. In mehr als 60% (n=10) zeigten sich bei den 3-Band-Verletzungen allerdings sehr gute und gute Ergebnisse.

Bei Patienten mit 4-Band-Verletzungen und mehr ließen sich keine sehr guten Ergebnisse separieren. Diese Gruppe zeigte dennoch in 50% der Fälle gute Ergebnisse. Bezüglich später nötigen Operationen bei sekundären Instabilitäten, Komplikationen oder Revisionseingriffen hat diese Gruppierung jedoch einen schlechteren Verlauf als die 3-Band-Verletzungen.

Im Gesamtergebnis des IKDC-Scores fanden sich in über 80% nur befriedigende oder schlechte Ergebnisse, in nur 13% erreichten die Patienten gute und sehr gute Ergebnisse.

Für die Einstufung in Gruppe C waren in erster Linie die Instabilitäten des Kapsel-Band-Apparates verantwortlich, gefolgt von den Symptomen, die sich auf die entsprechenden Aktivitätsniveaus beziehen. Für die Einteilung in Gruppe D war in den meisten Fällen die Einschränkung des Bewegungsumfanges verantwortlich. Die

subjektive Beurteilung durch den Patienten war nicht in erster Linie verantwortlich für das schlechte Gesamtergebnis.

Vergleicht man vorliegende Ergebnisse mit einer neueren Studie von Richter et al. [102], der 38 Kniegelenksluxationen nachuntersucht hat, so zeigen sich bezüglich des IKDC-Score sowie im Vergleich des Ausmaßes der Bandverletzungen identische Werte.

Korrespondierend zu den oben klinisch gezeigten Instabilitäten der traumatisierten Kniegelenke fiel das Ergebnis des Arthrose-Scores von Jäger und Wirth [51] aus. Keiner der Patienten hatte zum Untersuchungszeitpunkt physiologische Knorpelverhältnisse. Zu gleichen Teilen (33,33%) waren die initiale, die mäßige sowie die mittelgradige Gonarthrose vorhanden. Die Grad-I-Gonarthrose rekrutierte sich zum Großteil aus den jüngeren Patienten (< 40 Jahre) sowie aus den 3-Band-Verletzungen, die Grad-2/3-Gonarthrose aus der Gruppe der Patienten mit mehr als 3-Band-Verletzungen, komplizierten Verläufen und höherem Alter (> 40 Jahre).

Im Bereich der degenerativen Veränderungen stimmen die Ergebnisse mit einer Untersuchung von Tarhan et al. [128] überein, der in seinem Kollektiv die fortgeschrittenen Gonarthrosen ebenso bei den chronischen Instabilitäten fand.

Dies drückte sich entsprechend im Aktivitätsniveau der Patienten gemessen nach dem „Tegner-Aktivitäts-Score“ aus. Durchschnittlich fiel die Aktivität der Patienten um 3,05 Punkte. Im Detail waren 26 Patienten nach dem Unfall wieder in ihrem ursprünglichen Beruf tätig. 4 Patienten konnten nach dieser schweren Verletzung nicht mehr in ihrem ehemaligen Beruf integriert werden. Sportlich gesehen, konnte nur von 3 Patienten die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder erreicht werden.

Epidemiologisch gesehen, geben die Berichte in der wissenschaftlichen Literatur nur eine ungenaue Zahl der Kniegelenksluxationen wieder, weil sich ein Großteil der Luxationen als Dunkelziffer hinter Spontanrepositionen oder polytraumatisierten Patienten verstecken [35/103/106].

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Leistungs-, und Breitensportes sowie der weiterhin hohen Verkehrsunfallzahlen lässt sich allerdings eine steigende Inzidenz der traumatischen Kniegelenksluxation feststellen [102].

Was den Verletzungsmechanismus betrifft, so lässt sich sagen, daß die Kniegelenksluxation Folge eines Rasantraumas ist. Entsprechend gehen sie mit einer komplexen Zerreißung des Kapsel-Band-Apparates einher [25/36/134].

Neben Verletzungen der Kapsel-Band-Strukturen kommt es zu Mitverletzungen der Menisken und der Knorpeloberfläche sowie insbesondere zu neurovaskulären Begleitverletzungen. Die Tatsache, dass die Arteria poplitea und der Nervus peroneus communis in den Weichteilen fest verankert sind, führt zusammen mit der grossen Translationsdistanz während der Luxation zu häufigen Verletzungen dieser Strukturen [89].

Im vorgestellten Patientenkollektiv wurden Gefäßverletzungen bei keinem der nachuntersuchten Patienten diagnostiziert. Angesichts der Schwere der Weichteilverletzung wurde bei 2 Patienten eine weiterführende Gefäßdiagnostik durchgeführt.

Im Bereich der Nervenverletzung kann ein Anteil von bis zu 37% angenommen werden. Die Verletzung reicht von einer Neuropraxie bis hin zum kompletten Zerreißen des Nerven. Der allgemeine Verletzungsmechanismus ist der Dehnungsschaden. Dabei wird der Nerv über den hinteren Abschnitt der Femurcondyle gedehnt. Vergesellschaftet ist dieses Verletzungsmuster meist mit der hinteren Luxation [19/56].

In dieser Studie war bei 1 Patienten (3%) der Nervus peroneus durch einen Dehnungsschaden elongiert worden. Bei diesem Patienten hatte bis zur Nachuntersuchung eine Großzehenheberschwäche Bestand.

Der Verletzungsmechanismus bei Gefäßverletzungen wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Sowohl die vordere Luxation [56/119], als auch die hintere Luxation [29/38/131], welche als die häufigsten Luxationsformen gelten [29/38/106], werden

von verschiedenen Autoren als Ursache einer möglichen Gefäßverletzung herangezogen.

Obwohl die Luxation per definitionem auf Weichteilverletzungen beschränkt ist, kommt es häufig zu begleitenden kleinen Abrissfrakturen vom Tibiakopfrand, Patellafrakturen und Frakturen des Fibulaköpfchens oder der Eminentia intercondylaris [108]. Diese müssen von den Luxationsfrakturen des Kniegelenkes unterschieden werden. Moore hat diese 1981 als ligamentäre Verletzung verbunden mit einer Fraktur der Femurcondyle oder des Tibiaplateaus beschrieben [82/111].

Die Wahrscheinlichkeit, eine Kniegelenksluxation zu übersehen, ist wegen der Möglichkeit der spontanen Reposition noch an der Unfallstelle gegeben [108]. Ghalambor et al. sowie Roman et al. [35/106] sind sich in ihren Berichten darüber einig, daß sich hinter Spontanrepositionen und polytraumatisierten Patienten ein großer Anteil an übersehenen Kniegelenksluxationen verbirgt.

Übersehen wurde bei den nachuntersuchten Patienten in keinem Fall diese Komplexverletzung der unteren Extremität. In 24 Fällen wurde die Primärdiagnostik an der Orthopädischen Klinik München-Harlaching durchgeführt. In 4 Fällen wurden die Patienten nach auswertiger Erstversorgung zuverlegt und in 2 Fällen wurden Revisionseingriffe bei stattgehabten Bandrekonstruktionen durchgeführt.

Insgesamt muß eine Kniegelenksluxation immer dann vermutet werden, wenn der Patient nach einem Rasanztrauma ein schmerzhaftes, geschwollenes und instabiles Kniegelenk angibt.

Wichtig für die Versorgungsstrategie ist, dass durch die diagnostischen Verfahren das Ausmaß der Begleitverletzungen detailliert eruiert werden kann, da sich bei Mehrfachverletzungen die Behandlungsstrategie des Traumas ändert [99]. Auf keinen Fall darf die Angiographie einen notwendigen Eingriff des Chirurgen über die maximale Ischämietoleranz von 8 Stunden hinaus verzögern [55/60/66/111].

Der Nachweis der komplexen Bandinstabilität des Kniegelenkes erfolgt durch die Bandprüfung im Vergleich zur kontralateralen Extremität. Bei ipsilateralen Begleitfrakturen von Femur und/oder Tibia kann dies erst nach der Osteosynthese erfolgen [60].

Computertomographie-, und Kernspinnuntersuchungen spielen in der Akutphase keine Rolle. Allerdings sollten diese bildgebenden Verfahren genauso wie die Angiographie zur praeoperativen Planung der definitiven Kapsel-Band-Rekonstruktion herangezogen werden [99].

In 2 der nachuntersuchten Fälle musste durch eine prae-, beziehungsweise postoperative Femoralisangiographie eine Intimaläsion der Arteria poplitea oder sogar eine Gefäßruptur ausgeschlossen werden.

Neuerdings stellt auch die Kontrast-MR-Untersuchung ein probates Mittel dar, um auch kleinere Gefäßläsionen zu objektivieren [58].

Aufgrund der hohen Gewalteinwirkung und der daraus resultierenden Weichteilschäden ist eine Klassifikation in offene und geschlossene Luxationen in Betracht zu ziehen. Offene Luxationen sind dabei mit einer schlechteren Prognose behaftet [35]. Obwohl sie mit hoher Gewalteinwirkung assoziiert sind, haben die offenen Luxationen dennoch keine höhere Inzidenz zu neurovasculären Verletzungen [106]. Gefäßverletzungen konnten in unserem Kollektiv in allen Fällen ausgeschlossen werden.

Dementsprechend stellt die Kniegelenksluxation einen traumatischen Notfall dar. Angesichts der Komplexität und der hohen Komplikationsrate der Kniegelenksluxation sind prioritätenorientierte Entscheidungs-, und Behandlungskonzepte in Form von Algorithmen einzuhalten. Hierbei ist sicherlich von einer konservativen Therapie Abstand zu nehmen, und eine situativ angemessene operative Vorgehensweise zu favorisieren [60].

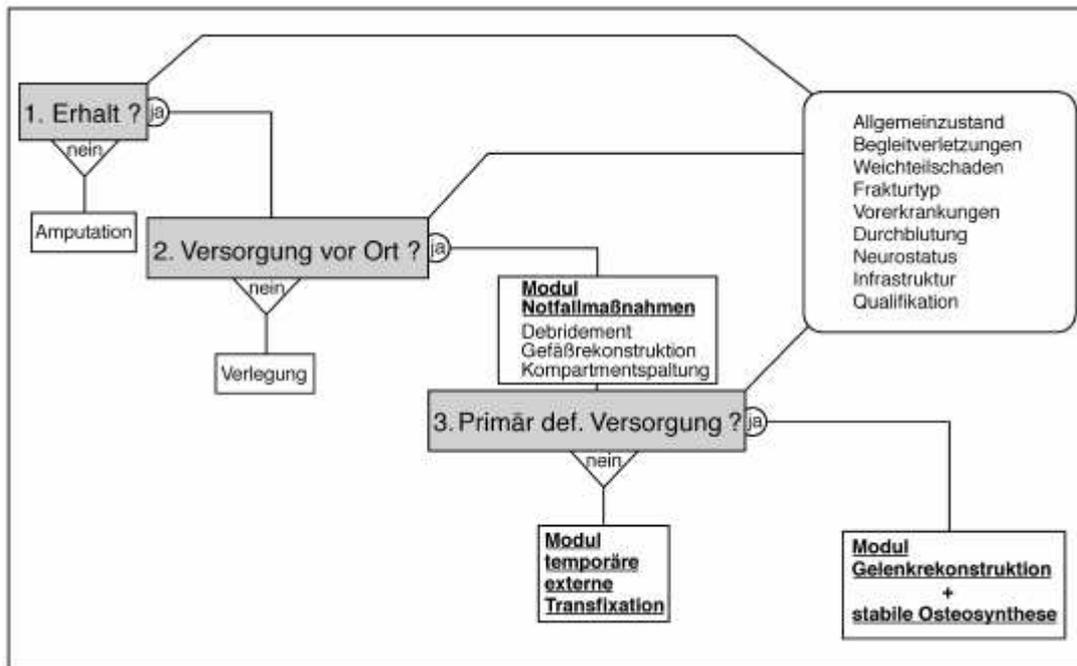


Abb. 84: Entscheidungsalgorithmus komplexes Knie trauma (nach [60])

Nach Reposition des Gelenkes müssen eventuelle Gefäß-, und Weichteilschäden durch Gefäßrekonstruktion, Debridement und Kompartmentspaltung im Sinne einer Notfallversorgung behoben werden.

Bei der Gefäßrekonstruktion ist im Zweifelsfalle dem Interponat im Sinne eines autologen Saphena-magna-Interponates der Vorzug zu geben [123]. Pedrotti [90] wählt in seiner Studie in allen Fällen autologe Saphena-magna-Interponate. Schenck [111] bestätigt in seiner Literaturrecherche von 1994 über die Kniegelenksluxationen Pedrottis Thesen. Auch Niedermeier [86] betont in seiner Abhandlung über Gefäßverletzungen an den Extremitäten die Verwendung von körpereigenen Venen als Interponate angesichts der hohen Infektionsgefahr sowie des meist jugendlichen Alters der Patienten. Nur bei vitaler Bedrohung ist das Einsetzen von Kunststoffarterien gerechtfertigt.

Die Behandlung einer begleitenden Venenverletzung wird allerdings in der Literatur kontrovers diskutiert. Von den meisten Autoren wird eine venöse Rekonstruktion empfohlen, einerseits um durch einen verbesserten venösen Abstrom bessere Voraussetzungen für die arterielle Rekonstruktion zu schaffen, andererseits um das häufig auftretende postthrombotische Syndrom nach Läsion des poplitealen

Segmentes zu verhindern [123/139/144]. Allerdings ist eine venöse Rekonstruktion anfällig für die Thrombosierung des Gefäßes [100].

Was die Dermatofasziotomie aller vier Kompartimente am Unterschenkel betrifft, so ist die Indikation großzügig zu stellen, auch wenn unmittelbar nach Wiederherstellung der arteriellen Strombahn die Kompartimentdrücke noch keine entsprechenden Werte aufweisen [38/60/81/90/108].

In einer Analyse von Green et al. [38] spiegelt sich der Stellenwert der Diagnostik und Therapie der Gefäßverletzung bei einer Kniegelenksluxation wider. In seiner Studie mit 245 Kniegelenksluxationen ergab sich eine Amputationsrate von 86%, wenn eine Gefäßrekonstruktion bzw. -ersatz nicht innerhalb von 8 Stunden durchgeführt worden war. Die restlichen 14% wiesen in 2/3 der Fälle ischämische Veränderungen auf. Bei arterieller Strombahnwiederherstellung innerhalb von 8 Stunden konnten 80% der Extremitäten erhalten werden.

Die sagittale Anlage eines unilateralen, temporären, transartikulären externen Fixateurs bietet bezüglich Lagerungsstabilität, instabilitätsbedingter Schmerzen bzw. Weichteilschäden, gezielter Längeneinstellung, Achsenstabilität und Pflege erleichterung erhebliche Vorteile gegenüber einem Gipsverband [60].

Sekundär kann die definitive Kapsel-Band-Rekonstruktion durch Augmentation, autologen Bandplastiken, durch transossäre Refixation, Reinsertion oder durch direkte Bandnaht vorgenommen werden [99].

Das definitive Therapieregime hängt dabei von den Begleitverletzungen, zum Beispiel am anderen Kniegelenk, und den zur Verfügung stehenden Transplantaten ab. Keinesfalls darf bei einer kombinierten hinteren und vorderen Kreuzbandverletzung, wie es bei einer Kniegelenksluxation definitionsgemäß der Fall ist, nur das vordere Kreuzband rekonstruiert werden, da hiermit das Kniegelenk in eine fixierte hintere Schublade gebracht wird. Bei ausgeprägten posterioren Instabilitäten von mehr als 13 mm sollten zunächst das hintere Kreuzband und die posteriore Kapsel rekonstruiert werden [126].

In allen Fällen dieser Studie wurde eine frühe Kapsel-Band-Rekonstruktion angestrebt. Dabei wurden ausnahmslos alle verletzten Strukturen primär versorgt. Bei schweren Begleitverletzungen traten diesbezüglich Verzögerungen von bis zu mehreren Wochen auf.

Ausgenommen diejenigen, die zu Revisionseingriffen bei stattgehabten Kapsel-Band-Rekonstruktionen zugewiesen wurden. 1 Patient kam 7 Jahre nach einer Kniegelenksluxation mit einer chronischen posterioren Instabilität bei fehlendem hinteren Kreuzband und Zustand nach mehrfach versuchten Kreuzbandplastiken zur hinteren Kreuzbandplastik. Bei 1 anderen Patienten wurde nach veralteter vorderer und hinterer Kreuzbandruptur das vordere Kreuzband mittels einer Patellasehnenplastik wieder aufgebaut.

Nach Lobenhoffer [73] hat ebenso der Zentralfeiler mit den Kreuzbändern und hier das hintere Kreuzband Priorität, da ohne dieses Ligament eine sofortige posteriore Subluxation des Gelenkes auftritt und die übrigen verletzten Strukturen unter unphysiologische Dehnung geraten können.

Mehrere Studien zeigen, dass die Ergebnisse der Akutoperation besser sind als jene der konservativen Therapie durch Immobilisierung sowie der Spätrekonstruktion. Die Rekonstruktion beider Kreuzbänder ist dabei der Stabilisierung nur eines Bandes überlegen, wobei die Versorgung mit Nähten oder augmentierten Nähten in einem hohen Prozentsatz in einer sehr guten Gelenkstabilität resultiert [73/135/136].

Diese Thesen von Lobenhoffer, Twaddle und Versier [73/135/136] können wir durchaus bestätigen, wobei die Spätrekonstruktionen ihren Grund in den schweren Begleitverletzungen bei Polytraumen hatten. Diese Gruppe hatte aufgrund ihrer Begleitverletzungen per se eine schlechtere Prognose als die isolierten Bandverletzungen.

Die Rekonstruktion der Kreuzbänder erfolgte bei 16 Patienten mittels transossärer Refixation. Bei 5 Patienten musste sowohl die Naht als auch die transossäre Refixation angewandt werden. In 3 Fällen wurde zusätzlich mit der Semitendinosussehne augmentiert, in 1 Fall mit der Gracilissehne.

In der klinischen Messung der Bandinstabilität mit dem KT-1000 Arthrometer zeigten sich bei der Prüfung der hinteren Instabilität sehr gute Werte. In nur 23,33% ergab sich ein Seitendifferenz von mehr als 3 mm beim aktiven Quadrizepstest in 70°-90° Beugung. Bei der Prüfung der vorderen Instabilität (manuelle Schublade) ergaben sich hingegen in über 50% der Fälle Seitendifferenzen von > 3 mm. Hierbei muss von chronischen Instabilitäten ausgegangen werden. So kann Lobenhoffers [73] sehr gute Ergebnisse mit vorliegendem Kollektiv nur im Bereich des hinteren Kreuzbandes bestätigt werden.

Für den primären Ersatz der Kreuzbänder wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl verschiedener Transplantate und Rekonstruktionstechniken eingesetzt. Drei verschiedene Sehnentransplantate haben sich als primäre Transplantatwahl herauskristallisiert: Hamstringsehnen, die Patellasehne und die Quadrizepssehne [142].

Ein wesentlicher Punkt in der Diskussion um die Morbidität der Hamstringsehnen ist die reduzierte Beugekraft, da die ischiokrurale Muskulatur als ein wichtiger Agonist des vorderen Kreuzbandes anzusehen ist. In der Literatur wird jedoch eine schnelle Wiederkehr der Beugekraft innerhalb von 3-4 Monaten beschrieben [28/68146]. Angesichts verschiedener Studien ist davon auszugehen, dass sich die Hamstringsehnen wieder vollständig regenerieren, wobei ihre neue Insertion etwas proximaler zu liegen kommt [24/104].

Neuere Studien weisen ebenso nach, dass die mehrsträhnigen Sehnentransplantate besser in der Lage sind, das mehrbündelige Kreuzband zu ersetzen und so die komplexe Kinematik des Kniegelenkes bei verschiedenen Beugegraden zu rekonstruieren [25/142].

Sollten beide Hamstrings entnommen werden, kann es zu längerfristigen Störungen der Innenrotation kommen, was für bestimmte Sport- und Berufsgruppen von Nachteil sein kann [137].

Hier sollte grundsätzlich überlegt werden, ob nicht durch ein 4-fach-Transplantat der Semitendinosusehne die Gracilisehne erhalten werden kann, da dadurch die

Innenrotationskraft erhalten bleibt. Gleiche Überlegungen gelten für Patienten, die an einer medialen Instabilität leiden sowie beim ausgeprägten Valgusmorphotyp, da die Hamstringsehnen einen wichtigen medialen Stabilisator des Kniegelenkes darstellen [142].

Bei Patienten mit vorbestehender patellofemorale Chondromalazie oder Arthrose, einer sehr zarten Patellasehne und deutlicher Lateralisierungstendenz, sollte über ein alternatives Transplantat zum Ligamentum patellae - „bone-tendon-bone“-Präparat nachgedacht werden [142].

Da nur wenige Operateure die Quadrizepssehne als Routinetransplantat für die Kreuzbandplastik einsetzen, gibt es nur wenig Erfahrung über die Entnahmemorbidity. Chen et al. beispielsweise fanden 1 Jahr postoperativ eine Quadrizepssehnenkraft von 80% im Vergleich zur gesunden Seite [15]. Nach Strobel [126] sollte die Quadrizepssehne nur Revisionsfällen vorbehalten bleiben.

Daneben stehen verschiedene alloplastische Materialien wie zum Beispiel Nylon, Dacron, Teflon, Terswiss, Trevira, Goretex oder Kohlefaserpräparate zur Verfügung.

Alle bisher eingesetzten Bandersatzmaterialien haben allerdings schon frühzeitig zu einer hohen Versagerquote geführt [21/37]. Ursächlich hierfür ist der Abrieb der Bänder mit folgender Ruptur. Die Abriebpartikel erzeugen synoviale Reaktionen im Sinne von Fremdkörperreaktionen mit Schmerzen und rezidivierenden Ergüssen [16/57]. Letztendlich ist die Verwendung von synthetischem Bandmaterial angesichts dieser Erfahrungen nur noch in speziellen Ausnahmefällen angezeigt [142].

Die Verwendung von Allografts (artgleiche Transplantate /„Leichenbänder“) stellt eine denkbare Alternative zu den alloplastischen Transplantaten dar. Aufgrund der logistischen und ökonomischen Probleme bleibt der primäre Einsatz im Bereich des vorderen Kreuzbandes nur speziellen Einzelfällen vorbehalten.

Schlußendlich bieten sich als Rekonstruktionsmaterial für die hintere Kreuzband-Rekonstruktion die Semitendinosussehne und die Gracilissehne der betroffenen Seite an. Für die vordere Kreuzband-Rekonstruktion kann die Semitendinosussehne

der Gegenseite oder das mittlere Drittel des Ligamentum patellae der Gegenseite verwendet werden. Von der ipsilateralen Verwendung der Patellasehne ist abzuraten, da hierdurch der wichtigste Agonist des hinteren Kreuzbandes geschwächt wird und die Inzidenz von femoropatellaren Problemen nach derart komplexen Traumen hoch ist [73/126].

In dem nachuntersuchten Studienkollektiv wurde das vordere Kreuzband nach intraligamentärer Adaptation zusätzlich in 2 Fällen mit der Semitendinosusehne augmentiert. In 1 Fall wurde die Augmentation mit der Gracilisehne durchgeführt. Bei 1 Patienten wurde zunächst das hintere Kreuzband genäht und zusätzlich mit der Semitendinosusehne augmentiert, das vordere Kreuzband konnte dann femoral transossär refixiert werden. In 2 Fällen wurde die vordere Kreuzbandplastik mit der Patellasehne durchgeführt. In 1 Fall wurde das hintere Kreuzband mit der Semitendinosusehne aufgebaut.

Das oberste Ziel der operativen Sanierung rupturierter Kreuzbänder ist die Wiederherstellung einer möglichst physiologischen Isometrie des Transplantates und damit eines annähernd normalen Roll-Gleit-Mechanismus. Resultat ist ein langfristig stabiles Gelenk mit einem physiologischen Bewegungsablauf bei voll erhaltener Kniebeweglichkeit. Eine im Verlauf anatomische Bohrkanalführung ist dafür notwendig [20/31/103].

Beim vorderen Kreuzband ergeben sich die ungünstigsten Isometrieverhältnisse bei einer Positionswahl posterior der anatomischen tibialen Insertion. Eine zu hohe Transplantatspannung ist die Folge. Ist die Bohrkanallokalisierung zu weit anterior gewählt, riskiert man ein Notchimpingement in Extensionsstellung des Kniegelenkes. Eine sorgfältig und sparsam durchgeführte Notchplastik kann dies verhindern. Die femorale Insertionsstelle des vorderen Kreuzbandes muß dabei geschont werden [20/120/124].

Beim hinteren Kreuzband verlagert eine Platzierung des Bandersatzes an die meist isometrische Lokalisation am Femur das Maximum der Transplantatfasern außerhalb des anterolateralen Hauptbündels des hinteren Kreuzbandes und rekonstruiert damit nicht die wesentlichen Faserbündel des hinteren Kreuzbandes. Bei Verwendung nur

eines Transplantates in der 2-Kanal-Technik ergibt biomechanisch eine Platzierung des Transplantates im Bereich des anterolateralen Hauptbündels eine bessere Wiederherstellung der Gelenkstabilität als eine isometrischen Positionierung. Derzeit wird häufig noch angestrebt, das anterolaterale Bündel des hinteren Kreuzbandes zu ersetzen und damit die hintere Schublade in Beugung zu verhindern oder zu reduzieren. Verschiedene Zentren versuchen zur Zeit durch eine 3-oder 4-Kanal-Technik beide Faserbündel des hinteren Kreuzbandes zu ersetzen, mit dem Ziel einer besseren anatomischen und funktionellen Rekonstruktion [14/44].

Mehrere experimentelle Studien haben gezeigt, dass die Wahl des tibialen Ansatzpunkts beim hinteren Kreuzband weniger kritisch zu sehen ist als die des femoralen Ursprungs. Schon geringe Distanzänderungen am femoralen Ursprung in anteriore Richtung führen zu einer starken Zunahme der Transplantatspannung in Kniebeugung. Bei dorsaler Verlagerung des femoralen Insertionspunktes besteht die Gefahr einer Transplantatinsuffizienz in Kniebeugung [33/91/132].

Was die Fixationstechniken der Kreuzbänder betrifft, so existieren beispielsweise beim Endobutton (femorale, gelenkferne Fixierung) neben zahlreichen Vorteilen (reduzierte Transplantatlänge, einfache Anwendung auch bei Revisionen, geringe Morbidität und Variabilität der femoralen Bohrkanalplatzierung) verschiedene Nachteile [127].

Aufgrund der gelenkfernen Fixation sowie der Länge des Gesamtkonstruktes kann sich das Transplantat unter Zugbelastung um mehrere Millimeter dehnen. Es wurde experimentell eine elastische Deformierung nachgewiesen. Dies wird als sogenannter „Bungee-Effekt“ bezeichnet [43]. Bei Beugung und Streckung können sagittale Bewegungen zwischen Tunnel und Transplantat entstehen, welche für die Aufweitung des Bohrkanals verantwortlich gemacht werden [85].

Was die Nahtfixierungen betrifft, so wurden in dieser Studie ausnahmslos nicht-resorbierbare Fäden verwendet. In 2 Fällen wurde die vordere Kreuzbandplastik mit der Patellasehne durchgeführt. Hier wurden die Transplantate mit einer Kurosakaschraube (femoral 7 mm, tibial 8 mm) verblockt. In 1 Fall wurde das hintere Kreuzband mit der Semitendinosusehne aufgebaut. Femoral wurde das

eingezogene Transplantat mit 1 Richard-Staple und tibial mit 2 Richard-Staple fixiert. Bei 1 Patient wurden beide Kreuzbänder tibial verschraubt. Oben genannte Transplantatkomplikationen wurden bei der vorliegenden geringen Anzahl nicht gefunden.

In der Gegenwart werden zur gelenknahen Fixation bevorzugt bioresorbierbare Interferenzschrauben eingesetzt [76]. Caborn und Weiler [20/31] zeigen in ihren Untersuchungen, dass diese eine gleich hohe initiale Fixationsfestigkeit aufweisen wie Titanschrauben.

Um nun die Nachteile der Fixierungssysteme minimieren zu können, bietet sich die Hybridfixation an. Hierbei wird beispielsweise eine gelenknahe Fixation mit einer gelenkfernen Fixation kombiniert.

Was die Kollateralbandverletzungen bei Komplextraumen des Kniegelenkes betrifft, so ist bei Mitverletzung wichtiger Begleitstrukturen oder symptomatischen chronischen Instabilitäten die operative Therapie indiziert. Gelingt die Wiederherstellung der Kreuzbandsuffizienz als Funktionsleitstruktur, so besteht die Möglichkeit primär konservativ anzubehandeln. Erst sekundär verbleibende symptomatische Insuffizienzen sollten dann rekonstruktiv versorgt werden [5/25/65]. So müssen die Therapieprinzipien der medialen streng von der lateralen Seite unterschieden werden.

Chronische anteromedialer Instabilitäten sind heute durch die verbesserte Stabilität der vorderen Kreuzband-Plastik in den Hintergrund getreten. Eingriffe auf der Medialseite sind daher nur selten erforderlich, da Restinstabilitäten gut kompensiert werden. Die Techniken der Innenbandversetzung und der dorsomedialen Kapselraffung werden daher nur noch selten durchgeführt [50].

Chronische anterolaterale Instabilitäten stellen hingegen durch den ausgeprägten Pivot-shift häufiger ein Problem dar. Die enge anatomische Verbindung des Außenbandes mit den posterolateralen Kapsel-Band-Strukturen führt dazu, dass isolierte Risse des Außenbandes praktisch nie vorkommen. Risse des lateralen Kapsel-Band-Apparates sind schwere Verletzungen, die mit Rasantraumen vergesellschaftet und in der Regel mit Kreuzbandrissen kombiniert sind. So sind

operative Maßnahmen am Außenband immer eingebunden in weitere stabilisierende Operationen der Knieaußenseite, welche meist komplexe Instabilitäten zu sanieren vermögen [5/25/61/65]. Sie erfordern hauptsächlich eine Wiederherstellung der korrekten Spannung der tiefen Schicht des Tractus iliotibialis. Nur im Ausnahmefall ist heute noch eine Traktopexie indiziert [68].

In nur 2 Fällen musste der Tractus iliotibialis zum einen mit einer Naht und zum anderen mit transossären Nähten wieder rekonstruiert werden, eine Rekonstruktion im Sinne einer Traktopexie war in keinem der Fälle notwendig.

Auch bei den Rekonstruktionen der Kollateralbänder kommen Ersatz-, und Augmentationsoperationen mit autologen Sehnen zum Einsatz. Dabei werden medial vornehmlich die Sehnen der Mm. semimembranosus et semitendinosus sowie lateral die Sehne des M. biceps femoris und des Tractus iliotibialis verwendet.

In neueren Berichten kommen bevorzugt die Nahtfixationen über transossäre Bohrkanäle zur Anwendung. Es muss dabei jedoch stets die Balance zwischen Stabilitätsgewinn und chirurgischem Trauma gewahrt bleiben [74].

Das Timing notwendiger Rekonstruktionen der Kapsel-Band-Komplexe wird in der Literatur durchaus kontrovers diskutiert. Nach H. von Essen sollten im Falle einer Kniegelenksluxation in der Postprimärphase, falls nicht gravierende posttraumatische Weichteilschäden vorliegen, die einen vorrangigen „second look“ erforderlich machen, die Kollateralbänder rekonstruiert werden. Die Rekonstruktion erfolgt dabei schrittweise von der tiefen zur oberflächlichen Schicht und von posterior nach anterior entsprechend den rekonstruktiven Schritten bei der Einzelverletzung der Kollateralbandstrukturen. Üblicherweise sekundär wird die Rekonstruktion der Kreuzbänder durchgeführt [25].

Diese These kann durch die vorliegende Arbeit nicht bestätigt werden. Vielmehr hatte die Kreuzbandrekonstruktion in allen Fällen Priorität, die Kollateralband-, sowie die die Kapselverletzungen wurden in gleicher Sitzung nach Rekonstruktion der Kreuzbänder versorgt. Dieses Vorgehen ist identisch zu den Forderungen von Lobenhoffer und Strobel [69/126].

Sicherlich kann auch ein starres Nachbehandlungsschema angesichts der stark differierenden Komplexität der Verletzung nicht empfohlen werden. Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass sich das rehabilitative Konzept an der führenden Instabilitätsebene richtet [25/89]. Je nach Alter, Gesundheitszustand und funktionellen Ansprüchen ist evtl. eine konservative Therapie vorzuziehen [75/81].

Letztendlich gibt es wegen der geringen Fallzahlen wenig Erfahrung mit diesem schweren Trauma des Kniegelenkes. Deshalb sind die Behandlungsempfehlungen und Therapieschemata noch immer uneinheitlich [41/102/103]. So zeigt auch vorliegende Untersuchung ein sehr uneinheitliches Behandlungsschema, siehe auch Olekranisation mit Steinmann-Nagel, Beckenbeingips, Oberschenkel Tutor, funktionelle Nachbehandlung etc..

Hier sollte sich in Zukunft ein an der Art und Zahl der rekonstruierten Strukturen orientiertes funktionelles Schema mit Brace und intensiver Rehabilitation durchsetzen.

7. Zusammenfassung

Die Kniegelenksluxation als Komplextrauma der unteren Extremität hat aufgrund der hohen Komplikationsraten eine sehr geringe Fehlertoleranz bezüglich des Therapieschemas. Gefäßläsionen in der Poplitealregion, erhebliche Weichteildefekte bis hin zum Kompartmentsyndrom und Dehnungsschäden exponierter Nerven wie des Nervus peroneus communis verschlechtern die Prognose.

Deshalb müssen etablierte Therapiekonzepte unbedingt eingehalten werden. Dabei ist eine frühzeitige, situativ adäquate operative Versorgung und ein kontinuierliches Monitoring des Gefäß-Nerven-Status anzustreben. Eine in jedem Fall obligate Angiographie ist nicht indiziert, besonders dann nicht, wenn sich das operative Vorgehen des Chirurgen über die Ischämietoleranz hinaus verzögern würde. Folge einer erfolgreichen operativen Therapie sind eine hohe Kapsel-Band-Stabilität und ein früh mobilisierbares Gelenk.

Die vorliegende Studie befasste sich mit den Ergebnissen der Nachuntersuchung von 30 an der ehemaligen Staatlich Orthopädischen Klinik München-Harlaching operierten Patienten, die eine Kniegelenksluxation erlitten hatten.

Die Ergebnisse wurden klinisch nach dem IKDC-Evaluationsblatt aufgearbeitet. Technisch wurden die Instabilitäten der verletzten Kniegelenke mit dem KT-1000 Arthrometer verifiziert. Zudem gingen die subjektive Funktionalität nach Lysholm sowie die Aktivitätsniveaus vor der Verletzung und zum Untersuchungszeitpunkt nach Tegner in die Bewertung mit ein. Schließlich wurde der Grad der Arthrose im verletzten Kniegelenk nach dem Arthroscore von Jäger und Wirth klassifiziert.

Hinsichtlich des Geschlechts oder der verletzten Seite konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Bezüglich des Alters schnitten die jüngeren Patienten im Bereich der postoperativen Funktionalität besser ab als die Älteren.

Was die Verletzungsart betrifft, so hatten die Verkehrsverletzten aufgrund der Begleitverletzungen und der größeren Rasanzen des Verletzungsmusters eine

schlechtere Prognose als die Patienten , die nach einem Sportunfall eine isolierte Kapsel-Band-Verletzung erlitten hatten.

Bei Patienten mit 4-Band-Verletzungen und mehr konnten keine sehr guten Ergebnisse separiert werden im Vergleich zu den 3-Band-Verletzungen.

In der technischen Verifizierung der Kreuzbandinstabilitäten wurden in über 50% chronische Instabilitäten der vorderen Kreuzbänder dokumentiert.

Langfristig gesehen zeigten sich nach Evaluation mit dem IKDC-Score nur befriedigende und schlechte Ergebnisse. Für die befriedigenden Ergebnisse, also die Gruppe-C-Ergebnisse, waren in erster Linie die Instabilitäten des Kapsel-Band-Apparates verantwortlich, gefolgt von den Symptomen, die sich auf die entsprechenden Aktivitätsniveaus beziehen.

Für die Gruppe-D-Ergebnisse waren in den meisten Fällen die Einschränkung des Bewegungsumfangs verantwortlich. Die subjektive Beurteilung durch den Patienten war nicht in erster Linie verantwortlich für das schlechte Gesamtergebnis.

Eine limitierende Rolle spielte auch die posttraumatische Arthrose nach langjähriger chronischer Instabilität des Kniegelenkes. Die Grad-I-Gonarthrose rekrutierte sich zum Großteil aus den jüngeren Patienten (< 40 Jahre) sowie aus den 3-Band-Verletzungen, die Grad-2 und 3-Gonarthrose aus der Gruppe der Patienten mit mehr als 3-Band-Verletzungen, komplizierten Verläufen und höherem Alter (> 40 Jahre).

In 86,67% konnten die Patienten wieder in ihrem ursprünglichen Beruf integriert werden. In nur 10% waren Umschulungen notwendig. Die sportliche Leistungsfähigkeit vor dem Unfall wurde hingegen in 90% der Fälle nicht mehr erreicht.

Die Studie bestätigt die nur befriedigenden Ergebnisse der Literatur. Das klinische Gesamtergebnis mit knapp 60% befriedigenden und 30% schlechten Ergebnissen zeigt, dass die Fehlertoleranz des Therapieschemas sehr gering ist. In der

Diskussion der Literatur zeigt sich aber auch, dass aufgrund der geringen Fallzahlen eine gewisse Uneinheitlichkeit bezüglich der Therapieschemen besteht.

In jedem Fall muß eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Gefäßchirurgen, Unfallchirurgen und Orthopäden gefordert werden, so dass diese Komplexverletzung der unteren Extremität nur an entsprechenden Schwerpunktzentren therapiert werden sollte.

8. Literaturverzeichnis

1. Almekinders L.C., Logan T.C., Results following treatment of traumatic dislocations of the knee, *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1992) 284: 203-207
2. Amis A.A., Beynon B., Blankevoort L., Chambat P., Christel P., Dürselen L., Friederich N.F., Grood E., Hertel P., Jakob R., Müller W., O'Brien W.R., O'Connor J. (1994) Proceedings of the ESSKA Scientific Workshop on reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2: 124–132
3. Applebaum R., Yellin A.E., Weaver F.A. et al., Role of routine arteriography in blunt lower extremity trauma. *Am J Surg* 160(2):221-225
4. Barnbeck F., Hierholzer G., Zur Behandlung der geschlossenen Verrenkung des Kniegelenkes, *Unfallchirurgie* (1992) 18: 344-349
5. Bauer R., Kerschbaumer F., Poisel S., (1994) Orthopädische Operationslehre, Becken und untere Extremität, Teil 1, Thieme 17-33 und 480-533
6. Baumgartl F., Hohenbleicher R., Seling K. (1980) Kniegelenk, Spezielle Chirurgie für die Praxis, Band III/2, Thieme, Stuttgart, S 491-613
7. Baumgartl F., Thieme G., Untersuchung des Kniegelenks, Thieme (1993)
8. Beauchamp P., (1979) Etudes des proprietes mecaniques des ligaments croises en vue de leur remplacement prothetique. *Rev Chir Orthop* 65 :197-207
9. Benedetto K.P., Hackl W., Fink C., (1995) Mittelfristige Ergebnisse der hinteren Kreuzbandrekonstruktion mit dem LAD-augmentierten Lig.patellae. *Arthroskopie* 8:95–99
10. Bergfeld J., (1995) Posterior cruciate ligament injuries. AAOS Instructional Course AAOS, Orlando
11. Bosch U., Kasperczyk W.J., (1993) Heilungsvorgänge nach Kreuzbandplastik am Schafsmodell. *Orthopäde* 22: 366–371
12. Buckup K., Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln, Thieme Verlag Stuttgart 1995
13. Burks R.T., Schaffer J.J., (1990) A simplified approach to the tibial attachment of the posterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 254: 216±219
14. Burns W.C., Draganich L.F., Pyevich M., Reider B. (1995) The effect of femoral tunnel position and graft tensioning technique on posterior laxity of the posterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med* 23:424–430

15. Chen C., Chen W., Shih C., (1999) Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *J Trauma* 46: 678-682
16. Claes L., Ludwig J., Margevicius K., Dürselen L., (1995) Biological response to ligament wear particle. *J Appl Biomater* 6: 35-41
17. Clancy W.G.Jr. (1988) Repair and reconstruction of the posterior cruciate ligament. In: Chapman MW (ed) *Operative orthopedics*, vol 3. JP Lippincott, Philadelphia
18. Clancy W.G.Jr, Shelbourne K.D., Zoellner G.B. et al. (1983) Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg Am* 65: 310±322
19. Cohn S.L., Taylor W.C., Vascular problems of the lower extremity in athletes. *Clin Sports Med* 9(2) :449-470
20. Csizy M., Friederich N.F., (2002) Bohrkanallokalisierung in der operativen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, *Orthopäde* 2002, 31:741-750
21. Dandy D., Gray A., (1994) Anterior cruciate ligament reconstruction with the Leeds-Keio prosthesis plus extra-articular tenodesis: Results after six years. *J Bone Joint Surg Br* 76: 193-197
22. Daniel D.M., Stone M.L., Barnett P., Sachs R., (1988) Use of the quadriceps active test to diagnose posterior cruciate ligament disruption and measure posterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 70: 368-391
23. Daniel D.M., Stone M.L., Rangger C., (1992) Instrumented measurement of anterior-posterior knee motion. In: Aichroth P.M., Cannon W.D., Jr (eds) *Knee surgery: current practice*. Dunitz, London, pp 191-205
24. Eriksson K., Kindblom L., Hamberg P., Larsson H., Wredmark T., (2001) The semitendinosus tendon regenerates after resection: A morphologic and MRI analysis in 6 patients after resection for anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand* 72: 379-384
25. Essen H. von, Südkamp N.P., *Das Komplextrauma des Kniegelenkes*, *Der Unfallchirurg* 2003, 106:398-411
26. Fairen M.F., Banus J., Figueras J., Cabot J.R., Vila R., *Modele arthrosique du genou apres meniscectomie*. *Acta Ortho Belg* 42 :459-470
27. Felenda M., Dittel K.K., *Die Bedeutung der Second-Ausrißfraktur als Zeichen einer komplexen ligamentären Instabilität*, *Akt. Traumatologie*. 22(1992) 120-122
28. Feller J., Webster K., Gavin B., (2001) Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft. *Knee Surg Traumatol Arthrosc* 9: 260-266

29. Frassica F.J., Sim F.H., Staeheli J.W., Pairolero P., Dislocation of the knee, *Clinical Orthopaedics* (1991) 263: 200-205
30. Frick H., Leonhardt H., Starck D., *Spezielle Anatomie, Extremitäten, Rumpfwand, Kopf, Hals*, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 361-384
31. Friederich N.F., (1993) Kniegelenksfunktion und Kreuzbänder: Biomechanische Grundlagen für Rekonstruktion und Rehabilitation. *Orthopäde* 22: 334–342
32. Friederich N.F., (1996) *Functional anatomy of the cruciate ligaments*. Habilitationsschrift, Medizinische Universität Basel
33. Friederich N.F., Müller W., O'Brien W.R., *Klinische Anwendung biomechanischer und funktionell anatomischer Daten am Kniegelenk*, *Orthopäde* (1992) 21:41-50
34. Gaski I.A., Martinussen B.T., Engebretsen L., Johanson S., Ludvigsen T.C., Knee luxation – follow-up after surgery (Abstract) *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2004 Apr 22; 124(8): 1078-80
35. Ghalambor N., Vangsness C.T., Traumatic dislocation of the knee. A review of the literature, *Bulletin Hospital for Joint Diseases*(1995) 54(1): 19-24
36. Giannoulias C.S., Freedman K.B., Knee dislocations: management of the multiligament-injured knee, *Am J Orthop*. 2004 Nov;33(11): 553-9
37. Gillquist J., Cdensten M., (1993) Reconstruction of old anterior cruciate ligament tears with a Dacron prosthesis: A prospektive study. *Am J Sports Med* 21: 358-366
38. Green N.E., Allen B.L., Vascular injuries associated with dislocation of the knee, *Journal of BoneJoint Surgery* (1977) 59A: 236-239
39. Grigis F.G., Marshall L.J., Monajem A.R.S., (1975) The cruciate ligaments of the knee joint. *Clin Orthop* 106:216-231
40. Hamner D.L., Brown C.H., Steiner M.E.,Hecker A.T.,Haye W.C. (1999) Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg* 81-A: 549–557
41. Harner C.D., Waltrip R.L., Bennett C.H., Francis K.A., Cole B., Irrgang J.J., Surgical management of knee dislocation, *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Feb; 86-A(2): 262-73
42. Hefti F., Müller W., *Heutiger Stand der Evaluation von Kniebandläsionen*, Das neue IKDC-Knie-Evaluationsblatt, *Orthopäde* (1993) 22: 351-362

43. Höher J., Livsay G., Ma C., Withrow J., Fu F., Woo S., (1999) Hamstring graft motion in the femoral tunnel when using titanium button/polyester tape fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7: 215
44. Hoffmann F., (2004), Hintere Knieinstabilität, *Orthopäde* 2004, 33: 87-104
45. Hoffmann F., Friebel H., Schiller M., Die Semitendinosussehne als Ersatzplastik für das vordere Kreuzband, *Zentralblatt Chirurgie* 123 (1998) 994-1001
46. Hoover N.W., Injury of the popliteal artery associated with fracture and dislocation, *Surg Clin North Am* 41:1099-1112
47. Huson A., (1974), Biomechanische Probleme des Kniegelenkes, *Orthopäde* 3:119-126
48. Ishibashi Y., Rudy T., Livesay G., Stone J., (1997) The effect of anterior cruciate ligament graft fixation site at the tibia on knee stability: Evaluation using a robotic testing system. *Arthroscopy* 13: 177
59. Jackson D.W., Proctor C.S., Simon T.M. (1993) Arthroscopic assisted PCL reconstruction: a technical note on potential neurovascular injury related to drill bit configuration. *Arthroscopy* 9: 224±227
50. Jäger M., Wirth C.J., (1978) Kapselbandläsionen. Biomechanik, Diagnostik und Therapie. Thieme, Stuttgart, New York
51. Jäger M., Wirth C.J., (1986), *Praxis der Orthopädie*, Thieme, Stuttgart, New York, 1. Aufl., S.980
52. Jakob R.P., Edwards J.C., (1994) Posterior cruciate ligament reconstruction: anterior-posterior two-stage technique. *Sports Med Arthrosc Rev* 2: 137–145
53. Jonasch E., (1964), *Das Kniegelenk*, de Gryter, Berlin
54. Jones K.G., (1963), Reconstuktion of the anterior cruciate ligament, *J Bone Joint Surg (Am)* 45:925-932
55. Kendall R.W., Taylor D.C., Salivan A.J., O'Brien P.J., The role of arteriographie in assesing vascular injuries associated with dislocations of the knee, *The Journal of Trauma*(1993) 35(6): 875-878
56. Kennedy J.C. Complete dislocation of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 45A:889- 904
57. Klein W., Jenson K., (1992) Synovitis and artificial ligaments. *Arthroscopy* 8: 116-124
58. Kohn D., *Das Knie*, Thieme 2000, Stuttgart, New York
59. Krämer K.L., Maichl F.P., Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie, Thieme 1993

60. Krettek C., Schandelmaier P., Lobenhoffer P., Tscherne H., Komplextrauma des Kniegelenks, Diagnostik-Management-Therapieprinzipien, Unfallchirurg (1996) 99: 616-627
61. Krughaug Y., Molster A., Rodt A., Strand T., (1998) Lateral ligament injuries of the knee, Knee Surg Sports Traumatol, Arthrosc 6: 21-25
62. Kurosaka M., Yoshiya S., Andrish J., (1987) A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 27: 225
63. Larson R.V., Metcalf M.H. (2001) Surgical treatment of posterolateral instability. In: Fanelli G.C. (ed) Posterior cruciate ligament injuries. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio
64. Leffers D., (1992) Dislocation and soft tissue injuries of the knee, Skletal trauma, 2. Aufl. Saunders, Philadelphia, pp 1717-1743
65. Lies A., Muhr G., (1993) Behandlung von Seitenbandrissen am Kniegelenk, Orthopäde 22: 363-365
66. Lin L.C., Pai W.M., Au M.K., Traumatic Dislocation of the knee joint: Results of non-operativ and operativ treatment, J Ortho Surg (1995) 3(1): 23-29
67. Lipscomb A., Johnston R., Snyder R., Warburton M., Gilbert P., (1982) Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendon to reconstruct the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med 10: 340-342
68. Lobenhoffer P., Gerich T., Lattermann C., (1994) Die distale femorale Fixation des Tractus iliotibialis. Sportverletzung, Sportschaden 8: 2-15
69. Lobenhoffer P., Krettek C., Tscherne H., (1997) Das komplexe Kniegelenktrauma. Orthopäde 26: 1037-1045
70. Lobenhoffer P., (1999) Therapie der chronischen hinteren Knieinstabilität. Unfallchirurg 102: 824-838
71. Lobenhoffer P., Kniebandverletzungen, Chirurg 1999, 70:219-230
72. Lobenhoffer P., (2000) Therapie chronischer Instabilitäten nach hinterer Kreuzbandverletzung. Arthroskopie 13: 17-29
73. Lobenhoffer P., (2002) Komplexe vordere Knieinstabilität, Orthopäde 31: 770-777
74. Lysholm J. Gillquist J., (1982), Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale, American Journal of Sports Medicine, Vol. 10, No. 3: 150-154

75. Malizos K.N., Xenakis T., Mavrodontidis A.N., Xanthis A., Korobilias A.B., Soucacos P.N., Knee dislocations and their management: A report of 16 cases. *Acta Orthop Scand* 1997; 68(Suppl. 275):80–83
76. McGuire D., Barber F., Elrod B., Paulos L., (1999) Bioabsorbable interference screw for graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 15: 463
77. Menschik A., (1974) Mechanik des Kniegelenkes, Teil 1, *Z Orthop* 112:481-495
78. Meyer H., (1853), Die Mechanik des Kniegelenkes. *Arch Anat Physio Wiss Med* 497-547
79. Meyers M.H., Traumatic Dislokation of the Knee Joint, *The Journal of Bone and Joint Surgery* Vol. 53-A, NO. 1, 1971, 17-29
80. Meyers M.H., Moore T.M., Harvey J.P., Traumatic dislokation of the knee joint, *J Bone Joint Surg* 57A: 430-433, 1975
81. Montgomery T.J., Savoie F.H., White J.L., Roberts T.S., Hughes J.L., Orthopedic management of knee dislocations, Comparison of surgical reconstruction and immobilisation, *The American Journal of Knee Surgery* (1995) 8(3): 97-103
82. Moore T.M., Fracture-dislocation of the knee, *Clin Orthop* 1981, 156:128-140
83. Morgan C.D., Kalman V.R., Grawl D.M., (1997) The anatomic origin of the posterior cruciate ligament: where is it? Reference landmarks for PCL reconstruction. *Arthroscopy* 13: 325–331
84. Müller W., *Das Knie*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
85. Nebelung W., Becker R., Merkel M., Röpke M., (1998) Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy* 14: 810
86. Niedermeier H.P., Gefäßverletzungen an den Extremitäten, *Gefäßchirurgie* 2002/7:229-232
87. Noyes F.R., Barber-Westin S.D., (1994) Posterior cruciate ligament allograft reconstruction with and without a ligament augmentation device. *J Arthro Rel Surg* 10:371–382
88. Opitz A., Scharf W., Gefäß-, und Kapsel-Band-Rekonstruktion nach Kniegelenksluxation, *Aktuelle Traumatologie* (1986) 16: 67-70
89. Oswald A.S., Kniegelenksluxation, *Swiss Surg* 1998, 4:279-287
90. Pedrotti M., Ris H.B., Stirnemann P., Ischämie bei akuter traumatischer Kniegelenksinstabilität, *Chirurg* (1990) 61:792-796

91. Petermann J., Gotzen L., Trus P., (1992) Wiederherstellende Eingriffe am hinteren Kreuzband – Experimentelle Untersuchungen zur Isometrie. Teil II: Untersuchungen am HKB-Ersatzmodell. Unfallchirurg 95:354–357
92. Petersen R., Shelton W., Bomboy A., (2000) Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: A 5 years follow-up. Arthroscopy 17: 9-13
93. Petersen W., Tillmann B., Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes, Orthopäde 2002, 31: 710-718
94. Platzer W., Taschenatlas der Anatomie, Bewegungsapparat, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 202-209
95. Quinlan A.G., Sharrard W.J.W., (1958) Postero-lateral dislocation of the knee with capsular interposition. J Bone Joint Surg (Br) 40: 660-663
96. Race A., Amis A.A., (1994) The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. J Biomech 27: 13-27
97. Rangger C., Daniel D.M., Stone M.L., Instrumentelle Messungen von Rupturen des vorderen Kreuzbandes, Unfallchirurg (1994) 97: 462-466
98. Regel G., Pohlemann T., Krettek C., Tscherne H., Frakturversorgung beim Polytrauma, Unfallchirurg 1997 100:234
99. Regel G., Seekamp A., Holzer R., Tscherne H., Kniegelenksluxation – Komplexverletzung untere Extremität, Manuskript Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Berlin 11'98
100. Rich N.M., Hobson R.W., Collins G.J., Anderson C.A., (1976) The effect of acute popliteal venous interruption. Ann.Surg.183:365
101. Richter A., Sibernik D., Oestreich K., Karaormann M., Storz L.W. (1995) Periphere Gefäßverletzungen beim Polytrauma Unfallchirurg 98/9:464-467
102. Richter M., Lobenhoffer P., Tscherne H., Kniegelenksluxation – Langzeitergebnisse nach operativer Therapie, Chirurg (1999) 70: 1294-1301
103. Rihn J.A., Groff Y.J., Harner C.D., Cha P.S., The acutely dislocated knee: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg. 2004 Sep-Oct;12(5):334-46
104. Rispoli D., Sanders T., Miller M., Morrison W., (2001) Magnetic resonance imaging at different time periods following hamstring harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 17: 2-8
105. Robbs J.V., (1989) Basic principles in the surgical management of the vascular trauma. In: Vascular surgical techniques. An atlas. Hrsg.: R.M.Greenhalgh;Saunders,London

106. Roman P.D., Hopson C.N., Zenni E.J., Traumatic Dislocation of the Knee: A Report of 30 Cases and Literature Review
107. Ross R.F., A quantitative study of Rotation of the knee joint. *Anat. Rec.* 52:209-223
108. Rüter, Trentz, Wagner, Unfallchirurgie, Urban Schwarzenberg 1995, 742-782
109. Ruetsch H., Morscher E., Measurement of the rotary stability of the knee joint. In: Chapchal G. Injuries of the ligaments and their repair. Thieme Stuttgart, pp 116-122
110. Rupp S., Seil R., Jäger A., Kohn D., Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit dem Patellasehnentransplantat, *Orthopäde* 2002, 31: 751-757
111. Schenck R.C.Jr., The dislocated knee, *Instr. Course Lect.*(1994) 43: 127-136
112. Scola E., Avenarius H.J., Deinhardt J., (1990) Bedeutung der Thrombozyten-Kollagen-Interaktion bei Arterienzerreißung, *Unfallchirurg* 93: 45-48
113. Scola E., Holch M. (1990) Experimentelle Überdehnung der A.femoralis beim Schaf in situ, *Unfallchirurg* 93: 15-18
114. Seekamp A., Regel G., Bauch S., Takacs J. und H.Tscherne, Langzielergebnisse der Therapie polytraumatisierter Patienten unter besonderer Berücksichtigung serieller Frakturen der unteren Extremität. *Unfallchirurg* (1994) 97:57-63
115. Segond P., (1879) Recherches cliniques et experimetales sur les epanchements sangouis du genou par entorse. *Prog Med* 7 :297-299, 319-321, 340-341, 379-381, 400-401, 419-421
116. Shapiro M.S., Freedmann E.L., Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation, *The American Journal of Sports Medicin* (1995) 23(5): 580-587
117. Shelbourne K.D., Porter D.A., Clingman J.A., McCarroll J.R., Rettig A.C., Low velocity knee dislocation. *Orthop Rev* 1991; 10:995–1004
118. Shelton W., Paperdick L., Dukes A., (1997) Autograft versus allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 13: 446-449
119. Shields L., Mital M., Cave E.F., Complete dislocation of the knee, Experience at the Massachusetts General Hospital. *J Trauma* 1969, 9:192-215
120. Sidles J.A., Larson R.V., Garbini J.L., Downey D.J., Matsen F.A., (1988) Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res* 6: 593–610
121. Sisto D.J., Warren R.F., Complete knee dislocation, *Clinical Orthopaedics* (1985) 198: 94-101

122. Small N.C., (1993) Complications in arthroscopic surgery of the knee and shoulder. *Orthopedics* 16: 985±988
123. Snyder W.H., (1988) Popliteal and shank arterial injury. *Surg.Clin. North Am.*68:787
124. Sommer C., Friederich N.F., Müller W., (2000) Improperly placed anterior cruciate ligament grafts: correlation between radiological parameters and clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 8: 207–213
125. Strasser H., *Lehrbuch der Muskel und Gelenkmechanik*, Springer, Berlin
126. Strobel M., *Arthroskopische Chirurgie*, Springer Verlag, 1998
127. Strobel M.J., Schulz M.S., VKB-Rekonstruktion mit dem Semitendinosus-Gracilis-Sehnentransplantat, *Orthopäde* 2002, 31: 758-769
128. Tarhan O., Gürtner I., Schmidt A., Kasuistik zur Therapie der traumatischen Kniegelenksluxation, *Unfallchirurg* (1993) 96: 319-321
129. Tegner Y., Lysholm J., (1985) Rating Systems in the Evaluation of Knee Ligament Injuries, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Number 198: 43-49
130. Thomann Y.R., Gaechter A., (1994) Dorsal approach for reconstruction of the posterior cruciate ligament. *Arch Orthop Trauma Surg* 113: 142±148
131. Trieman G.S., Yellin A.E., Weaver F.A. et al., Evaluation of the patient with a knee dislocation: case for selective arteriography. *Arch Surg* 127(9):1056-1063
132. Trus P., Gotzen L., Petermann J., (1992) Wiederherstellende Eingriffe am hinteren Kreuzband – Experimentelle Untersuchungen zur Isometrie. Teil I: Untersuchungen am Fadenmodell. *Unfallchirurg* 95:349–353
133. Tscherne H., Lobenhoffer P., Blauth M., Hoffmann R., Primäre Rekonstruktion von Kapselbandverletzungen des Kniegelenkes, *Orthopäde* (1987) 16: 113-129
134. Twaddle B.C., Bidwell T.A., Chapman J.R., Knee dislocation: where are the lesions? A prospective evaluation of surgical findings in 63 cases. *J Orthop Trauma*. 2003 Mar; 17(3): 198-202
135. Twaddle B.C., Hunter J.C., Chapman J.R., Simonian P.T., Escobedo E.M. (1996) MRI in acute knee dislocation. A prospective study of clinical, MRI, and surgical findings. *J Bone Joint Surg Br* 78: 573–579
136. Versier G., Bures C., Rongieras F., (1998) Results on multicenter study on knee dislocation. Nice, 1998, ESSKA

137. Viola R., Sterett W., Newfield D., Steadman J., Torry M., (2000) Internal and external tibial rotation strength after anterior cruciate ligament reconstruction using ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon autograft. *Am J Sports Med* 28: 552-555
138. Vollmar J. (1996) Verletzungen der Arterien. In: Vollmar J. (Hrsg) *Rekonstruktive Chirurgie der Arterien*, 4. Aufl. Thieme, Stuttgart pp 70-95
139. Wagner W.H., Calkins E.R., Weaver F.A., Goodwin J.A., Myles R.A., Yellin A.E., (1988) Blunt popliteal artery trauma: One hundred consecutive injuries. *J.Vasc.Surg.*7:736
140. Walker D., Rogers W., Schenck R.C., Immediate vascular and ligamentous repair in a closed knee dislocation, *The Journal of Trauma* (1994) 36(6): 898-900
141. Weaver F.A., Hood D.B., Yellin A.E., (2000) Vascular injuries of the extremities. In: Rutherford R.B., *Vascular surgery*, 5th edn. Saunders, Philadelphia, pp 862-870
142. Weiler A., Scheffer S., Höher J., Transplantatauswahl für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes, *Orthopäde* 2002, 31:731-740
143. Welling R.E., Kakkasseril J., Cranley J.J., Complete dislocation of the knee with popliteal vascular injury. *J Trauma* 21:450-452
144. Widmer L.K., Brandenburg E., Schmitt H.E., Widmer M.T., Voelin R., Zemp E., Madar G., (1985) Zum Schicksal des Patienten mit tiefer Beinvenenthrombose. *Dtsch. Med. Wochenschrift* 110:993
145. Yasuda K., Tsujino J., Ohkoshi Y., Tanabe Y., Kaneda K., (1995) Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendon. *Am J Sports Med* 23:706-714
146. Zavras T.D., Race A., Bull A.M.J., (2001) A comparative study of „isometric“ points for anterior cruciate ligament graft attachment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9: 28–33

9. Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Ralf Holzer

Wohnort: Schulstr.13
83122 Samerberg
Tel.: +49(0)8032/989298
Mobil: +49(0)172/8342497
E-mail: ralf.holzer@web.de

Geburtstag: 10.07.1969
Geburtsort: Haag i. OB
Familienstand: ledig
Nationalität: deutsch

Schulbildung

1975 - 1980 Grund- und Teilhauptschule Sankt Wolfgang
1980 - 1990 Gymnasium Gars / Inn

Wehrdienst

07.90 - 06.91 Sanitätssoldat in der Luftwaffensanitätsstaffel
Luftwaffenversorgungsregiment 1 Erding

Freiwilliges Soziales Jahr - Bayerisches Rotes Kreuz

09.91 - 04.92 Pflegehelfer in der Chirurgischen Abteilung des
Kreiskrankenhauses Haag i. OB

Medizinstudium

05.92 - 04.99 Ludwig-Maximilians-Universität, München

Examina

29.08.1996 1. Staatsexamen
20.03.1998 2. Staatsexamen
27.04.1999 3. Staatsexamen

Praktisches Jahr

04.98 - 08.98 Chirurgisches Tertial / Klinikum Rosenheim
08.98 - 11.98 Orthopädisches Tertial / Klinikum Rosenheim
11.98 - 03.99 Inneres Tertial / Klinikum Traunstein

Tätigkeit als AiP

05.99 – 10.00 Klinik für Visceral-, Gefäß- und Thoraxchirurgie,
Klinikum Rosenheim

Tätigkeit als Assistenzarzt

11.00 – 02.03 Klinik für Visceral-, Gefäß- und Thoraxchirurgie,
Klinikum Rosenheim

03.03 – 08.04 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
Klinikum Rosenheim im Rahmen der Weiterbildung
Zum Chirurgen

Seit 09.04 Klinik für Visceral-, Gefäß- und Thoraxchirurgie,
Klinikum Rosenheim

Sonstiges

Seit 05.01 Mitglied des Bundeslehrteam Alpin im Deutschen
Skiverband (DSV)

Seit 06.03 Mitglied der Projektgruppe Alpin im Deutschen
Skiverband
Autor von Lehrunterlagen des Lehrwesens im
Deutschen Skiverband

Seit 02.05 Mitglied der Demo-Mannschaft des Deutschen
Verbandes für das Skilehrwesen (DVS) und somit
Demonstrator für den IVSI Kongress in Lech am
Arlberg im April 2005

