

Diplomarbeit

Dynamische intraligamentäre Stabilisierung (DIS) frischer Rupturen des vorderen Kreuzbandes (VKB) durch Ligamys – eine retrospektive klinische und radiologische Analyse

eingereicht von

PASCAL GERHARD PUDEK

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz

unter der Anleitung von

assoz. Prof. Dr. med. Patrick Sadoghi

Univ. Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert

OA Dr. Michael Novak

Graz, 15.12.2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 15.12.2017

Pascal Pudek eh

Danksagung

Ich möchte Herrn Prof. Seibert dafür danken, dass er mir mit diesem interessanten Thema die Möglichkeit geboten hat eine klinische Studie mitzugestalten.

Meinen Diplomarbeitsbetreuern Dr. Sadoghi und Dr. Novak danke ich für die äußerst freundliche, fachlich kompetente und organisatorische Unterstützung beim Erstellen dieser Studie.

Vor allem will ich meinen Eltern danken, da sie mich nicht nur finanziell sondern auch auf allen erdenklichen Wegen in der Zeit meines Studiums unterstützt haben. Ohne ihre Unterstützung wäre es mir nicht möglich gewesen Medizin zu studieren.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	1
Zusammenfassung.....	2
Abstract	3
1. <u>Einleitung</u>	
1.1. Anatomie	
1.1.2. Knöcherne Anteile des Kniegelenks	4
1.1.3. Kapsel-Band-Apparat.....	4
1.1.3. a) Anteriorer Abschnitt des Kniegelenks	4
1.1.3. b) Posteromedialer Abschnitt des Kniegelenks.....	5
1.1.3. c) Anterolateraler Abschnitt des Kniegelenks	5
1.1.3. d) Posteriorer Abschnitt des Kniegelenks.....	6
1.1.4. Kreuzbänder	6
1.1.4. a) Vorderes Kreuzband	6
1.1.4. b) Hinteres Kreuzband.....	8
1.2. Risikosportarten und Traumamechanismus der VKB-Ruptur.....	8
1.3. Folgen nach VKB-Ruptur.....	9
1.3.1. Akute Folgen	9
1.3.2. Arthrose nach VKB-Ruptur	11
1.4. Therapiemöglichkeiten	12
1.4.1. Konservativ.....	13
1.4.2. Operativ	
1.4.2. a) Patellarsehne	15
1.4.2. b) STG-Plastik.....	17
1.4.2. c) Quadrizepssehne	18
1.4.2. d) Allografts	18
1.4.3. Neue Therapieverfahren	19
1.4.3. a) Healing Response	19
1.4.3. b) Internal Bracing	20
1.4.3. c) Ligamys	20

2. <u>PatientInnen und Methoden</u>	
2.1. Studienziel	24
2.2. PatientInnen	24
2.3. Prüfbogen	25
2.3.1. IKDC objektiv	25
2.3.2. Subjektive Scores	27
2.3.3. MRT	29
2.3.4. Komplikationen	29
2.4. OP-Methode	30
3. <u>Ergebnisse</u>	31
3.1. IKDC Score objektiv	32
3.2. Subjektive Scores	34
3.3. Komplikationen	34
4. <u>Diskussion</u>	35
5. <u>Abbildungsverzeichnis</u>	39
6. <u>Tabellenverzeichnis</u>	40
7. <u>Literaturverzeichnis</u>	41
9. <u>Anhang</u>	50
9.1 IKDC subjektiv	50
9.2 IKDC objektiv	53
9.3 Tegner Score	54
9.4. Lysholm Score	55
9.5. Womac Index	56

Abkürzungsverzeichnis

VKB	vorderes Kreuzband
MRT	Magnetresonanztomographie
ACL	anterior cruciate ligament
HKB	hinteres Kreuzband
ca.	circa
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
DIS	dynamische intraligamentäre Stabilisierung
sog.	sogenannte
BPTB	Bone Patella Tendon Bone
STG	Semitendinosus Gracilis
ST	Semitendinosus
BMI	Body Mass Index
ant.	anterior
sup.	superior

Zusammenfassung

Fragestellung: Als kreuzbanderhaltendes Operationsverfahren stellt die dynamische intraligamentäre Stabilisierung mittels Ligamys (Mathys, Bettlach, SCHWEIZ) einen neuen Trend zur Versorgung frischer VKB-Rupturen dar. Das Ziel der Studie ist die klinische Beurteilung dieses Verfahrens hinsichtlich PatientInnenzufriedenheit und Kniestabilität nach einem Minimum Follow-up von einem Jahr.

Methodik: Es handelt sich um eine retrospektive Datenerhebung im Sinne einer Level 3 Studie. 19 PatientInnen mit einem Durchschnittsalter von 29 Jahren, die innerhalb von 3 Wochen nach Ruptur des VKB mit Ligamys versorgt wurden, konnten für die Studie rekrutiert werden. 10 Personen erlitten zusätzlich eine Meniskusruptur, die durch eine Meniskusnaht versorgt wurde. Die mittlere Follow-up-Zeit betrug 18 Monate (min.12, max.27). Die Beurteilung erfolgte postoperativ anhand von subjektiven klinischen Scores (Womac, Tegner, Lysholm, IKDC subjektiv), sowie durch das objektive IKDC-Formblatt. Dabei wurde zur Evaluierung der antero-posterioren Stabilität das KT-1000 Arthrometer verwendet.

Ergebnisse: Im objektiven IKDC konnten 5 Personen der Gruppe A (normal), 9 der Gruppe B (fast normal) und 4 der Gruppe C (abnormal) zugeordnet werden. Der mittlere Lysholm Score betrug $86,9 \pm 10,4$. Der mittlere subjektive IKDC-Wert lag bei $84,3 \pm 10,3$. Mit dem Tegner Aktivitätsscore wurde präoperativ ein Mittelwert von 7,1 (min.4, max.9), und postoperativ von 5,7 (min.4, max.9) erreicht. Die antero-posteriore Translation, verglichen mit dem gesunden kontralateralen Knie, ergab eine mittlere Differenz von $2,3\text{mm} \pm 2,2\text{mm}$ (min.-1, max.7). An der Implantationsstelle des Monoblocks traten bei 22 % der PatientInnen Missempfindungen auf, die nach Entfernung des Monoblocks bei allen Personen verschwanden. Im Follow-up-Zeitraum traten 3 Re-rupturen auf.

Schlussfolgerung: Unter Verwendung der dynamischen intraligamentären Stabilisierung kann trotz hoher Re-rupturraten eine stabile Heilung des vorderen Kreuzbandes erreicht werden. Das Ligamys-System ermöglicht bei einem Großteil der PatientInnen eine zufriedenstellende Wiederherstellung von Funktionalität und Kniestabilität, scheint jedoch dem Goldstandard (STG-Plastik) nicht überlegen zu sein. Inwieweit der Erhalt des originären Kreuzbandes positive Auswirkungen auf die Arthroseraten hat, gilt es in klinischen Langzeitergebnissen zu untersuchen.

Abstract

Purpose: Dynamic intraligamentary stabilization using the Ligamys device (Mathys, Bettlach, SWITZERLAND) is a novel method to enable primary repair of freshly ruptured anterior cruciate ligaments. The aim of this study was the clinical assessment in terms of patient's satisfaction and knee stability after a minimum follow up of 12 months.

Methods: Based on a retrospective collection of data the project was designed as a Level 3 study. 19 patients with a mean age of 29 years, all treated with Ligamys within 3 weeks, have been recruited for this study. 10 patients suffered from additional meniscal lesions, which could have been treated with meniscal sutures in all cases. The mean follow-up time was 18 months (min.12, max.27). The evaluation was done postoperatively by means of clinical scores (Womac, Tegner, Lysholm, IKDC subjective) and the objective IKDC form. In addition, the KT-1000 arthrometer was used to objectively evaluate the tibial antero-posterior translation.

Results: According to the objective IKDC form 5 patients reached group A (normal), 9 group B (nearly normal) and 4 group C (abnormal). The mean Lysholm score was 86.9 ± 10.4 , the mean subjective IKDC score 84.3 ± 10.3 . The mean preoperative and postoperative Tegner activity score was 7.1 (min.4, max.9) and 5.7 (min.4, max.9), respectively. Antero-posterior translation compared to the contralateral healthy knee showed a mean side to side difference of $2.3\text{mm} \pm 2.2\text{mm}$ (min.-1, max.7). Over the implant site of the tibial monoblock 22% reported sensibility disorders or pain, which disappeared in all patients after removing the monoblock. Three re-ruptures occurred during the follow-up period.

Conclusion: Despite a high rate of re-ruptures using the dynamic intraligamentary stabilization, it's basically possible to achieve a stable healing of the anterior cruciate ligament. The Ligamys device enables satisfying results with the majority of the patients, however, our results seem to be inferior compared to the gold standard (ACL- reconstruction with STG). The potential positive effect on osteoarthritis by preserving the torn ACL should be subject of further research and our collective should be checked once more in 20 years.

1. Einleitung

1.1. Anatomie

1.1.2. Knöcherne Anteile des Kniegelenks

Das Kniegelenk wird Articulatio Genus genannt und ist ein sog. Drehscharniergelenk. Es besteht aus der Articulatio Femorotibialis und der Articulatio Femoropatellaris. Das Tibiofibulargelenk hingegen wird nicht zum Kniegelenk gezählt, kann aber über den Recessus Subpopliteus mit der Gelenkhöhle des Kniegelenks kommunizieren.

Die Gelenkflächen des Femorotibialgelenks sind die Condyli medialis und lateralis ossis femoris, sowie die beiden Facies articulares superiores tibiae. Das Kniegelenk ermöglicht eine Translationsbewegung, eine Rotationsbewegung, eine Abrollbewegung, den sog. „Rollback“ Mechanismus und eine Schlussrotation in voller Streckung. [1]

1.1.3. Kapsel-Band-Apparat

Die Kniegelenkkapsel ist eine weite schlaffe Kapsel, die vorne und seitlich dünner als im dorsalen Bereich ist. [2] An der Gelenkkapsel kann man eine innen liegende Membrana synovialis von einer außen anliegenden Membrana fibrosa unterscheiden. Die Membrana fibrosa wird durch Bänder verstärkt und bildet dadurch den kräftigen, fibrösen Kapsel-Band-Apparat. Im vorderen Bereich des Kniegelenks ist die Patella interponiert. Die Membrana synovialis hingegen bedeckt intraartikulär den Hoffa'schen Fettkörper und umhüllt die Kreuzbänder so, dass diese zwar außerhalb der Gelenkhöhle, jedoch innerhalb des fibrösen Kapselanteils liegen. [1]

1.1.3. a) Anteriorer Abschnitt des Kniegelenks

Bandstrukturen die den fibrösen Anteil der Gelenkkapsel an der Vorderseite des Kniegelenks verstärken sind das Lig. patellae, das Retinaculum patellae longitudinale mediale und laterale, sowie Anteile der Sehne des M. quadriceps. Der vordere mediale und laterale Bereich wird stabilisiert durch das Retinaculum patellae transversale laterale und mediale. Das transversale laterale Retinaculum zieht vom lateralen Rand der Patella

zum Tractus iliotibialis und besitzt somit keine direkte Verbindung zum Femur. Das mediale transversale Retinaculum findet man nur in einem Drittel der Fälle. [1]

1.1.3. b) Posteromedialer Abschnitt des Kniegelenks

Das Lig. collaterale tibiale setzt unterhalb des Tuberculum adductorium an und inseriert an der Facies medialis tibiae ca. 8 cm unterhalb des Tibiaplateaus. Die Insertionszone befindet sich direkt hinter dem Ansatz des Pes anserinus superficialis. Das Innenband lässt sich in einen vorderen und hinteren Abschnitt unterteilen, wobei der vordere Anteil keine feste Verbindung zur Gelenkkapsel eingeht. Im hinteren Abschnitt lassen sich oberflächliche von tiefen Fasern abgrenzen. Der profunde Anteil des Lig. collaterale tibiale posterius wird auch hinteres Schrägband genannt und ist von großer Bedeutung. Durch Verbindung seiner Fasern mit dem medialen Meniskus wird das hintere Schrägband ein wichtiger Stabilisator in Beugstellung. [1] Jedoch ist bei Distorsionstraumen der Meniscus medialis wesentlich gefährdeter als der Meniscus lateralis, da er durch die Verbindung zum Lig. collaterale tibiale profundus weniger beweglich ist. [3]

Ein weiterer wichtiger Stabilisator des posteromedialen Abschnitts des Kniegelenks ist der M. semimembranosus. [1] Mit seiner dreizipfligen Ansatzsehne strahlt er in das Lig. popliteum obliquum, in die Faszie des M. popliteus und an den Condylus medialis tibiae aus, wo er den Pes anserinus profundus bildet. [3]

1.1.3. c) Anterolateraler Abschnitt des Kniegelenks

Das Außenband, Lig. collaterale fibulare, zieht vom Epicondylus lateralis femoris zum Caput fibulae. Es ist zwar locker mit der Gelenkkapsel verbunden, besitzt aber keine Verbindung zum lateralen Meniskus. Während Extension und Außenrotation ist das Außenband gespannt, in Flexion und Innenrotation ist es entspannt.

Gemeinsam mit dem Lig. collaterale fibulare stabilisiert vor allem der Tractus iliotibialis den anterolateralen Abschnitt des Kniegelenks. [1] Der Tractus iliotibialis ist ein ca. 8-10 cm breiter Bindegewebsstreifen der von Crista iliaca und Spina iliaca ant. sup.

kommend zum Tuberculum tractus iliotibialis zieht. Dieser Insertionspunkt wird auch Tuberculum Gerdy genannt. [3]

1.1.3. d) Posteriorer Abschnitt des Kniegelenks

Im proximalen Bereich des Kniegelenks strahlen die Sehnen der beiden Gastrocnemiusköpfe in die Gelenkkapsel. Den wichtigsten Teil der dorsalen Kapselverstärkung übernimmt jedoch das Lig. popliteum obliquum. [1] Es stellt die Ausstrahlung der Sehne des M. semimembranosus nach lateral dar. [2] Das Lig. popliteum obliquum verbindet sich mit dem medialen Bogen des Lig. popliteum arcuatum und steht so indirekt mit dem M. popliteus in Verbindung. Das Lig. popliteum arcuatum besteht aus einem medialen und einem lateralen Bogen. Beide sind in Ihrem Ursprung mit der Sehne des M. popliteus verwachsen. Der mediale Faseranteil zieht zum Lig. popliteum obliquum, der laterale Faseranteil zum Fibulakopf.

Ein weiterer Stabilisator an der Rückseite des Kniegelenks ist der M. popliteus. Sein Ursprung liegt im Condylus lateralis femoris, wo er das Lig. collaterale fibulare unterkreuzt und nach distal medial an die Facies posterior der Tibia zieht. Die Popliteusehne hat eine Verbindung zum lateralen Meniskus und ermöglicht dadurch eine aktive Rückverlagerung des Meniskus bei Beugung. Der M. popliteus stabilisiert den posterolateralen Bereich im sog. Popliteuseck. [1]

1.1.4. Kreuzbänder

1.1.4. a) Vorderes Kreuzband

Die Kreuzbänder sind im vorderen und seitlichen Anteil von Membrana synovialis überzogen. Das hintere Kreuzband grenzt direkt an die Membrana fibrosa, da in der Kniekehle der synoviale Überzug fehlt. [1] Da die Gefäßversorgung der Kreuzbänder von dorsal erfolgt, ist die Spontanheilung von VKB-Rupturen kaum möglich. Das HKB hingegen bietet durch die bessere Gefäßsituation eine höhere Chance auch konservativ auszuheilen. [4]

Das vordere Kreuzband entspringt an den hinteren Anteilen der Innenfläche des Condylus lateralis femoris und zieht über die Fossa intercondylaris zur Area intercondylaris anterior der Tibia. [3] Es hat eine Gesamtlänge von ca. 38 mm und eine Breite von 11 mm. [5] Das Ursprungsfeld am lateralen Condylus hat einen durchschnittlichen Längsdurchmesser von 18 mm und einen Querdurchmesser von 11 mm und erstreckt sich entlang der Knorpel-Knochen-Grenze nach distal. [1] Durch diesen weit hinten liegenden Ursprung des VKB kann es bei Kreuzbandplastiken - aufgrund einer Fehleinschätzung - zu femoralen Bohrkanälen kommen, die zu weit vorne angelegt werden. [6] Die tibiale Insertionszone befindet sich zwischen den Tubercula intercondylaria mediale und laterale. Die Ausdehnung des Ansatzes beträgt in der Sagittalebene durchschnittlich 17 mm und in der Transversalebene durchschnittlich 11 mm. Der Abstand vom Vorderrand des Tibiaplateaus zum Mittelpunkt der tibialen Insertionsstelle misst im Durchschnitt 23 mm. [1] Das Zentrum des VKB befindet sich am tibialen Ansatzpunkt im Durchschnitt 15 mm vor jenem des HKB. [7]

Am vorderen Kreuzband kann ein anteromediales von einem posterolateralen Bündel abgegrenzt werden. Diese Abgrenzung erfolgt rein funktionell, da sich histologisch keine Unterschiede zeigen. [1] In einer Studie von Cohen et al. (2009) konnte an 50 PatientInnen mittels MRT gemessen werden, dass das anteromediale Bündel mit einer Länge von 37 mm deutlich länger als das posterolaterale Bündel mit einer Länge von 20,5 mm ist. [8] In Streckstellung spannt sich überwiegend das posterolaterale Bündel an, in Beugstellung vorwiegend die Fasern des anteromedialen Bündels. [3]

Das VKB ist der Hauptstabilisator für die anteriore Translation. Bei 30° Beugung ist sein Beitrag zur Stabilisierung in dieser Richtung am größten. Dementsprechend lässt der Lachman-Test, welcher in einer Flexionsstellung von ca. 20-30° durchgeführt wird, eine weitestgehend isolierte Beurteilung des VKB zu. Bei Ausfall des VKB dienen der Tractus iliotibialis, die Hamstringmuskulatur und die Menisken als sekundäre Stabilisatoren der vorderen Schublade. [1]

1.1.4. b) Hinteres Kreuzband

Das hintere Kreuzband verläuft von der Innenfläche des medialen Femurkondyls schräg nach distal-posterior um dort an der Area intercondylaris posterior und der Tibiahinterkante zu inserieren. [3] Die Länge entspricht mit 38 mm der Länge des VKB. [5] Es ist das kräftigste Band des Kniegelenks und besteht aus 2 Faserbündeln, dem posteromedialen und dem anterolateralen Bündel. Der posteromediale Anteil des HKB spannt sich hauptsächlich in Extension an. [1] Das anterolaterale Faserbündel spannt sich bei Flexion an und besitzt eine 6-fach höhere maximale Reißkraft als das posteromediale Bündel. Die stabilisierenden Effekte des HKB werden daher größtenteils vom anterioren Faseranteil übernommen. [9] Die Hauptaufgabe des HKB ist es die posteriore tibiale Translation zu verhindern, was bei einer Flexion von 90° am effektivsten gelingt.

1.2. Risikosportarten und Traumamechanismus der VKB-Ruptur

Der Großteil der vorderen Kreuzbandrisse entsteht durch Traumen ohne Fremdeinwirkung, welche häufig durch eine missglückte Landung nach einem Sprung oder durch plötzliches Abbremsen während des Laufens hervorgerufen werden. [10] Laut einer Studie von McNair et al. (1990) sind 70% der vorderen Kreuzbandverletzungen solche "non-contact situations". [11] Diese Verletzungen entstehen beinahe ausschließlich bei Bodenkontakt und unter Belastung des betroffenen Beines. [12]

Außerdem konnte gezeigt werden, dass Verletzungen vor allem in Hyperextension bzw. in extensionsnahen Winkeln stattfinden. [11] Die Metaanalyse von Shimokochi und Schultz (2008) zeigt, dass Valgusstress kombiniert mit einer Innen- oder Außenrotation den häufigsten Grund einer Ruptur darstellt. Isoliertes Auftreten von Valgusstress, Außenrotation oder Innenrotation wurde ebenfalls in vielen Fällen beobachtet. Hingegen tritt ein reines Hyperextensionstrauma oder Varusstress als Ursache für VKB-Rupturen nur vereinzelt auf. [10]

Risikoreiche Sportarten für Verletzungen des Knies und insbesondere des VKB sind vor allem Fußball und Skifahren. [13] Dabei hat Fußball unter allen Sportarten die höchste Rate an VKB-Rupturen. [14]

Obwohl Fußball als Kontaktsport gilt, tritt der überwiegende Anteil der Knieverletzungen in Situationen ohne Fremdeinwirkung auf. Der Verletzungsmechanismus entspricht in den meisten Fällen einem innenrotierten, in Extension befindlichen Knie, welches in eine Valgusposition knickt. Währenddessen befindet sich das Bein fest am Untergrund fixiert. [15]

Ein ähnlicher Mechanismus liegt beim alpinen Skifahren vor, wo das Verkanten am Außenski zu einer Kombination aus abrupter Innenrotation und forcierter Valgusstellung führt. [16] Diese Art sich das Knie beim Skifahren zu verletzen wird auch als „phantom foot injury“ bezeichnet. [17] Weitere Verletzungsmechanismen beim Skifahren sind das Hyperextensionstrauma, wie auch eine massive Kontraktion des M. quadriceps. Dies geschieht durch einen Mechanismus der dem einer vorderen Schublade ähnelt: Der/Die SkifahrerIn versucht einen Sturz nach Hinten zu verhindern, was eine kompensatorische Kontraktion des M. quadriceps und eine daraus bedingte Vorwärtsbewegung der Tibia zur Konsequenz hat. [18]

1.3. Folgen nach VKB-Ruptur

1.3.1. Akute Folgen

Der Riss des vorderen Kreuzbandes geht oft mit Begleitverletzungen des Kapsel-Band-Apparates, des Knorpels oder der Menisken einher. Die Häufigkeit des Auftretens von schweren Knorpelverletzungen während einer akuten vorderen Kreuzbandruptur beträgt in der Literatur zwischen 16% und 46%. [19] Meniskusverletzungen treten bei rund 40% der Kreuzbandverletzten auf, davon fällt die Mehrheit auf mediale Meniskusläsionen gefolgt von lateralen. In bis zu 10% kommt es auch zu kombinierten lateralen und medialen Meniskusrupturen. [20] Verletzungen des medialen Seitenbandes ereignen sich im Rahmen von VKB-Rupturen in 22 % der Fälle. [21]

Bei einer Kombination von Innenbandläsion, Innenmeniskusläsion und VKB-Ruptur spricht man von einer "unhappy triad". Sie entsteht meist durch ein Außenrotationsvalgustrauma. [4]

Falls man sich für ein operatives Vorgehen entscheidet, spielt der Operationszeitpunkt eine entscheidende Rolle. Eine Operation kann als Akutversorgung innerhalb der ersten 48h nach Trauma oder frühestens nach 4-6 Wochen stattfinden. Hierbei ist auf einen reizfreien Lokalbefund Wert zu legen, um das Arthrofibrosierisiko zu minimieren. [22] Eine präoperative Bewegungseinschränkung des Kniegelenks sollte ebenfalls berücksichtigt werden, da sie mit erhöhten Arthrofibrosieraten einhergeht. [23]

Als Folge einer isolierten oder kombinierten Kreuzbandverletzung müssen sich die Betroffenen auf eine monatelange Rehabilitationsphase einstellen. Zur Wiederaufnahme des Sports gibt es in der Literatur jedoch keine einheitlichen Empfehlungen. Einige Autoren gehen davon aus, dass bei VKB-Rekonstruktion nach 3 Monaten mit Laufen auf ebenem Boden begonnen werden kann. Nach Frühestens 6 Monaten können auch Sportarten mit Rotationskomponenten wie Fußball oder Basketball ausgeübt werden. [24] Möglicherweise sollte man für eine aussagekräftige Empfehlung auch von einem zeitbasierten, hin zu einem individuellen kriterienbasierten Ansatz wechseln. Eine Arbeitsgruppe aus Innsbruck entwickelte dafür auf der Grundlage von dynamischen Stabilitätstests ein Testverfahren, um den frühestmöglichen Zeitpunkt für eine Rückkehr zum Sport zu bestimmen. Über 80% der Patienten hatten selbst 8 Monate nach einer Kreuzbandersatzoperation - verglichen mit einer Kontrollgruppe - funktionelle Defizite und konnten somit die Kriterien für ein sog. "return to sport" nicht erfüllen. [25] Dies legt nahe, dass oft zu früh mit Sport begonnen wird und deckt sich auch damit, dass in den ersten zwölf Monaten nach einer Kreuzbandrekonstruktion das Risiko für eine erneute Ruptur erhöht ist. Erst danach kann man davon ausgehen, dass verglichen mit dem gesunden kontralateralen Knie, kein erhöhtes Risiko für eine Re-ruptur besteht. [26] [26] Wir empfehlen daher keine Rotationssportarten innerhalb der ersten 12 Monate nach der Operation.

1.3.2. Arthrose nach VKB-Ruptur

Die Tatsache, dass vordere Kreuzbandrupturen in einigen Fällen zu Arthrose im Kniegelenk führen, konnte mittlerweile in verschiedenen Studien belegt werden. Dabei entwickeln Personen mit Kreuzbandrekonstruktion im Vergleich zu nicht operierten Personen weniger häufig degenerative Schäden. [27] Dennoch können Kreuzbandplastiken, trotz Wiederherstellung der Kniestabilität, das Risiko zur Entwicklung einer Kniegelenkarthrose nur ungenügend senken. [28] Diese Erkenntnisse wurden von Petersen et al. (Abbildung 2) graphisch dargestellt. [29]

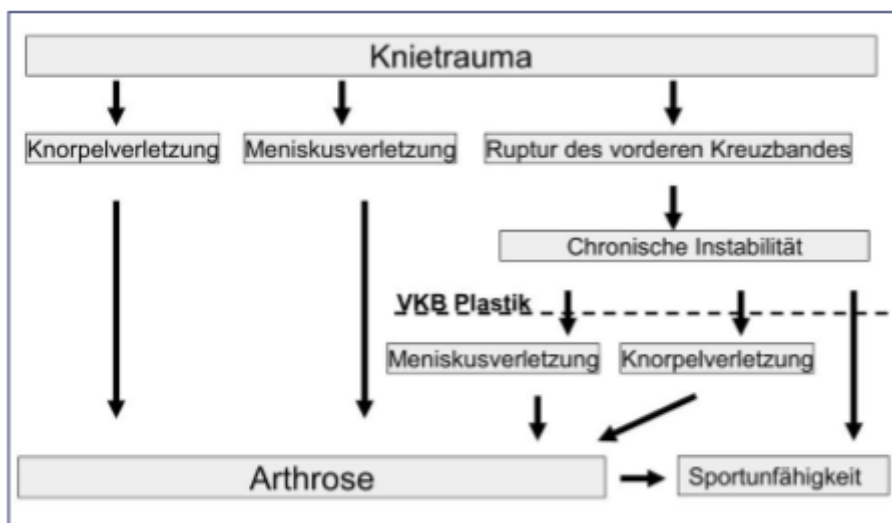


Abb. 1: VKB-Kaskade [29]

Die Kreuzbandchirurgie schafft es daher nicht Knorpelschäden langfristig zu verhindern, jedoch schafft man es degenerative Prozesse hinauszuzögern. Je länger man daher eine Rekonstruktion des Kreuzbandes aufschiebt, desto eher muss man auch mit arthrosebedingten Schäden am Knorpel rechnen. [30] Jedoch verhält sich das Fortschreiten zu einer schweren Arthrose dem genau umgekehrt. Kreuzbandrekonstruierte Patienten entwickeln zwar weniger häufig, dafür jedoch schneller und in schwererem Ausmaß, arthrosebedingte Veränderungen. Dies lässt sich vermutlich durch die höhere sportliche Aktivität dieses Patientengutes, verglichen mit konservativ behandelten Personen, erklären. [27]

Das Risiko eine Kniegelenkarthrose zu entwickeln steigt bei zusätzlich vorhandener Meniskusverletzung um ein vielfaches, verglichen mit einer isolierten VKB-Ruptur. [31] Das besitzt eine besondere Bedeutung, da Kreuzbandverletzungen in ca. 40% der Fälle mit Meniskusläsionen assoziiert sind. [20] Neben Meniskusverletzungen führen auch Knorpelschäden, die beim initialen Kniegelenkstrauma entstehen, vermehrt zu Osteoarthrose. [32]

Bereits zwei Jahre nach einer VKB-Ruptur lassen sich MRT-Radiologisch die ersten degenerativen Veränderungen im Kniegelenk feststellen. [33] 5 Jahre nach Kreuzbandruptur ist ein Drittel von einer Gonarthrose betroffen, nach 10 Jahren sind es sogar 80%. Diese Veränderungen sind zuerst rein radiologisch darstellbar. Nach rund 8 Jahren nehmen jedoch auch die klinisch relevanten Arthrosefälle erheblich zu. [34]

1.4. Therapiemöglichkeiten

Für die Versorgung einer VKB-Ruptur gibt es die Möglichkeit eines konservativen oder operativen Vorgehens. Prinzipiell sollte ein konservativer Therapieversuch gestartet werden, um im Rahmen einer Physiotherapie eine Besserung der Stabilität zu erzielen. Erst bei anhaltender Instabilität in Form von „giving-way“ Attacken ist eine operative Intervention angezeigt. Ausgenommen davon sind sog. „high-demand“ Athleten, die im Sinne einer möglichst schnellen Rückkehr zum Sport primär operativ versorgt werden. Bei einem operativen Vorgehen unterscheidet man eine Sehnenplastik von Therapieverfahren, die den Erhalt des VKB zum Ziel haben. Kreuzbandersatzplastiken verwenden Sehnentransplantate der Patellarsehne, der Semitendinosus-Gracilis-Sehne oder der Quadrizepssehne. Zur Fixation des Transplantates können Fixationsbuttons, Bio- oder Titan-Interferenzschrauben, Staples, Cross-Pins oder die fremdmaterialfreie Press-fit Methode verwendet werden. Eine Kombination dieser Methoden ist möglich und wird als Hybridfixation bezeichnet. Jedoch wird in über 80% der Operationen eine tibiale und femorale Monofixation bevorzugt. [35]

Die femorale Fixierung wird am häufigsten mit Kippplattenverankerungen, gefolgt von Transfixationspins und Bioschrauben durchgeführt. Tibial wird das Transplantat in den meisten Fällen mit Bio-Interferenzschrauben fixiert. [35]

1.4.1. Konservativ

Die konservative Therapie wird in der Vielfalt der operativen Versorgungsmöglichkeiten einer vorderen Kreuzbandverletzung oftmals zu wenig berücksichtigt. Einige Studien die das Outcome von konservativ und operativ behandelten Patienten verglichen, konnten durchaus zeigen, dass für viele Patienten auch konservativ zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden können. [36,37,38]

Dabei profitieren insbesondere Patienten die keine "high-risk-pivoting" Sportarten wie Fußball oder Basketball ausüben, sondern sich auf "non-risk-pivoting-sports", wie Schwimmen oder Radfahren beschränken. [39] Der Grund dafür ist, dass die nicht-operative Vorgehensweise bei Risikosportarten in ca. 80% zu Knieinstabilitäten führt. Die Knieinstabilität resultiert in Schmerzen, Schwellung und schlussendlich in der Unfähigkeit den Sport weiter auszuüben. [40] Die sportliche Aktivität und die Art der Sportart stellen daher die wegweisenden Faktoren für die Therapieentscheidung nach diagnostiziertem vorderen Kreuzbandriss dar. [39]

Bei Meniskusläsionen die im Rahmen des arthroskopischen Kreuzbandersatzes versorgt werden können, sowie bei jüngeren Personen und Personen mit häufig auftretenden giving-way Attacken trotz Physiotherapie, sollte man allerdings an eine operative Intervention denken. [41,42] Außerdem sollen Compliance, Ziele und Erwartungen der Patienten, sowie die individuelle Fähigkeit eine Kniegelenkinstabilität zu kompensieren in den Entscheidungsprozess einfließen. [1] Diese Fähigkeit beruht darauf, dass es bei einem Teil der Patienten zu keinem signifikanten Kraftverlust kommt und das Kniegelenk durch muskuläre Führung stabilisiert werden kann. Daher ist es von Bedeutung sog. "Coper", die in der Lage sind die VKB-Ruptur muskulär zu kompensieren, von "Non-Coper" zu unterscheiden. [43] "Coper" zeigen verglichen zu "Non-Coper" zwar keine Unterschiede in der antero-posterioren Laxizität, haben aber einen höheren Quadriceps-Index, höhere Werte in Sprungtests (hop-tests) und subjektiv stabilere Kniegelenke. [44]

Um die Entscheidungsfindung zwischen konservativer und operativer Therapie zu erleichtern, haben die Autoren des GOTS Expertenmeetings 2010 einen klinischen Score entwickelt. Insgesamt neun Parameter wurden hierbei berücksichtigt und sind in Abbildung 3 aufgelistet. Zu den initialen Begleitverletzungen die per se schon eine

Operationsindikation darstellen und in dessen Rahmen auch die Versorgung der VKB-Ruptur stattfinden sollte, gehören komplexe Bandläsionen (hochgradige Seitenbandläsion), dislozierte Menisken, eine neurovaskuläre Problematik und Fragmentfrakturen.

In diesem Score werden Football, Fußball, Basketball, Handball, Volleyball und Tennis als Sportarten mit erhöhtem Risiko für Rotationsstress (high risk pivot) bewertet. Die subjektive Instabilität fließt als giving-way-Phänomen und die objektive Instabilität als gemessene antero-posteriore Laxizität und als Auftreten eines Pivot-shift in den Indikationswert ein. [22]

GOTS VKB Indikationswert				
	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Initiale Begleitverletzung	Per se OP-Indikation		Per se keine OP-Indikation	Keine Begleitverletzung
Sportart (Innsbruck scale)		High risk pivot	Pivot	Low risk pivot
Zeit sportliche Aktivität/Woche (Valderrabano scale)		Hoch, Leistungssport, (>5 Std.)	Normal (1–5 Std.)	Gering (<1 Std.)
Subjektive Instabilität		ja		nein
Objektive Instabilität			ja	nein
Gelenkstatus: Beinachse, Degeneration, Bandlaxizität			Pathologien vorhanden	unauffällig
Internistische Risikofaktoren			ja (BMI hoch)	Nein (BMI normal)
Berufliche Aktivität			Kniebelastend	Nicht kniebelastend
Compliance			ja	nein
Punktwert	>9 Punkte OP-Indikation 6–8 Punkte Individuelle Gewichtung 0–5 Punkte Tendenz konservativ			

Abb. 2: GOTS-VKB-Indikationswert [22]

Falls man sich im Einverständnis mit dem/der Patienten/in auf eine konservative Therapie geeinigt hat, ist die koordinative und muskelaufbauende Physiotherapie für den Erfolg ausschlaggebend. Regelmäßige klinische Kontrolluntersuchungen sollen dazu dienen, die

Therapieentscheidung zu reevaluieren und wenn nötig auch nach längerem Zeitraum eine Kreuzbandrekonstruktion anzuraten. [22]

1.4.2. Operativ

1.4.2.a) Patellarsehne

Bis vor einigen Jahren war die Patellarsehne noch das am häufigsten verwendete Transplantat. Durch die Entwicklung verbesserter Fixationsmethoden hat sich dies aber zugunsten der Semitendinosussehne verschoben. Trotzdem ist das Lig. patellae ein nach wie vor häufig verwendetes und somit gut untersuchtes Transplantat zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes. [35,45,1] Das Transplantat wird aus dem mittleren Drittel der Patellarsehne mit einem Knochenblock aus der Patella und einem zweiten Knochenblock aus der Tuberositas tibiae entnommen. Daher ergibt sich auch die englische Bezeichnung BPTB (Bone Patellar Tendon Bone).

Grundsätzlich gibt es die Möglichkeit die Knochenblöcke mit resorbierbaren oder nicht resorbierbaren Interferenzschrauben, sowie mit der Press-fit Technik zu fixieren. Die Press-fit Methode beruht darauf, dass der femorale Bohrkanal ca. 1 mm kleiner aufgebohrt wird als der femorale Knochenblock im Durchmesser misst. Dadurch kann der Knochenblock eingeschlagen werden und eine stabile Fixierung erreicht werden. [1] Die Press-fit Methode zeigt im Hinblick auf Stabilitätstests und subjektivem Outcome keine Unterschiede zur Fixierung mit Interferenzschrauben, ist bezüglich Kosteneffizienz und Revisionseingriffen jedoch vorteilhafter. [46]

Zu den typischen Komplikationen dieser Entnahmetechnik gehören, neben Patellafrakturen oder Patellarsehnenrupturen, vor allem Schmerzen beim Knien. [1] Bei rund einem Drittel der Patienten löst der Entnahmedefekt mäßige bis schwere Schmerzen beim Hinknien aus. [47] Deswegen sollte man insbesondere bei Personen die beruflich häufig kniende Tätigkeiten ausüben, oder bereits vorbestehende patellofemorale Beschwerden aufweisen, auf die BPTB-Technik verzichten. Als Folge der Entnahme besteht außerdem die Gefahr eines Patellaspitzenyndroms, einer Hoffa-Hernie oder eines infrapatellären Kontraktursyndroms.

Obwohl die variierbare Transplantatbreite zunächst einen Vorteil darstellt, muss man berücksichtigen, dass die Größe des Entnahmedefekts direkten Einfluss auf diese postoperativen Probleme hat. Folglich sollte bei einer Transplantatbreite von 8-9 mm eine Länge von 20 mm nicht überschritten werden.

Der wesentlichste Vorteil gegenüber freien Sehnenstransplantaten ist die höhere Primärstabilität. [1] Eine Knochen-Knochen Einheilung findet innerhalb von 4-6 Wochen statt, während eine Sehnen-Knochen Einheilung bis zu 12 Wochen benötigt. [48] Die beiden Knochenblöcke führen so zu einer frühen stabilen Verankerung und ermöglichen eine frühzeitige Nachbehandlung. [1] Nach spätestens 3 Monaten ist jedoch hinsichtlich der Stabilität kein Unterschied mehr zu erkennen. [48]

Obwohl das STG-Sehnenstransplantat derzeit den Goldstandard darstellt, ist es in vielen Punkten gegenüber der Patellarsehne als gleichwertig anzusehen. In einer Metaanalyse von Xie et al. aus dem Jahr 2015, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Re-rupturrate, Lachman-Test, objektivem IKDC Score oder bei der mit dem KT-1000 gemessenen anterioren Verschieblichkeit. Für das BPTB-Autograft spricht ein signifikant besserer Pivot-shift Test, sowie die häufigere Rückkehr zum früheren Leistungsniveau. Diese Vorteile beruhen vermutlich darauf, dass mit der BPTB-Technik eine höhere Rotationsstabilität erreicht werden kann. Der wesentlichste Nachteil verglichen mit den Hamstringsehnen, sind die bereits erwähnten postoperativen Komplikationen, insbesondere die Beschwerden beim Hinknien. [49]

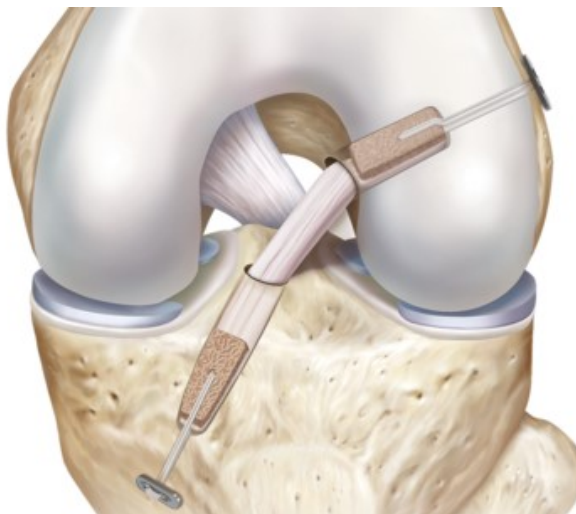


Abb. 3: linkes Knie mit BPTB-Transplantat und zusätzlicher Endobutton-Fixation [50]

1.4.2. b) STG-Plastik

Die Hamstringsehnen stellen das am häufigsten verwendete Transplantat dar und können daher mittlerweile als der Goldstandard in der Kreuzbandersatzplastik bezeichnet werden. [35] Das Transplantat besteht aus der Semitendinosussehne, die bei zu geringer Transplantatlänge auch mit der Gracilissehne kombiniert werden kann. Um einen adäquaten Durchmesser von 7,5 bis 9 mm zu erreichen, ist es notwendig die ST-Sehne als Zweifach-, Dreifach- oder Vierfachstrang aufzuarbeiten. Trotz einer ST-Sehnenlänge von durchschnittlich weit über 20 cm ist es mitunter nicht möglich den gewünschten Transplantatdurchmesser zu erreichen. In diesem Fall wird zusätzlich die Gracilissehne entnommen und in das Konstrukt eingearbeitet. [43,51,52]

Ein Nachteil gegenüber der BPTB-Technik ist die aufwändigere Transplantatvorbereitung, die neben dem Abpräparieren von Muskelgewebe auch das Armieren der Sehnenenden und das Vorspannen des Transplantats beinhaltet. Die Vorspannung sollte mit 50 N über mindestens 5 Minuten erfolgen um das synthetische Fadenmaterial auszudehnen, die Kollagenfasern parallel auszurichten und infolgedessen die Elongation aller Materialien zu reduzieren. [53,54] Vorteilhaft hingegen erscheint die geringer ausgeprägte Entnahmemorbidity bei den Hamstringsehnen. Ein Hämatom im Bereich der Entnahmestelle und Schmerzen die jenen eines Muskelkaters ähneln treten auf, verschwinden jedoch meist innerhalb von zwei Wochen. Eine Schwächung der Beugekraft bei Entnahme der Hamstringsehnen ist teilweise festzustellen. Üblicherweise kehrt die Beugekraft dann innerhalb von 3-4 Monaten zurück. Ein größeres Problem kann die Schwächung der aktiven Innenrotation sein, vor allem bei zusätzlicher Entnahme der Gracilissehne und vorliegender medialer Instabilität. Auf bestimmte Berufsgruppen wie beispielsweise Tänzer und Tänzerinnen kann sich dies nachteilig auswirken. [1]

Ein weiterer Vorteil bei Verwendung der Hamstringsehnen gegenüber anderen Transplantaten ist die Möglichkeit der Rekonstruktion des VKB in der Doppelbündeltechnik. Ob die Doppelbündeltechnik der Einbündeltechnik überlegen ist, lässt sich nach derzeitigem Stand nicht eindeutig sagen. In Hinblick auf Re-rupturraten und subjektiven Scores ist jedoch in den meisten Studien kein signifikanter Unterschied zu erkennen, sodass auch die Entwickler den Vorteil nicht mehr proklamieren [55,56,57]

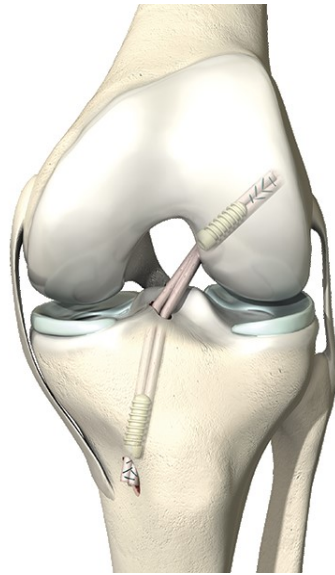


Abb. 4: linkes Knie mit STG-Sehnentransplantat [58]

1.4.2. c) Quadrizepssehne

Neben den etablierten Verfahren der STG-Plastik und BPTB-Technik, stellt die Verwendung eines zentralen Streifens der Quadrizepssehne eine Alternative dar. Die Sehne kann mit oder ohne Knochenblock aus der Patella entnommen werden und eignet sich so gut für Revisionseingriffe. Aufgrund der Struktureigenschaften, die jenen des VKB und des Patellarsehnendrittels ähneln, scheint es auch ein ideales autologes Transplantat für den Primärerersatz zu sein. Dies bestätigen einige Studien wo das Quadrizepssehnentransplantat zu ähnlich stabilen Kniegelenken und gleichen subjektiven Scores wie das Patellarsehnentransplantat führt, wobei gleichzeitig eine deutlich geringere Entnahmemorbidität beobachtet wurde. Somit ist diese Möglichkeit des Kreuzbandersatzes auch für Personen mit kniender Tätigkeit in Ihrem Beruf oder aber für Revisionseingriffe geeignet. [1,22,59,60]

1.4.2. d) Allografts

Als Allograft bezeichnet man das Sehnenmaterial von Totspendern. Im deutschsprachigen Raum ist, im Unterschied zu Nordamerika, die Verwendung von Allografts aufgrund der Schwierigkeit der Transplantatbeschaffung nicht besonders verbreitet. Zusätzlich besteht das Risiko der Übertragung einer viralen oder bakteriellen Infektion. Bestrahlte Allografts stellen keine Alternative dar, da dies zum gehäuften Versagen des Transplantats führte.

Somit werden heutzutage lediglich tiefgefrorene Allografts verwendet, die dennoch ähnlich gute Ergebnisse wie Autografts zeigen. [61,62,1,22]

1.4.6. Neue Therapieverfahren

1.4.6. a) Healing Response

Die Healing Response Technik (HRT) ist eine nicht rekonstruktive, kreuzbanderhaltende Methode, die die Selbstheilung des proximalen vorderen Kreuzbandes anregt. Über 6-10 Kortikalisperforationen, die am femoralen Ansatz des VKB erfolgen, wird ein Austreten von Stammzellen aus dem Knochenmark ermöglicht. Anschließend wird das Kreuzband an die korrekte anatomische Position reponiert und das Kniegelenk in einer Schiene über 6 Wochen in Extension gehalten. [63] Laut Steadman et al. (2012) stellt die HRT eine effektive Behandlungsmöglichkeit dar, die einem Großteil der Patienten erlaubt, ihr früheres Leistungsniveau zu erreichen. [64] Demgegenüber stehen jedoch Studien mit Revisionsraten von 30% und klinischen Ergebnissen die keinen signifikanten Unterschied zu einer primär konservativen Behandlung zeigen. [63]

Die Idee des Healing Response durch Microfracturing wird zusätzlich im Rahmen von kreuzbanderhaltenden Operationen eingesetzt, um mittels Wachstumsfaktoren und Stammzellen die Selbstheilung zu beschleunigen.

1.4.6. b) Internal Bracing

Das Prinzip des Internal Bracing beruht auf einer inneren Schienung des originären Kreuzbandes und wird derzeit durch zwei unterschiedliche Systeme umgesetzt. Einerseits durch Ligamys® (Mathys, Bettlach, SCHWEIZ) und andererseits durch das Internal Brace® (Arthrex, Naples FL, USA). Der wesentlichste Unterschied dieser beiden Techniken besteht in der tibialen Fixation, die beim Internal Brace mit einer starren Interferenzschraube und bei Ligamys mit einem dynamischen Federmechanismus erreicht wird.

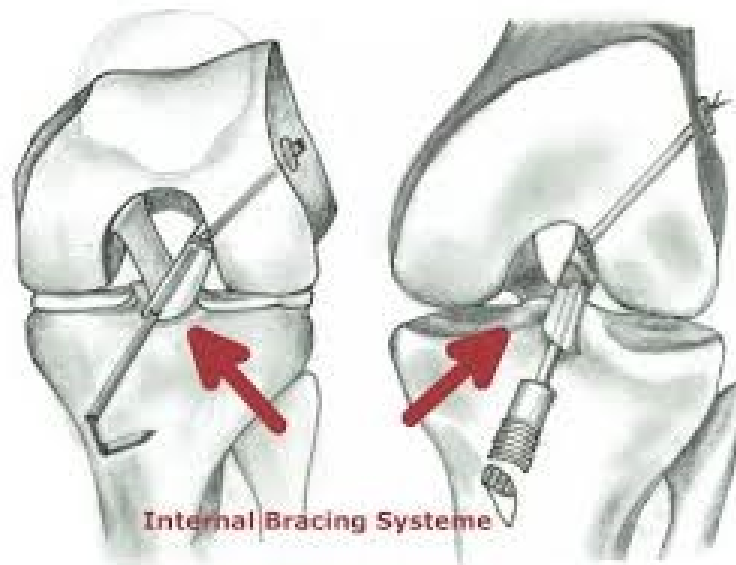


Abb. 5: Die beiden Internal Bracing Systeme, links: Internal Brace und rechts: Ligamys [65]

1.4.6. c) Ligamys

Ligamys ist ein System bestehend aus einem Polyethylenfaden, einem Monoblock mit integriertem Federmechanismus, einer Verschlusschraube und dem Flipanker, der den Faden an der Außenseite des Femurs sichert. Der Flipanker besteht aus Titan, der Monoblock aus rostfreiem Stahl und die Feder aus Phynox, einer Kobalt-Legierung. [66]



Abb. 6: Ligamys Implantat [66]

Im Gegensatz zu einer starren Punkt zu Punkt Verbindung wird der Polyethylenfaden an der Feder fixiert und verschiebt sich so mit jeder Kniebewegung im Sinne einer dynamischen Stabilisierung. In Streckstellung wird der Faden maximal gespannt, wodurch sich die Feder in Richtung Femur zusammenzieht und sich der Ansatzpunkt des Fadens nach proximal verschiebt. In Flexion hingegen nimmt die Spannung des Ligamys-Fadens ab, dadurch dehnt sich die Feder aus und verhindert ein Erschlaffen des Fadens. Damit wird das rupturierte Band entlastet, das Knie stabilisiert und die nötige Ruhe für die Regeneration des VKB geschaffen. [66]

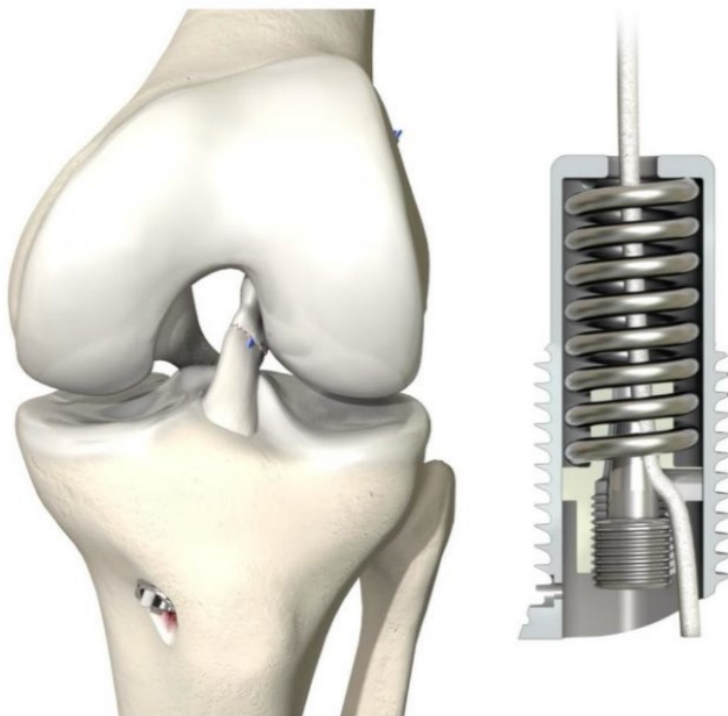


Abb. 7: Federmechanismus [67]

Der Mechanismus von Ligamys greift das Problem auf, dass nach Kreuzbandruptur eine persistierende antero-posteriore Translation die Kreuzbandstümpfe voneinander trennt und so eine mögliche Selbstheilung des VKB verhindert. Das Versprechen des Herstellers ist es, unter Verwendung eines Polyethylenfadens, das Kniegelenk dynamisch zu stabilisieren, um dem gerissenen VKB optimale Bedingungen für eine Heilung zu bieten. [68] Das vordere Kreuzband wird dabei durch den Ligamysfaden entlastet und gleichzeitig ermöglicht der tibial gelegene Federmechanismus eine dynamische Anpassung an

unterschiedliche Belastungen. [66] Zusätzlich trug zur Entwicklung dieser Methode die Überlegung bei, dass mit der Entfernung des Kreuzbandes auch sensorische Nervenfasern mitentfernt werden. Dadurch verliert das VKB seine propriozeptive Funktion und infolgedessen könnte die muskuläre Stabilisierung des Kniegelenks gestört werden.

Der Erhalt des originären Kreuzbandes und damit der Propriozeption könnte somit der Lösungsansatz für eine optimale Versorgung einer vorderen Kreuzbandruptur sein. Auf Basis dieser Theorie entwickelte man das Verfahren der dynamischen intraligamentären Stabilisierung. [68]

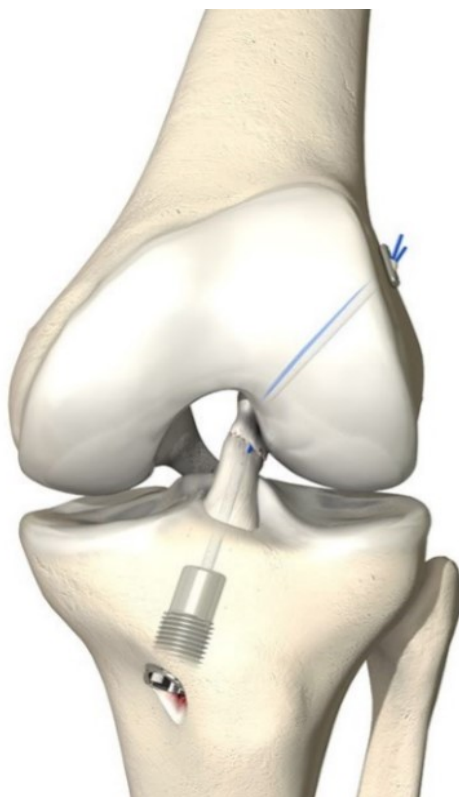


Abb. 8: Ligamys implantiert [66]

Die Entnahme einer körpereigenen Sehne und die daraus resultierenden Entnahmemorbiditäten entfallen bei der DIS. Dadurch werden Folgebeschwerden wie Schmerzen beim Knien bei Verwendung der Patellarsehne oder eine Schwächung der Innenrotation beim Einsatz von Hamstringsehnen verhindert. [66]

Die offiziellen Empfehlungen für die postoperative Rehabilitation erlauben eine frühzeitige Belastung mit Orthese in Streckstellung ab dem 1. postoperativen Tag und den Beginn der aktiven Physiotherapie ohne Orthese ab dem 5. Tag. Bei isolierter VKB-Ruptur ohne Begleitverletzungen kann ab der 6. Woche mit Radfahren und ab der 10. Woche mit Joggen begonnen werden. Nach Abschluss der physiotherapeutischen Maßnahmen und positiver Absolvierung eines Tests mit subjektiven und sportmotorischen Komponenten in Woche 16, dürfen Stop and Go- sowie Kontaktsportarten ausgeübt werden. In Abbildung 10 sind die empfohlenen Tests und subjektiven Scores beschrieben, wobei vor allem auf die erfolgreiche Durchführung der Hop-Tests Wert zu legen ist. [66]

Test Battery 16. und 24. Woche
Nach Abschluss der physiotherapeutischen Massnahmen

Ziel: Rückkehr zum Sport

Tests:

- Lysholm Score (zur subjektiven Bewertung)
- Hop Tests*
- Beweglichkeitsmessung
- Schmerzmessung (visuelle Analogskala VAS)
- Krafttest (auf Leg Press: mind. 90 % des gesunden Beines)

* Hop Tests: Single limb Hop Test, Timed 6 m Hop Test, Triple Hop für Distanz, Cross-Over Hop für Distanz

Lower Limb Symmetry Index berechnen:

Distanzmessung	= betroffene Seite / gesunde Seite x 100%	→ Score mindestens 85%
Zeitmessung	= gesunde Seite / betroffene Seite x 100%	→ Score mindestens 85%

Abb. 9: Testverfahren [66]

Das Ligamys-Implantat verspricht somit, verglichen mit einer Kreuzbandplastik, eine schnellere Rehabilitation und eine frühere Rückkehr zum Sport. Kontroversen bestehen hinsichtlich der Notwendigkeit und dem Zeitpunkt der Operation. [66]

2. PatientInnen und Methoden

2.1. Studienziel

Das Ziel unserer Studie ist eine retrospektive klinische und radiologische Beurteilung aller Patienten und Patientinnen die am LKH Graz, LKH Wagna und LKH Feldbach mit Ligamys versorgt wurden. Die Kniegelenke wurden postoperativ durch standardisierte klinische Scores, Tests und Messmethoden beurteilt. Außerdem wurde die antero-posteriore Stabilität mittels KT-1000 Arthrometer im Seitenvergleich zum kontralateralen gesunden Knie untersucht. Neben der klinischen Beurteilung fand zusätzlich eine radiologische Nachuntersuchung mittels einer Magnetresonanztomographie statt. Bei der anschließenden deskriptiven Analyse der erhobenen Daten erwarteten wir uns Aufschluss über die Funktionalität und das mögliche Versagen dieser neuen Methode.

2.2. PatientInnen

Insgesamt erklärten sich 19 Patienten und Patientinnen mittels schriftlicher Einverständniserklärung bereit an der Studie teilzunehmen. Diese wurden im Zeitraum von April 2014 bis Juli 2015 operiert und zwischen Juni und August 2016 im Rahmen der Standardnachsorge in die Studie eingeschlossen und untersucht. Dabei erhielt ein Patient weder einen Fragebogen noch eine klinische Untersuchung und konnte daher lediglich für die MRT-Statistik berücksichtigt werden. Die Nachuntersuchungen wurden bei allen Patienten und Patientinnen in gleicher Weise und anhand eines standardisierten Prüfbogens durchgeführt.

Eingeschlossen wurden alle Patienten und Patientinnen deren Ruptur des VKB mittels Ligamys versorgt worden ist und die ein minimales Follow-up von einem Jahr aufwiesen. Ausgeschlossen wurden Personen die nicht einverstanden sind, dass ihre Daten verblindet und anonymisiert verwendet werden, die durch andere VKB Rekonstruktionen versorgt worden sind oder bei denen das Follow-up kürzer als ein Jahr betrug. Das Mindestalter beträgt 18 Jahre, da die Studie ausschließlich in der Erwachsenenorthopädie/traumatologie durchgeführt wird. Da lediglich Routineuntersuchungen durchgeführt werden, die ohnehin in der Standardnachsorge

notwendig sind, und es im MRT keinerlei Strahlenbelastung gibt, ergibt sich für die Studienteilnehmer keinerlei Unterschied in der Nachsorge.

2.3. Prüfbogen

Die Studie besteht aus einem klinischen Teil, der mittels Clinical Report Form (=Prüfbogen) dokumentiert wird, und aus einem radiologischen, bei dem ein MRT durchgeführt wird.

Der Prüfbogen besteht aus einem demographischen Abschnitt, der neben Patientendaten auch Begleitverletzungen und die Unfallursache berücksichtigt. Postoperative Komplikationen sind ebenfalls protokolliert worden. Die klinische Untersuchung orientierte sich anhand des objektiven IKDC Scores. Abschließend füllte der/die Patient/in einen siebenseitigen Fragebogen aus der den subjektiven IKDC Score, den Tegner Aktivitätsscore, den Score nach Lysholm und den WOMAC Index beinhaltet.

2.3.1. IKDC objektiv

Die offizielle deutsche Übersetzung des Scores des International Knee Documentation Committees (IKDC) wurde für die klinische Untersuchung verwendet (Abbildung 11). Dieser setzt sich aus folgenden sieben Unterpunkten zusammen: Erguss, passives Bewegungsdefizit, Ligamentuntersuchung, Kompartimentbefunde, Transplantatentnahmemorbidity, Röntgenbefund und Funktionstest. Die Abschnitte Röntgenbefund und Transplantatentnahmemorbidity sind in unserer Studie nicht berücksichtigt worden, da es bei Ligamys keine Transplantatentnahme gibt und die Röntgenuntersuchung durch ein MRT ersetzt wurde. Für die Abschlussbeurteilung des IKDC Scores sind lediglich die ersten drei Punkte von Bedeutung. Hier werden die vier Grade: normal (A), fast normal (B), abnormal (C) und deutlich abnormal (D) unterschieden. Die Abschlussbeurteilung richtet sich dabei nach dem schlechtesten Gruppengrad. [69]

Der Unterpunkt Ligamentuntersuchung beinhaltet neben der manuellen Durchführung des Lachman-Tests auch die instrumentelle Messung mittels KT-1000 bei 134N und mit manueller Maximalkraft. Hierbei werden Seitendifferenzen von bis zu 2 mm als normal gewertet. Zusätzlich ist auf eine vordere und hintere Schublade, sowie auf einen Pivot-

shift getestet worden. Der Prüfbogen wurde durch einen mit dem KT-1000 gemessenen aktiven Quadrizeps-Test ergänzt.

Das Arthrometer ist ein Messgerät zur objektiven Bestimmung der antero-posterioren Translation der Tibia, ähnlich dem rein manuell durchgeführten Lachman-Test. Der/die Patient/in wird mittels Knierolle so gelagert, dass das Knie eine 25° Beugung einnimmt. Anschließend wird der KT-1000 mit zwei Bändern so an den Unterschenkel geschnallt, dass die beiden Sensorflächen an der Patella und der Tuberositas tibiae zu liegen kommen. Zunächst muss durch mehrmaligen Zug am Handgriff die Anzeige auf den Nullpunkt gebracht werden, erst danach kann die eigentliche Messung durch Zug am Handgriff beginnen. Dabei ist bei einer Kraft von 67 Newton der erste, bei 89 Newton der zweite und bei 134 Newton der dritte Ton zu hören. Durch Ablesen der Anzeige wird die antero-posteriore Translation in Millimeter ersichtlich. Die manuelle Maximalkraft wird getestet, indem der/die Prüfer/in den proximalen Unterschenkel mit Maximalkraft nach anterior verschiebt. Der aktive Quadrizeps-Test wird durchgeführt, indem der/die Patient/in bei angelegtem Arthrometer gebeten wird, die Ferse langsam von der Untersuchungsliege abzuheben. Die Tests werden an jedem Kniegelenk dreimal ausgeführt, der Mittelwert der drei Resultate errechnet und im Anschluss die Seitendifferenz ermittelt. [70]



Abb. 11: KT-1000 Arthrometer [71]

Der Lachman-Test ist der sensitivste und somit aussagekräftigste Test zur Bestimmung einer antero-posterioren Laxizität des Kniegelenks. Er wird durchgeführt indem das Knie in eine 20-30 Grad Flexionsstellung gebracht wird während mit einer Hand der distale Femur stabilisiert und mit der anderen Hand die Tibia nach anterior verschoben wird. Das Ausmaß der anterioren Translation und die Beurteilung des vorderen Endpunktes wurden angegeben. Eine Translation bis zu 2 mm in der Seitendifferenz gilt als normal, 3-5 mm werden als fast normal, 6-10 mm als abnormal und alles über 10 mm als deutlich abnormal eingestuft. Die Einteilung des vorderen Endpunktes erfolgte in einen festen, mäßigen oder unsicheren vorderen Anschlag. [40]

Der Pivot-shift Test dient zur Überprüfung der Rotationsstabilität, die durch ein rupturiertes VKB beeinflusst wird. Der Test beruht auf einer Subluxation des lateralen Tibiaplateaus und einer darauffolgenden Reposition, wenn das Kniegelenk aus einer Streckstellung in eine Beugstellung gebracht wird. Der/Die Untersucher/in bringt das Knie unter Valgusstress und Innenrotation aus der Extension langsam in Beugung. Die Reposition der Subluxation erfolgt in ca. 30 Grad Flexion. Bei einem positiven Pivot-shift ist, verglichen mit dem kontralateralen Knie, ein Gleiten, ein dumpfes oder ein lautes Klickgeräusch wahrzunehmen. [40]

2.3.2. Subjektive Scores

Das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Kniegelenks (IKDC subjektiv, Abbildung 13) beinhaltet Fragen zur sportlichen Betätigung, zur Funktionsfähigkeit und zu Symptomen des/der Patienten/in. Die Skala der transformierten Ergebnisse reicht von 0 bis 100, wobei 100 die höchste Funktionsfähigkeit und die geringste Symptomatik widerspiegelt. Die Berechnung des subjektiven IKDC Scores erfolgt wie in Abbildung 14 dargestellt.

Anleitungen zur Berechnung des Ergebnisses für das 2000 Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies

Eine Reihe von Methoden zur Auswertung des Formblatts zur subjektiven Beurteilung des Knies wurden untersucht. Die Untersuchungen ergaben, daß eine Summierung der Einzelergebnisse ebenso gute Resultate liefert wie kompliziertere Auswertungsmethoden.

Die Antworten auf die einzelnen Fragen erhalten einen Zahlenwert, wobei 1 die niedrigste Funktionsstufe oder höchste Symptomstufe darstellt. Unter Frage 1 (höchste Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen) erhält beispielsweise die Antwort „Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen“ einen Punkt und die Antwort „Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)“ 5 Punkte. Unter Frage 2 (Häufigkeit der Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen) erhält die Antwort „ständig Schmerzen“ einen Punkt und „Nie“ 11 Punkte.

Zur Ermittlung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies werden die Ergebnisse für die Einzelpunkte addiert und dann zu einer Skala mit dem Bereich 0 bis 100 transformiert. **Hinweis:** Die Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“ wird nicht in die Gesamtpunktzahl einbezogen. Zur Berechnung des Gesamtergebnisses für das Formblatt zur subjektiven Beurteilung des Knies gehen Sie wie folgt vor:

1. Ordnen Sie der Antwort des Patienten auf jede Frage eine Punktzahl zu, wobei die niedrigste Punktzahl die niedrigste Funktionsstufe bzw. höchste Symptomstufe darstellt.
2. Berechnen Sie das Rohergebnis, indem Sie die Punkte für alle Fragen addieren (mit Ausnahme der Antwort auf Punkt 10 „Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung“)
3. Wandeln Sie das Rohergebnis wie folgt in eine Skala von 0 bis 100 um:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{\text{Rohergebnis} - \text{Niedrigstmögliche Punktzahl}}{\text{Punktzahlbereich}} \times 100$$

wobei die niedrigstmögliche Punktzahl 18 und der Bereich möglicher Punktzahlen 87 ist. Wenn beispielsweise die für die 18 Fragen berechnete Punktzahl 60 beträgt, wird das IKDC-Ergebnis wie folgt berechnet:

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{60 - 18}{87} \times 100$$

$$\text{IKDC-Ergebnis} = 48,3$$

Dieses umgewandelte Ergebnis wird als Maßstab für die Funktionsfähigkeit verwendet, wobei höhere Punktzahlen eine höhere Funktionsfähigkeit und geringere Symptome repräsentieren. Ein Ergebnis von 100 bedeutet, daß die täglichen oder sportlichen Aktivitäten keinen Beschränkungen unterliegen und daß keine Symptome vorliegen.

Das IKDC-Ergebnis kann auch berechnet werden, wenn Daten fehlen, solange mindestens Antworten zu 90 % der Fragen vorliegen (d.h. es wurden mindestens 16 Fragen beantwortet). Zur Berechnung des Ergebnisses bei fehlenden Daten verwenden Sie anstelle des fehlenden Einzelergebnisses (bzw. der fehlenden Einzelergebnisse) das Durchschnittsergebnis für die beantworteten Fragen. Nach Berechnung des Rohergebnisses wird es wie oben beschrieben zu dem IKDC-Ergebnis transformiert.

Abb. 13: Berechnung des subjektiven IKDC Scores [69]

Mit den Fragen des Tegner Aktivitätsscores (Abbildung 15) wird die Alltags- und sportartspezifische Funktion untersucht. Die Patienten und Patientinnen wurden dabei gebeten das Aktivitätslevel vor ihrer Verletzung und nach der Operation anzugeben.

Der Score nach Lysholm (Abbildung 16) umfasst in acht Unterpunkten typische Beschwerden bei Personen mit Knieproblemen. Die maximal zu erreichende

Gesamtpunktzahl beträgt 100. Je höher der Wert ist desto niedriger sind die Beschwerden der Patienten und Patientinnen.

Den letzten Abschnitt des Fragebogens bildet der Womac Index (Abbildung 17). Er enthält fünf Schmerzfragen, zwei Fragen zur Steifigkeit des Kniegelenks und siebzehn Fragen zur körperlichen Tätigkeit. Jede Frage lässt maximal 10 Punkte zu, wobei eine höhere Punktzahl einem schlechteren Ergebnis entspricht. Zur Auswertung des gesamten WOMAC Index und der jeweiligen Unterpunkte werden die Resultate auf 100 normiert. Beispiel: Der Score der Subskala Schmerz reicht von 0 bis 50. Bei einem Wert von 5 muss dieser nun mit 100 multipliziert und durch 50 dividiert werden.

2.3.3. MRT

Für die Beurteilung des mit Ligamys versorgten VKB wurde bei jenen Personen bei denen bereits der tibiale Monoblock entfernt worden ist ein 3 Tesla MRT angefertigt. Ausgeschlossen von der radiologischen Untersuchung sind Schwangere und all jene die sich das tibiale Metall nicht entfernen lassen wollten, da hier Artefaktbildungen zu erwarten gewesen wären.

Die Befundung aller MRT-Bilder erfolgte standardisiert durch einen Radiologen. Insgesamt konnte bei 11 Personen ein MRT gemacht werden, wobei bei einer Patientin aufgrund deutlicher Bewegungsunruhe die Untersuchung vorzeitig abgebrochen werden musste und das MRT somit nicht auswertbar war.

2.3.4. Komplikationen

Die postoperativen Komplikationen sind entsprechend der Skala nach Goslings und Gouma in 5 Grade klassifiziert worden. Vorübergehende Schmerzepisoden mehrere Monate nach der OP, sowie rezidivierende Gelenksergüsse im betroffenen Knie wurden als Grad 1 bewertet. Lokale Schmerzen oder Wundheilungsstörungen an der Implantationsstelle der Ligamyssschraube, die nach Metallentfernung wieder verschwanden, sind zu Grad 2 zugeteilt worden. Re-rupturen sind als Grad 3 (permanenter Schaden) klassifiziert worden.

Grad 0	keinerlei Schaden
Grad 1	temporärer Schaden ohne notwendige Reoperation
Grad 2	Restitutio ad Integrum nach Reoperation
Grad 3	ein permanenter Schaden
Grad 4	Tode des Pateinten durch den Eingriff
Grad 5	Tod aufgrund einer anderen Ursache

Tab.1: Grade nach Goslings und Gouma [72]

2.4. OP-Methode

In Esmarchscher Blutleere wird nach Anlegen eines antero-lateralen und eines antero-medialen Portals zunächst der Hoffa'sche Fettkörper, soweit nötig für eine optimale Sicht, präpariert. Nach Anschlingen des tibialen Kreuzbandstumpfes mit 3-4 resorbierbaren PDS-Fäden erfolgt ein ca. 3 cm langer Hautschnitt über dem Pes anserinus. Mit dem Zielgerät wird nun für den tibialen Kanal ein Bankartstift zum Ursprung des VKB gesetzt. Dieser wird überbohrt und anschließend die Ligamyssschraube eingedreht. Danach erfolgt im femoralen Kreuzbandursprung ein ausgeprägtes Microfracturing. Für den femoralen Kanal wird mit dem Offset-Guide ebenfalls ein Bankartstift gesetzt, durch dessen Öse ein Shuttlefaden und die PDS-Fäden nach femoral gezogen werden. Unter Spannung der PDS-Haltefäden wird die an einem Flipanker befestigte Ligamyskordel eingezogen und mit einem Drehmomentschlüssel im Monoblock bei 70-80 Newton fixiert.

Nach der Operation wird das Kniegelenk für 5 Tage mittels einer Oberschenkel-Korkschiene in Streckstellung gehalten. Darauffolgend ist unter schmerzabhängiger Vollbelastung für 6 Wochen eine Orthese in 0/0/60 Grad zu tragen.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 19 Personen, davon 10 Frauen und 9 Männer, mit einem Durchschnittsalter von 29 Jahren (Median: 26,5, Spannweite: 19 bis 49) in die Studie eingeschlossen. Der jüngste Studienteilnehmer war 19 Jahre, der älteste 49 Jahre. Im Schnitt betrug der BMI 23, mit einer Spannweite von 19 bis 28.

Die jeweiligen Unfallursachen sind in die Kategorien Kontaktsport, nicht-Kontaktsport, Verkehr und Alltag unterteilt worden. 6 PatientInnen fielen in die Gruppe nicht-Kontaktsport, 9 in Kontaktsport, 2 in Verkehr und eine Person zog sich die VKB-Ruptur im Alltag zu.

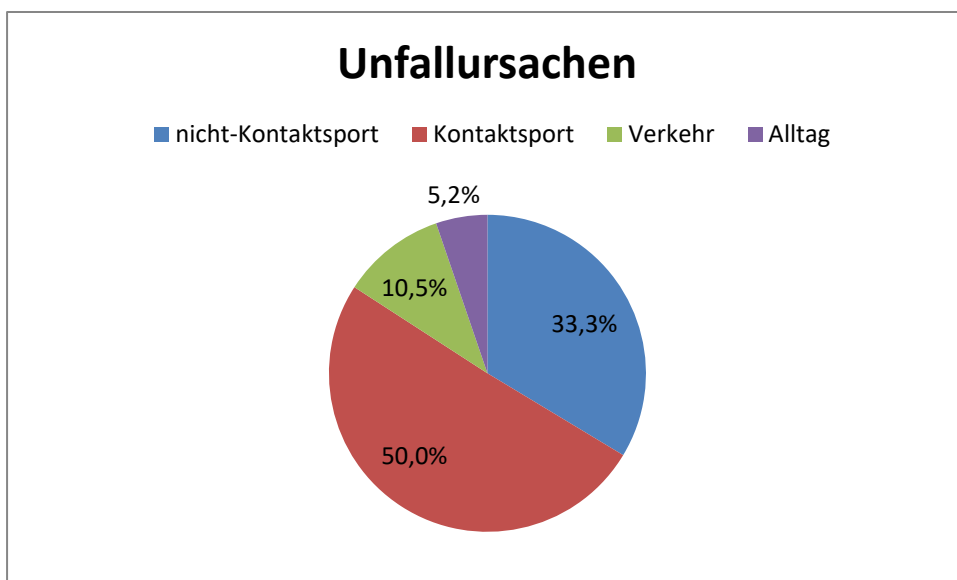


Abb. 17: Unfallursachen in Prozent

Das durchschnittliche Follow-up bis zur Nachuntersuchung belief sich auf 17,6 Monate (Minimum: 12, Maximum: 27). Alle 19 Patienten und Patientinnen wurden wie vorgeschrieben innerhalb von 21 Tagen nach Verletzung des VKB operiert. Der Zeitraum bis zur OP betrug dabei im Durchschnitt 13,8 Tage.

Neben der Ruptur des VKB erlitten 6 Personen zusätzlich eine Meniskusläsion, ein Patient eine mediale Seitenbandläsion und 4 Patienten und Patientinnen sowohl eine Meniskus- als auch eine mediale Seitenbandverletzung. Bei jenen mit einem medialen Meniskusriss wurde im Rahmen der Ligamys-OP eine Meniskusnaht durchgeführt.

3.1. IKDC Score objektiv

Die Abschlussbeurteilung des objektiven IKDC Scores ergab, dass die Hälfte der StudienteilnehmerInnen (9 Personen) Grad B erhielten, was einer "fast normalen" Kniefunktion entspricht. 5 Personen erhielten Grad A ("normal"), 4 Personen Grad C ("abnormal") und niemand Grad D ("deutlich abnormal").

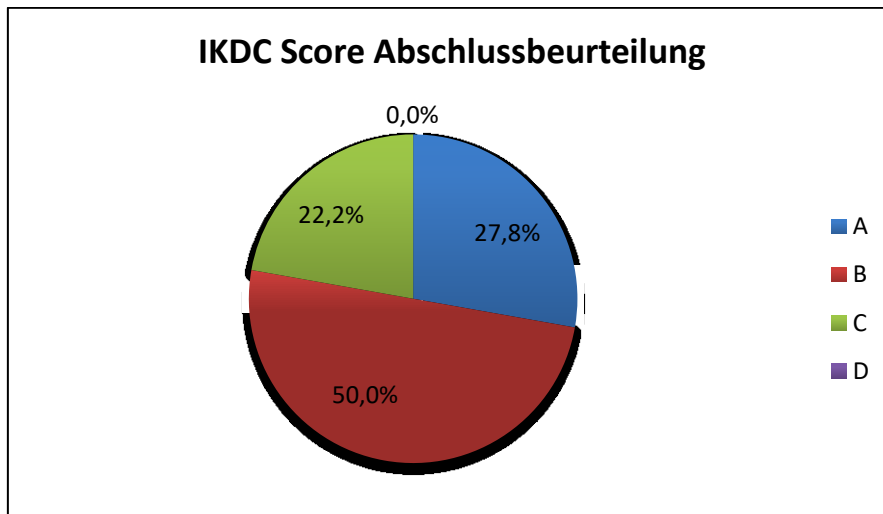
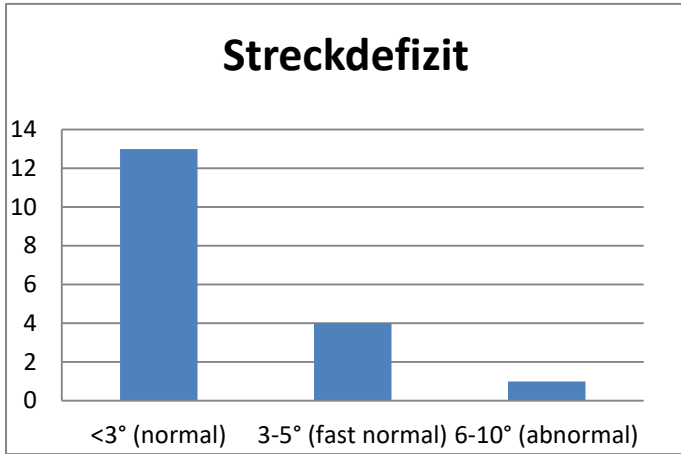
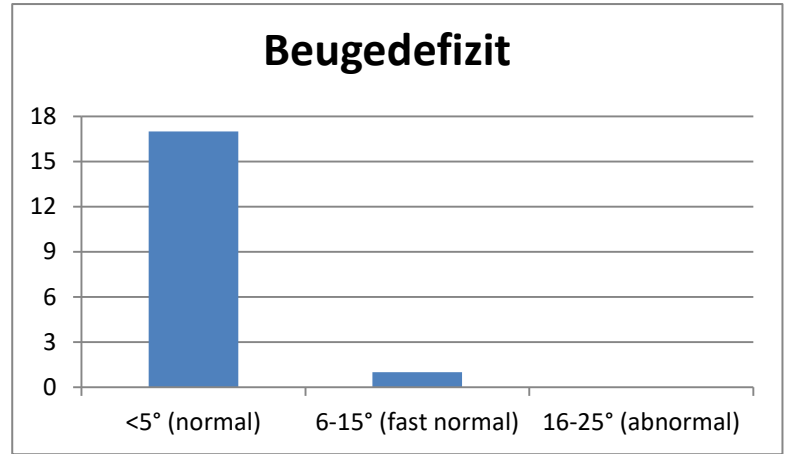


Abb. 18: IKDC-Abschlussbeurteilung in Prozent

Die Einzelergebnisse des IKDC Scores zeigten beim Pivot-shift Test, bei Valgus- und Varusstress, sowie im Unterpunkt Ergussbildung bei keinem der StudienteilnehmerInnen Unterschiede im Seitenvergleich. Ein passives Streckdefizit konnte bei insgesamt 5 (27,7%) Personen festgestellt werden, bei 4 Personen betrug es 3-5°, bei einem Patienten sogar 6-10°. Die passive Beugung war bei einer Patientin mit 6-15° eingeschränkt.



Tab. 2: Streckdefizit



Tab. 3: Beugedefizit

Mit dem KT-1000 Arthrometer wurde bei 134 N in 25° Beugung eine durchschnittliche Seitendifferenz von 2,28 mm (Standardabweichung von $\pm 2,17$) ermittelt. Bei manueller Maximalkraft betrug die mit dem KT-1000 gemessene Seitendifferenz 3,08 mm ($\pm 2,38$) und beim aktiven Quadrizeps-Test im Durchschnitt 2,00 mm ($\pm 1,63$). Die manuellen Tests ohne KT-1000 Messgerät ergaben für den Lachman-Test eine Seitendifferenz von 2,00 mm und für den vorderen Schubladentest von 1,83 mm. Der vordere Anschlag während des Lachman-Tests war bei 10 (55,6%) Personen fest, bei 6 (33,3%) mäßig fest und bei 2 (11,1%) unsicher.

KT-1000 134N	KT-1000 max. Kraft	KT-1000 aktiv.	Lachman-Test	vordere Schublade
2,28	3,08	2	2	1,83

Tabelle 4: Angegeben ist die durchschnittliche Seitendifferenz in Millimeter

3.2. Subjektive Scores

Die Auswertung des subjektiven IKDC Scores ergab einen Mittelwert von 84,3 Punkten ($\pm 10,27$) und einen Median von 86,2. Der höchste erreichte Wert lag bei 98,9 Punkten und der niedrigste bei 63,3 Punkten.

Im Durchschnitt betrug der Tegner Aktivitätsscore vor der Ligamys-Operation 7,1 und nach der OP 5,7. Keiner der 18 Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen betrieb seinen/ihren Sport auf einem professionellen Leistungsniveau.

Für den Score nach Lysholm errechnete sich über alle 8 Unterpunkte eine durchschnittliche Gesamtpunktzahl von 86,9 ($\pm 10,43$). Der Median lag dabei mit 91 Punkten etwas höher als der Mittelwert und die Spannweite erstreckte sich von 60 bis auf 99 Punkte.

Bei der Berechnung des WOMAC Index wurde ein mittlerer Wert von 1,4 erhoben. Für den Abschnitt Schmerz innerhalb des WOMAC Index ergab sich ein Wert von 1,6, für den Abschnitt Steifigkeit des Kniegelenks 3,1 und für den Abschnitt Alltagsaktivität 1,2. Die Skala erstreckt sich dabei von 0 bis 100 Punkte.

	IKDC subjektiv	Tegner	Lysholm	WOMAC Index
Score	84,3	5,7	86,9	1,4

Tab. 5: Auswertung der vier subjektiven Scores

3.3. Komplikationen

Von insgesamt 10 Patienten und Patientinnen konnte ein verwertbares MRT des betroffenen Kniegelenks angefertigt werden. Bei 3 der MRT-Untersuchungen stellte der Radiologe eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes fest, was einer Re-rupturrate von 30% im radiologisch untersuchten Kollektiv entspricht.

Die Komplikationen wurden nach Goslings und Gouma eingeteilt und ergaben, dass 31,6% keinerlei Schäden (Grad 0), 31,6% einen temporären Schaden ohne notwendige

Reoperation (Grad 1) und 21,1 % eine Restitutio ad integrum nach Reoperation (Grad 2) hatten. Grad 3 entsprach eine Re-ruptur und wurde bei 3 Personen beobachtet. Grad 4 oder höher kam bei keinem der 19 Patienten und Patientinnen vor.

12 Personen (67%) berichteten in der Nachuntersuchung über Schmerzen in Hockstellung bzw. beim Knien auf dem betroffenen Knie. Am zweithäufigsten (44%) wurde das gelegentliche Auftreten eines Instabilitätsgefühls in Form von giving-way Attacken angegeben. 4 Personen gaben Empfindungsstörungen bzw. Wundheilungsstörungen über der Implantationsstelle der Ligamyschraube an. Bei 5 Personen (28%) konnte ein passives Streckdefizit in der klinischen Nachuntersuchung festgestellt werden. Weiters klagten 4 Personen (22%) über einen rezidivierenden Reizerguss und 6 Personen (33%) über ein gelegentliches Gefühl der Einklemmung.

Anzahl	Art der Komplikation	% der Patienten
3	Re-rupturen	30%
5	Streckdefizite	28%
8	Instabilität (giving way)	44%
4	Beschwerden an Implantationsstelle	22%
12	Beschwerden in Hockstellung bzw. auf dem Knie knien	67%
4	rezidivierender Reizerguss	22%
6	Gefühl der Einklemmung	33%

Tab. 6: Komplikationen

4. Diskussion

Um die Ergebnisse unserer Studie besser einordnen zu können, werden unsere Resultate in Tabelle 7 mit jenen anderer Ligamys-Studien und in Tabelle 9 mit jenen des derzeitigen Goldstandards der STG-Plastik verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Patienten und Patientinnen in unserer Studie, sowohl bei den subjektiven Scores (IKDC, Lysholm), als auch bei der antero-posterioren Translation (KT-1000) Werte zeigen, die jenen anderer Ligamys-Studien und auch Studien über den STG-Kreuzbandersatz unterlegen sind. Die durchwegs sehr guten Resultate in den Ligamys-Vergleichstudien wurden somit nicht

erreicht. Jedoch ist anzumerken, dass bei Ateschrang et al. und Büchler et al. beim IKDC und Lysholm Score jeweils der Median anstelle des Mittelwertes herangezogen wurde. Außerdem sind Studien über die dynamische intraligamentäre Stabilisierung, mit Ausnahme jener von Schliemann et al., bislang lediglich vom Schweizer Forscherteam rund um den Entwickler Prof. Egli publiziert worden.

	Follow-up (Monate)	n	IKDC	Lysholm	Δ KT-1000 (mm)
Schliemann et al. [73]	12	30	85,7	89,8	1,7
Ateschrang et al. [74]	12	47	94	100	2,1
Büchler et al. [75]	12	45	89,5	..	0
Henle et al. [76]	12	176	93,5	96	1,5
Eigene Ergebnisse	18	18	84,3	86,8	2,3

Tab. 7: Eigene Ergebnisse verglichen mit jenen vier weiterer Ligamys-Studien

	Follow-up (Monate)	n	Re-rupturrate	KT- 1000 man. Max.	Lysholm	IKDC
Leo et al. [77]	27	71	6%	..	..	..
Aune et al. [78]	24	32	6%	2,7	..	..
Shaieb et al. [79]	33	37	5%	2,5	92	..
Gifstad et al. [80]	84	36	6%	1,4	..	..
Maletis et al. [81]	24	51	2%	2,8	98	..
Drogset et al. [82]	24	50	2%	1,8	91	..
Gobbi et al. [83]	46	30	0%	1,4	93,3	89,4
Lawhorn et al. [84]	24	54	2%	..	..	91
Durchschnitt			4%	2,1	93,6	90,2
Eigene Ergebnisse	18	18	30%	3,1	86,8	84,3

Tab. 9: Eigene Ergebnisse verglichen mit jenen der STG-Plastik in Einzelbündeltechnik

Die in Tabelle 8 aufgelisteten Re-rupturraten bei Ligamys lassen, verglichen mit denen einer STG-Kreuzbandplastik (Tabelle 9), erkennen dass hier offenbar häufiger mit einer neuerlichen Ruptur zu rechnen ist. Da lediglich 10 Personen für eine MRT-Untersuchung in Frage kamen, ergab dies bei 3 Re-rupturen einen mit 30%

vergleichsweise hohen Wert in unserer Studie. Allerdings konnte der Radiologe bei den 7 weiteren MRTs eine narbige Heilung des VKB feststellen.

	Follow-up (Monate)	n	Re-rupturrate
Henle et al. [85]	30	381	7,90%
Krismer et al. [86]	24	264	9,50%
Büchler et al. [75]	12	45	6,60%
Eigene Ergebnisse	18	10	30%

Tab. 8: Re-rupturraten mehrerer Ligamys-Studien im Vergleich

Faktoren die die Re-rupturraten und somit den Erfolg von Ligamys beeinflussen, wurden in zwei Studien untersucht. Die Wahrscheinlichkeit für eine Revisions-OP war dabei bei jungen Patienten und Patientinnen unter 24 Jahren bei hoher sportlicher Aktivität, mit einem Tegner Score von über 5, sowie bei Rupturen die sich im mittleren Drittel des VKB ereigneten erhöht. [85][86] Rupturformen nahe des femoralen Ursprungs zeigen bei DIS eine bessere Heilungstendenz, was sich in der Rate an Re-rupturen widerspiegelt, die bei femoralen Rupturen bei 6% und bei sogenannten "midsubstance ACL tears" bei 11% bis 14% liegt. Aufgrund des besseren Outcomes werden daher vorzugsweise Personen mit ursprungsnahen femoralen Rissen mit Ligamys behandelt. [87][85]

Angesichts der Ergebnisse dieser Studien stellt sich die Frage, welche Patienten am meisten von einer dynamischen intraligamentären Stabilisierung profitieren. Man kommt dabei zu dem Schluss, dass vor allem jungen sportlich sehr aktiven Patienten und Patientinnen unter Umständen sogar von einer Operation mit Ligamys abgeraten werden muss, während es Personen ohne große sportliche Ansprüche und bei Ausübung von nicht pivotierenden Sportarten eher zu empfehlen ist.

Für die Versorgung mit Ligamys kommen ausschließlich frische VKB-Rupturen, die innerhalb von 21 Tagen operiert werden müssen, in Frage. Denn in diesem frühen Stadium bieten die adaptierten Kreuzbandstümpfe das höchste Heilungspotenzial. Dabei ist allerdings das Ausmaß der Schwellung im betroffenen Knie zu berücksichtigen, da ein nicht reizfreies Kniegelenk ein Risiko für eine postoperative Arthrofibrose darstellt. In diesen Fällen wäre von einer Operation abzuraten. Weiters gilt es zu berücksichtigen,

dass man Patienten und Patientinnen, die von einer konservativen Behandlung profitieren würden, erst deutlich nach diesen 3 Wochen antrifft und diese somit einer verzichtbaren Operation unterziehen würde.

Die Größe des in der Tibia verankerten Monoblocks scheint bei einigen Personen zu Beschwerden zu führen. Es traten bei 22% Empfindungsstörungen bis stechende Schmerzen tibial im Bereich der Implantationsstelle auf. Nach Entfernung des Monoblocks verschwanden diese Beschwerden jedoch bei allen Patienten und Patientinnen. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Ligamyssschraube einen auffallend großen ossären Defekt an der Tibia hinterlässt. Dadurch könnte im Falle einer notwendig werdenden Kreuzbandersatzplastik die tibiale Fixation des Implantats massiv erschwert werden. In weiterer Folge müsste unter Umständen das tibiale Bohrloch vor einer Revisions-OP mit Knochen aufgefüllt werden. Diese Überlegung gilt es zu berücksichtigen, um die mit Ligamys versorgten Personen über die möglichen Folgen einer Re-ruptur bestmöglich aufklären zu können. [88]

Laut offiziellen Empfehlungen wäre es bei einem komplikationslosen Verlauf ohne Begleitverletzungen und nach positiver Absolvierung einer Testbatterie möglich, ab der 18. Woche wieder mit Kontaktsportarten (Fußball, Handball,..), Stop-and-go-Sportarten (Tennis, Squash,...) oder mit Skifahren zu beginnen. [66] Diese Zeitangaben waren für unser Patientenkollektiv unrealistisch und beziehen sich vermutlich auf LeistungssportlerInnen, die auch die dafür notwendigen Rahmenbedingungen vorfinden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die hohen Erwartungen an Ligamys, die aufgrund bereits vorhandener Studien geweckt wurden, durch unsere Ergebnisse nicht erfüllt werden konnten. Jedoch ist die Teilnahme von lediglich 18 Personen in unserer Studie womöglich nicht aussagekräftig genug, um auf ein größeres Patientenkollektiv zu schließen. Daher gilt es in Zukunft mit unabhängigen Studien und größerer Studienpopulation die Bedeutung von Ligamys für die Kreuzbandchirurgie und vor allem dessen Langzeitergebnisse zu untersuchen.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: VKB-Kaskade [29]

Abb. 2: GOTS-VKB-Indikationswert [22]

Abb. 3: linkes Knie mit BPTB-Transplantat [50]

Abb. 4: linkes Knie mit STG-Sehnentransplantat [58]

Abb. 5: Die beiden Internal Bracing Systeme, links: Internal Brace und rechts: Ligamys [65]

Abb. 6: Ligamys Implantat [66]

Abb. 7: Federmechanismus [67]

Abb. 8: Ligamys implantiert [66]

Abb. 9: Testverfahren [66]

Abb. 10: IKDC-Formblatt Deutsch [69]

Abb. 11: KT-1000 Arthrometer [71]

Abb. 12: IKDC Score subjektiv [69]

Abb. 13: Berechnung des subjektiven IKDC Scores [69]

Abb. 14: Tegner Score [89]

Abb. 15: Lysholm Score [90]

Abb. 16: Womac Index [91]

Abb. 17: Unfallursachen in Prozent

Abb. 18: IKDC- Abschlussbeurteilung in Prozent

Tabellenverzeichnis

Tab.1: Komplikationsgrade nach Goslings und Gouma [72]

Tab. 2: Streckdefizit

Tab. 3: Beugedefizit

Tab. 4: Angegeben ist die durchschnittliche Seitendifferenz in Millimeter

Tab. 5: Auswertung der vier subjektiven Scores

Tab. 6: Komplikationen

Tab. 7: Eigene Ergebnisse verglichen mit jenen vier weiterer Ligamys-Studien

Tab. 8: Re-rupturraten mehrere Ligamys-Studien im Vergleich

Tab. 9: Eigene Ergebnisse verglichen mit jenen der STG-Plastik

Literaturverzeichnis

1. Kohn D, Adam F, Wirth CJ (eds.): Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Knie. Stuttgart: Thieme 2005
2. Platzer W: Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat. 11th ed. s.l.: Georg Thieme Verlag KG 2013.
3. Waldeyer A, Fanghänel J (eds.): Waldeyer Anatomie des Menschen: [Lehrbuch und Atlas in einem Band]. 18th ed. Berlin: de Gruyter 2009.
4. Aumüller G, Wurzinger LJ: Duale Reihe: Anatomie. 2nd ed. Stuttgart: Thieme 2010.
5. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop Relat Res 1975(106): 216–31.
6. Kohn D, Busche T, Carls J: Drill hole position in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Results of an advanced arthroscopy course. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1998; 6 Suppl 1: S13-5.
7. Hwang MD, Piefer JW, Lubowitz JH: Anterior cruciate ligament tibial footprint anatomy: Systematic review of the 21st century literature. Arthroscopy 2012; 28(5): 728–34.
8. Cohen SB, VanBeek C, Starman JS, Armfield D, Irrgang JJ, Fu FH: MRI measurement of the 2 bundles of the normal anterior cruciate ligament. Orthopedics 2009; 32(9).
9. Race A, Amis AA: The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. J Biomech 1994; 27(1): 13–24.
10. Shimokochi Y, Shultz SJ: Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. J Athl Train 2008; 43(4): 396–408.
11. McNair PJ, Marshall RN, Matheson JA: Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury. N Z Med J 1990; 103(901): 537–9.

12. Faunø P, Wulff Jakobsen B: Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Int J Sports Med* 2006; 27(1): 75–9.
13. Natri A, Jarvinen M, Kannus P, Niittymaki S, Aarnio J, Lindholm TS: Changing injury pattern of acute anterior cruciate ligament tears treated at Tampere University Hospital in the 1980s. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5(2): 100–4.
14. Agel J, Rockwood T, Klossner D: Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med* 2016; 26(6): 518–23.
15. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, et al.: Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17(7): 705–29.
16. Bere T, Florenes TW, Krosshaug T, et al.: Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: A systematic video analysis of 20 cases. *Am J Sports Med* 2011; 39(7): 1421–9.
17. Shea KG, Archibald-Seiffer N, Murdock E, et al.: Knee Injuries in Downhill Skiers: A 6-Year Survey Study. *Orthop J Sports Med* 2014; 2(1): 2325967113519741.
18. Geyer M, Wirth CJ: Ein neuer Verletzungsmechanismus des vorderen Kreuzbandes. *Unfallchirurg* 1991; 94(2): 69–72.
19. Brophy RH, Zeltser D, Wright RW, Flanigan D: Anterior cruciate ligament reconstruction and concomitant articular cartilage injury: Incidence and treatment. *Arthroscopy* 2010; 26(1): 112–20.
20. Kilcoyne KG, Dickens JF, Haniuk E, Cameron KL, Owens BD: Epidemiology of meniscal injury associated with ACL tears in young athletes. *Orthopedics* 2012; 35(3): 208–12.
21. Yoon KH, Yoo JH, Kim K-I: Bone contusion and associated meniscal and medial collateral ligament injury in patients with anterior cruciate ligament rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93(16): 1510–8.
22. Gerhard Bauer, Matthias Buchner, Holger Schmitt, Martin Engelhardt, Michael Krüger-Franke, Karl-Peter Benedetto, Hermann Mayr, Andree Ellermann, Oliver Miltner: GOTS Expertenmeeting 2010: Vorderes Kreuzband, OP-Indikation 2010: 53–8.

23. Mayr HO, Weig TG, Plitz W: Arthrofibrosis following ACL reconstruction--reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004; 124(8): 518–22.
24. Harris JD, Abrams GD, Bach BR, et al.: Return to sport after ACL reconstruction. *Orthopedics* 2014; 37(2): e103-8.
25. Herbst E, Hoser C, Hildebrandt C, et al.: Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: Clinical application of a new test battery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(5): 1283–91.
26. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K: Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005; 21(8): 948–57.
27. Ajuied A, Wong F, Smith C, et al.: Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2014; 42(9): 2242–52.
28. Li RT, Lorenz S, Xu Y, Harner CD, Fu FH, Irrgang JJ: Predictors of radiographic knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011; 39(12): 2595–603.
29. Wolf Petersen, Thore Zantop, Dieter Rosenbaum, Michael Raschke: Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 2: Präventionsstrategien und Präventionsprogramme. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2005; 56(6): 157–64.
30. Michalitsis S, Vlychou M, Malizos KN, Thriskos P, Hantes ME: Meniscal and articular cartilage lesions in the anterior cruciate ligament-deficient knee: Correlation between time from injury and knee scores. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(1): 232–9.
31. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA: Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: A systematic review. *Am J Sports Med* 2009; 37(7): 1434–43.
32. Shelbourne KD, Jari S, Gray T: Outcome of untreated traumatic articular cartilage defects of the knee: A natural history study. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A Suppl 2: 8–16.

33. van Meer BL, Oei EHG, Meuffels DE, et al.: Degenerative Changes in the Knee 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Rupture and Related Risk Factors: A Prospective Observational Follow-up Study. *Am J Sports Med* 2016; 44(6): 1524–33.
34. Spahn G, Schiltenswolf M, Hartmann B, Grifka J, Hofmann GO, Klemm H-T: Das zeitabhängige Arthroserisiko nach vorderer Kreuzbandverletzung. Ergebnisse einer systematischen Literaturrecherche. *Orthopade* 2016; 45(1): 81–90.
35. Shafizadeh S, Jaecker V, Pfeiffer T, Naendrup J-H: Aktueller Stand der Behandlung vorderer Kreuzbandrupturen in Deutschland. *Sports Orthopaedics and Traumatology* 2017; 33(2): 177–8.
36. Ciccotti MG, Lombardo SJ, Nonweiler B, Pink M: Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients. Results after long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76(9): 1315–21.
37. Dawson AG, Hutchison JD, Sutherland AG: Is Anterior Cruciate Reconstruction Superior to Conservative Treatment? *J Knee Surg* 2016; 29(1): 74–9.
38. Ahn JH, Chang MJ, Lee YS, Koh KH, Park YS, Eun SS: Non-operative treatment of ACL rupture with mild instability. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130(8): 1001–6.
39. Fink C, Hoser C, Benedetto KP: Sportfähigkeit nach vorderer Kreuzbandruptur-- Operative versus nicht operative Therapie. *Aktuelle Traumatol* 1993; 23(8): 371–5.
40. Skinner HB (ed.): *Current diagnosis & treatment in orthopedics*. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education Medical 2014.
41. Buss DD, Min R, Skyhar M, Galinat B, Warren RF, Wickiewicz TL: Nonoperative treatment of acute anterior cruciate ligament injuries in a selected group of patients. *Am J Sports Med* 1995; 23(2): 160–5.
42. Diekstall P, Rauhut F: Überlegungen zur Differentialindikation der vorderen Kreuzbandplastik. Ergebnisse nach Ersatz des vorderen Kreuzbandes im Vergleich zur Spontanprognose. *Unfallchirurg* 1999; 102(3): 173–81.
43. Rixen D, Schoepp C, Tingart M (eds.): *Kniechirurgie*. München: Elsevier 2017.
44. Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L: Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: Copers versus noncopers. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(2): 210–5.

45. Rupp S, Seil R, Jäger A, Kohn D: Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit dem Patellarsehnentransplantat. *Orthopäde* 2002; 31(8): 751–7.
46. Sarzaeem MM, Najafi F, Razi M, Najafi MA: ACL reconstruction using bone-patella tendon-bone autograft: Press-fit technique vs. interference screw fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014; 134(7): 955–62.
47. Han HS, Seong SC, Lee S, Lee MC: Anterior cruciate ligament reconstruction: Quadriceps versus patellar autograft. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(1): 198–204.
48. Park MJ, Lee MC, Seong SC: A comparative study of the healing of tendon autograft and tendon-bone autograft using patellar tendon in rabbits. *International Orthopaedics (SICOT)* 2001; 25(1): 35–9.
49. Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q: A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee* 2015; 22(2): 100–10.
50. <https://www.arthrex.com/knee/acl-btb-graft-fixation> (last accessed on 30 September 2017).
51. Papastergiou SG, Stergios PG, Konstantinidis GA, et al.: Adequacy of semitendinosus tendon alone for anterior cruciate ligament reconstruction graft and prediction of hamstring graft size by evaluating simple anthropometric parameters. *Anat Res Int* 2012; 2012: 424158.
52. Limitlaohaphan C, Kijkunasatian C, Saitongdee P: Length of semitendinosus and gracilis tendons and the relationship of graft length and leg length. *J Med Assoc Thai* 2009; 92 Suppl 6: S200-3.
53. Ewerbeck V, Wentzensen A, Grützner PA, Holz F: Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie. 4th ed. s.l.: Georg Thieme Verlag KG 2014.
54. Wilcke A: Vordere Kreuzbandläsion: Anatomie Pathophysiologie Diagnose Therapie Trainingslehre Rehabilitation. Heidelberg: Steinkopff 2004.
55. Sadoghi P, Müller PE, Jansson V, van Griensven M, Kröpfl A, Fischmeister MF: Reconstruction of the anterior cruciate ligament: A clinical comparison of bone-

- patellar tendon-bone single bundle versus semitendinosus and gracilis double bundle technique. *International Orthopaedics (SICOT)* 2011; 35(1): 127–33.
56. Desai N, Björnsson H, Musahl V, et al.: Anatomic single- versus double-bundle ACL reconstruction: A meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 22(5): 1009–23.
57. Torkaman A, Yazdi H, Hosseini MG: The Results of Single Bundle Versus Double Bundle ACL Reconstruction Surgery, a Retrospective Study and Review of Literature. *Med Arch* 2016; 70(5): 351–3.
58. <http://ligamys.com/de/home/patient/behandlung/rekonstruktion/kurzbeschreibung.html> (last accessed on 30 September 2017).
59. Lund B, Nielsen T, Faunø P, Christiansen SE, Lind M: Is quadriceps tendon a better graft choice than patellar tendon? a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2014; 30(5): 593–8.
60. H.-U. Stäubli: Die autologe Quadrizepssehne zur vorderen Kreuzbandrekonstruktion: Band 14 von Arthroskopie aktuell. Stiftung zur Förderung der Arthroskopie, 2001 2001(1001/5 Ausgabe 14).
61. Magnussen RA, Trojani C, Granan L-P, et al.: Patient demographics and surgical characteristics in ACL revision: A comparison of French, Norwegian, and North American cohorts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(8): 2339–48.
62. Mariscalco MW, Magnussen RA, Mehta D, Hewett TE, Flanigan DC, Kaeding CC: Autograft versus nonirradiated allograft tissue for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Am J Sports Med* 2014; 42(2): 492–9.
63. Wasmaier J, Kubik-Huch R, Pfirrmann C, Grehn H, Bieg C, Eid K: Proximal anterior cruciate ligament tears: The healing response technique versus conservative treatment. *J Knee Surg* 2013; 26(4): 263–71.
64. Steadman JR, Matheny LM, Briggs KK, Rodkey WG, Carreira DS: Outcomes following healing response in older, active patients: A primary anterior cruciate ligament repair technique. *J Knee Surg* 2012; 25(3): 255–60.

65. <https://www.knie-marathon.de/internal-bracing-hoffnung-zwischen-kreuzbandplastik-konservativer-behandlung/> (last accessed on 3 August 2017).
66. <http://ligamys.com/de/home/arzt/start.html> (last accessed on 3 August 2017).
67. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Ligamys.pdf/page1-2000px-Ligamys.pdf.jpg>.
68. Egli S, Kohlhof H, Zumstein M, et al.: Dynamic intraligamentary stabilization: Novel technique for preserving the ruptured ACL. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(4): 1215–21.
69. <https://www.sportsmed.org/AOSSMIMIS/members/downloads/research/IKDCGerman.pdf> (last accessed on 23 August 2017).
70. <https://www.thekneedoc.co.uk/kt1000-knee-laxity-testing-device/> (last accessed on 18 August 2017).
71. Lam M-H, Fong DT, Yung PS, Ho EP, Chan W-Y, Chan K-M: Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury: Clinical and biomechanical approaches. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2009; 1(1): 20.
72. Goslings JC, Gouma DJ: What is a surgical complication? *World J Surg* 2008; 32(6): 952.
73. Schliemann B, Glasbrenner J, Rosenbaum D, et al.: Changes in gait pattern and early functional results after ACL repair are comparable to those of ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017.
74. Henle P, Bieri KS, Brand M, et al.: Patient and surgical characteristics that affect revision risk in dynamic intraligamentary stabilization of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017.
75. Ateschrang A, Ahmad SS, Stöckle U, Schroeter S, Schenk W, Ahrend MD: Recovery of ACL function after dynamic intraligamentary stabilization is resultant to restoration of ACL integrity and scar tissue formation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017.
76. Krismer AM, Gousopoulos L, Kohl S, Ateschrang A, Kohlhof H, Ahmad SS: Factors influencing the success of anterior cruciate ligament repair with dynamic intraligamentary stabilisation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017.

77. Büchler L, Regli D, Evangelopoulos DS, et al.: Functional recovery following primary ACL repair with dynamic intraligamentary stabilization. *Knee* 2016; 23(3): 549–53.
78. Evangelopoulos DS, Kohl S, Schwienbacher S, Gantenbein B, Exadaktylos A, Ahmad SS: Collagen application reduces complication rates of mid-substance ACL tears treated with dynamic intraligamentary stabilization. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017; 25(8): 2414–9.
79. Henle P, Röder C, Perler G, Heitkemper S, Egli S: Dynamic Intraligamentary Stabilization (DIS) for treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures: Case series experience of the first three years. *BMC Musculoskelet Disord* 2015; 16: 27.
80. Leo BM, Krill M, Barksdale L, Alvarez-Pinzon AM: Failure Rate and Clinical Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Autograft Hamstring Versus a Hybrid Graft. *Arthroscopy* 2016; 32(11): 2357–63.
81. J.Barthofer: ACL Erhalt, Internal Bracing, Stimulationstechniken, Lftla (ALL) Repair und andere Mythen. http://www.sinwel.com/gots/_gots-19_publicationen/page/gots-sa1800.html (last accessed on 27 September 2017).
82. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H: Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2001; 29(6): 722–8.
83. Shaieb MD, Kan DM, Chang SK, Marumoto JM, Richardson AB: A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002; 30(2): 214–20.
84. Gifstad T, Sole A, Strand T, Uppheim G, Grøntvedt T, Drogset JO: Long-term follow-up of patellar tendon grafts or hamstring tendon grafts in endoscopic ACL reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21(3): 576–83.
85. Maletis GB, Cameron SL, Tengan JJ, Burchette RJ: A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison of patellar tendon and quadruple-strand semitendinosus/gracilis tendons fixed with bioabsorbable interference screws. *Am J Sports Med* 2007; 35(3): 384–94.

86. Drogset JO, Strand T, Uppheim G, Odegård B, Bøe A, Grøntvedt T: Autologous patellar tendon and quadrupled hamstring grafts in anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective randomized multicenter review of different fixation methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; 18(8): 1085–93.
87. Gobbi A, Mahajan V, Karnatzikos G, Nakamura N: Single- versus double-bundle ACL reconstruction: Is there any difference in stability and function at 3-year followup? *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470(3): 824–34.
88. Lawhorn KW, Howell SM, Traina SM, Gottlieb JE, Meade TD, Freedberg HI: The effect of graft tissue on anterior cruciate ligament outcomes: A multicenter, prospective, randomized controlled trial comparing autograft hamstrings with fresh-frozen anterior tibialis allograft. *Arthroscopy* 2012; 28(8): 1079–86.
89. <https://www.fomt.info/Frageboegen/TAS-Tegner-activity-scale-deutsche-Version.pdf> (last accessed on 30 September 2017).
90. <https://www.fomt.info/Frageboegen/Lysholm-Score.pdf> (last accessed on 30 September 2017).
91. <https://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/07/07H204/t9.pdf> (last accessed on 30 September 2017).

9. Anhang

9.1. IKDC subjektiv

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer! Der nun folgende Fragebogen ist von Ihnen auszufüllen (IKDC-Subjektiv, Tegner-Aktivitätsscore, Score nach Lysholm, Womac-Index). Weitere Erklärungen und Anleitungen sind vor dem jeweiligen Testteil zu finden.

IKDC subjektiv

SYMPTOME*:

* Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ständig Schmerzen

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Keine Schmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unerträgliche Schmerzen

4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?

- überhaupt nicht
- etwas
- ziemlich
- sehr
- extrem

5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein gesperrtes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

- Ja Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

8. Wie schwierig sind aufgrund Ihres Knies die folgenden Aktivitäten für Sie?

	überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem schwierig	unmöglich
a. Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Treppe hinuntergehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Auf dem vorderen Knie knien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| d. Hockstellung | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e. Normal sitzen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f. Vom Stuhl aufstehen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g. Geradeaus laufen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

FUNKTION:

10. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNIEVERLETZUNG:

Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen

Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten

- | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen

Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten

- | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Abb. 12: IKDC Score subjektiv [69]

9.2. IKDC objektiv

SIEBEN GRUPPEN	VIER GRADE				*GRUPPENGRAD			
	Normal	Fast normal	Abnormal	Deutlich abnormal	A	B	C	D
1. Erguß	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Passives Bewegungsdefizit								
Δ Streckdefizit	<input type="checkbox"/> < 3°	<input type="checkbox"/> 3-5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> > 10°				
Δ Beugedefizit	<input type="checkbox"/> 0-5°	<input type="checkbox"/> 6-15°	<input type="checkbox"/> 16-25°	<input type="checkbox"/> > 25°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ligamentuntersuchung (manuell, instrumentell, Röntgen)								
Δ Lachman Test (25° Beugung (134 N))	<input type="checkbox"/> -1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm (1+)	<input type="checkbox"/> 6-10mm (2+)	<input type="checkbox"/> >10mm (3+)				
		<input type="checkbox"/> <-1- -3	<input type="checkbox"/> < -3 steif					
Δ Lachman Test (25° Beugung) manuell, max.	<input type="checkbox"/> -1-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Vorderer Endpunkt:	<input type="checkbox"/> fest		<input type="checkbox"/> unsicher					
Δ Gesamt AP-Translation (25°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Gesamt AP-Translation (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Hintere Schublade (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Valgusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Varusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
Δ Außenrotationstest (30°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
Δ Außenrotationstest (90°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
Δ Pivot-shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> +Gleiten	<input type="checkbox"/> ++(dumpf)	<input type="checkbox"/> +++ (laut)				
Δ Reverse pivot-shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> Gleiten	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> ausgeprägt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kompartimentbefunde		Krepitation	Krepitation mit					
Δ Krepitation anterior (PF)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
Δ Krepitation mediales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
Δ Krepitation laterales Komp.	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
5. Transplantatentnahme- morbidity deutlich	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/>				
6. Röntgenbefund:								
Medialer Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
Lateraler Gelenkspalt	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
Femoropatellar-Gelenk	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
Vorderer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
Hinterer Gelenkspalt (sagittal)	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> deutlich				
7. Funktionstest								
Hüpfen auf einem Bein 50% (in % der gegenüberliegenden Seite)	<input type="checkbox"/> ≥ 90%	<input type="checkbox"/> 89-76%	<input type="checkbox"/> 75-50%	<input type="checkbox"/> <				
Abschlußbeurteilung					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 10: IKDC-Formblatt Deutsch [69]

9.3. Tegner Score

Aktivitätsgrad	Tätigkeit	Wertung	Vor-OP	Nach-OP
Wettkampfsport auf nationalen und internationalem Niveau	<ul style="list-style-type: none"> Fußball, Ski-Alpin (auf nationalem oder internationalem Niveau) 	10		
Wettkampfsport	<ul style="list-style-type: none"> Eishockey, Ringen, Turnen, Fußball, Ski-Alpin (auf regionalem Niveau) 	9		
Wettkampfsport	<ul style="list-style-type: none"> Snowboard, Badminton, Squash, Leichtathletik (Sprungdisziplinen) 	8		
Wettkampfsport	<ul style="list-style-type: none"> Tennis, Leichtathletik (Wurf und Laufdisziplinen), Geräteturnen, Handball, Basketball, Orientierungslauf, Crosslauf 	7		
Freizeitsport	<ul style="list-style-type: none"> Eishockey, Fußball, Ski-Alpin 			
Freizeitsport	<ul style="list-style-type: none"> Badminton, Tennis, Squash, Basketball, Handball, Volleyball, Orientierungslauf, Snowboard, Aerobic, Joggen (mind. 5x die Woche) 	6		
Wettkampfsport	<ul style="list-style-type: none"> Radfahren, Ski-Langlauf, Eiskunstlauf 	5		
Freizeitsport	<ul style="list-style-type: none"> Turnen, Gymnastik, Inline-Skating, Klettern, Bergsteigen, Skitouren, Joggen auf unebenem Boden (mind. 2x die Woche) 			
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Schwere körperliche Arbeit (Bauarbeit, Waldarbeit) 			
Freizeitsport	<ul style="list-style-type: none"> Skilanglauf, Radfahren, Tanzen, Aerobic, Bergwandern, Joggen auf ebenem Boden (mind 2x die Woche) 	4		
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Mittelschwere körperliche Arbeit (schwere Hausarbeit) 			
Wettkampf und Freizeitsport	<ul style="list-style-type: none"> Schwimmen, Wandern, Walking, Kegeln, Bowling 	3		
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Leichte körperliche Arbeit 			
Gehen	<ul style="list-style-type: none"> Querfeldein möglich 			
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Vorwiegend sitzende Tätigkeit 	2		
Gehen	<ul style="list-style-type: none"> Auf unebenem Boden möglich 			
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Sitzende Tätigkeit 	1		
Gehen	<ul style="list-style-type: none"> Nur auf ebenem Boden möglich 			
Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsunfähig oder berentet wegen Knieproblemen 	0		
Gehen	<ul style="list-style-type: none"> Nur eingeschränkt möglich 			

Abb. 14: Tegner Score [89]

9.4. Lysholm Score

<p><u>Hinken</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nein 5 <input type="checkbox"/> • Wenig oder Zeitweise 3 <input type="checkbox"/> • Stark oder immer 1 <input type="checkbox"/> 	<p><u>Schwellung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine 10 <input type="checkbox"/> • Bei schwerer Anstrengung 6 <input type="checkbox"/> • Bei gewöhnlicher Anstrengung 2 <input type="checkbox"/> • Ständig 0 <input type="checkbox"/>
<p><u>Belastung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vollbelastung 5 <input type="checkbox"/> • Gehstützen oder Stock 3 <input type="checkbox"/> • Belastung nicht möglich 0 <input type="checkbox"/> 	<p><u>Treppensteigen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kein Problem 10 <input type="checkbox"/> • Ein wenig beeinträchtigt 6 <input type="checkbox"/> • Schritt für Schritt 2 <input type="checkbox"/> • Nicht möglich 0 <input type="checkbox"/>
<p><u>Blockierung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Blockierung und kein Gefühl der Einklemmung 15 <input type="checkbox"/> • Gefühl der Einklemmung aber keine Blockierung 10 <input type="checkbox"/> • Gelegentliche Blockierung 6 <input type="checkbox"/> • Häufige Blockierung 2 <input type="checkbox"/> • Blockiertes Gelenk bei Untersuchung 0 <input type="checkbox"/> 	<p><u>Hocken</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kein Problem 5 <input type="checkbox"/> • Wenig beeinträchtigt 4 <input type="checkbox"/> • Nicht über 90 Grad 3 <input type="checkbox"/> • Nicht möglich 0 <input type="checkbox"/>
<p><u>Instabilität(„giving way“ Phänomen)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine 25 <input type="checkbox"/> • Selten während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung 20 <input type="checkbox"/> • Häufig während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung 15 <input type="checkbox"/> • Gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags 10 <input type="checkbox"/> • Oft während Tätigkeiten des Alltags 5 <input type="checkbox"/> • Bei jedem Schritt 0 <input type="checkbox"/> 	<p><u>Gesamtpunktezahl:</u> _____</p>
<p><u>Schmerzen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • keine 25 <input type="checkbox"/> • unregelmäßig und gering während schwerer Anstrengung 20 <input type="checkbox"/> • deutlich/ausgeprägt während schwerer Anstrengung 15 <input type="checkbox"/> • deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2km 10 <input type="checkbox"/> • deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2km 5 <input type="checkbox"/> • ständig 0 <input type="checkbox"/> 	

Abb. 15: Lysholm Score [90]

9.5. Womac Index

Womac Index

Sie werden nun gebeten, nach diesem Muster die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihrer Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je weiter rechts Sie das "X" ankreuzen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie.

A. Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen, die Sie derzeit in dem betroffenen Kniegelenk haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Gehen auf ebenem Boden

keine Schmerzen extreme Schmerzen

2.) Treppen hinauf- oder hinuntersteigen

keine Schmerzen extreme Schmerzen

3.) Nachts im Bett

keine Schmerzen extreme Schmerzen

4.) Sitzen oder Liegen

keine Schmerzen extreme Schmerzen

5.) Aufrecht stehen

keine Schmerzen extreme Schmerzen

B. Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihrer Kniegelenke. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Steifigkeit an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Wie stark ist Ihre Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?

keine Steifigkeit extreme Steifigkeit

2.) Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach dem Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

keine Steifigkeit extreme Steifigkeit

C. Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 2 Tagen wegen Beschwerden in Ihrem Kniegelenk verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Treppen hinuntersteigen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

2.) Treppen hinaufsteigen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

3.) Aufstehen vom Sitzen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

4.) Stehen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

5.) Sich zum Boden bücken

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

6.) Gehen auf ebenem Boden

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

7.) Einsteigen ins Auto / Aussteigen aus dem Auto

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

8.) Einkaufen gehen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

9.) Socken/Strümpfe anziehen

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

10.) Aufstehen vom Bett

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

11.) Socken/Strümpfe ausziehen

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

12.) Liegen im Bett

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

13.) Ins Bad(Badewanne) steigen / aus dem Bad(Badewanne) steigen

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

14.) Sitzen

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

15.) Sich auf die Toilette setzen / Aufstehen von der Toilette

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

16.) Anstrengende Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

17.) Leichte Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten

extreme Schwierigkeiten

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogen und der Teilnahme an unserer Studie.

Abb. 16: Womac Index [91]