

*AUS DEM LEHRSTUHL DER KLINIK UND POLIKLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROFESSOR DR. MED DR. BIOL. HOM. VOLKER ALT*

DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*Klinische Ergebnisse der intraligamentären Injektion von Platelet Rich Plasma und
Trephination zur Versorgung von vorderen Kreuzband Partialrupturen*

*Ein Vergleich zwischen intraligamentärer Injektion von Platelet Rich Plasma mit
Trephination und Kreuzbandplastik*

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Felix Mayr
aus München

2020

*AUS DEM LEHRSTUHL DER KLINIK UND POLIKLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROFESSOR DR. MED DR. BIOL. HOM. VOLKER ALT*

DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*Klinische Ergebnisse der intraligamentären Injektion von Platelet Rich Plasma und
Trephination zur Versorgung von vorderen Kreuzband Partialrupturen*

*Ein Vergleich zwischen intraligamentärer Injektion von Platelet Rich Plasma mit
Trephination und Kreuzbandplastik*

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Felix Mayr
aus München

2020

Dekan:	Prof. Dr. Dirk Hellwig
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Peter Angele
2. Berichterstatter:	PD Dr. Lukas Beyer
Tag der mündlichen Prüfung:	22.07.2020

Teile dieser Arbeit wurden publiziert in:

- Koch M, Mayr F, Achenbach L, Krutsch W, Lang S, Hilber F, Weber J, Pfeifer CG, Woehl R, Eichhorn J, Zellner J, Nerlich M, Angele P.
„Partial Anterior Cruciate Ligament Ruptures: Advantages by Intraligament Autologous Conditioned Plasma Injection and Healing Response Technique-Midterm Outcome Evaluation.“
Biomed Res Int. 2018 Jul 25
- Koch M, Matteo BD, Eichhorn J, Zellner J, Mayr F, Krutsch W, Achenbach L, Woehl R, Nerlich M, Angele P.
„Intra-ligamentary autologous conditioned plasma and healing response to treat partial ACL ruptures.“
Arch Orthop Trauma Surg. 2018 May

Auszüge aus dieser Arbeit wurden vorgestellt beim:

- AGA Summerschool (Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie) (2016)
Mayr F, Koch M, Zellner J, Nerlich M, Angele P.
„Intraligamentäre PRP Injektion und Trephination für die Behandlung von VKB-Partialrupturen“
- Forschungswochenende der Abteilung Unfallchirurgie der Universitätsklinik Regensburg (2016)
Mayr F, Koch M, Zellner J, Nerlich M, Angele P.
„Intraligamentous ACP injections for treatment of partial ACL- lesions“

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Anatomie des Kniegelenks.....	8
1.1.1	Bündelstruktur des VKB.....	9
1.1.2	Femorale und tibiale Insertion.....	9
1.1.3	Histologie.....	10
1.1.4	Blutversorgung.....	10
1.1.5	Innervation.....	10
1.2	Biomechanik.....	10
1.2.1	Biomechanik des gesunden Kniegelenks.....	10
1.2.2	Biomechanik des VKB-insuffizienten Kniegelenkes.....	11
1.3	Die vordere Kreuzbandruptur und Teilruptur.....	11
1.3.1	Verletzungsmechanismus.....	11
1.3.2	Diagnostik.....	11
1.3.3	Therapie.....	15
1.3.4	Platelet Rich Plasma (PRP).....	15
1.4	Fragestellung und Hypothese.....	16
2	Material und Methoden.....	18
2.1	Beschreibung des Patientenkollektivs.....	18
2.1.1	Rekrutierung der Patienten mit VKB-Partialruptur.....	18
2.1.2	Rekrutierung der Patienten mit VKB-Totalruptur.....	18
2.1.3	Ein- und Ausschlusskriterien.....	18
2.2	Herstellung von Platelet Rich Plasma (PRP).....	19
2.3	Operatives Vorgehen.....	20
2.3.1	PRP augmentierte Healing Response Technik.....	20
2.3.2	VKB-Rekonstruktion.....	21
2.4	Nachbehandlung.....	22
2.4.1	PRP-Gruppe.....	22
2.4.2	Graft-Gruppe.....	22
2.5	Befragung der Patienten.....	23
2.5.1	Subjektiver IKDC 2000 Score.....	23
2.5.2	Lysholm-Gillquist-Score.....	24
2.5.3	Tegner-Aktivitätsscore.....	24
2.5.4	Fragebogen der Studiengruppe.....	24

2.6	Klinische Untersuchung.....	24
2.6.1	Beurteilung des Reizzustandes	25
2.6.2	Untersuchung der Patella.....	25
2.6.3	Lachman-Test.....	26
2.6.4	Vorderer Schubladentest.....	26
2.6.5	Hinterer Schubladentest.....	26
2.6.6	Pivot-Shift-Test	27
2.6.7	Prüfung der Seitenbandstabilität.....	27
2.6.8	Meniskuszeichen nach Steinmann II	27
2.6.9	Objektiver IKDC 2000 Score	28
2.7	Instrumentelle Translationsmessung.....	28
2.8	Bewegungsanalytische Tests.....	29
2.8.1	Drop Jump	29
2.8.2	Side-Hop-Test.....	32
2.8.3	Stabilitätstest.....	32
2.8.4	Quick-Foot Test	34
2.9	Statistische Auswertung.....	34
3	Ergebnisse	36
3.1	Alters- und Geschlechtsverteilung im Patientenkollektiv	36
3.2	Loss to Follow-Up	37
3.3	Zeiträume.....	38
3.3.1	Nachuntersuchungszeiträume.....	38
3.3.2	Zeitraum zwischen Verletzung und Therapie	39
3.4	Operierte Extremität und Sprungbein Seite	39
3.5	Verteilung der Partialruptur-Graduierung im Patientenkollektiv	39
3.6	Ergebnisse der Patientenbefragung.....	40
3.6.1	Subjektiver IKDC 2000 Score	40
3.6.2	Lysholm-Gillquist-Score	42
3.6.3	Tegner Aktivitätsscore.....	44
3.6.4	Fragebogen der Studiengruppe	45
3.7	Ergebnisse der klinischen Untersuchung	48
3.7.1	Beurteilung des Reizzustandes	48
3.7.2	Lachman-Test	49
3.7.3	Pivot-Shift-Test	49

3.7.4	Passives Bewegungsmaß des Kniegelenks	50
3.7.5	Beinumfang	51
3.7.6	Objektiver IKDC 2000 Score	51
3.7.7	Revisionsrate	53
3.8	Ergebnisse der instrumentellen Translationsmessung.....	54
3.9	Bewegungsanalytische Tests.....	57
3.9.1	Drop Jump	57
3.9.2	Side-Hop-Test.....	59
3.9.3	Stabilitätstest.....	60
3.9.4	Quick Feet	64
4	Diskussion	66
4.1	Literaturauswahl	66
4.2	Patientenbefragung	67
4.2.1	Subjektiver IKDC-2000 Score.....	67
4.2.2	Lysholm-Gillquist-Score	67
4.2.3	Tegner Aktivitätsscore.....	69
4.2.4	Fragebogen der Studiengruppe	70
4.3	Klinische Untersuchung.....	72
4.3.1	Lachman-Test	72
4.3.2	Pivot-Shift-Test	74
4.3.3	Passives Bewegungsmaß des Kniegelenks	76
4.3.4	Beinumfang	76
4.3.5	Objektiver IKDC 2000 Score	76
4.3.6	Revisionsrate	77
4.4	Instrumentelle Translationsmessung.....	78
4.5	Bewegungsanalytische Tests.....	81
4.5.1	Drop Jump	81
4.5.2	Side Hop Test	82
4.5.3	Stabilitätstest.....	83
4.5.4	Quick Feet	84
4.6	Schlussfolgerung.....	84
5	Zusammenfassung	86
6	Limitierungen	88
7	Ausblick	89

8	Danksagung.....	89
9	Abbildungsverzeichnis.....	90
10	Tabellenverzeichnis.....	92
11	Literaturverzeichnis.....	96
12	Anhang.....	104

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
am	anteromedial
AMRI	anteromediale Rotationsinstabilität
ATT	anteriore tibiale Translation
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
et al.	et altera
HKB	hinteres Kreuzband
IKDC	International Knee Documentation Committee
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
m	Meter
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
n	Anzahl
N	Newton (= 1 kg/s ²)
OL-ST	one leg stability test
Op	Operation
p	Signifikanz
pl	posterolateral
PRP	Platelet Rich Plasma
ROM	range of motion
Tab.	Tabelle
TL-ST	two leg stability test
vgl.	vergleiche
VKB	vorderes Kreuzband
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die Inzidenz von vorderen Kreuzband-(VKB)-Rupturen beträgt in Industrieländern 0,5-1 pro 1000 Einwohner (1). Dabei sind Männer 4 mal häufiger betroffen als Frauen (2). Die VKB-Ruptur betrifft überwiegend junge, sportlich aktive Menschen (3-5). Der Großteil der Patienten entscheidet sich für eine operative Versorgung, da sie Folgeschäden auf Grund von Instabilität sowie Einschränkungen im Alltag und Sport befürchten (6-8). Üblicherweise erfolgt die Rekonstruktion mittels Sehnenplastik. Hierfür werden überwiegend die Sehnen des M. semitendinosus beziehungsweise des M. gracilis sowie die Patella- oder Quadrizeps-Sehne verwendet. In den meisten Fällen kann durch eine solche Operation die Leistungs- und Sportfähigkeit wiederhergestellt werden (9). Allerdings ist die Häufigkeit der Komplikationen nach VKB-Rekonstruktionen mit 26% nicht zu unterschätzen (9). Eine häufige Komplikation ist die Bewegungseinschränkung (10). Obwohl die meisten VKB-Verletzungen komplette Rupturen sind, gibt es einen nicht zu unterschätzenden Anteil, von 10% bis 27%, an Partialrupturen, welche schwierig zu diagnostizieren sind (11). In den meisten Fällen, werden VKB-Teilrupturen erst während der Arthroskopie des Kniegelenkes erkannt. Da es keine standardisierte Behandlungsmethode gibt, wird entweder eine klassische Rekonstruktion durchgeführt oder nur das verletzte Bündel ersetzt, während das gesunde Bündel erhalten bleibt (12). Die Entscheidung hängt von der Schwere der Verletzung (Ort der Partialruptur, Beteiligung von einem oder beider Bündel, Schweregrad der Ruptur) und den Bedürfnissen des Patienten ab. In letzter Zeit sind neue Behandlungsmethoden entwickelt worden, wie die Healing Response Technik. Bei dieser Methode wird bei proximaler VKB-Ruptur das Insertionsareal des VKBs in der Fossa intercondylaris angemeißelt, um Wachstumsfaktoren und mesenchymale Stammzellen aus dem Knochen in den Synovialschlauch des VKBs auszuschütten (13,14). Jedoch führt diese Methode bei 36% der Patienten zu einer VKB-Insuffizienz und einem Revisionseingriff (15). Die Healing Response Technik kann mit einer Platelet Rich Plasma (PRP) Injektion in das vordere Kreuzband kombiniert werden (16). PRP ist ein humanes Blutplättchenkonzentrat, welches als Wachstumsfaktor agiert. In einigen präklinischen Studien konnte ein positiver metabolischer Effekt sowie eine gewebshelende Unterstützung in allen Gelenken nachgewiesen werden. Die Wirkung von PRP auf das VKB zeigt einen stimulierende Effekt auf die Fibroblasten Proliferation sowie die Kollagenfaser Bildung (17,18). Auch in Tierstudien konnte der positive Effekt der Heilung histologisch nachgewiesen werden (19,20). Diese Forschungsergebnisse sind Argumente PRP für die Heilung von VKB-Verletzungen einzusetzen. Partialrupturen stellen das ideale Szenario dar

um das Potential von Wachstumsfaktoren aus Blutplättchen zu testen. PRP kann schnell während der Operation hergestellt werden und in das partiell rupturierte VKB-Bündel injiziert werden. Im Gegensatz zur VKB-Rekonstruktion ist es eine minimal invasive Methode um die intrinsische Heilung anzuregen, bei der keine Sehnenentnahme oder Knochentunnel Bohrung erfolgen müssen. In der vorliegenden Studie wurde das Outcome einer Fallserie von Patienten, die eine VKB-Partialruptur erlitten haben und mittels PRP-Injektion und Healing Response Technik behandelt wurden, erhoben. In der folgenden Arbeit werden diese Resultate mit den Ergebnissen von Patienten, bei denen eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt wurde, verglichen.

1.1 Anatomie des Kniegelenks

Das Kniegelenk setzt sich aus den 3 knöchernen Gelenkpartnern Femur, Patella sowie Tibia zusammen. Zwischen Femur und Tibia befinden sich der Innen- und Außenmeniskus. Sie dienen als Stoßdämpfer und Stabilisator. Außerdem gleichen sie die Inkongruenz von Femur und Tibia aus und optimieren den Roll-Gleitmechanismus. Die Gleitpartner des Femurs, der Tibia und Patella sind mit hyalinem Knorpel überzogen (21). Der femorotibiale und der femropatellare Anteil des Kniegelenks befinden sich in einer gemeinsamen Gelenkhöhle und sind kinematisch miteinander gekoppelt (22). Zwischen Femur und Tibia findet eine Dreh-Gleitbewegung statt (22). Einen wesentlichen Anteil an der Stabilität des Kniegelenkes haben die beiden Kreuzbänder, die in der Fossa intercondylaris liegen (21,23). Das VKB verläuft von der äußeren hinteren Fossa intercondylaris Wand des Femurs bis zum ventralen, medialen Anteil der Eminentia intercondylaris der Tibia. Das hintere Kreuzband (HKB) entspringt an der inneren, vorderen Fossa intercondylaris Wand und inseriert am posterioren, lateralen Anteil der Area intercondylaris. Die Bänder kreuzen sich in ihrem Verlauf und stabilisieren das Gelenk nach vorn, hinten und gleichzeitig in der Rotation (21). Obwohl beide Bänder intraartikulär liegen, verlaufen sie extrasynovial, da sie sich in einem gekreuzten Synovialisüberzug befinden, der seinen Ausgang am jeweiligen Kreuzbandpfeiler nimmt (24). Ein wichtiger statischer Stabilisator der gegen die Valgus- und Außenrotationskräfte wirkt ist der mediale Seitenband Apparat, der vom medialen Femur-Epicondylus ausgeht, geteilt ist in das hintere Schrägband, das kurze tiefe mediale Seitenband und das oberflächliche lange mediale Seitenband und distal bis ca. 7 cm unterhalb der Kniegelenklinie an der medialen Tibia ansetzt. Auf der Außenseite des Gelenks befindet sich das laterale Seitenband, das vom Epicondylus femoris lateralis zum Fibulaköpfchen zieht, und das Kniegelenk gegen Varuskräfte stabilisiert. Der laterale Seitenbandapparat hat jedoch als zusätzliche Stabilisatoren den Tracus iliotibiales, das

anterolaterale Ligament, das Liganmentum popliteofibulare, den Popliteus- und Arcuatum-Komplex. (21).

1.1.1 Bündelstruktur des VKB

Obwohl sich das VKB histologisch nicht in verschiedene Faserbündel abgrenzen lässt, konnte bewiesen werden, dass es aus zwei funktionellen Bündeln besteht, einem anteromedialen (am-) und einem posterolateralen (pl-)Bündel (6). Wenn das Kniegelenk flektiert wird kommt es zu einer Straffung des am-Bündels, wohingegen das pl-Bündel bei einer Extensions- und Rotationsbewegung zunehmend unter Spannung gerät (23). Das VKB besitzt eine Länge von 32-38 mm und ein Querdurchmesser von 11 mm (25). Die Länge des am-Bündels beträgt ca. 38 mm, die Länge des pl-Bündels ca. 20 mm (26).

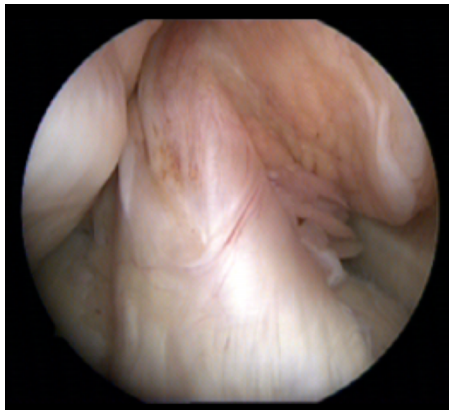


Abbildung 1: Darstellung des Vorderen Kreuzbandes im Synovialschlauch mit anteromedialem und posterolateralem Bündel. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.

1.1.2 Femorale und tibiale Insertion

Der Ursprung des VKBs liegt femoral im hinteren Anteil der Fossa intercondylaris. Er wird als halbmondartig und oval mit einem Längsdurchmesser von ca. 18 mm und einem Querdurchmesser von ca. 11 mm beschrieben. Die Insertion des am-Bündels liegt im oberen hinteren Anteil der Fossa intercondylaris; der Ursprung des pl-Bündels befindet sich kaudoventral davon. Die Distanz zwischen der Mitte des Ursprungs des am- und pl-Bündels beträgt ca. 8-10 mm. Beide Bündel verlaufen durch die Fossa intercondylaris nach distal und anteriomedial bis zur tibialen Insertionszone. Diese liegt zwischen dem Tuberculum mediale und laterale im mittleren Anteil der Eminentia intercondylaris. Ihre Form ist variabel und dehnt sich mit durchschnittlich 17 mm in der Sagittalebene und 11 mm in der Transversalebene aus. Der tibiale Ursprung des am-Bündels liegt im vorderem Anteil der Insertionszone auf Höhe des Außenmeniskusvorderhorns; der des pl-Bündels im hinterem Anteil der Insertionszone (27).

1.1.3 Histologie

Der Großteil des VKBs besteht aus straffen Kollagenfasern (Kollagen Typ-I), von denen sich die Mehrheit um die eigene Achse des Kreuzbandes wickeln (27,28). Allerdings gibt es regionale Unterschiede im Bandverlauf. So gibt es variable Anteile von elastischen Fasern (28). Der distale Abschnitt des VKBs, ca. 5-10 mm oberhalb seiner tibialen Insertion, besteht aus Faserknorpel. In voller Extension liegt das VKB am Vorderrand der Fossa intercondylaris an, was zu einem physiologischen Impingement führt. So kommt es zu einer Druck- und Zugbeanspruchung des VKBs (29).

1.1.4 Blutversorgung

Die Blutversorgung des VKBs wird durch einen Gefäßplexus aus zwei Stromgebieten gewährleistet. Im proximalen Anteil findet die Versorgung über die A. media genus, die aus der A. poplitea entspringt, statt (30). Die distale Versorgung wird über die Endäste der Aa. inferioris medialis und lateralis genus bewerkstelligt. Proximal und distal ordnet sich das Gefäßnetz periligamentär an und dringt horizontal in das VKB ein. Innerhalb des Bandes verlaufen diese Gefäße entlang der Kollagenfibrillenbündel. 5-10 mm oberhalb der tibialen Insertion fehlt das periligamentäre Gefäßnetz, so dass es hier im Bereich des Faserknorpels zu einer avaskulären Zone kommt (23,31).

1.1.5 Innervation

Da das VKB wichtige mechanorezeptive Aufgaben übernimmt, darf das Kreuzband nicht nur als mechanischer Stabilisator betrachtet werden. Das Band wird von Ästen des N. tibialis versorgt, welche durch die Kapsel von posterior eintreten und zusammen mit den synovialen und periligamentären Gefäßen verlaufen (31). Innerhalb des Bandes befinden sich drei verschiedene Nervenendigungen: Die freie Nervenendigung, welche vasomotorische Eigenschaften übernimmt, Ruffini-Körperchen, die als Dehnungsrezeptoren dienen und Vater-Pacini-Körperchen, die vibrations- und beschleunigungssensitiv sind (32-36).

1.2 Biomechanik

1.2.1 Biomechanik des gesunden Kniegelenks

Das physiologische Gelenkspiel sowie die Roll-Gleit-Bewegung werden durch drei Translations- und drei Rotationsfreiheitgrade ermöglicht. Die Translationen werden in eine anteroposteriore und mediolaterale Translation sowie Kompression und Distraction unterteilt. Die Rotationsbewegungen setzen sich aus Flexion und Extension, Außen- und Innenrotation sowie Ab- und Adduktion zusammen (37). Bei Beugung des Kniegelenkes kommt es

zunächst zu einer Rollbewegung der Femurkondylen auf dem Tibiaplateau und erst ab einem Flexionswinkel von 20-30° beginnt die Gleitbewegung. Ab diesem Zeitpunkt bleiben die Gelenkkontakte auf der Tibia ortsfest (38). Das VKB beeinflusst die Kinematik des Kniegelenks signifikant. So limitiert es zum einen in der Sagittalebene die anteriore tibiale Translation unter anteriorer tibialer Kraft und zum anderen die Hyperextension des Gelenkes (39). Bewegt man das Kniegelenk bei festgehaltener Tibia von Extension zu Flexion, so wird die Insertion in die Tibia zunehmend horizontaler und das VKB damit biomechanisch effizienter (40). Der mediale Kapsel-Bandkomplex verhindert die Valgisierung, sowie die Außenrotation, wohingegen der laterale Kapsel-Bandkomplex die Varisierung als auch die Außenrotation limitiert (41).

1.2.2 Biomechanik des VKB-insuffizienten Kniegelenkes

Schon eine isolierte Ruptur des VKBs führt zu einer Desintegration der Roll-Gleit-Bewegung (42,43). Bei einer VKB-Ruptur kommt es zu einer Instabilität in der Sagittalebene mit vermehrter anteriorer Translation (42). So rollt der Femur auf den Meniskus und dessen Hinterhorn und gleitet auf diesem zurück (44). Zusätzlich kommt es zu einer Verlagerung des Rotationszentrums nach mediodorsal, welche eine Subluxationserscheinung des lateralen Tibiaplateaus unter dem lateralen Femurkondylus nach vorn begünstigt (42,45). Die VKB-Insuffizienz hat eine anteromediale Rotationsinstabilität (AMRI) zur Folge (42).

1.3 Die vordere Kreuzbandruptur und Teilruptur

1.3.1 Verletzungsmechanismus

Die meisten VKB-Rupturen ereignen sich beim Sport, im speziellen bei plötzlichen Stopp- oder Drehbewegungen, z.B. beim Fußball, Basketball und Handball als auch im alpinen Skisport (46). Bei einer Ruptur ist das Kniegelenk in vielen Fällen 5-25° flektiert, nach innen oder außen rotiert und in Valgusposition. In dieser Stellung ist das VKB maximal gespannt. Außerdem kann es hier zu einem Impingement des VKBs gegenüber der lateralen Femurkondyle kommen (47).

1.3.2 Diagnostik

Die klinische Diagnostik einer VKB-Ruptur setzt sich zusammen aus einer sorgfältigen Anamnese, in der der Patient den Unfallmechanismus (meist Außenrotations-Valgisations-Flexions-Trauma) und ggf. ein subjektives Instabilitätsgefühl beschreibt, sowie einer körperlichen Untersuchung, in der klinische Tests zur Bandstabilität durchgeführt werden (48). Äußere Verletzungszeichen sind bei einer VKB-Ruptur selten, allerdings zeigt sich ein

deutlicher intraartikulärer Erguss bei einer frischen Ruptur. Häufig kann eine Bewegungseinschränkung des Kniegelenks, im speziellen ein endgradiges Streckdefizit, beobachtet werden. Ein klassischer Test in der Kreuzbanddiagnostik ist der Schubladentest. Bei diesem Test wird das Kniegelenk in 90° Beugung gebracht und die proximale Tibia nach vorne gezogen bzw. nach hinten gedrückt. Eine vordere Kreuzbandruptur zeigt sich mit einer positiven vorderen Schublade, wohingegen eine positive hintere Schublade für eine Ruptur des hinteren Kreuzbandes spricht. Außerdem kann zwischen einem festen oder weichen Anschlag unterschieden werden. Bei erhaltener Kontinuität des Bandes oder bei einer Teilruptur wird ein fester Anschlag gespürt. Allerdings ist die Sensitivität des Schubladentest bei einer VKB-Teilruptur deutlich weniger sensitiv als bei einer Komplettruptur (49). Die vordere Schublade ist bei einer isolierten pl-Ruptur negativ (50). Deutlich sensitiver als das Schubladen-Phänomen ist der Lachman-Test, welcher als Schubladentest in 20-30° Beugung beschrieben werden kann. Auf diesen Test wird in Abschnitt 2.6.3 genauer eingegangen. Der wichtigste Vertreter der dynamischen anterioren Subluxations-Tests ist der Pivot-Shift- Test, welcher sich gut zum Nachweis der anteromedialen Rotationsinstabilität des Kniegelenkes eignet. Bei einer isolierten am-Ruptur ist dieser negativ (51). Auch dieser Test wird im Abschnitt 2.6.6 genauer erläutert. Nicht nur die manuelle Untersuchung, sondern auch die bildgebenden Verfahren sind ein wichtiger Bestandteil der Diagnostik. Obwohl in konventionellen radiologischen Aufnahmen Bandläsionen nicht direkt dargestellt werden können, geben sie wichtige Hinweise auf eine VKB-Ruptur. Es kann nicht nur ein Erguss im Recessus suprapatellaris nachgewiesen werden, sondern auch eine Impaktion des lateralen Femurkondylus und des dorsolateralen Tibiaplateaus, welche als pathognomonisch bei einer VKB-Ruptur gelten. Des Weiteren können auch knöcherne Ausrisse der Kreuzbänder diagnostiziert werden, als auch knöcherne Kapselausrisse am Tibiaplateau (Segond-Fraktur), welche hinweisend für eine Ruptur des VKB sind und im Falle einer Segond-Fraktur eine zusätzliche Läsion des anterolateralen Ligaments beweisen. Gehaltene Aufnahmen sind ein verlässliches Instrument, um bei Kreuzbandrupturen zwischen einer vorderen und hinteren Instabilität zu differenzieren. Mit der Computertomografie (CT) lassen sich die Bandstrukturen nur schlecht darstellen, allerdings lassen sie sich sehr gut zur Beurteilung des Bohrkanals nach einer VKB-Plastik verwenden. In der Magnetresonanztomografie (MRT) können Sehnen, Muskeln, Bändern sowie der Menisken und der Gelenkknorpels, aufgrund des hohen Weichteilkontrasts, sehr gut dargestellt werden (52). So lassen sich akute VKB-Rupturen mit einer Sensitivität von 90-95% im MRT nachweisen (53). Somit ist die MRT die Methode der Wahl bei gutachterlichen

Fragen. Als direktes Zeichen von Kreuzbandschäden gilt die Kontinuitätsunterbrechung, Signal-Unregelmäßigkeit im Bandverlauf, das Fehlen des VKBs ("Empty Notch") oder ein verminderter Anstiegswinkel. Auch partielle VKB-Rupturen können im MRT nachgewiesen werden. So zeigt sich in einer Schicht das Band intakt und in einer zweiten Schicht sind Rupturzeichen zu erkennen. Somit können Partialrupturen der einzelnen Bündel nachgewiesen werden. Die Arthroskopie wird nicht mehr zur Diagnosestellung einer VKB-Ruptur angewandt. Allerdings steht am Beginn jeder Kreuzbandplastik ein diagnostischer "Rundgang", in dem die genaue Lokalisation (femorale Avulsion/intraligamentär/tibiale Avulsion), als auch ggf. das VKB-Bündel (am, pl, komplett) sehr gut dargestellt werden kann (51).

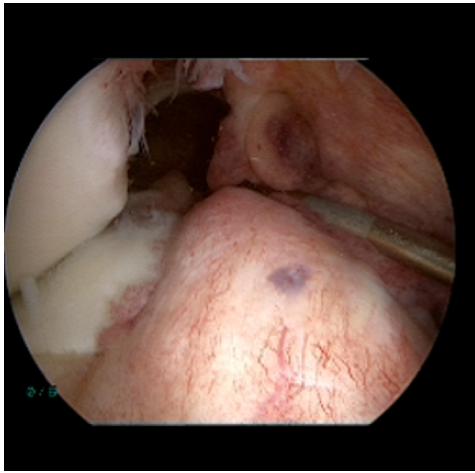



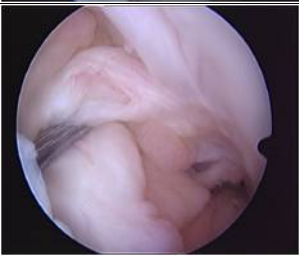



Abbildung 2: Fossa intercondylaris bei VKB-Kompletttraktur. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.

1.3.2.1 Einteilung der VKB-Partialruptur

Um später die richtige Therapiewahl für den Patienten zu treffen, ist es wichtig die VKB-Partialruptur zu klassifizieren. Die Teilrupturen wurden in einer Publikation unserer Arbeitsgruppe in unterschiedliche Schweregrade unterteilt:

Tabelle 1: Einteilung der VKB-Partialrupturen nach Schwere des Grades mit arthroskopischer Darstellung. Mit freundlicher Genehmigung von Eichhorn J, Straubing (16).

Grad 1	Das vordere Kreuzband ist erhalten. Eine deutliche Einblutung ist zu erkennen.	
Grad 2	Der Synovialschlauch ist eröffnet. Z.T. stehen Fasern des Kreuzbandes heraus im Sinne einer strukturellen Schädigung.	
Grad 3	Das Kreuzbandmaterial ist deutlich disloziert. Der Rest ist allerdings noch gut erhalten.	
Grad 4	Mehr als 25% und weniger als 50% eines Bündels sind erhalten. Teilrupturen beider Bündel werden hier ebenfalls dazu gezählt. Dies entspricht fast den Verlust eines gesamten Bündels.	
Grad 5	Mehr als 10% und weniger als 25% eines Bündels sind erhalten. Teilrupturen beider Bündel werden hier ebenfalls dazu gezählt. Dies entspricht nur noch ganz wenig erhaltenen Resten.	

Die Gradeinteilung kann nur arthroskopisch erfolgen. Eine Aussage über den Grad der Partialruptur mittels Kernspinuntersuchung ist nicht zulässig (16).

1.3.3 Therapie

Die VKB-Ruptur bewirkt in den meisten Fällen ein subjektives Instabilitätsgefühl, sowie eine anteromediale oder anterolaterale Rotationsinstabilität und kann zur Sportunfähigkeit des Patienten führen.

Diese Instabilität erhöht das Risiko einer Folgeverletzung der Menisken und des Knorpels (54). Bei Schädigung der Menisken kommt es zur ungleichmäßigen Druckverteilung im Gelenk, welche langfristig zu einer Osteoarthritis führt (55). Das Pivot-Shift-Phänomen tritt in instabilen Kniegelenken auf, und verursacht hohe Druck- und Scherkräfte, die den Gelenkknorpel direkt schädigen (56). Eine Studie von Meunier et al. zeigt, dass eine frühzeitige operative Therapie der VKB-Ruptur das Risiko einer Folgeverletzung des Meniskus reduziert (8). Es gab viele therapeutische Strategien in der Geschichte der VKB-Ruptur Versorgung: Konservative Bandbehandlung mit einem Gips, primäre Bandnaht, gestielter Sehnentransfer, freier Sehnentransfer mit Einzel- und Doppelbündel-Technik in offener und arthroskopischer Technik. Heutzutage hat sich die arthroskopische VKB-Rekonstruktion mittels Hamstrings, Patellarsehne und Quadrizepssehne, aufgrund ihrer überlegenen Ergebnisse, etabliert (57). Das therapeutische Vorgehen bei VKB-Partialrupturen ist dahingegen, nicht genau geklärt. In der Vergangenheit wurden Studien durchgeführt, die konservative Behandlung, Laserbehandlung und Augmentation als Therapieansatz untersuchten. An der Universität Pittsburgh wurde jeweils nur das rupturierte Bündel (am oder pl) ersetzt und somit exzellente Ergebnisse erzielt. Allerdings verlangt die Augmentation große Routine des Operateurs, da es sonst zur Schädigung intakter Strukturen kommen kann (58). Daher soll die vorliegende Studie eine weniger invasive Methode, zur Behandlung von VKB-Teilrupturen, beschreiben. In der Studie werden anhand von verschiedenen subjektiven und objektiven Parametern, die funktionellen Ergebnisse von PRP und Trephination behandelten Patienten untersucht.

1.3.4 Platelet Rich Plasma (PRP)

Platelet Rich Plasma ist ein autologes Konzentrat aus humanen Blutplättchen (59). Diese Blutplättchen arbeiten auf natürliche Weise als Wachstumsfaktoren wie z.B. platelet-derived growth factor (PDGF), epidermal growth factor (EGF), transforming growth factor-beta 1 (TGF- β 1), vascular endothelial growth factor (VEGF), basic fibroblast growth factor (FGF), hepatocyte growth factor (HGF), und insulin-like growth factor (IGF-I) (59-63). Solche Wachstumsfaktoren werden aus der alpha-Granula von aktivierten Thrombozyten freigesetzt und spielen eine wichtige Rolle in zellulären Prozessen, wie z.B. bei der Mitogenese, der

Chemotaxis, der Differenzierung und im Metabolismus (64). Man geht davon aus, dass dies der Grund dafür ist, warum im verletzten Gewebe eine erhöhte Anzahl an Blutplättchen vorherrscht, welche zu einer exponentiellen Freisetzung von bioaktivierenden Faktoren führen und den natürlichen Heilungsprozess beschleunigen. So konnten schon einige präklinische Studien der positive Effekt von PRP auf den metabolischen Stoffwechsel in Gelenken, als auch die dadurch hervorgerufene Proliferation von Wachstumsfaktoren im Gelenk beweisen werden (17,18). In Tierstudien konnte gezeigt werden, dass das Einbringen von PRP in VKB-Defekte zu einer beschleunigten und deutlich besseren histologischen Heilung führt (19,20,65,66).

1.4 Fragestellung und Hypothese

Das Vordere Kreuzband stellt die am häufigsten verletzte ligamentäre Struktur im Bereich des Kniegelenkes dar, die einer operativen Behandlung bedarf (1). In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass nicht jede VKB-Verletzung einen operativen Kreuzbandersatz nach sich ziehen muss. Allerdings ist bei der konservativen Therapie, die Konversionsrate zur VKB-Plastik sehr hoch. Steadman et al. veröffentlichte sehr gute Erfolge bei der Behandlung von VKB-Partialrupturen mit der Healing Response Technik, bei der das regenerative Potential des Knochenmarks genutzt wurde um proximale VKB-Läsionen zu therapieren (13,67). Abhängig vom Verletzungsausmaß sowie den individuellen Ansprüchen und der Kniegelenksstabilität ist eine kreuzbanderhaltende Therapie zu diskutieren (11,68). Allerdings ist bekannt, dass intraartikuläre Strukturen, wie Knorpel, Meniskus und Kreuzbänder keine gute Heilungsprognose haben. Chih-Hwa Chen et al. begründeten dies damit, dass zu wenige Progenitorzellen und zu wenige Thrombozyten im Kniegelenk vorhanden sind, die beide großen Einfluss auf die Heilung haben (69). Aus diesem Grund wird in dieser Studie autologes konditioniertes Plasma (ACP, Arthrex Inc, Naples, Florida, USA), welches "Platelet Rich Plasma" (PRP) entspricht, zur Behandlung von VKB-Teilrupturen eingesetzt. PRP wird aufgrund seines hohen Gehalts an Wachstumsfaktoren (s. Kap. 2.2) in der Sportmedizin als autologer Katalysator zur Heilung von muskuloskelettalen Verletzungen eingesetzt. Zum Einsatzgebiet zählen u.a. auch VKB-Rupturen (70). Die Studienlage hinsichtlich des Outcomes einer VKB-erhaltenden Therapie mit PRP-Augmentation ist bislang unklar. Daher wurden 42 Patienten mit einer VKB-Teilruptur, die VKB-erhaltend mit einer PRP Augmentation und Healing Response behandelt wurden, hinsichtlich ihres Outcomes untersucht. Die Fragestellung unserer Studie war, ob es Unterschiede zwischen präoperativen und postoperativen Rolimeter™ Untersuchungen, in der Patientengruppe die mit PRP und

Trephination behandelt wurde, gibt. Weiterhin sollten Unterschiede im Outcome zwischen Patienten, die mittels PRP Injektion als auch Healing Response behandelt wurden (PRP-Gruppe), und Patienten, die eine VKB-Plastik erhalten haben (Graft-Gruppe), herausgearbeitet werden. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wird in dieser Arbeit das objektive und subjektive Ergebnis von VKB-erhaltenden Therapie mit PRP Injektion + Healing Response und VKB-Plastik Ersatz nach einer postoperativen Zeitspanne von durchschnittlich 2 Jahren untersucht. Bezüglich der von uns erwarteten Ergebnisse haben wir folgende zwei Hypothesen aufgestellt:

- Patienten, die eine VKB-Partialruptur erlitten haben, und mit PRP als auch Healing Response behandelt wurden, weisen postoperativ eine signifikant geringere anteriore tibiale Translations Differenz zwischen gesunden und operierten Bein in der Rolimeter Untersuchung auf als präoperativ.
- Patienten, die mit PRP als auch Healing Response behandelt wurden weisen postoperativ eine geringere anteriore tibiale Translations Differenz auf als Patienten, die eine VKB-Plastik erhalten haben

2 Material und Methoden

2.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

Die vorliegende Studie stellt eine retrospektive klinische Studie dar und genügt den Anforderungen der Evidenzklasse IV (Fallserie). Es wurden insgesamt 77 Patienten (davon 53 Männer und 24 Frauen) untersucht, die alle im Zeitraum vom März 2016 bis August 2016 nachuntersucht wurden. Die Durchführung der Studie wurde von der Ethik-Kommission der Universität Regensburg genehmigt (Antrags-Nr. 16-101-0062). Die Patienten wurden entsprechend aufgeklärt. Eine Einverständniserklärung wurde unterschrieben.

2.1.1 Rekrutierung der Patienten mit VKB-Partialruptur

Ob ein Patient, der PRP-Gruppe in die Studie aufgenommen wurde entschied sich aufgrund der intraoperativen Beurteilung und Indikationsstellung. So wurde während der Knie Arthroskopie die partielle VKB-Ruptur diagnostiziert und in derselben Operation PRP injiziert und das Insertionsareal angemeißelt. Bei den potentiellen Studienteilnehmern wurde zur zusätzlichen Abklärung nach klinischer Diagnosestellung einer vorderen Kreuzbandruptur eine MRT-Untersuchung durchgeführt. Bei Erfüllung der unten genannten Ein- und Ausschlusskriterien, nach Aufklärung und bei vorliegendem Einverständnis der Patienten unterzogen sie sich einer arthroskopischen Kniespiegelung in der PRP in das teilrupturierte VKB injiziert und eine Trephination durchgeführt wurden. Alle Studienteilnehmer nahmen freiwillig teil und wurden von demselben Chirurgen (Dr. Eichhorn) operiert.

2.1.2 Rekrutierung der Patienten mit VKB-Totalruptur

Basierend auf den Kennwerten der VKB-Teilrupturgruppe wurde aus dem Datensatz von Patienten (aus der behandelnden Klinik), welche eine VKB Ersatz, sowie anschließende funktionelle Testung erhielten, eine Gruppe ausgewählt, die in der Altersverteilung möglichst ähnlich der VKB-Teilruptur Gruppe sind, herangezogen. Diese soll als Vergleichsgruppe dienen.

2.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Zu den Einschlusskriterien der PRP-Gruppe gehörten neben der partiellen VKB-Ruptur, die primäre Versorgung mit PRP und Trephination. In der Graft-Gruppe war das Einschlusskriterium eine isolierte VKB-Ruptur.

Ausschlusskriterien waren bereits erfolgte Bandersatzverfahren (VKB, HKB, Kollateralbänder) sowie Meniskustherapie im zu operierenden Knie. Des Weiteren gehören zu

den Ausschlusskriterien: Z.n. Knorpeltransplantation, Z.n. Meniskustransplantation, Vorliegen einer rheumatischen Erkrankung, Z.n. Vorliegen einer Kniegelenksinfektion, Notwendigkeit einer therapeutischen Langzeitantikoagulation. Außerdem wurden Patienten aus der PRP-Gruppe ausgeschlossen, wenn eine komplette Ruptur eines Bündels vorlag, oder wenn sie in den letzten fünf Monaten am betroffenen Kniegelenk operiert wurden.

2.2 Herstellung von Platelet Rich Plasma (PRP)

Während der Op entscheidet der Operateur ob das geschädigte VKB mit PRP behandelt werden kann. Ist dies der Fall werden dem Patienten intraoperativ 15 ml venöses Blut entnommen und ggf. ein Antikoagulans beigemischt. Anschließend wird das Blut mit 1500 Umdrehungen pro Minute für 5 Minuten zentrifugiert (Hettich ROTOFIX 32 A; Arthrex Inc, Naples, Florida, USA) um eine hohe Konzentration von Blutplättchen in einem kleinen Volumen von Plasma zu erreichen. Bei der Zentrifugation wird die Erythrozytenfraktion aus dem "buffy coat" (Plasma mit Blutplättchen, Leukozyten und Gerinnungsfaktoren) isoliert (51). Nachdem zentrifugiert wurde, kann der transparente Blutplasma Überstand (meist 5 ml) mittels einer Spritze abgezogen werden. Um höchstmöglich sterile Sicherheit zu gewährleisten verbleibt das Blutprodukt während des gesamten Prozesses in dem Spritzensystem (Abb. 3). Nun ist PRP bereit zur Injektion.

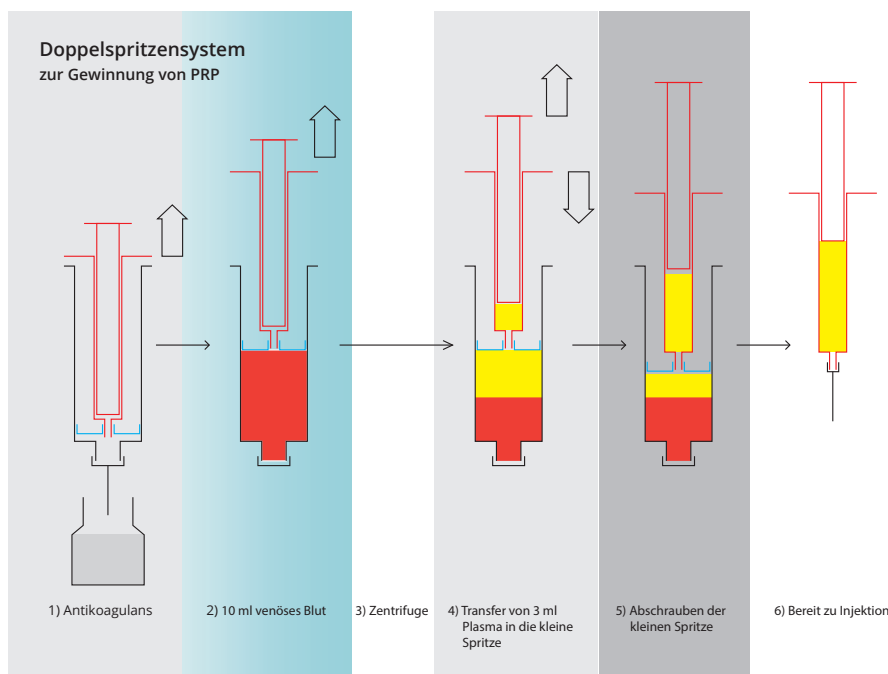


Abbildung 3: Doppelspritzensystem zur Gewinnung von PRP (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an Arthrex Inc, Naples, Florida, USA).

2.3 Operatives Vorgehen

2.3.1 PRP augmentierte Healing Response Technik

Über einen anterolateralen Zugang verschaffte sich der Operateur (J. E.) einen Überblick im Kniegelenk mittels Arthroskop. Bei diesem diagnostischen Rundgang konnte neben den verbliebenen Strukturen des vorderen Kreuzbandes auch der Innen- und Außenmeniskus sowie der der Gelenkknorpel von Tibia und Femur beurteilt werden. Ggf. mussten aufgrund dieses Befundes weitere operative Schritte geplant werden. Wurde die Indikation zur PRP Injektion gestellt, so wurde zunächst der proximale Stumpf des VKBs mit einer Kanüle mehrfach punktiert. Über einen anteromedialen Zugang wurden mittels PowerPick™ fünf bis sechs Löcher durch den Synovialschlauch in den proximalen knöchernen femoralen Ansatz des VKBs gebohrt. Dabei wurde sowohl durch das anteriomediale als auch posterolaterale Bündel gebohrt. Während dieser Zeit wurden 15 ml venöses Blut abgenommen und das PRP wie oben beschrieben aufbereitet. Bei einer Partialruptur Grad drei und vier musste nun zusätzlich mit einem kleinen Meißel (3mm) eine dünne Knochenschuppe aus dem Dach der Fossa intercondylaris in den Rest des vorderen Kreuzbandes geklappt werden (Bone Wedge Technik). Im letzten Schritt wurde jeweils eine Kanüle in den proximalen Ansatz des partiell rupturierten VKBs sowie in das mediale Kompartiment eingebracht. Nun wurde die Spüllösung abgelassen und das Arthroskop herausgezogen. Erst jetzt wurde PRP durch beide Kanülen injiziert. Schließlich wurden die Wunden schichtweise verschlossen und steril verbunden.

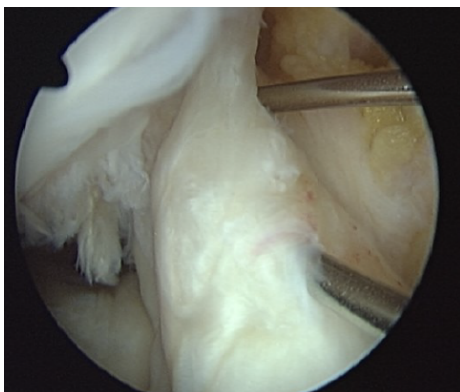


Abbildung 4: Injektion von PRP in das vordere Kreuzband. Mit freundlicher Genehmigung von Angele P, Regensburg.

2.3.2 VKB-Rekonstruktion

Zur Einzelbündelrekonstruktion (J.E.) wurde ein Transplantat aus der Sehne des M. semitendinosus eingesetzt. Die Entnahme der Sehne des M. semitendinosus erfolgte über eine schräg von anteromedial nach distal über den Pes anserinus verlaufende Hautinzision von ca. 3 cm Länge. Nach Spaltung der darüber gelegenen Faszie des M. sartorius wurde die Semitendinosussehne zuerst periostal im Bereich der Tibiavorderkante und anschließend nach Mobilisation über einen Sehnenstripper am Übergang zum Muskelbauch abgelöst. Im Rahmen der Sehnenpräparation wurden sämtliche Fett- und Muskelanteile vom Sehngewebe entfernt, ehe die Sehne als Vier-Strang-Transplantat vorbereitet wurde. Die Arthroskopie inklusive diagnostischem Rundgang und Intervention erfolgte über ein hoch anterolaterales Sichtportal sowie anteromediales Instrumentierportal. Vorbereitend für die Kreuzbandersatzplastik wurde zuerst ein Debridement der Fossa intercondylaris lateralis durchgeführt im Rahmen dessen rupturierte Bandanteile sowie in die Notch ragende Osteophyten abgetragen wurden. Nach Präparation der Fossa intercondylaris zeigte sich ein freier Blick auf die dorsalen Anteile, so dass in 90° Flexion das femorale Zielgerät über das anteromediale Portal im Bereich der dorsalen Anteile der Fossa intercondylaris positioniert werden konnte. Unter maximaler Flexion (ca. 120°) wurde das Zielgerät am ursprünglichen femoralen Insertionsbereich platziert. Über Einbringen eines Führungsdrahtes erfolgte sodann die Anlage des femoralen Kanals entsprechend dem Transplantatdurchmesser. Der tibiale Kanal wurde über ein von anteromedial eingebrachtes Zielgerät auf Höhe des Außenmeniskusvorderhornes knapp mediolateral des Zentrums der Eminentia intercondylaris intraartikulär markiert und über den zur Sehnenentnahme bestehenden Zugang entsprechend dem gemessenen Transplantatdurchmesser aufgebohrt. Nach Präparation des Sehnentransplantates und passgenauer Anlage der knöchernen Kanäle wurde die Sehne über den tibialen Kanal eingezogen und transartikulär press-fit in den femoralen Kanal eingebracht. Zur femoralen Fixierung wurde ein Endobutton (Aesculap®) eingesetzt. Nach Zugtestung und erfolgreicher Mobilisation unter Sicht wurde das Kreuzbandtransplantat in 30° Flexionsstellung mittels einer Suture Disc (Aesculab®) tibial fixiert. Insgesamt wurden zwei Redon-Saugdrainagen, einmal intraartikulär und einmal im Bereich des tibialen Kanals an der Sehnenentnahmestelle, eingebracht. Der Wundverschluss erfolgte schichtweise mittels Subkutannaht und Hautnaht. Abschließend wurde ein steriler Wundverband sowie eine elasto-kompressive Wickelung von distal nach proximal angelegt.

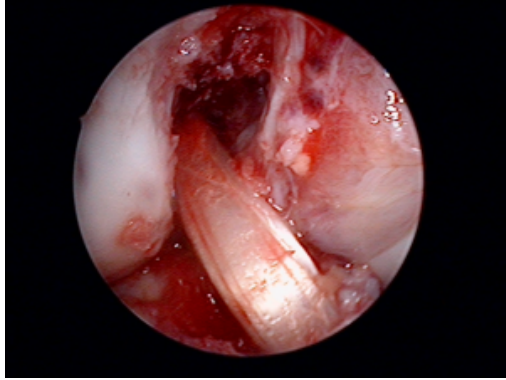


Abbildung 5: Zustand nach VKB-Rekonstruktion in Einzelbündeltechnik. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.

2.4 Nachbehandlung

2.4.1 PRP-Gruppe

Die Nachbehandlung aller Patienten orientierte sich an einem einheitlichen Schema. Bis zwei Wochen post-Op wurde den Patienten eine Mecronschiene mit 20° Flexion verschrieben. Eine Teilbelastung (10 kg), unter Verwendung von Unterarmstützen und eine Beübung in einem passiven Bewegungsmaß von 0°/20°/60° war während dieser Zeit erlaubt. Die volle Extension sollte vermieden werden um den Zug auf das VKB während der initialen Einheilungsphase möglichst gering zu halten. Nach zwei Wochen wurde eine zweite PRP-Injektion lokal in den Synovialschlauch des VKBs verabreicht. Dies fand unter sterilen Bedingungen in der Praxis statt. Drei bis sechs Wochen nach der Operation wurde tagsüber eine funktionelle Orthese (ACL-DonJoy, DJO) (0°/10/90°) und nachts eine Mecronschiene (20°) verordnet. Es erfolgte der Übergang zur Vollbelastung und es wurde propriozeptives Training durchgeführt. Ab der siebten Woche wurde mit der Trainingstherapie begonnen. Die Patienten wurden alle drei Monate während des ersten Jahres zur klinischen Nachuntersuchung bestellt. Hierbei erfolgte eine Rolimeter™ Messung. Bei persistierender VKB-Instabilität wurde eine Aufschulung der Ischiocruralmuskulatur empfohlen.

2.4.2 Graft-Gruppe

Die Nachbehandlung der Patienten, bei denen eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt wurde, orientiert sich an einem einheitlichen Schema. Ziel der Nachbehandlung war die frühzeitige Wiederherstellung der normalen Kniefunktion und Bewegungsumfangs. Der Patient bekam eine Orthese (Don Joy ACL Force Point®) und es wurde für acht Wochen Physiotherapie durchgeführt. Eine Vollbelastung des Kniegelenks war ab dem fünften bis zwölften Tag nach der Operation erlaubt. Außerdem mussten die Patienten in den ersten sechs Monaten

postoperativ auf sportliche Aktivitäten verzichten. Stop and Go Sportarten mussten für mindestens neun Monate ausgesetzt werden.

2.5 Befragung der Patienten

Die Befragung der Patienten fand ca. zwei bis drei Jahre nach dem jeweiligen Operationsdatum statt. Diese wurde mittels verschiedener Fragebögen und Scores evaluiert, welche im Folgenden beschrieben werden und vollständig im Anhang der Arbeit zu finden sind.

2.5.1 Subjektiver IKDC 2000 Score

Jeder Patient gab sein „Rating“ ab über den subjektiven Knie-Untersuchungsbogen des International Knee Documentation Committee (IKDC) 2000. Aus den Angaben dieses Formblattes wurde der sogenannte subjektive IKDC 2000 Score bzw. Summenscore errechnet. Jede Antwortmöglichkeit einer Frage wurde eine Punktzahl zugeordnet. Hierbei stellt eine niedrige Punktzahl eine niedrige Funktionsstufe bzw. hohe Symptomstufe dar. Aus einem Roh-Ergebnis, welches ganzzahlige Werte zwischen 18 (Minimum) und 105 (Maximum) Punkten annehmen kann, wurde wie folgt in eine Skala von 0 bis 100 umgewandelt.

$$\text{IKDC Score} = \frac{\text{Rohergebnis} - \text{niedrigste mögliche Punktzahl}}{\text{Punktzahlbereich}} \times 100$$

Dieser Punktwert wurde auf eine Dezimalstelle gerundet und dient als Maßstab für die Funktionsfähigkeit des Knies. Eine höhere Punktzahl repräsentiert hier eine bessere Funktionsfähigkeit des Knies sowie geringere Symptome. Die maximale Punktzahl bedeutet, dass die täglichen oder sportlichen Aktivitäten keinen Beschränkungen unterliegen und dass keine Symptome vorliegen (modifizierter Wortlaut des IKDC-Formulars). Der subjektive IKDC 2000 Score stellt ein wichtiges anamnestisches Kriterium zur Evaluation des Outcomes in dieser Studie dar. Die Teilbereiche sind unterschiedlich gewichtet und werden zu einem Gesamtergebnis summiert.

2.5.2 Lysholm-Gillquist-Score

Dieser Score wurde erstmals 1982 von Lysholm und Gillquist vorgestellt und dient der Beurteilung von Stabilität und Funktion des am Bandapparat operierten Kniegelenks. Er wird zur Evaluation von Symptomen der Instabilität im Sinne eines Giving-way-Phänomens bei körperlicher Aktivität herangezogen (71). Der Lysholm-Score setzt sich aus insgesamt acht verschiedene Kategorien (s. Anhang) zusammen, die größtenteils aus der Anamnese gewonnen werden. Somit stellt er überwiegend ein subjektives Bewertungsinstrument dar. Die Teilbereiche sind unterschiedlich gewichtet und werden zu einem Gesamtergebnis summiert. Der Gesamtscore kann je nach Ausprägung der Problematik zwischen 0 und 100 Punkte annehmen. Ein gesundes Kniegelenk erhält maximal 100 Punkte. Im schlechtesten Fall werden 0 Punkte erreicht. Ein Score von ≥ 84 Punkten wird als gut oder sehr gut beschrieben. Werte unter 84 Punkte werden als befriedigend und Werte unter 65 Punkten als schlecht definiert (72).

2.5.3 Tegner-Aktivitätsscore

Die Aktivitätsskala nach Tegner wurde von Tegner und Lysholm entworfen (73) und dient der standardisierten Erfassung des Aktivitätsniveaus der Patienten (s. Anhang). Der Tegner-Score ist in 11 Aktivitätsstufen eingeteilt, die alle anamnestisch erfragt werden. Somit ist er ein rein subjektives Bewertungsmaß. In dem Score werden sowohl berufliche Belastung als auch die sportliche Aktivität berücksichtigt. In der Aktivitätsskala können Werte zwischen 0 und 10 erreicht werden. Dabei beträgt der höchst zu erzielende Punktwerte 10 und wird nur vergeben, wenn Sportarten mit Gegnerkontakt, ohne Einschränkung und auf höchstem Niveau durchgeführt werden können. Demgegenüber steht das niedrigste Aktivitätslevel von 0 Punkten, welches einen Arbeitsunfähigen beschreibt.

2.5.4 Fragebogen der Studiengruppe

Zusätzlich wurden die Patienten mit einem von der Studiengruppe, standardisierten Fragebogen befragt (s. Anhang). Der Bogen enthält insgesamt 18 Fragen, die Auskunft über den aktuellen Zustand des operierten Knies geben sowie subjektive Beschwerden beschreiben. Es wurde die sportliche Aktivität der Patienten vor und nach der Operation bzw. des Traumas erfasst um den Verlauf der Rückkehr zum Sport zu begutachten.

2.6 Klinische Untersuchung

Die klinischen Untersuchungen sowie die anamnestischen Befragungen fanden jeweils vor der Operation, sowie zwei bis drei Jahre nach der Operation statt. Es wurde jeweils das

erkrankte als auch das gesunde Kniegelenk untersucht. Die inspektorische Untersuchung beschränkte sich auf die Begutachtung der Beinachse und der Quadricepsmuskulatur. Zudem wurde der Reizzustand beurteilt (s. Kap. 2.6.1). Hierzu wurde speziell auf eine Schwellung, einen Erguss und Hinweise auf einen Infekt im Gelenk geachtet. In der manuellen Untersuchung wurde die Patella auf ihre Beweglichkeit und Schmerzen untersucht (s. Kap. 2.6.2). Eine besondere Bedeutung kam der Beurteilung des vorderen Kreuzbandes zu. Hierzu wurde der Lachmann-Test (s. Kap. 2.6.3), die vordere und hintere Schublade (s. Kap. 2.6.4) sowie der Pivot-Shift (s. Kap. 2.6.6) Test angewandt. Die Stabilität des hinteren Kreuzbandes wurde mit dem hinteren Schubladentest (s. Kap. 2.6.5) untersucht. Außerdem wurden die Kollateralbänder in Extensionsstellung und 20° Flexionsstellung (mittels Varus- bzw. Valgusstress) auf ihre Stabilität getestet (s. Kap. 2.6.7). Des Weiteren wurde auf Meniskuszeichen und Druckschmerz über dem Gelenkspalt (med./lat.) geachtet. Zudem wurde das Bewegungsmaß des Kniegelenks dokumentiert. Aus den Ergebnisse der klinischen Untersuchung wurde im Anschluss der objektive IKDC 2000 Score bestimmt (s. Kap. 2.6.9).

2.6.1 Beurteilung des Reizzustandes

Die Beurteilung des Reizzustandes beinhaltete die Inspektion, Palpation und die passive Bewegung. Hiermit konnte eine Überwärmung, Rötung und Schwellung, verursacht durch einen Gelenkerguss, festgestellt werden, welche auf entzündliche Prozesse und degenerative Veränderungen hinweisen. Der Untersucher verglich jeweils das Knie mit der gesunden kontralateralen Seite des Patienten.

2.6.2 Untersuchung der Patella

Die Patella wurde auf ihre Beweglichkeit getestet und es wurde dokumentiert ob diese hypomobil, hypermobil ist oder der Mobilität der Gegenseite entspricht. Zugleich wurde ggf. ein Verschiebeschmerz festgehalten. Außerdem testete der Untersucher die Patella auf Druckschmerzen im distalen Pol, peripatellar und retropatellar. Im Rahmen der Patella Begutachtung führte der Untersucher den Test des Zohlen-Zeichens durch. Hierbei wird die Kniescheibe des Patienten im Gleitlager fixiert. Der Patient wird aufgefordert den Quadriceps zu kontrahieren, so dass die Patella nach proximal gezogen wird. Kommt es hier unter dem erhöhten Anpressdruck im Gleitlager zu Schmerzen, spricht dies für eine Chondromalazie oder Patellofemoralarthrose (74).

2.6.3 Lachman-Test

Um die a.p. Stabilität des Kniegelenkes zu beurteilen wurde der Lachman/Noullis-Test durchgeführt. Dieser Test wurde erstmals von George C. Noullis im Jahr 1875 beschrieben (75). Der Test ist aufgrund seiner hohen Sensitivität und Spezifität gut geeignet die Instabilität des VKBs zu beurteilen (76). Zur Durchführung des Tests fixiert der Untersucher mit einer Hand den Oberschenkel des liegenden Patienten und bringt das Knie in 20-30° Beugstellung. Mit der anderen Hand wird die Tibia nach vorne gezogen um die Qualität des Anschlags und das Ausmaß der vorderen Schublade zu beurteilt. Als Referenz wird das kontralaterale Knie herangezogen (77). Der Test ist positiv, wenn bei der Verschiebung der Tibia gegenüber dem Femurs kein fester Anschlag nachweisbar ist (78). Der Vorschub der Tibia wird vom Untersucher subjektiv beurteilt und wird nach Empfehlung des IKDC in vier Grade eingeteilt: Lachman negativ bei einem 1-2 mm Vorschub, einfach positiv (1+) bei einem 3-5mm Vorschub, zweifach positiv (2+) bei einem 6-10 mm Vorschub und dreifach positiv (3+) bei einem Vorschub mehr als 10 mm.

2.6.4 Vorderer Schubladentest

Dieser Test dient der primären Beurteilung der Kreuzbänder, in dem die anteriore tibiale Translation (ATT) geprüft wird (79). Bei der Durchführung befindet sich der Patient in Rückenlage und das Knie ist 90° flektiert. Um das Bein in der beschriebenen Position zu stabilisieren setzt sich der Untersucher mit einer Gesäßhälfte auf den Fuß. Der Untersucher umfasst mit beiden Händen den proximalen Unterschenkel und zieht nun die Tibia gegenüber des Femur nach ventral. Somit kann Translationsausmaß, als auch Qualität des Endpunktes bestimmt werden (80). Obwohl dieser Test sehr verbreitet ist, ist die Sensitivität deutlich geringer als beim Lachman-Test, da der Hebelarm der ischiokruralen Muskulatur in 90° Flexion deutlich größer ist als in 30° Flexion. Dies kann zu einer Limitation der vorderen Schublade führen (81).

2.6.5 Hinterer Schubladentest

Die Durchführung des hinteren Schublade-Tests ist in der Technik dem vorderen Schubladentest ähnlich. Im Unterschied zur vorderen Schublade schiebt der Untersucher die Tibia gegenüber des Femur nach dorsal um ebenfalls das Translationsausmaß, sowie die Qualität des Endpunktes zu beurteilen (80). Die Sensitivität und Spezifität des Test ist vor allem bei chronischen Insuffizienzen des HKB hoch(82).

2.6.6 Pivot-Shift-Test

Der Pivot-Shift-Test wurde das erstmals 1972 von Galway, Beaupré und MacIntosh beschrieben und dient der klinischen Beurteilung der Rotationsstabilität des VKBs. Der Test wurde entwickelt um die anterolaterale Subluxation der Tibia gegenüber des Femurs zu beurteilen. Dieses Phänomen (giving-way) wird vom Patienten im Alltag beklagt (83). Bei der Testung wird das gestreckte Bein, des liegenden Patienten, mit einer Hand des Untersuchers nach innenrotiert und mit der anderen Hand ein Valgusstress auf das leicht gebeugte Knie ausgeübt (84). Bei dieser Belastung kommt es streckungsnah typischer Weise zu einer Subluxation des lateralen Tibiaplateaus. Wird das Kniegelenk anschließend in ca. 20-40° Flexion bewegt, kommt es zu einer Reposition des Tibiaplateaus, bedingt durch die Zugrichtungsänderung des Tractus iliotibialis. Der Untersucher nimmt dies als spontanes "Schnappen" oder "Gleiten" wahr (85). Bei einem intakten VKB ist das Pivot-Shift-Phänomen nicht auslösbar (86), da die anteriore tibiale Translation in Innenrotation, hauptsächlich durch das VKB gewährleistet wird (72).

2.6.7 Prüfung der Seitenbandstabilität

Bei dem Varus-Valgus-Stresstest befindet sich der Patient in Rückenlage während der Untersucher den Unterschenkel zwischen seinen Unterarmen und Rumpf fixiert. Das Tibiaplateau wird mit beiden Händen umfasst und der Gelenkspalt mit den Zeigefingerspitzen palpirt. Nun übt der Untersucher einen Varus-bzw. einen Valgusstress auf den Unterschenkel aus. Dies wird einmal in Extensionsstellung und einmal in 20° Flexionsstellung durchgeführt. In der Streckstellung ist ggf. keine Instabilität zu erwarten, sofern das vordere/hintere Kreuzband und die dorsale Kapsel intakt sind. In 20° Beugstellung ist das mediale und laterale Seitenband ein nahezu isolierter Stabilisator (87).

2.6.8 Meniskuszeichen nach Steinmann II

Dieser Test wird ebenfalls in Rückenlage mit gebeugtem Knie durchgeführt. Der Untersucher hält mit einer Hand den Unterschenkel und palpirt den Gelenkspalt. Mit der anderen wird der Unterschenkel nach innen bzw. außen rotiert und es folgt eine forcierte Beuge- bzw. Streckbewegung. Bei einer Schädigung des medialen Meniskus verursacht die Beugebewegung des außenrotierten Kniegelenks einen Schmerz der nach dorsal wandert. In der Streckbewegung wandert der Schmerz hingegen nach medioventral. Der laterale Meniskus wird entsprechend unter Innenrotationsstress geprüft (87).

2.6.9 Objektiver IKDC 2000 Score

Der Untersucher konnte anhand des klinischen Befundes, das Formblatt (s. Anhang) zur Untersuchung des Knies ausfüllen, welches Teil des IKDC 2000 ist und zur Objektivierung des Befundes dient. Es besteht aus insgesamt sieben Problembereichen, von denen allerdings nur die Bereiche "Erguss", "passives Bewegungsdefizit" und "Ligament Untersuchung" (manuell und instrumentell) in den endgültigen Score eingehen. Für jede dieser drei Gruppen wird ein Gruppengrad definiert: Grad A (normal), Grad B (fast normal), Grad C (abnormal) und Grad D (deutlich abnormal). Der Gruppengrad entspricht dem jeweils niedrigsten Grad innerhalb einer Gruppe. In der Abschlussbeurteilung gehen nur die ersten drei oben genannten Kriterien ein, aus deren Gruppengrad ein Gesamtgrad bestimmt wird, welcher wiederum den niedrigsten Gruppengrad dieser drei Kriterien darstellt. Dies wird als der objektive IKDC 2000 Score bezeichnet.

2.7 Instrumentelle Translationsmessung

Zur instrumentellen Messung der anterioren tibialen Translation (ATT) wurde das Rolimeter™ (AIRCAST Europe GmbH, Neubeuern, Deutschland) verwendet, welches als modifizierter, instrumenteller Lachman-Test angesehen werden kann. Die Patienten befinden sich während der Untersuchung in Rückenlage und das Knie wird um 20-30° flektiert. Das Gerät wird so positioniert, dass die gekrümmte proximale Platte zentral auf der Patella aufliegt (s. Abb. 6). Mit einer Hand fixiert der Untersucher die Platte auf der Patella und stabilisiert zugleich auf diese Weise das Femur. Ein Metall-Stift wird dann auf die Tuberositas Tibiae platziert. Der Stift kann nach proximal und distal verschoben werden um ihn möglichst genau über der Tuberositas zu zentrieren. Mit der anderen Hand greift der Untersucher den Unterschenkel von dorsal und zieht die Tibia, unter maximaler Kraftanwendung, nach ventral (modifizierter Lachman-Test). Der anteriore Vorschub kann nun direkt von der 2 mm Maßeinheit auf dem Schaft des Stiftes abgelesen werden (s. Abb. 7) (88).



Abbildung 6: Positionierung des Rolimeters.



Abbildung 7: Anwendung des Rolimeters.

Der erhobene Messwert des gesunden Beins wurde mit dem Messwert des operierten Beines verglichen. Dazu wurde die Differenz der erhobenen Werte von der operierten zur gesunden Seite errechnet. Die Formel hierfür lautet:

„ Δ manual max.“ = „manual max. operiertes Knie“ – „manual max. gesundes Knie“.

Der prä- und postoperative Vergleich der ATT-Differenz unter maximalem manuellen Zug (manual max.) war der primäre Endpunkt dieser Studie.

2.8 Bewegungsanalytische Tests

2.8.1 Drop Jump

Der Drop Jump ist ein Sprungtest bei dem der Patient initial auf einer 30 cm hohen Erhöhung steht und seine Hände seitlich auf die Hüfte stützt, damit beim Absprung mögliche Armbewegungen ausbleiben. Auf der Erhöhung steht der Patient mit den Zehen nach vorne gerichtet in schulterbreiter Fußstellung. Von diesem Podest springt der Patient ab auf eine

Markierung die sich in einem Abstand zur Box, von 50% der Körpergröße des Patienten, entfernt befindet. Der Patient wurde aufgefordert mit beiden Beinen gleichzeitig zu landen und sofort nach der Landung wieder maximal ab zu springen. Bei der zweiten Landung sollte er wieder mit beiden Beinen gleichzeitig aufsetzen, in schulterbreiter Stellung, mit beiden Zehen nach vorne gerichtet (89,90). Insgesamt wurden drei Testdurchläufe durchgeführt bei denen die ersten beiden Probedurchläufe waren.

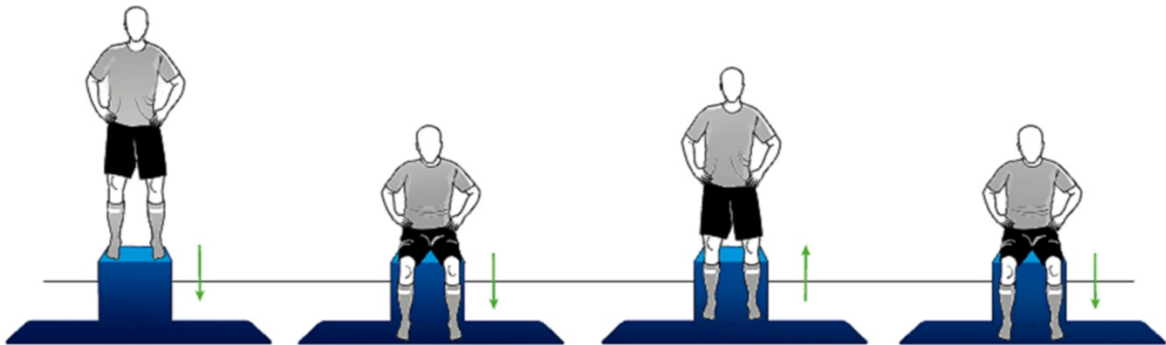


Abbildung 8: Ablauf des Drop Jump. (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an VGB, Hamburg, Deutschland)

Zur Dokumentation der Sprünge wurden zwei Kameras aufgestellt, die den Patienten in der Frontalebene und in der Sagittalebene filmten. Um die Qualität des komplexen Bewegungsablaufes im Video bewerten zu können wurde das Programm Kinovea (Version 0.8.15) verwendet.

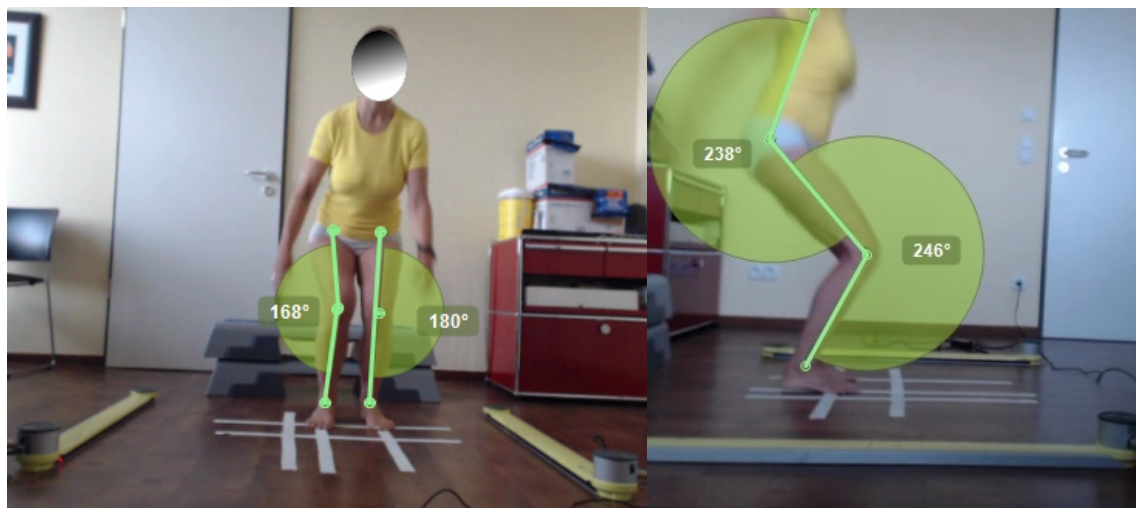


Abbildung 9: Videoauswertung in Frontalebene (links) und Sagittalebene (rechts).

Zur Beurteilung der Qualität wurde das Landing ERROR Scoring System (LESS) nach der deutschen modifizierten Version verwendet. Der LESS besteht aus zehn Items. Für jedes Item kann ein Punkt oder kein Punkt vergeben werden, so dass maximal 10 Punkte und minimal 0

Punkte vergeben werden können. Es werden linke und rechte Körperhälfte separat bewertet (91). In Tabelle 2 werden die Beurteilungskriterien dargestellt (92).

Tabelle 2: Beurteilungskriterien des Landing Error Scoring System – Modifizierte deutsche Version.

Sagittalebene		
Nr.	Beschreibung	Wertung
1	Knieflexionswinkel bei initialen Kontakt >30°	Ja = 1 Nein = 0
2	Hüftflexionswinkel > Knieflexionswinkel bei initialen Kontakt	Ja = 1 Nein = 0
3	Vorfuß berührt bei initialen Kontakt zuerst den Boden	Ja = 1 Nein = 0
4	Alle Gelenke der unteren Extremitäten haben sich bis zum tiefsten Punkt weiter gebeugt	Ja = 1 Nein = 0
5	Allgemeiner Eindruck: Landung ist kontrolliert und weich	Ja = 1 Nein = 0
Frontalebene		
Nr.	Beschreibung	Wertung
6	Kein Valgus im Kniegelenk beim initialen Kontakt	Ja = 1 Nein = 0
7	Keine Neigung des Rumpfes zur Seite beim initialen Kontakt	Ja = 1 Nein = 0
8	Füße setzten symmetrisch auf	Ja = 1 Nein = 0
9	In der tiefsten Beugstellung werden die Kniegelenke nicht weiter nach innen bewegt (Valgus)	Ja = 1 Nein = 0
10	In der tiefsten Beugstellung sind die Füße nicht nach außen oder innen rotiert	Ja = 1 Nein = 0

Je höher die Punktzahl ist desto besser ist der LESS einzuschätzen. Es sollte mindestens ein gutes Ergebnis (8 Punkte) erzielt werden. In Tabelle 3 wird die Beurteilung der Punktezahlen dargestellt (92).

Tabelle 3: Beurteilung der Testauswertung

Exzellent	10 Punkte
Gut	9 – 8 Punkte
Moderat	7 – 5 Punkte
Defizitär	< 5 Punkte

2.8.2 Side-Hop-Test

Der Side-Hop ist ebenfalls ein Sprungtest bei dem der Patient in der Ausgangsposition auf einem Bein steht und die Hände hinter den Rücken legt. Der Patient soll aus dieser Position mit dem Standbein über zwei Markierungen, die in 30 cm Abstand zueinander liegen, springen. Das Ziel ist es 10 Sprünge (1 Sprung = hin und zurück) in kürzester Zeit zu absolvieren. Die Anzahl der Sprünge und die benötigte Zeit wurde mit zwei Lichtschranken (© The singel meter von © Opto Jump) erfasst. Bei der Landung darf keine der Markierungen berührt werden, da sonst der Sprung als ungültig zählt. Dieser Test wird im Anschluss mit dem anderen Bein wiederholt. Der Test wird für beide Seiten jeweils zweimal durchgeführt (93). Zur Testauswertung wurden beide Seiten miteinander verglichen. Die Differenz beider Seiten sollte möglichst gering sein und nicht mehr als 0,78 Sekunden betragen (94).

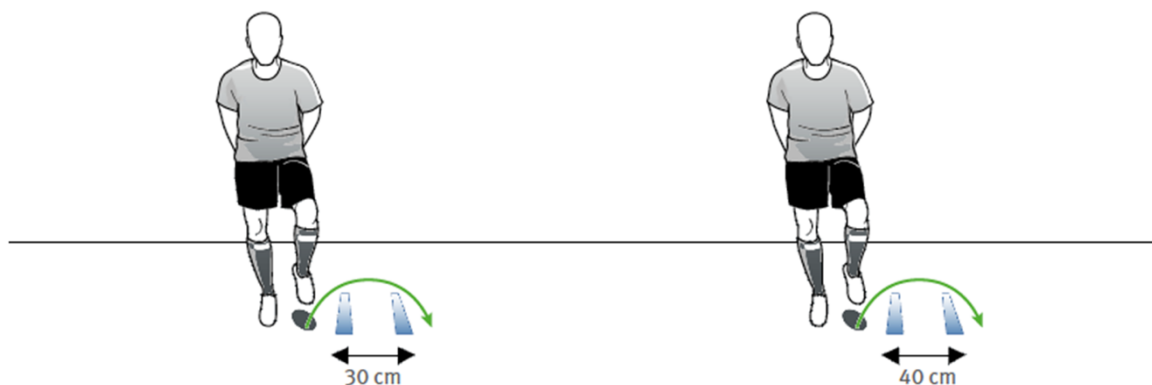


Abbildung 10: Durchführung des Side-Hop-Test. (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an VGB, Hamburg, Deutschland)

2.8.3 Stabilitätstest

2.8.3.1 Two-leg stability Test (TL-ST)

Bei dem TL-ST steht der Patient mit beiden Beinen auf einem Wackelbrett (Challenge Disc von MFT) und versucht über 20 Sekunden sein Gleichgewicht zu halten. Der Gleichgewichtstest läuft virtuell vor einem Bildschirm ab, bei dem der Patient versucht einen

angezeigten Ball in der Mitte einer Zielscheibe (1-5 Punkte) zu halten. Es wird der durchschnittliche Punktwert der Zielscheibe über 20 Sekunden mittels einer Software (Challenge Disc 2.0 von MFT) ermittelt. Je niedriger der Punktwert ist desto besser ist das Ergebnis einzuschätzen (95). Der Test wurde zwei Mal nacheinander durchgeführt.

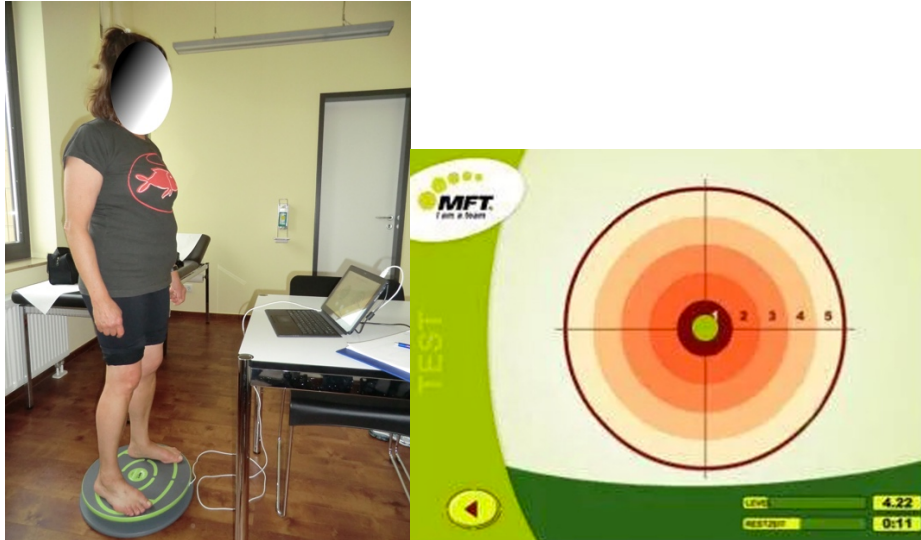


Abbildung 11: Ausführung des Two-leg stability Tests.

2.8.3.2 One-leg stability Test (OL-ST)

Bei dem OL-ST steht der Patient mit einem Bein auf dem Wackelbrett und darf sich nicht mit dem angehobenen Bein an dem Standbein stabilisieren. Der Test ist sonst äquivalent zu dem Two-leg stability Test durchgeführt worden (95).

2.8.4 Quick-Feet Test

Die Aufgabe beim Quick-Feet-Test war es in das Kästchen (siehe Abbildung 12) hinein und wieder hinaus zu steigen. Die beiden Füße wechselten sich nach jedem Hinein- und Hinaussteigen ab. 15 Wiederholungen sollten in möglichst kurzer Zeit absolviert werden. Der Test wurde erst beendet, wenn der Fuß, mit dem gestartet wurde, auf die initiale Position zurückkam. Je kürzer die benötigte Zeit ist, desto besser ist das Ergebnis einzuschätzen (95).



Abbildung 12: Ausführung des Quick Feet Tests.

2.9 Statistische Auswertung

Die statistische Analyse als auch die graphische Darstellung wurde mit dem Programm IBM SPSS® Statistics (SPSS®, Chicago, USA) in der 24. Version durchgeführt. Bei den erhobenen Daten der Studie ging es zum einen um die Aufdeckung signifikanter Unterschiede von den prä- zu postoperativen Ergebnissen, als auch um den Vergleich von PRP-Gruppe zu Graft-Gruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Das Signifikanzniveau (α -Niveau) wurde in dieser Studie auf 0,05 festgelegt, demnach spricht man von einem signifikanten Ergebnis bei $p < 0,05$. Die errechneten Zahlen wurden auf eine Dezimalstelle gerundet. Im Ergebnis Teil als auch in der Diskussion werden die verschiedenen Parameter in der Regel mit Mittelwert und Standardabweichung ($\bar{x} \pm \sigma$) angegeben. Zusätzlich wird zum Teil die Spannweite in Runden Klammern (Minimum – Maximum) und das 95%-Konfidenzintervall in eckigen Klammern [y ; z] angegeben. Um Unterschiede in der benötigten Zeit zur Sportrückkehr innerhalb der Gruppen-Graduierung der Partialruptur heraus zu arbeiten wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt. Die postoperativen Ergebnisse des Reizzustandes,

des Lachman-Tests, des Pivot-Shift-Tests, des Beinumfangs wurden für beide Gruppen mit dem exakten χ^2 -Test nach Fisher (kurz Fisher-Test) analysiert. Die postoperative Extensionsstellung beider Gruppen wurde mit dem zweiseitigen U-Test nach Mann und Whitney auf ihre Signifikanz untersucht. Die postoperative gemessene Seitendifferenz der ATT wurden mit dem T-Test für zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen PRP-Gruppe und Graft-Gruppe ausgewertet. Zur Untersuchung des prä- und postoperativen Vergleichs der Seitendifferenz der ATT wurde bei der PRP-Gruppe der T-Test für verbundene Stichproben und in der Graft-Gruppe der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben verwendet. Zum Vergleich beider Gruppen wurden beim Drop Jump als auch beim Quick Feet der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Außerdem wurde zum Seitenvergleich zwischen gesunden und operierten Knie der T-Test für verbundene Stichproben beim Drop Jump angewendet. Zur Auswertung des Stabilitätstests wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben für beide Gruppen verwendet. Zum internen Vergleich von kranker und gesunder Seite beim Stabilitätstest wurde der Wilcoxon für verbundene Stichproben durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung im Patientenkollektiv

Die inkludierten Patienten setzen sich aus 77 Patienten zusammen, von denen 24 Frauen (31,2%) und 53 Männern (68,8%) sind. Von diesem Patientenkollektiv wurden 38 (49,4%) mit PRP-Injektion und 39 (50,6%) mit einer VKB-Plastik versorgt. In der PRP-Gruppe befanden sich 17 Männer (44,7%) und 21 Frauen (55,3%). Die Graft-Gruppe setzte sich zusammen aus 36 Männern (92,3%) und 3 Frauen (7,7%). So erhielten aus den insgesamt 24 weiblichen Patienten 87,5% eine PRP-Injektion + Trephination und 12,5% eine VKB-Plastik. Bei den insgesamt 53 männlichen Patienten wurden hingegen 32,1% mittels PRP-Injektion + Trephination und 67,9% mit einer VKB-Plastik therapiert. Das durchschnittliche Lebensalter der 81 Patienten betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung $36,2 \pm 12,4$ (16 – 70) Jahre. In der PRP-Gruppe lag das mittlere Lebensalter bei 42,8 (16 – 70) Jahren, und in der Graft-Gruppe bei 29,6 (19 – 46) Jahren.

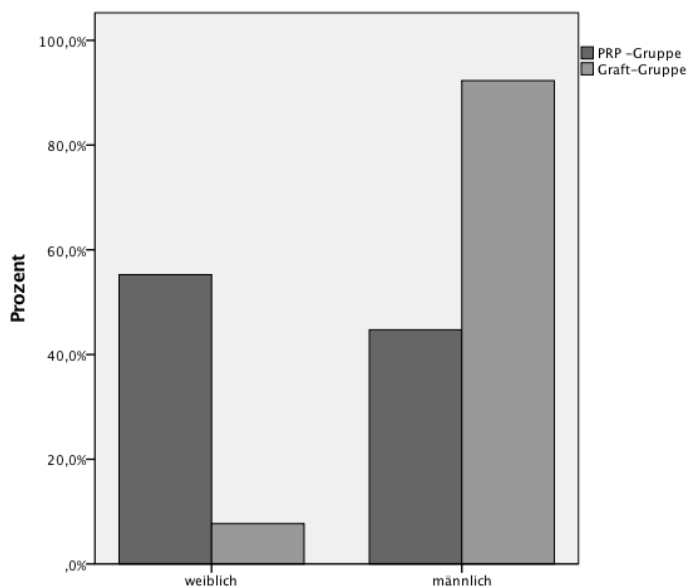


Abbildung 13: Geschlechtsverteilung bezogen auf die Operationstechnik.

Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der Männer bzw. Frauen in der PRP- bzw. Graft-Gruppe.

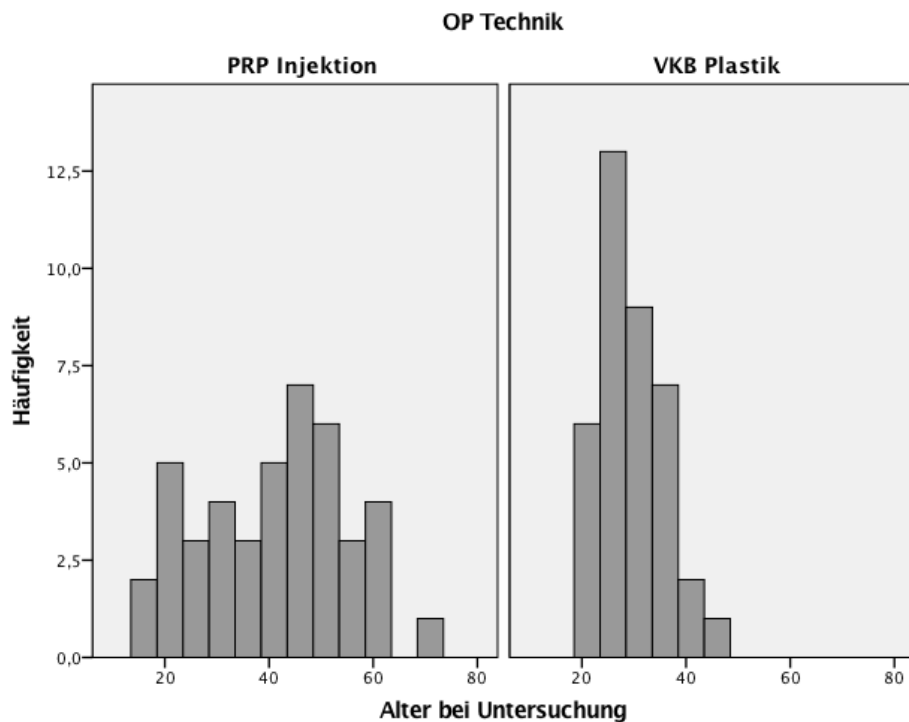


Abbildung 14: Altersverteilung zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezogen auf die Operationstechnik.

3.2 Loss to Follow-Up

Die Anzahl der Patienten, in der PRP-Gruppe, betrug anfänglich 42 Patienten. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung standen aus dieser Gruppe noch 38 Patienten bereit. Bei zwei Patienten (männlich) kam es im Zeitraum nach der Operation zu einer kompletten VKB-Ruptur. Eine Patientin bekam aufgrund ihrer verschlechternden Instabilität im Kniegelenk eine VKB-Plastik. Bei einer weiteren Patientin kam es ihm Rahmen eines Traumas zu einer Achillessehnenruptur, so dass auch sie nicht zur Nachuntersuchung Bereit stand. In der Graft-Gruppe handelt es sich um eine retrospektive Kohorte, die aus einem Datensatz von Patienten (aus der behandelnden Klinik) ausgewählt wurde, die in der Altersverteilung möglichst ähnlich der PRP-Gruppe sind (vgl. 2.1.2.). Es wurden nur Patienten ausgewählt bei denen es zu keiner Verletzung in der Follow-Up Phase kam und die zur klinischen Nachuntersuchung erschienen. Allerdings nahmen die Probanden der Graft-Gruppe nicht an der Patientenbefragung Teil, weshalb diese Daten fehlen. Da nicht jeder Studienteilnehmer für die Patientenbefragung, die klinische Untersuchung und die bewegungsanalytischen Tests bereit stand wird in den untenstehenden Tabellen die genaue Teilnehmerzahl in Bezug auf die erhobenen Daten dargestellt.

Tabelle 4: Die Patientenbefragung wurde nur postoperativ in der PRP-Gruppe durchgeführt. Es werden die erhobenen Daten in Bezug auf die Patientenzahl dargestellt.

Patientenbefragung	
Erhobene Daten	Patientenzahl (PRP-Gruppe)
Subjektiver IKDC 2000 Score	n = 35
Score nach Lysholm	n = 35
Aktivitätsskala nach Tegner	n = 33
Fragebogen der Studiengruppe	n = 35

Tabelle 5: Klinische Untersuchungen in Bezug auf die Patientenzahl in der PRP- und Graft-Gruppe. Alle Untersuchungen wurden für beide Gruppen prä- und postoperativ erhoben. Eine Ausnahme stellt der objektive IKDC 2000 Score dar, der nur postoperativ für die PRP-Gruppe erhoben wurde.

Klinische Untersuchung		
Durchgeführte Untersuchung	PRP-Gruppe (Patientenzahl)	Graft-Gruppe (Patientenzahl)
Reizzustandes	n = 38	n = 39
Lachman-Test	n = 38	n = 39
Pivot-Shift-Test	n = 38	n = 39
ROM	n = 38	n = 39
Beinumfang	n = 38	n = 39
Objektiver IKDC 2000 Score	n = 32	XXX
Translationsmessung	n = 38	n = 25

Tabelle 6: Durchgeführte bewegungsanalytische Tests in Bezug auf die Patientenzahl in der PRP- und Graft-Gruppe. Alle Tests wurden postoperativ in beide Gruppen durchgeführt. Ausnahme stellt der Side-Hop-Test dar, der nur in der PRP-Gruppe durchgeführt wurde.

Bewegungsanalytische Tests		
Durchgeführter Test	PRP-Gruppe (Patientenzahl)	Graft-Gruppe (Patientenzahl)
Drop Jump	n = 32	n = 38
Side-Hop	n = 29	XXX
Koordination	n = 34	n = 39
Quick Feet	n = 32	n = 39

3.3 Zeiträume

3.3.1 Nachuntersuchungszeiträume

Der Nachuntersuchungszeitraum wird als Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung beschrieben. Dieser beträgt im Mittel für das gesamte Patientenkollektiv $22,2 \pm 18,7$ (5 – 79) Monate. In der PRP-Gruppe betrug dieser Zeitraum durchschnittlich $33 \pm$

17,4 (6 – 65) Monate. Der Nachuntersuchungszeitraum für die Graft-Gruppe hingegen beträgt im Mittel $11,7 \pm 13,2$ (5 – 79) Monate.

3.3.2 Zeitraum zwischen Verletzung und Therapie

Die Zeitdauer zwischen der Verletzung und der operativen Versorgung wurde nur für die PRP-Gruppe erhoben. Sie betrug im Mittel $11,2 \pm 12$ (1 – 48) Wochen.

3.4 Operierte Extremität und Sprungbein Seite

Im gesamten Patientenkollektiv wurden 19 Patienten (48,7%) an der rechten Seite und 20 Patienten (51,3%) an der linken Seite operiert. In der PRP-Gruppe war bei 25 Patienten (65,8%) das rechte Knie verletzt und bei 13 (34,2%) das linke, wohingegen bei der Graft-Gruppe bei 19 Patienten (48,7%) das rechte Knie und bei 20 Patienten (51,3%) das linke Knie operiert wurde.

Bei der Befragung der Patienten die mit PRP behandelt wurden gaben 25 (75,8%) an, dass Rechts ihr Sprungbein sei und 7 (21,2%), dass das Linke ihr Sprungbein sei. So wurden Patienten (65,8%) der PRP-Gruppe an ihrem Sprungbein operiert.

3.5 Verteilung der Partialruptur-Graduierung im Patientenkollektiv

Die Gradeinteilung der Partialruptur (Ruptur Grad) wurde nur in der PRP-Gruppe erhoben. So gab es nur einen Patienten (2,6%) mit erstgradiger und einen (2,6%) mit fünftgradiger Ruptur. Die Anzahl der Patienten mit zweitgradiger Ruptur betrug 8 (21,1%), die der drittgradigen 23 (60,5%) und die der viertgradigen 5 (13,2%).

Tabelle 7: Verteilung der absoluten Patientenzahl und deren prozentualen Anteil bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur.

Ruptur Grad	Absolute Patientenzahl	Prozentualer Anteil
I°	1	2,6%
II°	8	21,1%
III°	23	60,5%
IV°	5	13,2%
V°	1	2,6%

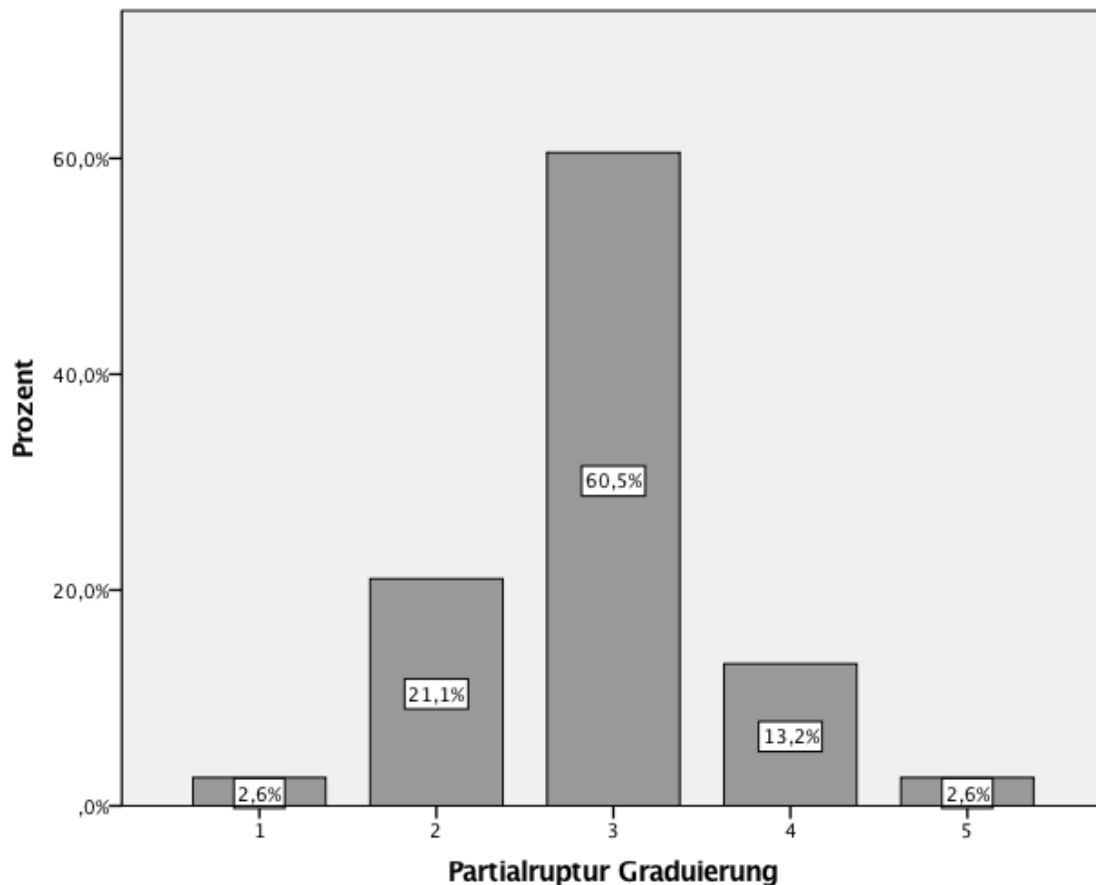


Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der Partialruptur Graduierung im Patientenkollektiv. Von links nach rechts I°-V°.

3.6 Ergebnisse der Patientenbefragung

3.6.1 Subjektiver IKDC 2000 Score

Für die Patienten der PRP-Gruppe wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der subjektive IKDC-Summenscore, der in Abschnitt 2.5.1 beschrieben wird, berechnet. Es wurden Daten von 35 Patienten erhoben. Bei der Befragung ergab sich ein mittlerer Summenscore von $83,2 \pm 14,5$. Das 95%-Konfidenzintervall umfasste [78,2; 88,1] Punkte. Die Spannweite betrug 59 (41 bis 100).

In Tabelle 5 wird der Summenscore nochmal dargestellt.

Tabelle 8: Subjektiver IKDC-Score. Es sind jeweils Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
83,2	[78,2; 88,1]	14,5	41	100

Tabelle 9: Mittelwert des Subjektiven IKDC-Scores bezogen auf die Graduierung der Partialruptur.

Ruptur Grad	Subjektiver IKDC-Score
I° (n = 1)	94,3
II° (n = 8)	84,5 ± 19,4
III° (n = 20)	80 ± 13,8
IV° (n = 5)	91,5 ± 7,6
V° (n = 1)	80,5

In Abbildung 16 ist der IKDC-Summenscore anhand eines Boxplot-Diagrammes dargestellt. Bei allen Boxplot-Diagrammen in dieser Arbeit stellt der schwarze Querstrich innerhalb der Box den Median, also das 50%-Perzentil, dar. Der untere bzw. der obere Grenzstrich der Box gibt die Lage des 25%-Perzentils, bzw. des 75%-Perzentils an. Der größte und der kleinste Variablenwert wird durch den Querstrich ober- und unterhalb der Box (Whiskers) angegeben. Ausreißer werden mit einem ° und Extremwerte mit einem * gekennzeichnet.

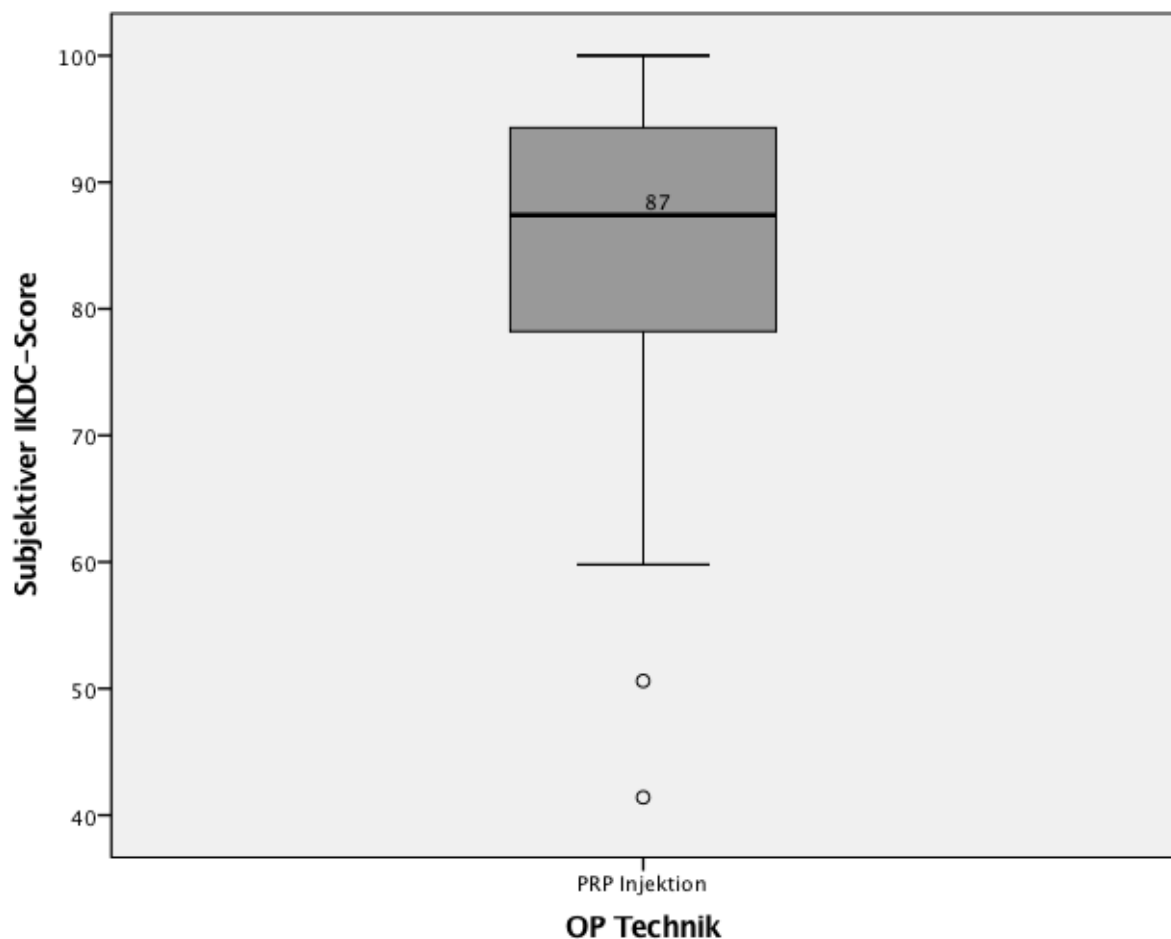


Abbildung 16: Summativer Subjektiver IKDC-Score. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

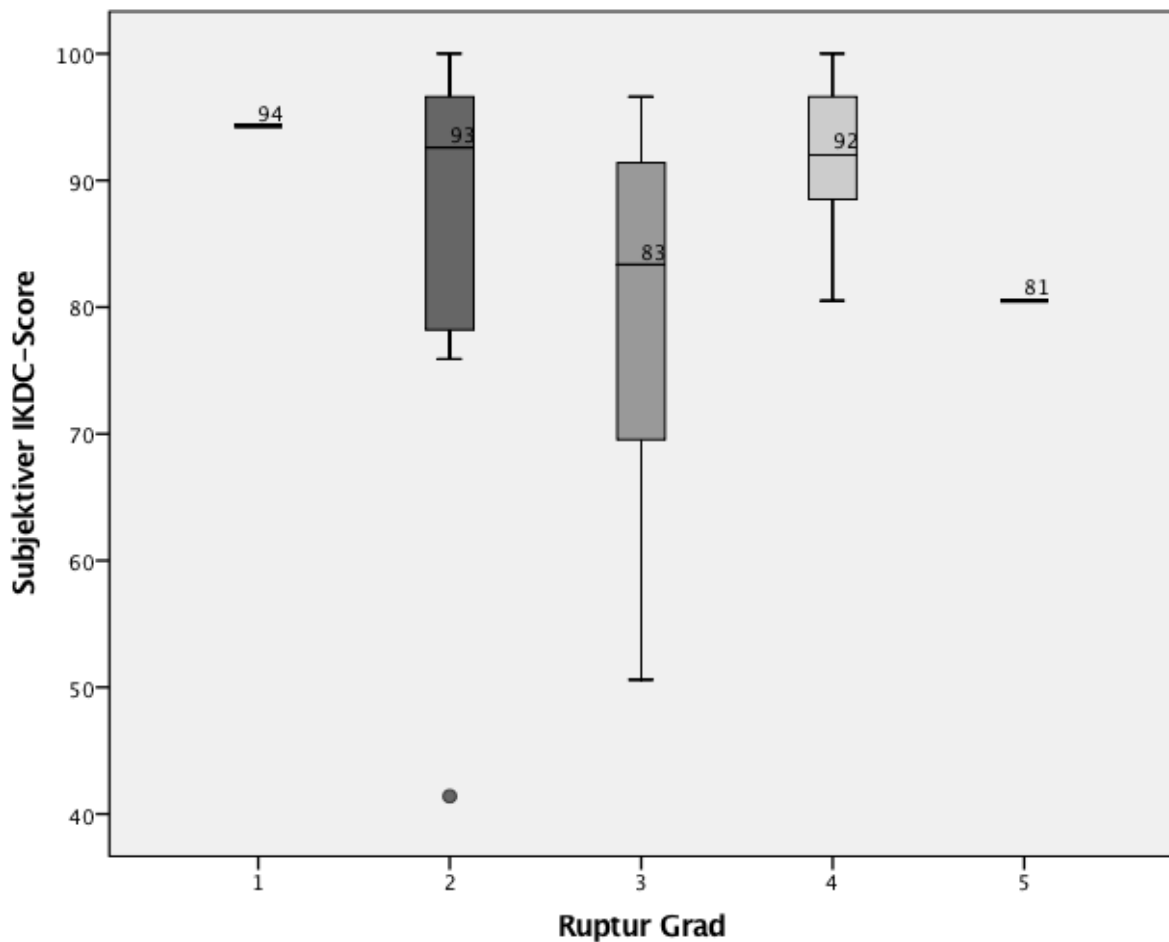


Abbildung 17: Subjektiver IKDC-Score bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I^o-V^o. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

3.6.2 Lysholm-Gillquist-Score

Die Erhebung des Lysholm-Scores fand analog zum IKDC-Score statt (s. Abschnitt 2.5.2). Es wurden ebenfalls Daten von 35 Patienten erhoben. Der Mittlere Summenscore lag bei $85,5 \pm 15,5$, das Minimum bei 18 und das Maximum bei 100. Das 95%-Konfidenzintervall umfasste [80,2; 90,8] Punkte.

Tabelle 10: Lysholm-Score. Es ist der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
85,5	[80,2; 90,8]	15,5	18	100

Tabelle 11: Mittelwert des Lysholm-Scores bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur.

Ruptur Grad	Lysholm-Score
I° (n = 1)	95
II° (n = 8)	81,8 ± 28
III° (n = 20)	85,4 ± 10,3
IV° (n = 5)	91,2 ± 8
V° (n = 1)	80

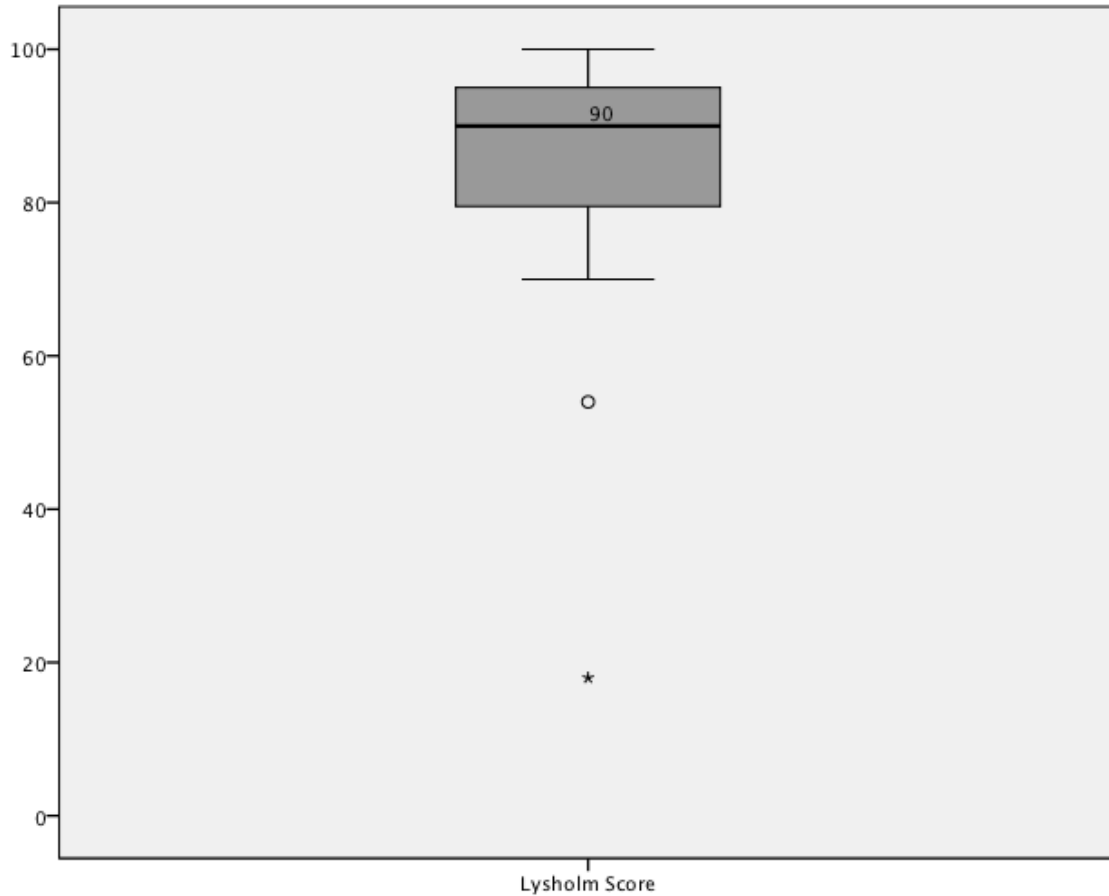


Abbildung 18: Lysholm-Score. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°) und Extremwert (*).

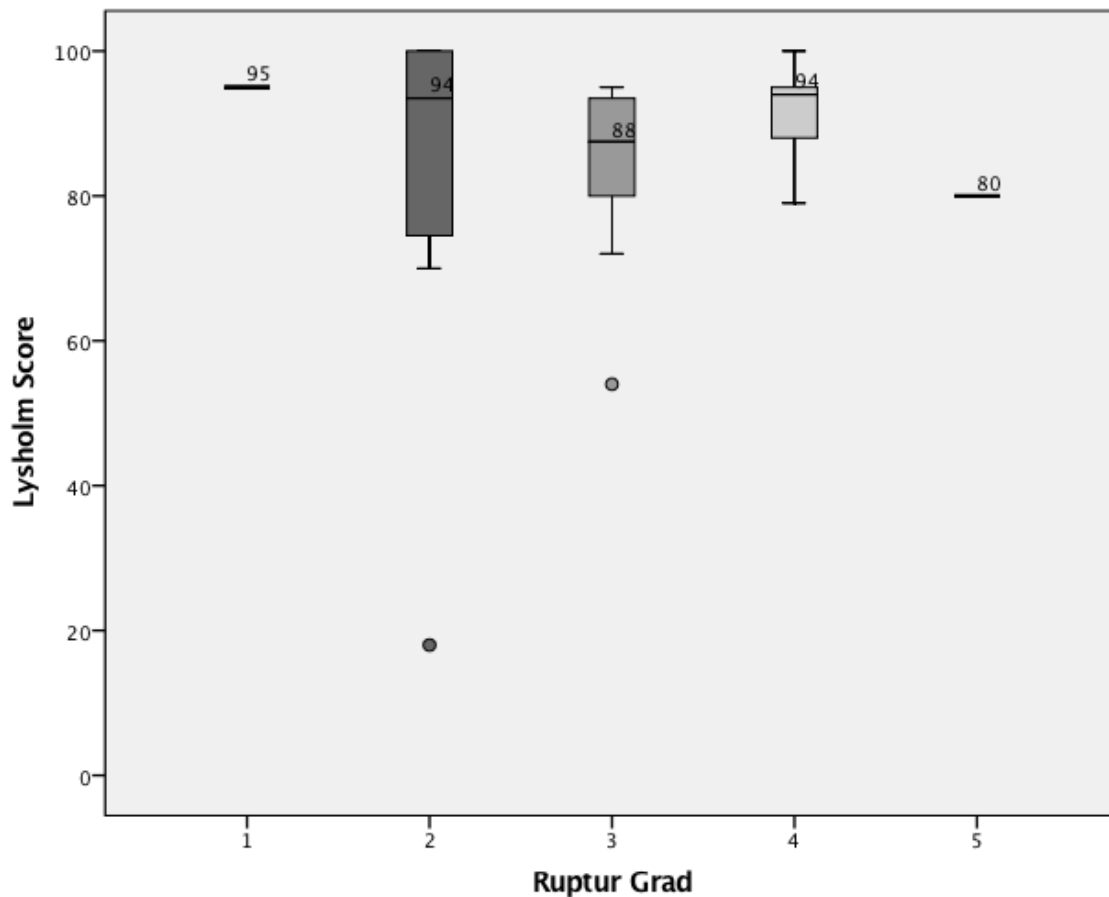


Abbildung 19: Lysholm Score bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I°-V°. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

3.6.3 Tegner Aktivitätsscore

Zusätzlich zum Lysholm-Score wurde die Aktivitätsskala nach Tegner in der PRP-Gruppe erhoben, um das individuelle Aktivitätsniveau der Patienten zu ermitteln. Bei dieser Datenerhebung standen 33 Patienten zu Verfügung. Der mittlere Tegner-Score lag im Zeitraum der Nachuntersuchung bei $4,7 \pm 1,7$ [4,1; 5,3]. Die Werte reichten von minimal 1 bis maximal 10. In Tabelle 9 sind die Werte des Tegner-Scores noch einmal dargestellt.

Tabelle 12: Tegner-Score. Es ist der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
4,7	[4,1; 5,3]	1,7	1	10

Tabelle 13: Mittelwert der Aktivitätsskala nach Tegner bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur.

Ruptur Grad	Aktivitätsskala nach Tegner
I° (n = 1)	10
II° (n = 8)	4,5 ± 1,1
III° (n = 19)	4,6 ± 1,6
IV° (n = 4)	5,3 ± 1,5
V° (n = 1)	2

In Abbildung 20 ist die Verteilung des Tegner-Scores dargestellt.

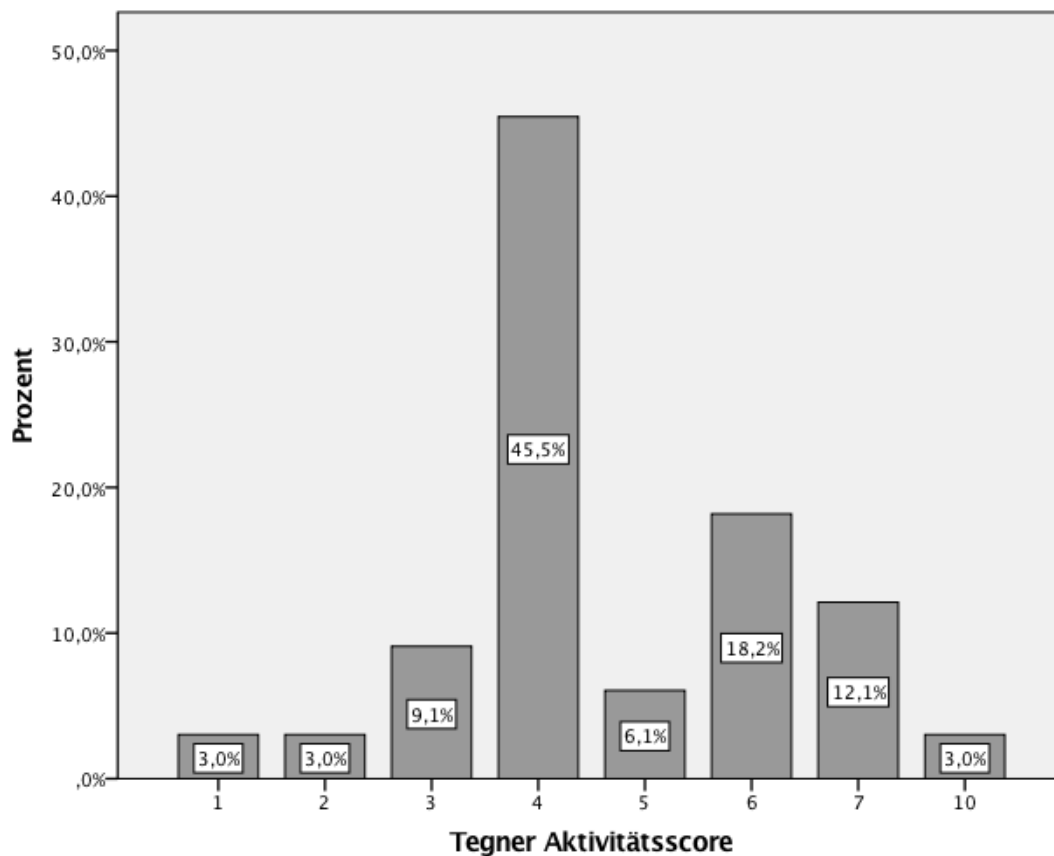


Abbildung 20: Tegner-Aktivitätsscore. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der jeweilig erzielten Werte.

3.6.4 Fragebogen der Studiengruppe

Mittels Fragebogen, der von der Studiengruppe erstellt wurde, wurden 35 Patienten aus der PRP-Gruppe befragt.

82,9% der Befragten führten sich die Verletzung bei einem Sportunfall zu. Dabei verletzten sich 69% beim Skifahren, 17,2% beim Fußballspielen, 6,9% beim Volleyball, 3,4% beim Mountainbiken und 3,4% bei Kong Fu. 3,1% gaben an diesen Sport als Profi zu betreiben,

6,3% als Amateur (hoch), 31,3% als Amateur (mittel), 3,1% als Amateur (niedrig) und 56,3% als Hobby. Bei 82,1% bedingte die Verletzung einen sofortigen Sportausfall.

60% erlitten im Rahmen des Traumas weitere Verletzungen. Insgesamt verletzten sich von allen Patienten 46,6% am Meniskus, 23,7% am Innenband und 2,6% am Außenband.

Von allen Patienten erhielten 45,7% einen zusätzlich operativen Eingriff. Zusätzlich wurden insgesamt 42,9% am Meniskus und 2,9% an Innenband und Meniskus operiert.

Im Mittel stellten sich die Patienten $2,6 \pm 5,3$ Tage (Minimum: 0 Tage; Maximum: 30 Tage) nach der Verletzung bei einem Arzt vor. Es dauerte durchschnittlich $11,2 \pm 12,0$ Tage (Minimum: 1 Tag; Maximum: 48 Tage) bis der Patient operiert wurde.

Die mittlere Dauer von Operation bis Wiederaufnahme des sportlichen Trainings betrug $12,8 \pm 7,2$ Wochen (Minimum: 4 Wochen; Maximum 32 Wochen). Dabei wurden bei 74,3% die volle Sportfähigkeit wieder erreicht, die mittlere Dauer hierfür betrug $5,8 \pm 3,6$ Monate (Minimum: 2 Monate, Maximum: 18 Monate). Die Sportfähigkeit aller Patienten wurde zu $85,8\% \pm 19\%$ (Minimum: 10%; Maximum: 100%) wiederhergestellt.

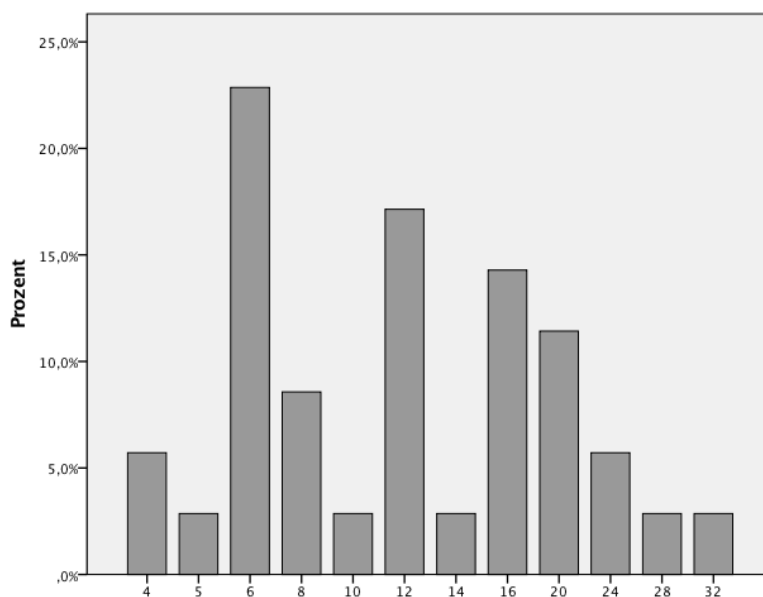


Abbildung 21: Gezeigt wird die prozentuale Verteilung der Dauer von Operation bis zur Wiederaufnahme des Trainings in Wochen.

Hier gibt es einen Trend zwischen der Gradeinteilung der Partialruptur und der Dauer bis zur Wiederaufnahme der vollen Sportfähigkeit. Allerdings ist der Unterschied der einzelnen Gruppen nicht signifikant ($p = 0,87$). So kehrte der I° Patient am schnellsten nach fünf

Monaten zu seiner Sportfähigkeit vor der Verletzung zurück. Die II° Patienten brauchten hier durchschnittlich 5,2 Monate, die III° Patienten im Mittel 6,1 Monate und die IV° Patienten benötigten im Durchschnitt 6,6 Monate. Am längsten benötigte der V° Patient mit 8 Monaten.

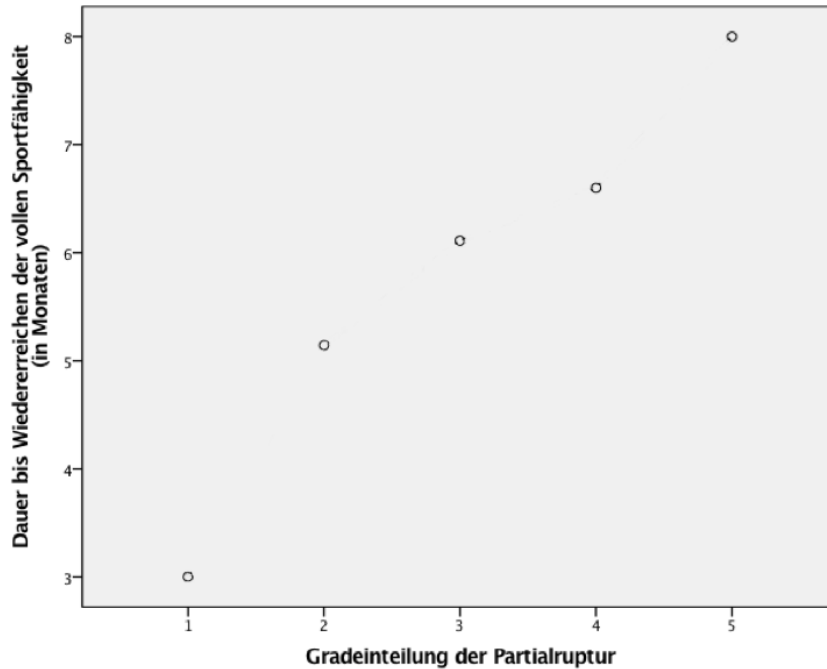


Abbildung 22: Dauer bis Wiederaufnahme der vollen Sportfähigkeit in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I°-V°.

Bei 48,6% der Patienten bestehen weiterhin Schmerzen, zudem geben 22,9% an ein subjektives Instabilitätsgefühl zu haben. Diese Instabilität kann bei 25% durch normale Bewegung provoziert werden, bei 37,5% durch Stop&Go Sportarten und bei 37,5% ist keine Provokation möglich.

Tabelle 14: Prozentuale Verteilung der Patienten mit und ohne Schmerzen.

Weiterhin Schmerzen	Prozentuale Verteilung der Patienten
Nein	51,4%
Leicht intermittierend	40,4
Ja	8,2%

Tabelle 15: Prozentuale Verteilung der Patienten ohne und mit einem subjektiven Instabilitätsgefühl. Die mit einem Instabilitätsgefühl werden in den Provokationsmechanismus unterteilt: Keine Provokation möglich, bei Bewegung und bei Stop&Go.

Instabilitätsgefühl	Prozentuale Verteilung der Patienten
Nein	77,1%
Ja: Keine Provokation möglich	8,6%
Ja: Bei Bewegung	5,7%
Ja: Bei Stop&Go	8,6%

In der Follow-Up-Phase traten bei sechs Patienten ein erneutes Trauma auf. Bei drei Patienten war eine weitere Op am voroperiertem Kniegelenk notwendig. Im Vergleich zum gesunden Bein gaben die Patienten an im Durchschnitt $85,3\% \pm 15,5\%$ (Minimum: 50%; Maximum: 100%) des Niveaus mit dem verletzten Bein erreicht zu haben. Das Ergebnis der subjektiven Bewertung des Behandlungsergebnisses nach Schulnoten wird in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 16: Subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses in Schulnoten.

Schulnoten	Prozentuale Verteilung
Note 1	71,4%
Note 2	14,3%
Note 3	5,7%
Note 4	5,7%
Note 5	0%
Note 6	2,9%

3.7 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

3.7.1 Beurteilung des Reizzustandes

Bei der Beurteilung des Reizzustandes wurde sowohl in der PRP-Gruppe (n = 38), als auch in der Graft-Gruppe (n = 39) nur ein Patient (2,6%) mit Gelenkerguss festgestellt. Die exakte zweiseitige Signifikanz betrug nach dem Fisher-Test 0,747.

Bei keinen der beiden Gruppen konnte eine Rötung des Gelenks nachgewiesen werden.

Zwei Patienten (5,3%) der PRP-Gruppe gaben an einen retropatellaren Druckschmerz bei der Nachuntersuchung zu spüren. In der Graft-Gruppe konnte bei drei Patienten (7,7%) dieser

Schmerz provoziert werden. Die exakte zweiseitige Signifikanz betrug nach dem Fisher-Test 0,513.

Vor der Op konnten bei fünf Patienten (13,2%) der PRP-Gruppe ein Erguss festgestellt werden. Bei der VKB-Gruppe waren dies drei Patienten (7,7%).

3.7.2 Lachman-Test

Der Lachman-Test fiel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der PRP-Gruppe bei zwei Patienten (5,3%) positiv aus und in der Graft-Gruppe bei einem Patienten (2,6%) positiv aus. Der exakte Test nach Fisher betrug 0,49 und war somit nicht signifikant.

Die Untersuchung vor der Op zeigte in der PRP-Gruppe bei 32 Patienten (84,2%) einen positiven Lachman-Test und in der Graft-Gruppe bei 31 Patienten (79,5%) einen positiven Lachman-Test.

Tabelle 17: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests in der PRP-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 38 Patienten der PRP-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Lachman (-)	Lachman (+)
Vor Op	15,8%	84,2%
Bei Nachuntersuchung	94,7%	5,3%

Tabelle 18: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests in der VKB-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 39 Patienten der Graft-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Lachman (-)	Lachman (+)
Vor Op	20,5%	79,5%
Bei Nachuntersuchung	97,4%	2,6%

3.7.3 Pivot-Shift-Test

Der Pivot-Shift-Tests zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der PRP-Gruppe bei keinem Patienten ein positives Testergebnis. In der Graft-Gruppe hingegen zeigten sich noch zwei Patienten (5,1%) mit einem positiven Pivot-Shift-Test (glide). Diese beiden Patienten wiesen bereits vor der Operation ein positives Testergebnis auf. Die exakte zweiseitige Signifikanz betrug 0,494 nach Fisher und wird somit als nicht signifikant gewertet.

Präoperativ fiel der Test in der PRP-Gruppe bei 14 Patienten (36,8%) positiv aus und in der VKB-Gruppe bei 31 Patienten (79,5%) positiv aus.

Die Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests sind in den Tabellen 19 (PRP-Gruppe) und 20 (Graft-Gruppe) dargestellt.

Tabelle 19: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests in der PRP-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 38 Patienten der PRP-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Pivot negativ	Pivot glide
Vor Op	63,2%	36,8%
Bei Nachuntersuchung	100%	0%

Tabelle 20: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests in der Graft-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 39 Patienten der Graft-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Pivot negativ	Pivot glide
Vor Op	17,9%	79,5%
Bei Nachuntersuchung	94,9%	5,1%

3.7.4 Passives Bewegungsmaß des Kniegelenks

Das goniometrische Bewegungsmaß (ROM = „range of motion“) zeigte in der PRP-Gruppe zwei Patienten mit Einschränkung der Extension zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Der eine Patient wies ein Extensionsdefizit von 10° und der andere eins von 5° auf. Bei beiden Patienten konnte dieser Winkel schon präoperativ gemessen werden. In der Graft-Gruppe konnte bei drei Patienten ein Extensionsdefizit gemessen werden. Bei zwei Patienten betrug dies 3° und bei einem 2°. In keinen der beiden Gruppen gab es einen Patienten der ein pathologisches Beugedefizit, weder prä- noch postoperativ aufwies. Die postoperative Extensionsstellung beider Gruppen wurde dann mittels Mann-Whitney-U-Test auf ihre Signifikanz untersucht und ergab keinen Unterschied.

Präoperative Extensionsdefizite wiesen in der PRP-Gruppe drei Patienten auf, von denen zwei schon oben genannt wurden. Ein Dritter zeigte ein Defizit von 10°, welches postoperativ nichtmehr nachgewiesen werden konnte. In der Graft-Gruppe gab es nur einen Patienten mit 2° Extensionsdefizit.

Tabelle 21: Durchschnittliche Extension/Neutralstellung/Flexion zum Zeitpunkt vor der Operation und der Nachuntersuchung. Dargestellt sind die Werte der PRP-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Gelenkstellung
Prä Op	(2,8°±) -0,32°/0°/128,6° (±12,6°)
Post Op	(1,4°±) 0,4°/0°/130,7° (±5,3°)

Tabelle 22: Durchschnittliche Extension/Neutralstellung/Flexion zum Zeitpunkt vor der Operation und der Nachuntersuchung. Dargestellt sind die Werte der Graft-Gruppe.

Zeitpunkt der Untersuchung	Gelenkstellung
Prä Op	(0,3°±) -0,1°/0°/127,3° (±2,8°)
Post Op	(1,7°±) 0,9°/0°/122,4° (±5,6°)

3.7.5 Beinumfang

Bei der Untersuchung der Muskelhypotrophie des Oberschenkels wurde die Differenz des kranken zum gesunden Bein verglichen. Postoperativ war in der PRP-Gruppe der Beinumfang bei zehn Patienten (26,3%) reduziert. Bei der Graft-Gruppe waren dies 16 Patienten (41%). Präoperativ zeigte sich keine Seitendifferenz von gesunden zu kranken Bein in beiden Gruppen. Die exakte zweiseitige Signifikanz nach Fisher betrug 0,23 und war somit nicht signifikant.

In Tabelle 24 wird das postoperative Ergebnis des reduzierten Beinumfangs bezogen auf die PRP- und Graft-Gruppe dargestellt.

Tabelle 23: Prozentuale Verteilung der Patienten mit Muskelhypotrophie aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Gruppe	Patienten mit Muskelhypotrophie
PRP	26,3%
VKB	41%

3.7.6 Objektiver IKDC 2000 Score

Der unter 2.6.9 beschriebene IKDC-Score wurde nur für 32 Patienten der PRP-Gruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erhoben. Sechs Patienten standen für diese Untersuchung nicht zur Verfügung. 19 Patienten (59,4%) erhielten den Gruppengrad A, neun Patienten

(28,1%) den Gruppengrad B und vier Patienten (12,5%) den Gruppengrad C. Der Gruppengrad D wurde bei keinem der Patienten vergeben.

Tabelle 24: Objektiver IKDC-Score. Die Angaben entsprechen der absoluten Anzahl der Patienten in der PRP-Gruppe.

Gesamt	A = normal	B = fast normal	C = abnormal	D = deutlich abnormal
32	19	9	4	0

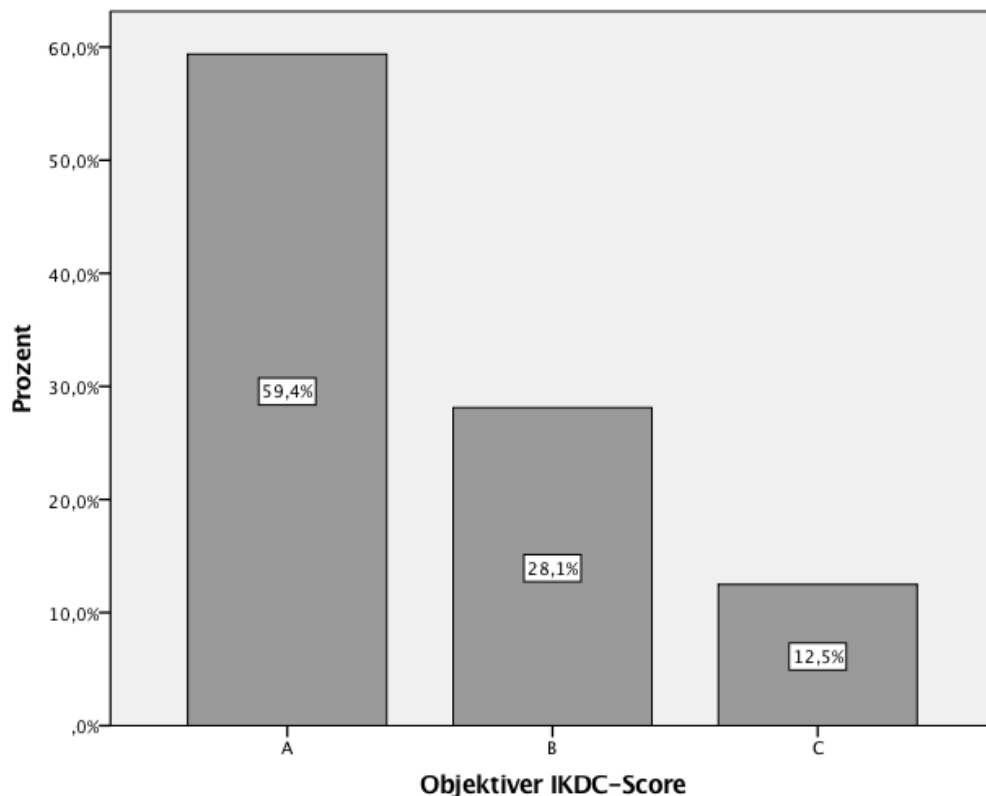


Abbildung 23: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die prozentuale Verteilung des Patientenkollektivs der PRP-Gruppe.

Betrachtet man den objektiven IKDC-Score in Zusammenhang der Gradeinteilung der Partialruptur, so erhielt der eine Patient des ersten Grades den Gruppengrad A. Innerhalb des zweiten Grades erhielten fünf Patienten (62,5%) den Gruppengrad A, zwei Patienten (25%) den Gruppengrad B und ein Patient (12,5%) den Gruppengrad C. Innerhalb des dritten Grades waren es zehn Patienten (58,8%) die den Gruppengrad A erreichten, fünf (29,4%) erzielten den Gruppengrad B und zwei (11,8%) den Gruppengrad C. Bei den Patienten der viertgradigen Partialruptur erhielten zwei Patienten (40%) den Gruppengrad A, zwei (40%) den Grad B und einer (20%) den Grad C. Der eine Patient des fünften Grades erzielte den Gruppengrad A.

Tabelle 25: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Die Angaben entsprechen der absoluten Anzahl der Patienten.

Ruptur Grad	Gesamt	A = normal	B = fast normal	C = abnormal	D = deutlich abnormal
I°	1	1	0	0	0
II°	8	5	2	1	0
III°	17	10	5	2	0
IV°	5	2	2	1	0
V°	1	1	0	0	0

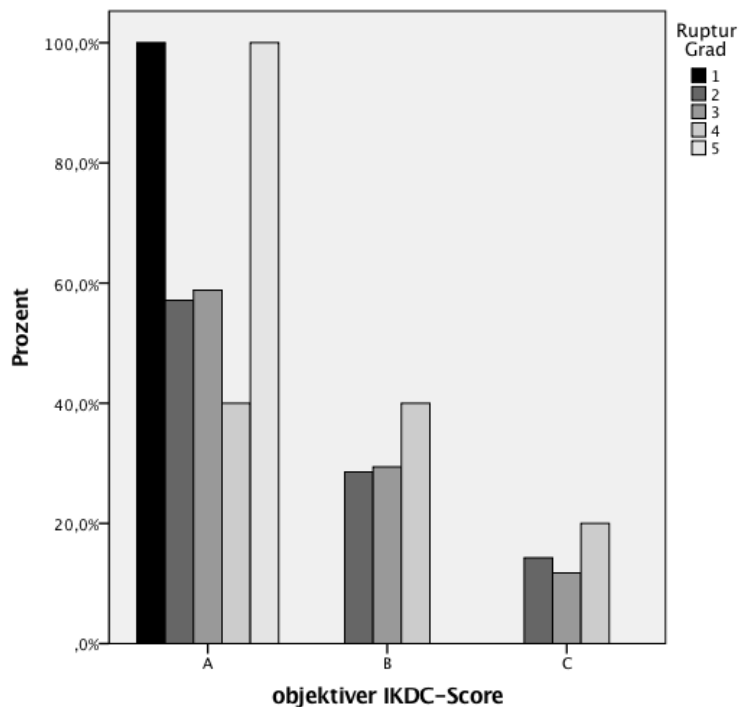


Abbildung 24: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die prozentuale Verteilung innerhalb der Gradeinteilung der Partialruptur.

3.7.7 Revisionsrate

Die Revisionsrate dieser Studie betrug 7,1% in der PRP-Gruppe. Von den insgesamt 42 PRP-Patienten wies eine Patientin (2,3%) nach der Operation eine primäre Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes auf, welche klinisch bzw. kernspintomographisch nachweisbar war. Zwei Patienten (4,8%) rissen sich das VKB im Rahmen eines Traumas komplett. Diese drei Patienten wurden in einer zweiten Op mit einer Kreuzbandplastik versorgt.

3.8 Ergebnisse der instrumentellen Translationsmessung

Die Seitendifferenz der anterioren, tibialen Translation (ATT) stellt ein wichtiges quantitatives Kriterium dar und wurde mittels Rolimeter™ (AIRCASST Europe GmbH, Neubeuern, Deutschland) erhoben. Bei dieser Untersuchung standen nur 25 Patienten der Graft-Gruppe zur Verfügung. In der PRP-Gruppe wurde von allen 38 Patienten die Werte erhoben. Zum postoperativen Vergleich der Seitendifferenzen beider Gruppen wurde der T-Test für unabhängige Stichproben angewandt. Dieser ergab keinen signifikanten Unterschied. Für den Vergleich von prä- zu postoperativ wurden die Gruppen einzeln betrachtet. Hierfür wurde bei der PRP- Gruppe der T-Test für verbundene Stichproben verwendet. Innerhalb der PRP-Gruppe konnte hier ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei der Graft-Gruppe wurde auf Grund der ungleichen Verteilung der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben verwendet. Auch hier ergab sich ein signifikanter Unterschied. Im Folgenden werden die genauen p-Werte für die genannten Vergleiche genannt.

Bei der Nachuntersuchung lag die durchschnittliche Translation im Seitenvergleich in der PRP-Gruppe bei $0,6 \pm 1,8$ [0; 1,2] mm. Die Differenz des Vorschubes in der Graft-Gruppe lag im Mittel postoperativ bei $2,2 \pm 1,8$ [0; 1,6] mm. Beim Vergleich der postoperativen Seitendifferenzen zwischen der PRP-Gruppe und der Graft-Gruppe lag der p-Wert bei 0,716. Somit ist der Unterschied nicht signifikant.

Die Seitendifferenz der ATT vor der Operation lag bei der PRP-Gruppe im Mittel bei $1,9 \pm 1,4$ [1,4; 2,4] mm, die der der Graft-Gruppe bei $2,2 \pm 2,2$ [1,3; 3,1] mm.

Der Vergleich der Seitendifferenz der ATT von prä- zu postoperativ in der PRP-Gruppe zeigte einen signifikanten Unterschied. Der T-Test für verbundenen Stichproben ergab einen p-Wert von 0,034.

Der Vergleich von prä- zu postoperativen Seitendifferenz in der Graft-Gruppe ergab einen p-Wert von 0,023 und war somit ebenfalls signifikant.

Tabelle 26: Seitendifferenz der ATT [mm] in der PRP-Gruppe. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.

Zeitpunkt	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Prä Op	1,9	[1,4; 2,4]	1,4	-1	4
Post Op	0,6	[0; 1,2]	1,8	-3	4

Tabelle 27: Seitendifferenz der ATT [mm] in der Graft-Gruppe. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.

Zeitpunkt	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Prä Op	2,2	[1,3; 3,1]	2,2	-2	8
Post Op	0,8	[0; 1,6]	1,8	-4	4

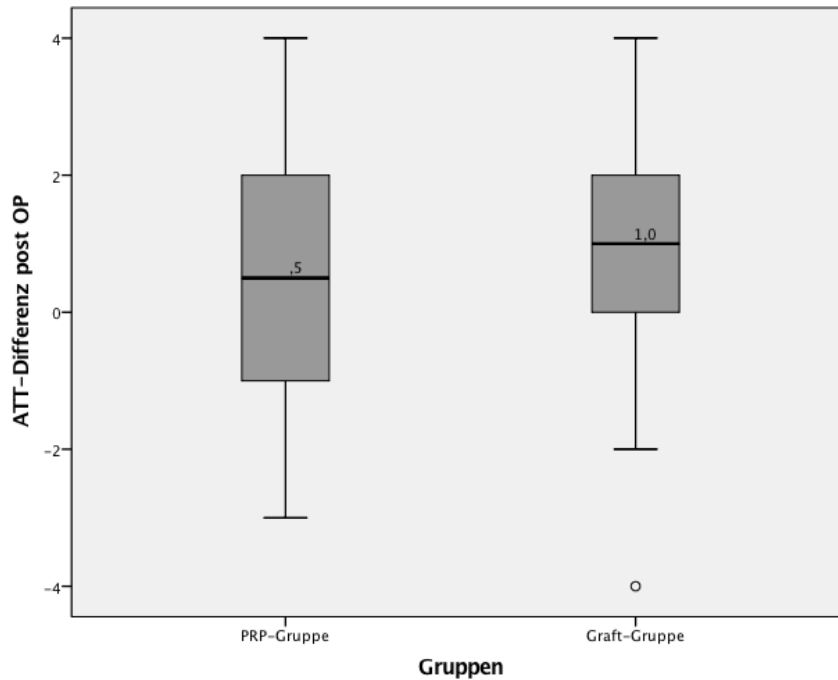


Abbildung 25: Differenz der ATT zwischen operierter und gesunder Seite. Links Patienten die mit PRP behandelt wurden. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

Betrachtet man nun die Seitendifferenz des Vorschubs in Zusammenhang mit der Gradeinteilung der Partialruptur so verbessert sich der eine Patient mit Grad eins um 5 mm, von 3 mm vor der Operation auf -2 mm nach der Op. In der Gruppe der zweitgradigen Patienten konnte eine mittlere Verbesserung von 1,9 mm festgestellt werden. Der durchschnittliche Wert lag hierbei vor der Op bei 1,5 mm und nach der Op bei -0,4mm. Die Patienten den eine drittgradige Partialruptur zugeteilt wurde, hatten eine durchschnittliche Differenz des Vorschubs von 1,6 mm präoperativ und 1,1 mm postoperativ. Die Verbesserung der viertgradigen Patienten betrug im Mittel 2,8 mm, von 3,2 mm vor der Op auf 0,4 mm bei der Nachuntersuchung. Der einzige Patient der fünftgradigen Gruppe verringerte die Differenz seines Vorschubs von 3 mm auf -1 mm nach der Op.

Tabelle 28: Seitendifferenz der ATT [mm] in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum gezeigt.

Ruptur Grad	Zeitpunkt	Mittelwert	Maximum	Minimum
I° (n = 1)	Prä Op	3	3	3
	Post Op	-2	-2	-2
II° (n = 8)	Prä Op	1,5	-1	3
	Post Op	-0,4	-3	2
III° (n = 23)	Prä Op	1,6	4	-1
	Post Op	1,1	-2	4
IV° (n = 5)	Prä Op	3,2	2	4
	Post Op	0,4	2	4
V° (n= 1)	Prä Op	3	3	3
	Post Op	-1	-1	-1

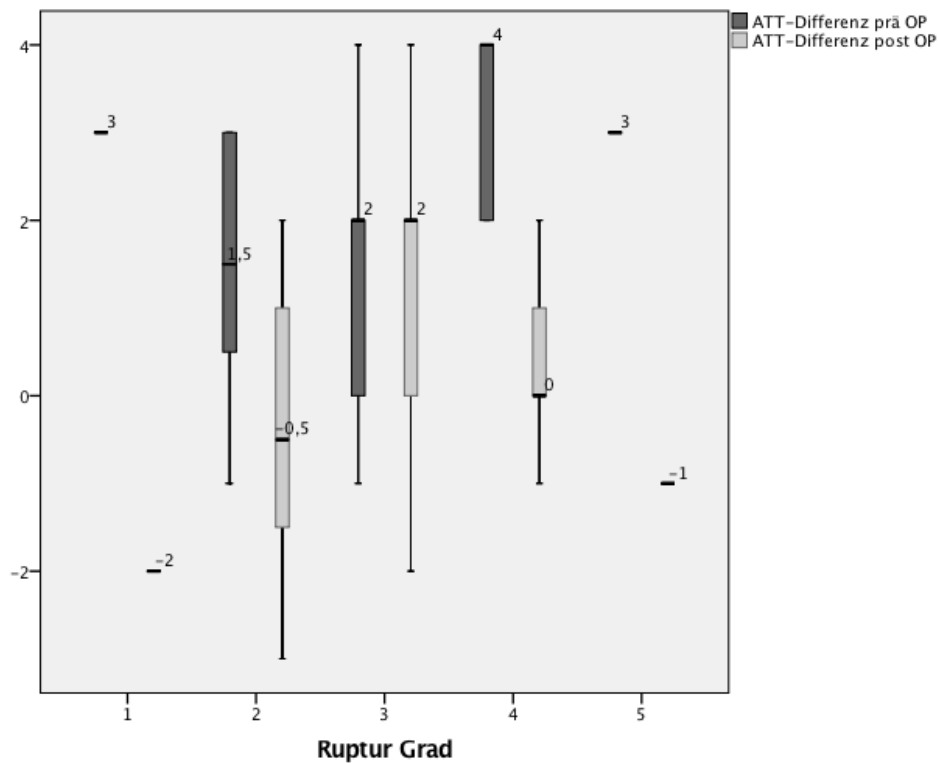


Abbildung 26: Seitendifferenz der ATT [mm] in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Es werden die Werte vor und nach der Op gezeigt. Von links nach rechts I° - V°. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker.

3.9 Bewegungsanalytische Tests

Da die bewegungsanalytischen Tests eine Belastung und Stresssituation für das Kniegelenk darstellt nahmen an diesen Untersuchungen nicht alle Studienteilnehmer teil. Bei den jeweiligen Tests wird die genaue Anzahl der Patienten beschrieben.

3.9.1 Drop Jump

Beim Drop Jump (DJ) wurden 32 Patientendaten von der PRP-Gruppe und 38 von der VKB-Gruppe erfasst. Es wurden die Werte des operierten Beines beider Gruppen miteinander verglichen. Hierfür wurde der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Der Unterschied war signifikant. D.h. die Patienten der PRP-Gruppe schnitten im Mittel besser ab als die der Graft-Gruppe. Da es wichtig war sich ein Gesamtbild über die Motorik der jeweiligen Patienten zu machen wurden die Daten ebenfalls für die gesunde Seite erhoben und mittels T-Test für unabhängige Stichproben verglichen. Bei dem Vergleich beider Gruppen gab es für die gesunde Seite keinen signifikanten Unterschied. Um signifikante Schwächen zwischen gesunden und operierten Knie aufzuzeigen wurde innerhalb der beiden Gruppen der T-Test für verbundene Stichproben durchgeführt. In der PRP-Gruppe gab es keinen signifikanten Unterschied. In der Graft-Gruppe gab es einen signifikanten Unterschied zwischen der gesunden und operierten Seite. Im Folgenden werden die p-Werte für die genannten Tests aufgeführt.

Im Mittel wurden in der PRP-Gruppe $7,4 \pm 1,2$ [6,9; 7,8] Punkte erzielt. Dabei lag das Maximum bei 9 Punkten und das Minimum bei 4 Punkten. In der Graft-Gruppe lag der durchschnittliche Punktwert bei $5,8 \pm 1,8$ [5,2; 6,3]. In dieser Gruppe lag der höchste Wert bei 9 Punkten und der kleinste bei 2 Punkten. Beim Vergleich beider Gruppen lag der p-Wert bei 0,030 und ist somit signifikant.

Auf der gesunden Seite lag der Mittelwert in der PRP-Gruppe bei $7,5 \pm 1,3$ [7; 8] Punkte. Die kleinste Punktzahl war 4, die Größte 9. In der Graft-Gruppe lag die durchschnittliche Punktezahl bei $6,6 \pm 1,6$ [6,1; 7,2]. Das Maximum waren 9 Punkte, das Minimum 4 Punkte. Beim Vergleich beider Gruppen kam ein p-Wert von 0,206 raus.

Der Vergleich zwischen operierter und gesunder Seite gab in der PRP-Gruppe eine zweiseitige Signifikanz von 0,474. In der Graft-Gruppe betrug diese 0,0003.

Tabelle 29: Drop Jump Punkteverteilung der operierten Seite. Obere Spalte PRP-Grupp; Untere Spalte Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Gruppe	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
PRP	7,4	[6,9; 7,8]	1,2	4	9
VKB	5,8	[5,2; 6,3]	1,8	2	9

Tabelle 30: Drop Jump Punkteverteilung der gesunden Seite. Obere Spalte PRP-Grupp; Untere Spalte Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Gruppe	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
PRP	7,5	[7; 8]	1,3	4	9
VKB	6,6	[6,1; 7,2]	1,6	4	9

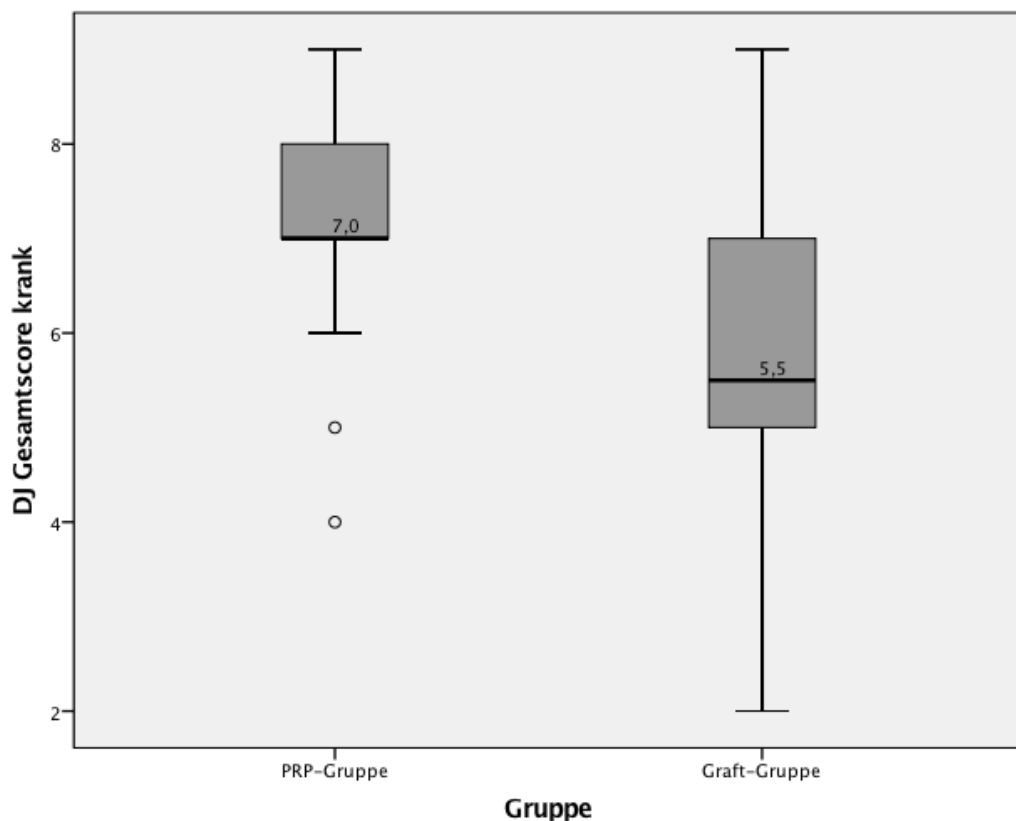


Abbildung 27: Drop Jump Punkteverteilung der operierten Seite. Links Patienten aus der PRP-Gruppe. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

Setzt man die Drop Jump Punkteverteilung der operierten Seite in Zusammenhang mit der Graduierung der Partialruptur so sinkt die mittlere Punktzahl mit steigender Gradzahl.

Tabelle 31: Drop Jump Punkteverteilung in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Dargestellt sind die Werte der gesunden und operierten Seite. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum gezeigt.

Ruptur Grad	Seite	Mittelwert	Maximum	Minimum
I° (n = 1)	krank	9	9	9
	gesund	9	9	9
II° (n = 7)	krank	7,7	9	7
	gesund	7,3	9	6
III° (n = 19)	krank	7,3	9	4
	gesund	7,7	9	5
IV° (n = 4)	krank	7,3	8	7
	gesund	7,5	8	7
V° (n = 1)	krank	5	5	5
	gesund	4	4	4

3.9.2 Side-Hop-Test

Der Side-Hop-Test wurde nur bei 29 Patienten, aus der PRP-Gruppe, durchgeführt. Es wurden zwei Versuche durchgeführt bei denen ein Patient im zweiten Versuch aufgrund von Schmerzen nichtmehr teilnahm. Im ersten, als auch im zweiten Durchlauf erzielten drei Patienten aufgrund ihrer Schmerzen Extremwerte die in den Test nicht miteinbezogen wurden. So wurden im ersten Versuch 26 und im zweiten 25 Patientendaten erfasst.

Bei dem ersten Versuch wurde eine mittlere Zeitdifferenz zwischen der gesunden und kranken Seite von $0,2 \pm 1,9$ [-0,7; 0,9] Sekunden erreicht. Die kleinste Zeitdifferenz betrug -3,5 Sekunden, d.h. die operierte Seite schnitt besser ab als die gesunde. Die größte Zeitdifferenz betrug 4,2 Sekunden.

Im zweiten Versuch lag die durchschnittliche Differenz bei $0,6 \pm 1,6$ [-0,1; 0,3] Sekunden. Das Minimum lag bei -1,3 Sekunden, auch hier schnitt die operierte Seite besser ab als die Gesunde. Das Maximum lag bei 6,3 Sekunden.

Da die Seitendifferenz nicht mehr als 0,78 Sekunden betragen sollte (vgl. Kap. 2.8.2), muss beim ersten Versuch ein ungünstiger Seitenunterschied für zehn Patienten (38,5%) angegeben werden. Beim zweiten Versuch sind dies sieben (28%) Patienten.

Tabelle 32: Side-Hop-Test. Seitenunterschied zwischen operierten und gesunden Bein (in Sekunden). Es wird der Mittelwert, Maximum, Minimum und Seitenunterschied (SU) dargestellt. Der Seitenunterschied (SU) der als ungünstig anzunehmen ist, wird in Prozent in Bezug auf die Patientenzahl angegeben.

Versuch	Mittelwert	Maximum	Minimum	SU ungünstig
1 (n = 26)	0,2	4,2	-3,5	38,5%
2 (n = 25)	0,6	6,3	-1,3	28%

Schaut man sich den Seitenunterschied des Side-Hop-Tests in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur an sieht man, dass die prozentuale Verteilung des ungünstigen Seitenunterschiedes mit steigender Gradzahl im zweiten Versuch wächst.

Tabelle 33: Side-Hop-Test. Seitenunterschied zwischen operierten und gesunden Bein (in Sekunden) in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Gezeigt werden die Werte des ersten und zweiten Versuchs. Es wird der Mittelwert, Maximum, Minimum und Seitenunterschied (SU) dargestellt. Der Seitenunterschied (SU) der als ungünstig anzunehmen ist, wird in Prozent in Bezug auf die Patientenzahl angegeben.

Ruptur Grad	Versuch	Mittelwert	Maximum	Minimum	SU ungünstig
I° (n = 1)	1	1,5	1,5	1,5	0%
	2	-0,1	-0,1	-0,1	0%
II° (n = 6)	1	0,6	2,1	-0,31	33,3%
	2	0,5	2,5	-0,4	16,7%
III° (n = 13)	1	0,6	4,2	-3,4	50%
	2	0,7	6,3	-0,5	30,8%
IV° (n = 4)	1	-1,6	0,1	-3,5	0%
	2	1	3,5	-1,3	50%
V° (n = 1)	1	-0,1	-0,1	-0,1	100%
	2	1,5	1,5	1,5	0%

3.9.3 Stabilitätstest

Die Stabilitätswerte auf dem Wackelbrett wurden für 34 Patienten aus der PRP-Gruppe und 39 Patienten aus der Graft-Gruppe erhoben. Es wurden jeweils zwei Versuche durchgeführt: Für beide Beine gleichzeitig auf dem Brett, nur für das gesunde Bein auf dem Brett und für das operierte Bein auf dem Brett. Zum Vergleich der Gruppen wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet. So gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der PRP- und Graft-Gruppe für die Stabilitätstests beider Beine als auch für das operierte Bein. Bei dem Vergleich der gesunden Seite zwischen PRP- und Graft-Gruppe

konnte im ersten Versuch ein signifikanter Unterschied festgestellt wird. Im zweiten Versuch fiel dieser Unterschied nicht signifikant aus. Um die gesunde und kranke Seite der jeweiligen Gruppen intern zu vergleichen wurde der Wilcoxon für verbundene Stichproben durchgeführt. Hier konnte in keiner der beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied zwischen gesunder und operierter Seite festgestellt werden. Die genauen p-Werte werden im Folgenden angegeben.

3.9.3.1 Two-leg stability Test (TL-ST)

Im ersten Versuch für beide Beine erzielte die PRP-Gruppe einen Mittelwert von $3,5 \pm 0,8$ [3,2; 3,8], im zweiten einen Mittelwert von $3,1 \pm 0,8$ [2,9; 3,4]. Der Mittelwert der Graft-Gruppe lag beim ersten Versuch bei $3,2 \pm 0,8$ [2,9; 3,4] und beim zweiten bei $3,1 \pm 0,7$ [2,8; 3,3]. Bei dem Vergleich beider Gruppen lag der p-Wert im ersten Versuch bei 0,154 und im zweiten Versuch bei 0,708.

Tabelle 34: Stabilitäts Werte für den Two-leg stability Test. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Versuch	Gruppe	Mittelwert	95%- Konfidenz- intervall	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
1	PRP	3,5	[3,2; 3,8]	0,8	1,6	4,7
	Graft	3,2	[2,9; 3,4]	0,8	1,8	4,7
2	PRP	3,1	[2,9; 3,4]	0,8	1,6	4,8
	Graft	3,1	[2,8; 3,3]	0,7	2	4,5

3.9.3.2 One-leg stability Test (OL-ST)

Der durchschnittliche Stabilitätswert für den ersten Versuch des operierten Beines lag bei $2,9 \pm 0,9$ [2,6; 3,2] in der PRP-Gruppe und bei $2,7 \pm 0,6$ [2,5; 2,9] in der Graft-Gruppe. Im zweiten Versuch erzielte die PRP- Gruppe einen Mittelwert von $2,7 \pm 0,7$ [2,6; 3,1] und die Graft-Gruppe einen von $2,5 \pm 0,6$ [2,3; 2,8]. Der Vergleich beider Gruppen ergab im ersten Versuch einen p-Wert von 0,376 und im zweiten einen von 0,53.

Tabelle 35: Stabilitätswerte für den One-leg stability Test. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Versuch	Gruppe	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
1	PRP	2,9	[2,6; 3,2]	0,9	1,7	4,9
	Graft	2,7	[2,5; 2,9]	0,6	1,7	3,8
2	PRP	2,9	[2,6; 3,1]	0,7	1,9	4,8
	Graft	2,5	[2,3; 2,8]	0,6	1,7	4,1

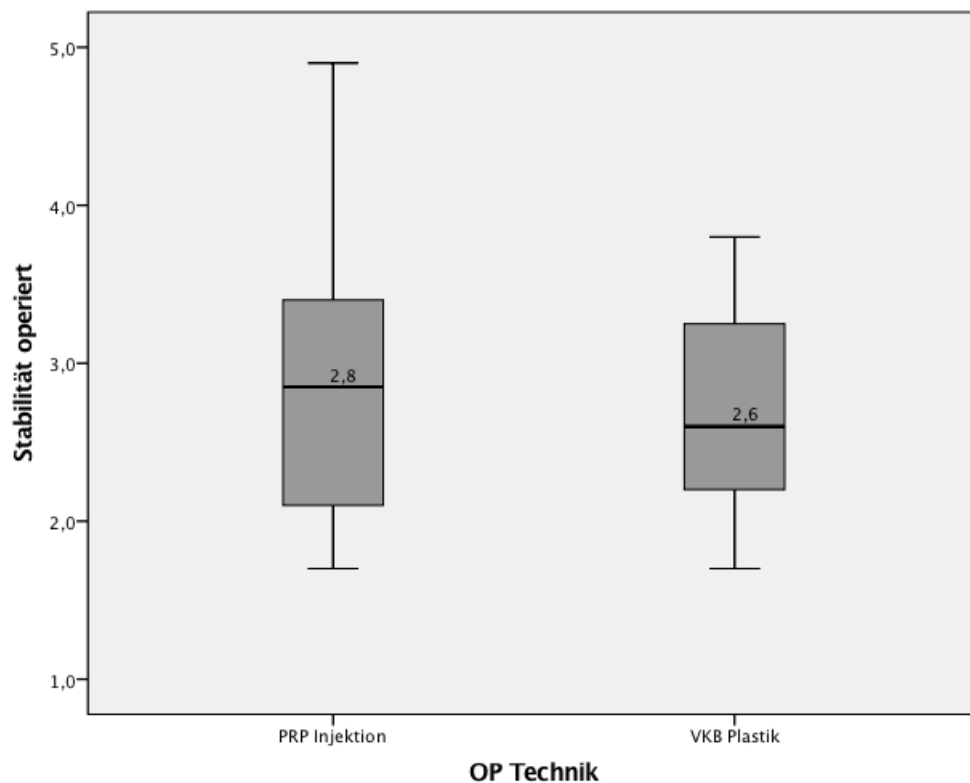


Abbildung 28: Stabilitätswerte der operierten Seite. Links Patienten die mit PRP und Trephination behandelt wurden. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker.

Die erhobenen Werte der gesunden Beine des ersten Versuches lagen im Mittel bei $3 \pm 0,8$ [2,7; 3,7] in der PRP-Gruppe und bei $2,6 \pm 0,6$ [2,4; 2,8] in der Graft-Gruppe. Für den zweiten Versuch lag der Durchschnittswert bei $2,8 \pm 0,6$ [2,5; 3,1] in der PRP-Gruppe und bei $2,6 \pm 0,5$ [2,5; 2,8] in der Graft-Gruppe. So lag der p-Wert im Vergleich beider Gruppen bei 0,025 im ersten Versuch und bei 0,573 im zweiten Versuch.

Der Vergleich zwischen operierten und gesunden Bein ergab einen p-Wert von 0,548 (1. Versuch) und 0,343 (2. Versuch) bei der PRP-Gruppe. In der Graft-Gruppe lag der p-Wert bei 0,385 (1. Versuch) und 0,218 (2. Versuch).

Tabelle 36: Koordinationswerte für das gesunde Bein auf dem Brett. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.

Versuch	Gruppe	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
1	PRP	3	[2,7; 3,7]	0,8	1,8	4,7
	Graft	2,6	[2,4; 2,8]	0,6	1,6	4,1
2	PRP	2,8	[2,5; 3,1]	0,8	1,6	4,7
	Graft	2,6	[2,5; 2,8]	0,5	1,7	4,3

Betrachtet man die Koordinationswerte des operierten Beins in Zusammenhang mit dem Partialruptur Einteilung so wird mit steigender Gradzahl der Stabilitätswert schlechter (steigender Wert). Ausnahme stellt der eine Patient des fünften Grades dar.

Tabelle 37: Stabilitätswert der operierten Seite in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Gezeigt werden die Werte des ersten und zweiten Versuchs. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt.

Ruptur Grad	Versuch	Mittelwert	Maximum	Minimum
I° (n = 1)	1	1,9	1,9	1,9
	2	2,1	2,1	2,1
II° (n = 8)	1	3	4,7	2
	2	2,7	3,4	2,2
III° (n = 19)	1	3	4,9	1,7
	2	3	4,8	2,2
IV° (n = 4)	1	3,3	3,9	2,8
	2	3,5	4,4	2,8
V° (n = 1)	1	2,4	2,4	2,4
	2	2,1	2,1	2,1

3.9.4 Quick Feet

Bei der Untersuchung des Quick Feet wurden 32 PRP-Patienten und 39 Graft-Patienten getestet. Zum Vergleich der beiden Gruppen wurde der T-Test für unverbundene Stichproben verwendet. Die Graft-Gruppe schnitt signifikant besser ab als die PRP-Gruppe.

Im Test erreichte die PRP-Gruppe einen Mittelwert von $11,2 \pm 2,3$ [10,4; 12,1] Sekunden. Die kürzeste Zeit lag bei 7,8 Sekunden, die längste bei 15,5 Sekunden. In der Graft-Gruppe wurde eine durchschnittliche Zeit von $8,4 \pm 1,2$ [8; 8,8] Sekunden erreicht. Das Minimum lag bei 6,4, das Maximum bei 12,1 Sekunden. Im Vergleich der beiden Gruppen war der Unterschied ($p = 0,000091$) hoch signifikant.

Tabelle 38: Quick Feet (in Sekunden) aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt.

Gruppe	Mittelwert	95%-Konfidenzintervall	Standardabweichung	Minimum	Maximum
PRP	11,2	[10,4; 12,1]	2,3	7,8	15,5
Graft	8,4	[8; 8,8]	1,2	6,4	12,1

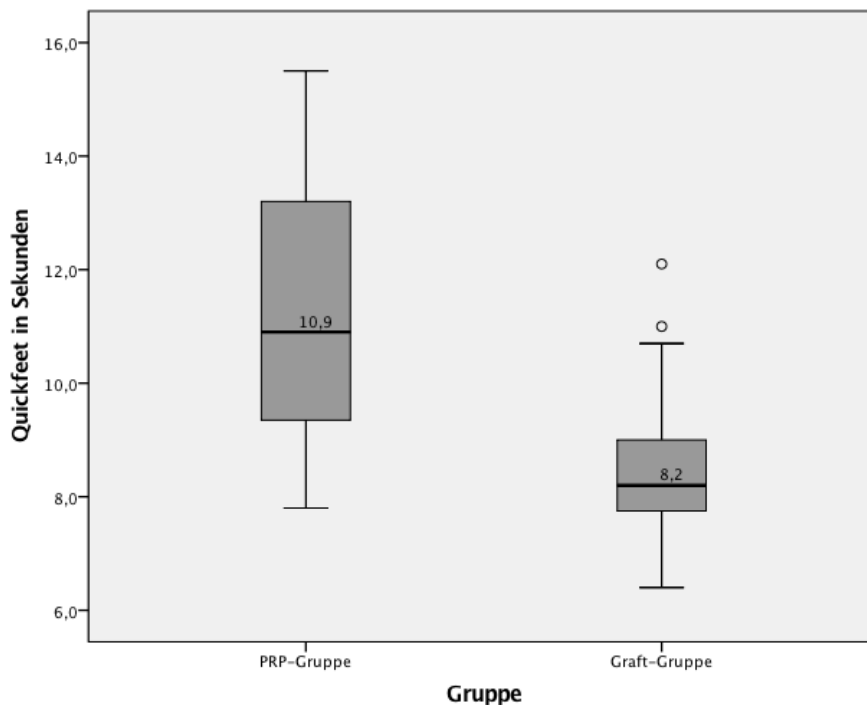


Abbildung 29: Quickfeet (in Sekunden). Links Patienten, die mit PRP und Trephination behandelt wurden. Rechts Patienten, die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).

Teilt man die benötigte Zeit für den Quick Feet in die Grade des Partialruptur Klassifizierung ein, sieht man, dass die Zeit mit der steigenden Gradzahl zunimmt. Eine Ausnahme bildet hier der eine Patient des fünften Grades.

Tabelle 39: Quick Feet (in Sekunden) in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt.

Ruptur Grad	Mittelwert	Maximum	Minimum
I° (n = 1)	10,1	10,1	10,1
II° (n = 8)	10,5	13,1	8,6
III° (n = 18)	11,6	15,4	7,8
IV° (n = 3)	11,9	15,5	9,5
V° (n = 1)	11,1	11,1	11,1

4 Diskussion

Die Ergebnisse der Studiengruppe zeigten eine signifikante Verbesserung in der ATT von prä- zu postoperativ, in der PRP- und Graft-Gruppe. Allerdings konnte postoperativ kein Vorteil zugunsten der PRP- oder Graft-Gruppe hinsichtlich dieses objektiven Parameters (ATT-Messung) belegt werden. Auch die Ergebnisse der klinischen Untersuchung zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Außerdem wiesen die PRP-Patienten im „patient related outcome“ (IKDC, Lysholm und Tegner) gute bis sehr gute Ergebnisse auf. Sie kehrten im Schnitt nach $12,8 \pm 7,2$ Wochen zum Sport zurück. Die Revisionsrate der PRP-Gruppe betrug 7,1%. Die Ergebnissen der bewegungsanalytischen Tests konnte kein eindeutiger Trend zugunsten einer Gruppe aufweisen.

4.1 Literatúrauswahl

Zum Zeitpunkt als diese Arbeit erstellt wurde gab es noch eine weitere Publikation von Seijas et al. in der Patienten, die eine VKB-Partialruptur erlitten hatten mit PRP behandelt wurden, (96). Um mit möglichst vergleichbaren Operationstechniken zu diskutieren wurden Studien von Steadman et al., Wasmaier et al. und Jorjani et al genommen, in denen die Patienten mittels Healing Response Technique ohne PRP-Injektion behandelt wurden (13-15,97). Des Weiteren wurde mit einer Metaanalyse von Pujol et al. verglichen in der Daten von zwölf Studien zusammengefasst wurden, die alle ihre Patienten mit einer VKB-Partialruptur konservativ behandelten. Bei den insgesamt 436 Patienten (Durchschnittsalter: 28,6 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 5,2 Jahre) wurde die Diagnose einer Partialruptur arthroskopisch gestellt. Auf weitere chirurgische Maßnahmen wurde verzichtet (98).

Da die Vergleichsgruppe dieser Studie eine VKB-Plastik bekommen hatte wurde mit vier weiteren Studien verglichen, in denen ebenfalls eine VKB-Rekonstruktion mittels Hamstring Sehnen durchgeführt wurde. Diese vier Studien von Aglietti et al., Muneta et al., Gobbi et al. und Park et al sind alle samt Studien in denen Einzel- gegen Doppelbündel-Technik verglichen wurde (99-102). In der vorliegenden Studie wird nur über die Patienten der Einzelbündel Gruppe diskutiert, da dies der Operationstechnik unserer Studiengruppe entspricht. Grundsätzlich ist es schwer die beiden Techniken einer VKB-Rekonstruktion und der PRP-Injektion mit Healing Response Technik zu vergleichen, da unter anderem bei der PRP-Behandlung keine Sehne entnommen wird oder Knochenkanäle gebohrt werden müssen. Die Invasivität der Operation und die Indikation unterscheiden sich also deutlich. Da es allerdings keinen Standard für die Versorgung von VKB-Partialrupturen gibt wird bei einer

solchen Diagnose unter anderem das komplette VKB oder nur ein Bündel rekonstruiert (12). Diese Tatsache stellt eine Berechtigung dar, beide Therapieformen miteinander zu vergleichen.

4.2 Patientenbefragung

4.2.1 Subjektiver IKDC-2000 Score

Wie bei allen erhobenen Scores in dieser Studie wurde auch der subjektive IKDC-Score nur postoperativ für die PRP-Gruppe erhoben. Bei einem Mittelwert von $83,2 \pm 14,5$ Punkten ist das Ergebnis als gut einzuschätzen. Es scheint so als würde die Punktezahl des subjektiven IKDC-Score mit sinkenden Schweregrad der Partialruptur steigen. Ausnahme stellen die Patienten mit viertgradiger Partialruptur dar, die den zweitbesten Wert erzielten.

In der Studie von Aglietti et al. (Durchschnittsalter: 28 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 2 Jahre) erhielten 35 Patienten eine VKB-Plastik. Der Mittelwert des Scores wurde hier mit 78 ± 15 Punkten angegeben (99).

Bei Gobbi et al. wurden 25 Patienten (Durchschnittsalter: 31,9 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 3,9 Jahre) mittels VKB-Rekonstruktion versorgt. Im drei Jahres Follow-Up wurde ein durchschnittlicher Wert von $89,4 \pm 1,5$ Punkten im subjektiven IKDC angegeben (101).

Park et al. untersuchten in ihrer VKB-Plastik Studie 50 Patienten (Durchschnittsalter: 28,3 Jahre) im zeitlichen Abstand von zwei Jahren. Der mittlere subjektive IKDC Score lag hier bei $69,8 \pm 19,8$ Punkten(102).

Im Vergleich zu den Studien von Aglietti et al. und Park et al. erzielten die Patienten aus der vorliegenden Studie im Schnitt eine höhere Punktezahl im subjektiven IKDC, wohingegen die Studie von Gobbi et al. die besten Werte aufwies. Allerdings ist die Follow-Up Zeit in der Studie von Gobbi et al. auch deutlich länger als in den anderen drei Studien.

4.2.2 Lysholm-Gillquist-Score

Hier erzielten die Patienten im Mittel ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Sie schnitten durchschnittlich mit $85,5 \pm 15,5$ Punkten ab. Bei der Gradeinteilung der VKB-Partialruptur ist im Lysholm-Score kein Trend zu erkennen. Zwar schneidet der Patient mit der erstgradiger Ruptur mit 95 Punkten am besten ab und der Patient mit der fünftgradiger Ruptur mit 80 Punkten am schlechtesten ab. Allerdings kann bei den Patienten mit zweitgradiger

Partialruptur ($81,8 \pm 28$ Punkte), den mit drittgradiger Partialruptur ($85,4 \pm 10,3$) und den mit viertradiger Partialruptur ($91,2 \pm 8$), hinsichtlich des Schweregrads, kein Aufwärtstrend beobachtet werden.

In einer Studie von Steadman et al. von 2012 wurden 48 Patienten (Durchschnittsalter: 51 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 7,6 Jahre; 35 Frauen, 13 Männer) mittels Healing Response Technique therapiert. Die Ergebnisse des Lysholm Scores waren hier sogar noch etwas besser. So erreichten die Patienten dieser Studie im Mittel 90 Punkte. Allerdings war die Follow-Up Zeit mehr als doppelt so lange wie in der vorliegenden Studie. Dies dürfte den etwas besseren Punktwert erklären (67).

In einer vorausgehend veröffentlichten Studie (2006) von Steadman et al. wurden 10 Patienten (Durchschnittsalter: 13,8 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 5,8 Jahre; 1 Frau, 9 Männer) die mittels Healing Response Technique behandelt wurden nachuntersucht. Der durchschnittliche Lysholm Score lag in dieser Studie bei 96 Punkten. Dieser Wert ist deutlich besser als der in der vorliegenden Studie. Wie oben beschrieben sind die Werte nur bedingt vergleichbar (13).

Wasmaier et al. erhob 30 Patientendaten (Durchschnittsalter: 34,3 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 4,3 Jahre), die mittels Healing Response Technique behandelt wurden. Die Patienten erreichten im Durchschnitt einen Lysholm Score von 91 Punkten. Auch hier war die Durchschnittliche Follow-Up-Zeit deutlich länger (15).

In einer Healing Response Technique Studie von Jorjani et al. (Durchschnittsalter: 42,5 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 6,3 Jahre) wurden 43 Patienten nachuntersucht. Der mittlere Lysholm Score lag hier bei 92 Punkten (97).

In der systematischen, literarischen Zusammenfassung von Pujol et al. wurden in sieben Studien (N: 246; Durchschnittsalter: 28,5 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 6,1 Jahre) ein vergleichbarer Lysholm Score von 88,4 Punkten erzielt (98).

Analog zur vorliegenden Studie zeigen sich in den fünf genannten Arbeiten ähnliche Punkteergebnisse des Lysholm Scores. Ausnahme stellt die Studie von Steadman et al. von 2006 dar, bei der die Probanden besser abschnitten.

4.2.3 Tegner Aktivitätsscore

In der Nachuntersuchung wurde ein Mittelwert von $4,7 \pm 1,7$ Punkte in der Aktivitätsskala nach Tegner erhoben. Dies entspricht einem mittleren Leistungsniveau bezogen auf Sport (Freizeitaktivitäten wie Rennradfahren oder Joggen). Auch hier konnte sich kein Trend in der Gradeinteilung der VKB-Partialruptur zeigen. Der Patient der erstgradigen Partialruptur erzielte wieder den höchsten Wert mit 10 Punkten und der, der fünftgradigen den niedrigsten Wert mit 2 Punkten. Die Mittelwerte der Aktivitätsskala lagen bei der Gruppe mit zweitgradiger Partialruptur bei 4,5, bei der mit drittgradiger bei 4,6 und bei der mit viertgradiger bei 4,5.

In einer Studie von Seijas et al. wurden 19 Profi-Football Spieler (Durchschnittsalter: 15,5 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 1,2 Jahre), die eine VKB-Partialruptur erlitten hatten, mittels PRP-Injektion, wie in der vorliegenden Studie behandelt und nachuntersucht. In der Nachuntersuchungsphase wurden durchschnittlich 9,2 Punkte auf der Skala erreicht. Drei Patienten erreichten 10 Punkte und 16 Patienten 9 Punkte. Der hohe Wert in der Aktivitätsskala nach Tegner ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass es sich hier um Leistungssportler handelt, die sich in der postoperativen Phase einem professionellen physiotherapeutischen Workout unterzogen. Der Punktwert ist daher nicht mit dem der vorliegenden Studie vergleichbar.

Aus der oben beschriebenen Arbeit von Steadman et al., 2012 (vgl. Kap. 4.1.1) erreichten die Patienten einen mittleren Punktwert von 5 nach der Tegner Aktivitätsskala (67). Der etwas bessere Wert dürfte durch die längere Follow-Up Phase begründet werden.

In der vorangegangenen Studie von Steadman et al., 2006 (vgl. Kap. 4.1.1) wurde ein durchschnittlicher Wert von 8,5 Punkten erreicht. Wie oben beschrieben ist dieser Wert aufgrund des stark selektierten Patientenkollektivs nur bedingt vergleichbar (13).

Wasmaier et al. erhoben in ihrer Studie (vgl. Kap. 4.1.1) durchschnittliche Punktwerte von 5,7 in der Aktivitätsskala nach Tegner. Diese etwas besseren Werte im Vergleich zur vorliegenden Studie, dürften durch das jüngere Patientenalter im Kollektiv (durchschnittlich 8,5 Jahre jünger) zu erklären sein (15).

Jorjani et al. beschreibt in seiner Arbeit (vgl. Kap. 4.1.1) einen mittleren Punktwert von 4,8 in der Aktivitätsskala. Dieser Wert ist nur geringfügig höher als der in der vorliegenden Arbeit (97).

Die drei Studien von Steadman et al., 2012, Wasmaier et al. und Jorjani et al. zeigten ähnliche Ergebnisse wie die vorliegende Arbeit. So, dass man davon ausgehen kann, dass der Eingriff dazu beiträgt den Patienten wieder auf ein gutes Aktivitätsniveau zu bringen.

4.2.4 Fragebogen der Studiengruppe

4.2.4.1 *Time to return to sport*

Bei der Befragung der Patienten gaben diese an im Mittel nach $12,8 \pm 7,2$ Wochen wieder mit dem Sport angefangen zu haben. 74,3% erreichten ihre volle Sportfähigkeit wieder. Die mittlere Dauer hierfür betrug $5,8 \pm 3,6$ Monate. Hier zeigt sich ein Trend zwischen der Gradeinteilung der Partialruptur und der Dauer bis zur Wiederaufnahme der vollen Sportfähigkeit zu geben. Allerdings ist dieser nicht signifikant. Patienten mit einer weniger schwerwiegenden Partialruptur kehrten schneller zu ihrem ursprünglichen Sportlevel zurück.

Pujol et al. fasst elf konservative Studien mit insgesamt 427 Patienten (Durchschnittsalter: 27,5 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 6 Jahre) zusammen. Hier kehren 52% Patienten zu ihren ursprünglichen sportlichen Aktivitäten vor der Verletzung zurück. Dies sind deutlich weniger als in der vorliegenden Studie, was ggf. für den positiven Effekt der PRP-Injektion und der Trepanation spricht (98).

In der Studie von Seijas et al. erreichten 81,8% ihre volle Sportfähigkeit wieder. Im Schnitt brauchten sie 15,6 Wochen um ihren sportlichen Aktivitäten wieder nachzugehen. Basierend auf einem sehr hohen sportlichen Ausgangslevel kehrten mehr Patienten zu ihrer vollen Sportfähigkeit zurück als in dieser Studie. Allerdings brauchten sie etwas länger um wieder mit dem sportlichen Training zu beginnen. Diese Tatsache dürfte der Fragestellung geschuldet sein, da ein Profisportler die Frage zur Rückkehr in das Training anders definiert als ein Amateursportler, welcher bei leichter körperlicher Betätigung schon vom Rücker zum Sport spricht (96).

In einer Meta-Analyse von Ardern et al. werden 48 Studien mit 5770 Teilnehmer (Durchschnittsalter: 25,1 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 3,5 Jahre), die in einer Op eine Vorder-Kreuzband-Plastik bekommen haben zusammengefasst. Insgesamt kehrten 63% wieder zu ihrer ursprünglichen sportlichen Aktivität vor der Verletzung zurück. Die durchschnittliche Zeit um wieder Sport aufzunehmen betrug 7,3 Monate. So kehrten in der vorliegenden Studie die Patienten im Schnitt schneller zur sportlichen Betätigung zurück und es erreichten auch mehr Patienten das ursprüngliche Sportlevel. Da es sich bei einer VKB-

Rekonstruktion um einen deutlich schwerwiegenderen Eingriff handelt ist der Vergleich nur bedingt möglich (103).

4.2.4.2 Patientenzufriedenheit

Außerdem wurden die Patienten bezüglich ihrer Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis befragt. Die subjektive Bewertung wurde in Schulnoten angegeben. 71,4% der Patienten gaben die Note 1 und 14,3% die Note 2 an. Im Vergleich zum gesunden Bein gaben die Patienten im Durchschnitt $85,3\% \pm 15,5\%$ des Niveaus mit dem verletzten Bein erreicht zu habe.

Bei den Studien von Steadman et al., 2006 wurde eine Patientenzufriedenheit von 9,9/10 erreicht, bei Steadman et al., 2012 lag diese bei 10/10 und bei Wasmaier et al. bei 8,5/10. Zehn war der Maximalwert der Zufriedenheits-Skala dieser Studien (13-15).

In der Studie von Jorjani et al. beschrieben 95,4% die Gesamtbehandlung als gut bis sehr gut. Die postoperative Kniefunktion wurde von 97,7% als normal bis fast normal beschrieben (97).

Die genannten Studien schneiden in Bezug auf die Patientenzufriedenheit besser ab als die vorliegende Studie. Der Vergleich ist allerdings nur bedingt möglich, da in den genannten Studien verschiedene Werteskalen zur Erfassung der Zufriedenheit verwendet wurden und die Follow-Up Zeit in den aufgeführten Studien deutlich länger ist.

Die bessere postoperative Kniefunktion von Jorjani et al. dürfte der Fragestellung geschuldet sein. So wird hier nach einer normal bis fast normalen Kniefunktion gefragt, wo hingegen in der vorliegenden Studie nach dem Vergleich zum gesunden Bein gefragt wird.

4.2.4.3 Schmerz und Instabilitätsgefühl

8,2% der Patienten gaben an weiterhin Schmerzen im operierten Kniegelenk zu spüren. 91,8% von ihnen verspürten gar keine Schmerzen oder nur leicht intermittierende Schmerzen. 77,1% der Patienten konnten kein Instabilitätsgefühl im Kniegelenk feststellen, 8,6% verspürten ein Instabilitätsgefühl bei starker Belastung, wie Stop&Go Sportarten, und 5,7% gaben eine Instabilität bei leichter Belastung an. 8,6% der Patient gaben an eine Instabilität zu fühlen, allerdings sei diese nicht provozierbar.

Jorjani et al. stellten fest, dass 95,3% ihres Patientenkollektivs keine oder nur minimal, intermittierende Schmerzen im operierten Kniegelenk haben. 86% der Patienten gaben an, kein oder nur ein minimales Instabilitätsgefühl zu haben (104).

Die Untersuchungsbefunde der vorliegenden Studie und der Studie von Jorjani et al. unterscheiden sich nicht nennenswert und bestätigen die Ähnlichkeit des Outcomes der beiden Operationstechniken.

4.3 Klinische Untersuchung

4.3.1 Lachman-Test

Der Lachman-Test fiel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der PRP-Gruppe bei zwei Patienten (5,3%) positiv aus und in der Graft-Gruppe bei einem Patienten (2,6%) positiv aus. So ließ sich bei diesem klinisch sehr wichtigen Test kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ermitteln. Vor der Op war der Lachman-Test bei 32 Patienten (84,2%) der PRP-Gruppe positiv und bei 31 Patienten (79,5%) der Graft-Gruppe positiv.

Tabelle 40: Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests der vorliegenden Studie (nur Patienten die mit PRP und Trephination behandelt wurden); der Studien Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al. (Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Pujol et al. (Meta-Analyse von konservativ therapierten Patienten).

	PRP	Healing Response			Konservativ
	Vorliegende Studie	Steadman et al., 2006	Wasmaier et al., 2013	Jorjani et al., 2013	Pujol et al., 2012
Lachman (+)	5,3%	42,9%	55,6%	4,7%	47,6%

Bei Steadman et al., 2006 wurde der Lachman-Test bei sieben Patienten postoperativ durchgeführt. Bei drei Patienten (42,9%) war dieser positiv. Präoperativ war der Lachman-Test bei allen untersuchten Patienten positiv (13).

In der Studie von Wasmaier et al. zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Hier wiesen 55,6% der Patienten einen positiven Lachman-Test zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auf (15).

Jorjani et al. schrieben in ihrer Studie, dass nur bei 4,7% der nachuntersuchten Patienten ein positiver Lachman-Test auslösbar war (97).

In der Meta-Analyse von Pujol et al. wurden bei zehn Studien für 392 Patienten (Durchschnittsalter: 27,7 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up-Zeit: 2,9 Jahre) der

postoperative Lachman-Test erhoben. Dieser war bei durchschnittlich 47,6% der Patienten positiv. Präoperativ wurde dieser Test nur bei 193 Patienten (Durchschnittsalter: 27,7 Jahre) durchgeführt und war bei 49,7% positiv (98).

Tabelle 41: Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests der vorliegenden Studie (nur Patienten die eine VKB-Plastik erhielten); der Studie Anglietti et al. und Muneta et al..

VKB-Plastik			
	Vorliegende Studie	Anglietti et al., 2010	Muneta et al., 2007
Lachman (+)	5,3%	8,6%	21%

In der Studie von Aglietti et al. bekamen 35 Patienten (Durchschnittsalter: 28 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 2 Jahre) eine VKB-Plastik. Präoperativ wies jeder Patient einen positiven Lachman-Test auf. Postoperativ waren dies nur noch 8,6% der Patienten (99).

Bei Muneta et al. waren es 34 Patienten (Durchschnittsalter: 23,4 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 2,1 Jahre), die eine VKB-Plastik bekommen haben. 21% der Patienten wiesen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen positiven Lachman-Test auf. Die präoperativen Ergebnisse wurden hier nicht angegeben (100).

Im Vergleich zu den Healing Response Technik Studien von Steadman et al. und Wasmaier et al. wiesen die Patienten aus der vorliegenden Studie, die mit PRP behandelt wurden, deutlich weniger positive Lachman-Tests postoperativ auf. Im Gegensatz dazu weist die Healing Response Technik Studie von Jorjani et al ähnliche Werte wie die vorliegende Studie auf.

Auch die konservativ behandelten Partialrupturen aus der Metaanalyse von Pujol et al. wiesen deutlich mehr Patienten mit einem positiven Lachman-Test auf als die Patienten aus dieser Studie, die mit PRP behandelt und Trephination wurden.

Wie auch bei der internen Vergleichsgruppe dieser Studie wiesen die Patienten der PRP-Gruppe keinen nennenswerten Unterschied in Bezug auf den Lachman-Test auf, im Vergleich zu der Studie von Aglietti et al., bei denen die Patienten eine VKB-Plastik bekommen haben. Nur in der VKB-Plastik Studie von Muneta et al. gab es postoperativ mehr Patienten mit einem positiven Lachman-Test. Über die Rotationsstabilität sagt der Lachman-Test allerdings nichts aus.

4.3.2 Pivot-Shift-Test

In der PRP-Gruppe konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kein positiver Pivot-Shift-Test ausgelöst werden. In der Graft-Gruppe waren dies 5,1% der Patienten. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war nicht signifikant. Präoperativ fiel der Test in der PRP-Gruppe bei 36,8% positiv aus und in der Graft-Gruppe bei 79,5% positiv aus.

Tabelle 42: Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests der vorliegenden Studie (nur Patienten die mit PRP und Trephination behandelt wurden); der Studien Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al. (Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Pujol et al. (Meta-Analyse von konservativ therapierten Patienten).

	PRP	Healing Response			Konservativ
	Vorliegende Studie	Steadman et al., 2006	Wasmaier et al., 2013	Jorjani et al., 2013	Pujol et al., 2012
Pivot-Shift-Test (+)	0%	28,6%	16,7%	4,6%	26,3%

In der Studie von Steadman et al. wurde der Pivot-Shift-Test bei sieben Patienten postoperativ erfasst. Bei zwei Patienten (28,6%) fiel dieser positiv aus. Präoperativ war dieser bei allen positiv (13).

Bei Wasmaier et al. konnten bei 16,7% ein positiver Pivot-Shift postoperativ nachgewiesen werden (15). Wohingegen in der Studie von Jorjani et al. 4,6% einen positiven Pivot-Shift-Test aufwiesen (97).

Pujol et al. sammelte sechs Studien mit 187 Patienten (Durchschnittsalter: 27,7 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 5,3 Jahre) in denen der postoperative Pivot-Shift-Tests erhoben wurde. Bei 26,3% der Patienten wurde hier ein positiver Pivot-Shift-Test festgestellt (98).

Tabelle 43: Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests der vorliegenden Studie (nur Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben); der Studien Anglietti et al.; Muneta et al. und Gobbi et al..

VKB-Plastik				
	Vorliegende Studie	Anglietti et al., 2010	Muneta et al., 2007	Gobbi et al., 2012
Pivot-Shift-Test (+)	5,3%	8,6%	21%	16,7%

Bei Aglietti et al. konnten zwei Jahre nach der Kreuzbandrekonstruktion noch bei 26% der Patienten ein positiver Pivot Shift ausgelöst werden. Präoperativ war dieser bei allen positiv (99).

In der Studie von Gobbi et al. wurden 25 Patienten (Durchschnittsalter: 31,9 Jahre ; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 3,9 Jahre) mittels VKB-Rekonstruktion versorgt. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde bei 16,7% der Patienten ein positiver Pivot Shift Test festgestellt (101).

Muneta et al. konnten nach ca. zwei Jahren bei 41,2% der Patienten einen positiven Pivot-Shift feststellen (100).

Im Gegensatz zur PRP-Gruppe der vorliegenden Studie gab es in keiner der sieben genannten Studien einen negativen Pivot-Shift Befund für alle Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Vergleicht man die postoperativen Pivot-Shift Ergebnisse der Healing Response Studien, von Stradman et al. und Wasmaier et al., mit den Patientenkollektiv, das mit PRP und Trephination behandelt wurde, so schneidet die vorliegende Studie deutlich besser ab. Nur die Healing Response Studie von Jorjani et al. zeigt fast ähnlich gute Ergebnisse.

Auch die konservativ behandelten Patienten aus der Metaanalyse von Pujol et al. zeigten deutlich schlechtere Werte des Pivot-Shift-Tests bei der Nachuntersuchung im Vergleich zu PRP-Gruppe der vorliegenden Studie.

Auch die Studien von Aglietti et al., Gobbi et al. und Muneta et al., in denen die Patienten eine VKB-Plastik bekommen haben zeigten bei der Nachuntersuchung deutlich mehr Patienten, die ein positiven Pivot-Shift-Test aufwiesen, im Gegensatz zu den PRP-Patienten dieser Studiengruppe.

An dieser Stelle wird explizit darauf hingewiesen, dass die objektive und reproduzierbare Beurteilung der Rotationsstabilität durch das gut etablierte Pivot-Shift-Manöver von der Mitarbeit des Patienten und der Erfahrung des Untersuchers beeinflusst werden kann. So fordern mehrere Autoren eine objektive und reproduzierbare Beurteilung der Rotationsstabilität welche beispielsweise mittels „Laxitesters®“ (ORTEMA Sport Protection, Markgroeningen, Germany), erhoben werden könnte (99,102).

4.3.3 Passives Bewegungsmaß des Kniegelenks

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wiesen zwei Patienten (5,3%) der PRP-Gruppe ein Extensionsdefizit auf. In der Graft-Gruppe waren dies drei Patienten (7,7%), so dass der Unterschied nicht signifikant war.

In der Studie von Jorjani et al. wiesen postoperativ alle Patienten ein normwertiges, seitengleiches Bewegungsmaß auf (97).

Bei den Studien von Aglietti et al., Gobbi et al. und Muneta et al. erreichten alle Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung die volle Range of Motion (ROM) (99-101).

Im Vergleich mit der Healing Response Studie von Jorjani et al. und den VKB-Plastik Studien von Aglietti et al., Gobbi et al. und Muneta et al. weist die vorliegende Studie, sowohl in der PRP-Gruppe als auch in der Graft-Gruppe Patienten mit Extensionsdefizit auf. In der PRP-Gruppe wiesen allerdings schon präoperativ diese beiden Patienten ein Defizit auf.

4.3.4 Beinumfang

In der PRP-Gruppe wiesen postoperativ 26,3% eine Hypotrophie des Oberschenkels auf der kranken Seite auf. In der Graft-Gruppe waren dies 41%. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Patientenkollektiven festgestellt werden.

In den Patientenkollektiv von Jorjani et al. weisen 7% eine Muskelhypotrophie des Oberschenkels bei der Nachuntersuchung auf (97).

In der Studie von Muneta et al. konnte postoperativ nur bei einem Patienten (2,9%) eine nennenswerte Muskelhypotrophie von zwei cm zur Gegenseite festgestellt werden (100).

Sowohl in der Healing Response Studie von Jorjani et al. als auch in der VKB-Plastik Studie von Muneta et al. konnten deutlich weniger Patienten mit einer Seitendifferenz des Oberschenkelumfangs festgestellt werden als in der vorliegenden Studie. Hier sei darauf hingewiesen, dass die Seitendifferenz stark von der Positionierung des Maßbandes am Oberschenkel abhängt. Außerdem müssen kleine Unterschieden des Oberschenkelumfangs nicht gleich als Atrophie gewertet werden.

4.3.5 Objektiver IKDC 2000 Score

Der objektive IKDC-Score wurde nur für die PRP-Gruppe erhoben. 59,4% der Patienten erhielten den Gruppengrad A, 28,1% erhielten den Gruppengrad B und 12,5% den Gruppengrad C. Der Gruppengrad D wurde bei keinen der Patienten vergeben. Patienten mit

einer weniger schwerwiegenden Partialruptur schnitten im Score besser ab als Patienten mit einem höheren Schweregrad.

Tabelle 44: Postoperative Ergebnisse des objektiven IKDC 2000 Scores der vorliegenden Studie (nur Patienten der PRP-Gruppe); der Studien Jorjani et al. (Healing Respnse Technik); Anglietti et al. (VKB-Plastik); Gobbi et al. (VKB-Plastik) und Park et al. (VKB-Plastik).

	PRP	Healing Response	VKB-Plastik		
Obj. IKDC- Score	Vorliegende Studie	Jorjani et al., 2013	Anglietti et al., 2010	Gobbi et al., 2012	Park et al., 2010
A	59,4%	90,7%	57%	66,7%	60%
B	28,1%	4,7%	35%	33,3%	36%
C	12,5%	4,7%	9%	0%	4%

In der Studie von Jorjani et al. wurden nur Patienten mit dem Gruppengrad A erfasst. Dieser wurde von 90,7% erreicht (97).

Bei Aglietti et al. wurden 57% der Patienten dem Gruppengrad A zugeordnet, 35% dem Gruppengrad B und 9% dem Gruppengrad C (99).

In der Studie von Gobbi et al. erzielten nach drei Jahren 66,7% der Patienten ein normales Ergebnis und alle anderen Patienten erzielten ein fast normales Ergebnis (101).

In der Arbeit von Park et al. konnte bei 60% der Patienten der Gruppengrad A zugewiesen werden. 36% der Patienten erzielten den Gruppengrad B und 4% den Gruppengrad C (102).

Bis auf die sehr guten Ergebnisse von Jorjani et al. wiesen alle anderen Studien vergleichbare Werte mit der vorliegenden Studie auf.

4.3.6 Revisionsrate

Aus dem gesamten Patientenkollektiv der PRP-Gruppe mussten 7,1% aufgrund einer persistierenden VKB-Insuffizienz bzw. aufgrund einer kompletten VKB-Ruptur nochmals operiert werden. In dieser zweiten Op wurden die Patienten mittels einer VKB-Plastik versorgt.

Tabelle 45. Vergleich der Revisionsraten (in Prozent) der vorliegenden Studie, der Studien Wasmaier et al. und Jorjani et al..

	PRP	Healing Response	
	Vorliegende Studie	Wasmaier et al., 2013	Jorjani et al., 2013
Revisionsrate	7,1%	36%	15,1%

Wasmaier et al. bezifferten in ihrer Healing Response Studie die Revisionsrate mit 36%. Bei all diesen Patienten mussten aufgrund einer VKB-Insuffizienz eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt werden (15).

In der Studie von Jorjani et al. betrug die Revisionsrate 15,1% Auch hier musste in einer zweiten Operation eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt werden, da die primäre VKB-Insuffizienz persistierte (97).

In der vorliegenden Studie ist die Revisionsrate deutlich niedriger als in den beiden anderen genannten Studien. Die niedrige Revisionsrate der PRP-Patienten mag auf die beschleunigende und deutlich verbessernde Einheilung des vorderen Kreuzbandes durch eine PRP-Injektion zurückzuführen sein (65,66).

4.4 Instrumentelle Translationsmessung

Unter Verwendung des Rolimeters™ war eine objektive Messung der anterioren, tibialen Translation (ATT) möglich. Die ATT wurde unter maximaler Zugkraft ermittelt. Die durchschnittliche Translation im Seitenvergleich ergab zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in der PRP-Gruppe einen Wert von $0,6 \pm 1,8$ mm. Bei postoperativen Untersuchung der Graft-Gruppe lag die mittlere Differenz des Vorschubs bei $2,2 \pm 1,8$ mm. Beim Vergleich der postoperativen Seitendifferenzen zwischen der PRP-Gruppe und der Graft-Gruppe konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Seitendifferenz der ATT vor der Operation lag in der PRP-Gruppe im Mittel bei $1,9 \pm 1,4$, die der der Graft-Gruppe bei $2,2 \pm 2,2$ mm. Der gruppeninterne Vergleich der Seitendifferenz von prä- zu postoperativ war innerhalb beider Gruppen signifikant. D.h. der Vorschub im kranken Kniegelenk konnte in beiden Gruppen durch die Op signifikant reduziert werden.

Tabelle 46: Postoperative Ergebnisse der durchschnittlichen Differenz der ATT in mm der vorliegenden Studie (nur Patienten die mit PRP und Trephination behandelt wurden); der Studien Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al. (Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Wasmaier et al. (Patienten die konservativ therapiert wurden).

	PRP	Healing Response			Konservativ
	Vorliegende Studie	Steadman et al., 2006	Wasmaier et al., 2013	Jorjani et al., 2013	Wasmaier et al., 2013
ATT-Differenz (in mm)	0,6	2,6	2,7	1,3	3

Steadman et al., 2006 führte auch bei seiner Healing Response Technique Studie eine KT-1000 Untersuchung durch. Unter maximaler Zugkraft wurde der Vorschub erfasst. Hier wurde eine präoperative Seitendifferenz der ATT von 5 mm (Spannweite: 3 - 10 mm) gemessen. Postoperative betrug die Seitendifferenz 2,6 mm (Spannweite: 0 – 4 mm). Diese Verbesserung war ebenfalls, wie in der vorliegenden Studie signifikant (13).

In der Healing Response Technique Studie von Wasmaier et al. wurde die ATT der Patienten mittels Kneelax-3-Arthrometer unter 132 N Zugkraft gemessen und gegen eine konservativ therapierte Gruppe verglichen. Postoperativ wurde in der Healing Response Gruppe ein Seitenunterschied von 2,7 mm (Spannweite: 1,2 – 4,1 mm) gemessen. Die postoperative Differenz der konservativ behandelten Gruppe betrug 3 mm (Spannweite: 1,8 – 4,3mm). Der Vergleich beider Gruppen wurde als nicht signifikant beschrieben. Die Seitendifferenz konnte in beiden Gruppen von präoperativ zu postoperativ deutlich gesenkt werden, allerdings wurden hier keine Mittelwerte genannt (15).

Jorjani et al. verwendete ein KT-1000™ Arthrometer um die ATT der Patienten unter maximaler Zugkraft zu messen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde eine mittlere Seitendifferenz von $1,3 \pm 1,6$ mm gemessen. Ein präoperativer Wert wurde in dieser Studie nicht erhoben (97).

Tabelle 47: Postoperative Ergebnisse der durchschnittlichen Differenz der ATT in mm der vorliegenden Studie (nur Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben); der Studien Angliette et al.; Muneta et al. und Park et al..

VKB-Plastik				
	Vorliegende Studie	Aglietti et al., 2010	Muneta et al., 2007	Park et al., 2010
ATT-Differenz (in mm)	0,8	2,3	2,4	1,8

Bei Aglietti et al. kam das KT-1000™ Arthrometer zum Einsatz. Die Autoren gaben an unter 30° Kniebeugung und mit 134 N Zugkraft die Untersuchung durchgeführt zu haben. Die Seitendifferenz der ATT verringerte sich signifikant von präoperativ zu postoperativ. Vor der Op betrug die Differenz $7 \pm 1,5$ mm. Ca. zwei Jahre nach der Operation betrug diese nur noch $2,3 \pm 1,4$ mm (99).

In der KT-1000™ Arthrometer Untersuchung von Muneta et al. wurde unter maximalen Zug eine Seitendifferenz von $2,4 \pm 1,4$ mm nach ca. zwei Jahren nachgewiesen. Präoperative Werte wurden hier nicht genannt (100).

Park et al. untersuchte die ATT Differenz mittels KT-2000™ Athrometer. Auch hier wurde unter maximalen Zug die Laxität geprüft. Präoperative wurden in dieser Studie ein Werte von $5,6 \pm 1,3$ mm gemessen. Bei der Nachuntersuchung nach ca. zwei Jahren hatte sich die mittlere Seitendifferenz auf $1,8 \pm 1,6$ mm verringert (102).

In der Studie von Jorjani et al. als auch in der Studie von Muneta et al. wurden keine präoperativen Messungen genannt. In allen anderen genannten Studien, als auch in der vorliegenden Studie konnte die Seitendifferenz der ATT von prä- zu postoperativ deutlich verringert werden (97).

Vergleicht man nun die Healing Response Studien von Steadman et al., Wasmaier et al., Jorjani et al. und die konservativ behandelte Gruppe von Wasmaier et al. mit der PRP-Gruppe der vorliegenden Studie so weisen die Patienten, die mit PRP und Trephination behandelt wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine deutlich geringere Seitendifferenz auf. Der Vergleich ist allerdings nur bedingt möglich da in der Studie von Steadman et al. die präoperative Seitendifferenz deutlich höher ist als in der vorliegenden Studie. Auch bei Wasmaier et al. und Jorjani et al. ist der Vergleich erschwert da in diesen Studien keine präoperativen Werte angegeben werden. Zudem wurde bei Wasmaier et al. nur mit einer verminderten Zugkraft von 132 N gemessen. Ein weiterer Punkt der den Vergleich erschwert ist die Verwendung verschiedener Instrumente zur Messung der ATT. So wurde in den Studien von Steadman et al. und Jorjani et das KT-1000™ Arthrometer verwendet. In der Studie von Wasmaier et al. hingegen wurde das Kneelax-3-Arthrometer verwendet und in der vorliegenden Studie das Rolimeter. Allerdings ist der Vergleich zwischen KT-1000 und Rolimeter zulässig (105). Die konservativ therapierte Gruppe von Wasmaier et al. kann keine stabilen Resultate der ATT aufweisen, d.h. die Seitendifferenz der vorderen Translationswerte liegt nicht unter 3 mm (106). Mögliche Ursache hierfür kann das geringe

Selbstheilungspotential des VKBs, durch die fehlende Bildung eines Fibrin-Blutplättchen Clots zwischen den gerissenen Bandenden sein (65,66,107). Somit fehlt das Grundgerüst für die Immigration von Stammzellen, Wachstumsfaktoren, Zytokinen und Enzymen, welche für die Wundheilung essentiell sind (107). Die sehr stabile ATT der PRP-Gruppe ist möglicherweise auf die beschleunigende und deutlich verbessernde histologische Heilung des VKB-Defekts durch eine PRP-Injektion zurückzuführen (65,66).

Der präoperative Vergleich der VKB-Plastik Studien von Aglietti et al., Muneta et al., Park et al. mit der PRP-Gruppe der vorliegenden Studie ist nicht möglich, da es bei einer VKB-Ruptur im Gegensatz zu einer Partialruptur zu einer starken mechanischen Destabilisierung des Kniegelenkes, häufig mit kapsulärer Beteiligung kommt (vgl. Kap 1.2.2). Der postoperative Vergleich ist allerdings möglich, da beide Operationen die biomechanische Stabilisierung des Kniegelenks zum Ziel haben (13,25). Vergleicht man nun die postoperativen Werte der Studien Aglietti et al., Muneta et al., Park et al. mit der PRP-Gruppe der vorliegenden Studie, so weisen die VKB-Plastik Studien deutlich höhere Seitendifferenzen auf. Auch hier ist der Vergleich nur bedingt möglich, da es sich um zwei unterschiedliche Indikationen und Operationen handelt (vgl. Kap. 2.3). Zudem wurden unterschiedliche Instrumente zur Feststellung der Messwerte verwendet. In den Studien von Aglietti et al., Muneta et al. wurde das KT-1000TM Arthrometer verwendet. Park et al. verwendeten das KT-2000 Arthrometer. Allerdings sind auch hier die Werte mit der vorliegenden Studie, in der das Rolimeter verwendet wurde, vergleichbar (105). Obwohl die Patienten aller Studien ein stabiles Resultat der ATT aufweisen, kann eine Differenz zwischen den Patienten die mit PRP behandelt wurden und den Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben gezeigt werden. Mögliche Gründe hierfür können sein, dass das autologe Transplantat selbst nach Jahren nicht den biomechanischen Eigenschaften des ursprünglichen vorderen Kreuzbandes entspricht (108).

4.5 Bewegungsanalytische Tests

4.5.1 Drop Jump

Die PRP-Patienten erzielten im Drop Jump Test einen Punktwert von $7,4 \pm 1,2$ und somit im Durchschnitt ein moderates bis gutes Ergebnis (gut = 9-8 Punkte; moderat = 7-5 Punkte). Die Graft-Gruppe hingegen erzielte mit $5,8 \pm 1,8$ Punkten im Mittel ein moderates Ergebnis. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war signifikant. Die Punktevergabe des Drop

Jumps korreliert mit dem Schweregrad der VKB-Partialruptur. So nehmen die Punkte von Grad eins sukzessive zum Grad fünf ab.

In einer Studie von Bell et al. wurden 29 Patienten (Durchschnittsalter: 19,8; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 3,3 Jahre), die eine Kreuzbandplastik erhalten hatten, und 27 Teilnehmer (Durchschnittsalter: 20,5 Jahre), die unverletzte Kniegelenke hatten, mittels Drop Jump Test analysiert. Die Auswertung des Drop Jump Tests erfolgte mit dem klassischen Landing Error Scoring System (exzellent = ≤ 4 Punkte; gut = 5 Punkte; moderat = 6 Punkte; schlecht = > 6 Punkte) (91). Die Patienten die sich das VKB gerissen hatten und operiert werden mussten, erzielten im drei Jahres Follow-Up einen Punktwert von $6,7 \pm 2,1$. Dieser Wert wird als moderat bis schlecht gewertet. Die gesunde Kontrollgruppe erzielte einen Wert von $5,6 \pm 1,5$, was als gut bis moderat gewertet wird. Der Unterschied beider Gruppen wurde als signifikant gewertet (109).

Obwohl in der vorliegenden Studie die modifizierte dt. Version des Landing Error Scoring System und in der Studie von Bell et al. das klassische Landing Error Scoring System verwendet wurde, sind diese beiden trotzdem vergleichbar. So erzielten die Patienten beider Studien, bei denen eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt wurde, ähnlich Ergebnisse. Die PRP-Gruppe erzielte ähnlich gute Werte wie die Kontrollgruppe von Bell et al., die keine Verletzung aufwies.

4.5.2 Side Hop Test

Der Side Hop Test wurde nur für die Patienten der PRP-Gruppe erhoben. Der Seitenunterschied zwischen gesunden und operierten Bein betrug im ersten Versuch durchschnittlich $0,2 \pm 1,9$ Sekunden und im zweiten Versuch $0,6 \pm 1,6$ Sekunden. Die Seitendifferenz wird in beiden Versuchen im Schnitt als günstig gewertet, da sie unter 0,78 Sekunden liegt (vgl. Kap. 2.8.2) (110). Die prozentuale Verteilung der ungünstigen Seitenunterschiede steigt mit der steigenden Gradzahl der VKB-Teilrupturen an.

Itoh et al. untersuchten 50 Patienten (Durchschnittsalter: 23,1 Jahre; Durchschnittliche Follow-Up Zeit: 3,2 Jahre), die ein chronisch instabiles VKB nach einer Verletzung aufwiesen, und eine Kontrollgruppe von 60 Probanden (Durchschnittsalter: 21,6 Jahre), die keine Verletzung hatte. Im Side Hop Test erzielten die Patienten, die sich am VKB verletzt hatten, eine mittlere Zeitdifferenz von $0,87 \pm 0,86$ Sekunden, die als ungünstig gewertet wird. Bei der Kontrollgruppe betrug die Zeitdifferenz $0,32 \pm 0,23$ Sekunden und wurde somit als günstig betrachtet. Der Unterschied beider Gruppen wurde als signifikant gewertet (110).

Vergleicht man die Werte der vorliegenden Studie mit denen von Itoh et al., so weisen die PRP-Patienten ähnliche Werte auf wie die nicht verletzten Probanden von Itoh et al. und sind somit besser als die Patienten mit einem instabilen VKB. Da die Standardabweichung der vorliegenden Studie sehr groß ist, sind die Werte allerdings nur bedingt vergleichbar.

4.5.3 Stabilitätstest

4.5.3.1 *Two-leg stability Test (TL-ST)*

Die Ergebnisse des TL-ST auf der Challenge Disc ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen der PRP- und der Graft-Gruppe. So erzielten die Patienten der PRP-Gruppe im ersten Versuch des TL-ST einen Wert von $3,5 \pm 0,8$ und im zweiten einen Wert von $3,1 \pm 0,8$. Die Graft-Gruppe hingegen erreichte Werte von $3,2 \pm 0,8$ (1. Versuch) und $3,1 \pm 0,7$ (2. Versuch).

In der Studie von Hildebrandt et al. wurde bei 28 gesunde Probanden (Durchschnittsalter: $24,1 \pm 2,5$ Jahre) der TL-ST (auf der Challenge Disc von MFT) durchgeführt. Das Probandenkollektiv erzielte einen durchschnittlichen Wert von $2,6 \pm 0,5$ im ersten und $2,5 \pm 0,4$ im zweiten Versuch (111).

4.5.3.2 *One-leg-stability-Test (OL-ST)*

Auch in diesem Test gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der PRP- und Graft-Gruppe. Die durchschnittliche Punktzahl für den ersten Versuch des operierten Beines lag bei $2,9 \pm 0,9$ in der PRP-Gruppe und bei $2,7 \pm 0,6$ in der Graft-Gruppe. Im zweiten Versuch erzielte die PRP- Gruppe einen Mittelwert von $2,7 \pm 0,7$ und die Graft-Gruppe einen von $2,5 \pm 0,6$. In Bezug auf die Graduierung der VKB-Partialruptur verschlechterte sich das Stabilitätslevel mit steigender Gradzahl. Eine Ausnahme stellte der Patient des fünften Grades dar. Die erhobenen Werte der gesunden Beine des ersten Versuches lagen im Mittel bei $3 \pm 0,8$ in der PRP-Gruppe und bei $2,6 \pm 0,6$ in der Graft-Gruppe. Für den zweiten Versuch lag der Durchschnittswert bei $2,8 \pm 0,6$ in der PRP-Gruppe und bei $2,6 \pm 0,5$ in der Graft-Gruppe. Bei 65,8% der PRP-Patienten war das operierte Bein auch das Sprungbein.

Bei Hildebrandt et al. wurde der OL-ST für das Standbein und das Spielbein in zwei Versuchen durchgeführt. Im ersten Versuch wurde ein mittlerer Wert von $2,5 \pm 0,5$ für das Standbein und $2,4 \pm 0,5$ für das Spielbein erhoben. Der durchschnittliche Wert im zweiten Versuch betrug $2,3 \pm 0,5$ für das Standbein und Spielbein (111).

Der Vergleich zwischen der vorliegenden Studie und der Studie von Hildebrandt et al. ist nur beding möglich da das Probandenkollektiv von Hildebrandt et al. deutlich jünger ist. Trotzdem zeigt dieser Vergleich einen nennenswerten Unterschied in der Koordination zwischen Patienten, mit gesunden Kniegelenk und operierten Kniegelenk. Das etwas bessere Abschneiden der Patienten der Graft-Gruppe im Vergleich zur PRP-Gruppe ist wahrscheinlich auf den niedrigeren Altersdurchschnitt der Graft-Gruppe und deren bessere koordinativen Fähigkeiten zurückzuführen (111).

4.5.4 Quick Feet

Bei der Untersuchung des Quick Feet Tests schnitt die Graft-Gruppe signifikant besser ab als die PRP-Gruppe. Die im durchschnittlich benötigte Zeit der PRP-Gruppe betrug $11,2 \pm 2,3$ Sekunden, die der Graft-Gruppe betrug $8,4 \pm 1,2$ Sekunden. Auch hier korrelierte die Gradeinteilung der Partialruptur mit der benötigten Zeit. So nahm die Zeit mit steigender Graduierung zu. Eine Ausnahme bildet hier der Patient des fünften Grades.

Hildebrandt et al. führten mit ihren Probandenkollektiv zwei Versuche des Quick Feet durch. Im ersten Versuch wurde eine mittlere Zeit von $8,7 \pm 1,3$ Sekunden beschrieben. Die durchschnittliche Zeit im zweiten Versuch betrug $8,4 \pm 1,0$ Sekunden (111).

Der Vergleich zwischen der Studie von Hildebrandt et al. und der vorliegenden Studie zeigt, dass die Graft-Gruppe annähernd ähnliche Ergebnisse erzielen wie das gesunde Probandenkollektiv. Mögliche Ursache hierfür ist das gezielte Erlernen von koordinativen Fähigkeiten in der Physiotherapie nach der Operation. Das schlechtere Abschneiden der PRP-Gruppe ist möglicherweise auf das deutlich höhere Alter und die größere weibliche Population mit einem Valgus Morphotyp zurückzuführen, da die koordinativen Fähigkeiten mit zunehmenden Alter abnehmen und der Valgus Morphotyp eher eine Valgus Kollaps provoziert (111).

4.6 Schlussfolgerung

Bilanzierend zeigt sich eine signifikante Verbesserung in der ATT von prä- zu postoperativ, in beiden Gruppen. Jedoch konnte postoperativ kein Vorteil zugunsten der PRP- oder Graft-Gruppe hinsichtlich der ATT-Messung belegt werden. Außerdem ist die primäre Insuffizienz Quote und Revisionsrate der PRP-Gruppe deutlich niedriger als bei vergleichbaren Arbeiten der Healing Response Technik. Die PRP-Gruppe der vorliegenden Studie zeigt einen höheren prozentualen Anteil der Patienten, die ihre volle Sportfähigkeit wieder erreicht haben, in Gegensatz zu Studien in denen die Patienten konservativ behandelt wurden bzw. in denen

eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt wurde. Zudem kehrten sie schneller zurück als in den VKB-Plastik Studien. Die Kombination aus PRP-Injektion und Healing Response Technik scheint eine vielversprechende Vorgehensweise bei VKB-Partialrupturen des ersten bis dritten Grades (vgl. Kap. 1.3.2) zu sein, so dass in diesen Fällen nicht immer zwingend eine autologe Kreuzbandrekonstruktion durchgeführt werden muss. Im Gegensatz dazu ist die VKB-erhaltende Technik mit PRP-Injektion und Trephination bei IV^o-V^o Partialrupturen fraglich. Jedoch lässt sich diese Aussage nur durch ein größeres Patientenkollektiv, als auch durch eine längere Follow-Up Zeit bestätigen.

5 Zusammenfassung

Die VKB-erhaltende Therapie aus der Kombination von Healing Response Technik und PRP-Injektion scheint eine neue interessante Behandlungsoption zu sein. Aus diesem Grund war es das Ziel dieser Studie die mittelfristigen Ergebnisse dieser VKB-erhaltenden Technik bei Partialrupturen zu beschreiben und mit einem Patientenkollektiv, in dem eine VKB-Rekonstruktion durchgeführt wurde, zu vergleichen.

In der Studie wurden 77 Patienten inkludiert, deren Durchschnittsalter $36,2 \pm 12,4$ Jahre betrug. 38 Patienten (Durchschnittsalter: 42,8 Jahre) wurden mittels PRP-Injektion und Healing Response Technik behandelt (PRP-Gruppe). 39 Patienten (Durchschnittsalter: 29,6 Jahre) bekamen eine VKB-Plastik (Graft-Gruppe). Die mittlere Follow-Up Zeit betrug $22,2 \pm 18,7$ Monate. Die Zielkriterien der vorliegenden Studie waren zum einen der anteriore tibiale Translations (ATT) Differenz Vergleich zwischen PRP- und Graft-Gruppe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und zum anderen der ATT-Differenz Vergleich von prä- zu postoperativ innerhalb der Gruppen. Die Messung der ATT wurde mittels Rolimeter™ (AIRCASST Europe GmbH, Neubeuern, Deutschland) durchgeführt. Außerdem wurden weitere klinische Untersuchungen (Reizzustand, Lachman-, Pivot-Shift-Test, ROM, Beinumfang, objektiver IKDC) und bewegungsanalytische Tests (Drop Jump, Side-Hope, Stabilitätstest, Quick Feet) durchgeführt. Zusätzlich wurden die Patienten der PRP-Gruppe befragt (subjektiver IKDC, Lysholm, Tegner, Fragebogen der Studiengruppe). Um die Schwere der Partialruptur zu bestimmen, wurde im Rahmen dieser Studie eine Gradeinteilung der Teilruptur (I°-V°) entwickelt.

Die klinischen Ergebnisse der PRP-Gruppe waren gut bis sehr gut, so erzielten die Patienten im subjektiven IKDC-Score $83,2 \pm 14,5$, im Lysholm $85,5 \pm 15,5$ und im Tegner $4,7 \pm 1,7$ Punkte. Der objektive IKDC-Score fiel bei 59,4% normal, bei 28,1% fast normal und bei 12,5% abnormal aus. Die Patienten wurden bezüglich ihrer sportlichen Aktivität und Zufriedenheit befragt. Im Schnitt fingen die Patienten nach $12,8 \pm 7,2$ Wochen wieder an Sport zu betreiben. 74,3% erreichten nach $5,8 \pm 3,6$ Monate ihre volle Sportfähigkeit wieder. So weisen die Patienten der vorliegenden Studie eine deutlich verkürzte Time to return to sport, im Vergleich zu anderen Behandlungsmethoden bei VKB-Partialrupturen, auf. 71,4% der Patienten bewerteten ihre Zufriedenheit mit sehr gut und 14,3% mit gut. Außerdem wurden die Patienten nach einer gefühlten Instabilität und nach Schmerzen befragt. 91,8% von ihnen verspürten gar keine Schmerzen oder nur leicht intermittierende Schmerzen. 77,1% konnten kein Instabilitätsgefühl im Kniegelenk feststellen. Bei der Beurteilung des

Reizzustandes, des Beinumfangs und der passiven Beweglichkeit des Kniegelenkes waren beide Gruppen unauffällig und es konnten keine Unterschiede beobachtet werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fiel der Lachman-Test in der PRP-Gruppe bei zwei Patienten (5,3%) positiv aus; der Pivot-Shift hingegen fiel bei keinem der Patienten dieser Gruppe positiv aus. In der Graft-Gruppe wiesen zwei Patienten einen positiven Pivot-Shift (5,1%) auf und bei einem Patienten (2,6%) fiel der Lachman-Test positiv aus. Auch hier gab es zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Die Seitendifferenz der ATT lag vor der Operation in der PRP-Gruppe bei $1,9 \pm 1,4$ mm und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei $0,6 \pm 1,8$ mm. In der Graft-Gruppe betrug die Differenz vor der Op $2,2 \pm 2,2$ mm und bei der Nachuntersuchung $0,8 \pm 1,8$ mm. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gab es keinen nennenswerten Unterschied zwischen den Gruppen, allerdings reduzierten beide Gruppe ihre Seitendifferenz signifikant von prä- zu postoperativ. Die Revisionsrate der PRP-Gruppe betrug 7,1%. Zur Objektivierbarkeit der Ergebnisse wurden in beiden Gruppen bewegungsanalytische Tests durchgeführt. Beim Stabilitätstest gab es keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen, wohingegen beim Drop-Jump Test die PRP-Gruppe signifikant besser abschnitt als die Graft-Gruppe. Beim Quick Feet jedoch erzielte die Graft-Gruppe signifikant bessere Ergebnisse als die PRP-Gruppe. Der Side-Hop Test wurde nur für die PRP-Gruppe erhoben. Die Seitendifferenz zwischen gesunden und operierten Bein stellte sich in diesem Test als günstig heraus.

Hinsichtlich des primären Endpunktes dieser Studie (prä- und postoperative Vergleich der ATT-Differenz) reduzierte sich die ATT von prä- zu postoperativ in der PRP- als auch Graft-Gruppe signifikant. Allerdings zeigte sich kein signifikanter Unterschied der ATT-Differenz zwischen beiden Gruppen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

6 Limitierungen

Die vorliegende Studie weist einige Einschränkungen und Schwächen auf. So handelt es sich hier um eine retrospektive Studie, bei der nur ein Teil der Patienten nachuntersucht werden konnte. Die Patientenbefragung, der objektive IKDC 2000 Score und der Side Hop Test wurden nur postoperativ für die PRP-Gruppe erhoben. Dies lässt keinen Vergleich oder eine Verlaufskontrolle zu. Um eine präzise Aussage über die bewegungsanalytischen Tests zu machen, müssten diese auch vor dem Zeitpunkt der Verletzung erhoben werden. Eine derartige Verlaufskontrolle wird allerdings nur bei Sportvereinen bzw. bei Leistungssportlern möglich sein. Da es nur eine Nachuntersuchung gab, ist es nicht möglich den Verlauf der Behandlungsmethoden zu beschreiben. Bei der Erhebung der Scores, der Patientenbefragung, der klinischen Nachuntersuchungen und Tests nahmen unterschiedlich viele Patienten teil, so dass nicht alle Daten des kompletten Patientenkollektivs erhoben wurden (vgl. Kap. 3.2). Die beiden Patientengruppen unterschieden sich in der Geschlechterverteilung als auch im Durchschnittsalter, sowie der Follow-Up Zeit. Die Patientenzahl des PRP-Kollektivs ist relativ klein.

7 Ausblick

Prospektive Studien mit größerem Patientenkollektiv und längerem Follow-Up, mittels PRP-Injektion und Healing Response Technique sind anzustreben. Die Nachuntersuchungen sollten nach einem einheitlichen Zeitschema erfolgen. In zukünftigen Vergleichsstudien sollte die Kontrollgruppe konservativ behandelt werden. Des Weiteren sollten in histologischen Studien die Heilung des VKBs, nach PRP-Injektion und Healing Response Technique, nachgewiesen werden.

8 Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Prof. Dr. med. Peter Angele und Dr. med. Matthias Koch für ihre wertvolle Betreuung und Hilfsbereitschaft bei der Erstellung meiner Dissertation. Herrn Dr. med. Heinz-Jürgen Eichhorn und Annika Eichhorn danke ich für die Bereitstellung der Patientendaten. Herrn M.Sc. Felix Weindorf danke ich für die freundliche Beratung bei der statistischen Auswertung der erhobenen Daten.

Außerdem bedanke ich mich herzlich bei allen Patienten für ihre freiwillige Teilnahme an der Studie.

Besonderer Dank gilt meiner Familie für die Unterstützung auf meinem gesamten Lebensweg.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Vorderen Kreuzbandes im Synovialschlauch mit anteromedialem und posterolateralem Bündel. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 2: Fossa intercondylaris bei VKB-Komplettruptur. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.....	13
Abbildung 3: Doppelspritzensystem zur Gewinnung von PRP (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an Arthrex Inc, Naples, Florida, USA).	19
Abbildung 4: Injektion von PRP in das vordere Kreuzband. Mit freundlicher Genehmigung von Angele P, Regensburg.	20
Abbildung 5: Zustand nach VKB-Rekonstruktion in Einzelbündeltechnik. Mit freundlicher Genehmigung von Mayr HO, München.	22
Abbildung 6: Positionierung des Rolimeters.	29
Abbildung 7: Anwendung des Rolimeters.....	29
Abbildung 8: Ablauf des Drop Jump. (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an VGB, Hamburg, Deutschland).....	30
Abbildung 9: Videoauswertung in Frontalebene (links) und Sagittalebene (rechts).....	30
Abbildung 10: Durchführung des Side-Hop-Test. (mit freundlicher Genehmigung von Heimrath S., Aachen in Anlehnung an VGB, Hamburg, Deutschland).....	32
Abbildung 11: Ausführung des Two-leg stability Tests.....	33
Abbildung 12: Ausführung des Quick Feet Tests.....	34
Abbildung 13: Geschlechtsverteilung bezogen auf die Operationstechnik.	36
Abbildung 14: Altersverteilung zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezogen auf die Operationstechnik.....	37
Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der Partialruptur Graduierung im Patientenkollektiv. Von links nach rechts I°-V°.....	40
Abbildung 16: Summativer Subjektiver IKDC-Score. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).....	41
Abbildung 17: Subjektiver IKDC-Score bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I°-V°. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).	42

Abbildung 18: Lyshom-Score. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°) und Extremwert (*).	43
Abbildung 19: Lysholm Score bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I°-V°. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).....	44
Abbildung 20: Tegner-Aktivitätsscore. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der jeweilig erzielten Werte.....	45
Abbildung 21: Gezeigt wird die prozentuale Verteilung der Dauer von Operation bis zur Wiederaufnahme des Trainings in Wochen.....	46
Abbildung 22: Dauer bis Wiederaufnahme der vollen Sportfähigkeit in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Von links nach rechts I°-V°.	47
Abbildung 23: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die prozentuale Verteilung des Patientenkollektivs der PRP-Gruppe.....	52
Abbildung 24: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die prozentuale Verteilung innerhalb der Gradeinteilung der Partialruptur.....	53
Abbildung 25: Differenz der ATT zwischen operierter und gesunder Seite. Links Patienten die mit PRP behandelt wurden. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).....	55
Abbildung 26: Seitendifferenz der ATT [mm] in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Es werden die Werte vor und nach der Op gezeigt. Von links nach rechts I° - V°. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker.....	56
Abbildung 27: Drop Jump Punkteverteilung der operierten Seite. Links Patienten aus der PRP-Gruppe. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).....	58
Abbildung 28: Stabilitätswerte der operierten Seite. Links Patienten die mit PRP und Trephination behandelt wurden. Rechts Patienten die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker.....	62
Abbildung 29: Qickfeet (in Sekunden). Links Patienten, die mit PRP und Trephination behandelt wurden. Rechts Patienten, die eine VKB-Plastik erhalten haben. Dargestellt sind Median, Interquartilsabstand, unterer und oberer Whisker sowie Ausreißer (°).....	64

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der VKB-Partialrupturen nach Schwere des Grades mit athroskopischer Darstellung. Mit freundlicher Genehmigung von Eichhorn J, Straubing (17).....	14
Tabelle 2: Die Patientenbefragung wurde nur postoperativ in der PRP-Gruppe durchgeführt. Es werden die erhobenen Daten in Bezug auf die Patientenzahl dargestellt.....	38
Tabelle 3: Klinische Untersuchungen in Bezug auf die Patientenzahl in der PRP- und Graft-Gruppe. Alle Untersuchungen wurden für beide Gruppen prä- und postoperativ erhoben. Eine Ausnahme stellt der objektive IKDC 2000 Score dar, der nur postoperativ für die PRP-Gruppe erhoben wurde.....	38
Tabelle 4: Durchgeführte bewegungsanalytische Tests in Bezug auf die Patientenzahl in der PRP- und Graft-Gruppe. Alle Tests wurden postoperativ in beide Gruppen durchgeführt. Ausnahme stellt der Side-Hop-Test dar, der nur in der PRP-Gruppe durchgeführt wurde.....	38
Tabelle 2: Beurteilungskriterien des Landing Error Scoring System – Modifizierte deutsche Version.....	31
Tabelle 3: Beurteilung des Testauswertung.....	32
Tabelle 4: Verteilung der absoluten Patientenzahl und deren prozentualen Anteil bezogen auf die Gradeinteilung der Partialruptur.....	39
Tabelle 5: Subjektiver IKDC-Score. Es sind jeweils Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.....	40
Tabelle 6: Mittelwert des Subjektiven IKDC-Scores bezogen auf die Grad Einteilung des VKB-Scores.....	41
Tabelle 7: Lysholm-Score. Es ist der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.....	42
Tabelle 8: Mittelwert des Lysholm-Scores bezogen auf die Grad Einteilung des VKB-Scores.....	43
Tabelle 9: Tegner-Score. Es ist der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.....	44
Tabelle 10: Mittelwert der Aktivitätsskala nach Tegner bezogen auf die Grad Einteilung der Partialruptur.....	45
Tabelle 15: Prozentuale Verteilung der Patienten mit und ohne Schmerzen.....	47
Tabelle 16: Prozentuale Verteilung der Patienten ohne und mit einem subjektiven Instabilitätsgefühl. Die mit einem Instabilitätsgefühl werden in den	

Provokationsmechanismus unterteilt: Keine Provokation möglich, bei Bewegung und bei Stop&Go.....	48
Tabelle 17: Subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses in Schulnoten.....	48
Tabelle 18: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests in der PRP-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 38 Patienten der PRP-Gruppe.	49
Tabelle 19: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests in der VKB-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 39 Patienten der Graft-Gruppe.	49
Tabelle 20: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests in der PRP-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 38 Patienten der PRP-Gruppe.	50
Tabelle 21: Prä- und Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests in der VKB-Gruppe. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die 39 Patienten der Graft-Gruppe.	50
Tabelle 22: Durchschnittliche Extension/Neutralstellung/Flexion zum Zeitpunkt vor der Operation und der Nachuntersuchung. Dargestellt sind die Werte der PRP-Gruppe.....	51
Tabelle 23: Durchschnittliche Extension/Neutralstellung/Flexion zum Zeitpunkt vor der Operation und der Nachuntersuchung. Dargestellt sind die Werte der Graft-Gruppe.	51
Tabelle 24: Prozentuale Verteilung der Patienten mit Muskelatrophie aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	51
Tabelle 25: Objektiver IKDC-Score. Die Angaben entsprechen der absoluten Anzahl der Patienten in der PRP-Gruppe.....	52
Tabelle 26: Objektiver IKDC-Score bezogen auf die Gradeinteilung des VKB-Scores. Die Angaben entsprechen der absoluten Anzahl der Patienten.....	53
Tabelle 27: Seitendifferenz der anterioren Translation [mm] in der PRP-Gruppe. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.	54
Tabelle 28: Seitendifferenz der anterioren Translation [mm] in der Graft-Gruppe. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.	55
Tabelle 29: Seitendifferenz der anterioren Translation [mm] in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Dargestellt sind die Werte vor und nach der Op. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum gezeigt.....	56
Tabelle 30: Drop Jump Punkteverteilung der operierten Seite. Obere Spalte PRP-Grupp; Untere Spalte Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.	58

Tabelle 31: Drop Jump Punkteverteilung der gesunden Seite. Obere Spalte PRP-Grupp; Untere Spalte Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.	58
Tabelle 32: Drop Jump Punkteverteilung in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Dargestellt sind die Werte der gesunden und operierten Seite. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum gezeigt.	59
Tabelle 33: Side-Hop-Test. Seitenunterschied zwischen operierten und gesunden Bein (in Sekunden). Es wird der Mittelwert, Maximum, Minimum und Seitenunterschied (SU) dargestellt. Der Seitenunterschied (SU) der als ungünstig anzunehmen ist in Prozent in Bezug auf die Patientenzahl angegeben.	60
Tabelle 34: Side-Hop-Test. Seitenunterschied zwischen operierten und gesunden Bein (in Sekunden) in Bezug auf die Gradeinteilung der Partialruptur. Gezeigt werden die Werte des ersten und zweiten Versuchs. Es wird der Mittelwert, Maximum, Minimum und Seitenunterschied (SU) dargestellt. Der Seitenunterschied (SU) der als ungünstig anzunehmen ist in Prozent in Bezug auf die Patientenzahl angegeben.	60
Tabelle 35: Stabilitätswerte für den Two-leg stability Test. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.	61
Tabelle 36: Stabilitätswerte für den One-leg stability Test. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.	62
Tabelle 37: Koordinationswerte für das gesunde Bein auf dem Brett. Dargestellt sind erster (oben) und zweiter (unten) Versuch aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, 95%-Konfidenzintervall, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum gezeigt.	63
Tabelle 38: Stabilitätswert der operierten Seite in der PRP-Gruppe in Bezug auf die Gradeinteilung des VKB-Scores. Gezeigt werden die Werte des ersten und zweiten Versuchs. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt.	63
Tabelle 39: Quick Feet (in Sekunden) aufgeteilt in PRP- und Graft-Gruppe. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt. Der Seitenunterschied (SU) der als ungünstig anzunehmen ist in Prozent in Bezug auf die Patientenzahl angegeben.	64
Tabelle 40: Quick Feet (in Sekunden) in Bezug auf die Gradeinteilung des VKB-Scores. Es wird der Mittelwert, Maximum und Minimum dargestellt.	65
Tabelle 41: Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests der Studien Mayr et al. (nur Patienten die mit PRP behandelt wurden); Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al.	

(Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Pujol et al. (Meta-Analyse von konservativ therapierten Patienten).	72
Tabelle 42: Postoperative Ergebnisse des Lachman-Tests der Studien Mayr et al. (nur Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben); Anglietti et al. und Muneta et al.	73
Tabelle 43: Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests der Studien Mayr et al. (nur Patienten die mit PRP behandelt wurden); Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al. (Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Pujol et al. (Meta-Analyse von konservativ therapierten Patienten).	74
Tabelle 44: Postoperative Ergebnisse des Pivot-Shift-Tests der Studien Mayr et al. (nur Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben); Angliette et al.; Muneta et al. und Gobbi et al.	74
Tabelle 45: Postoperative Ergebnisse des objektiven IKDC 2000 Scores der Studien Mayr et al. (nur Patienten der PRP-Gruppe); Jorjani et al. (Healing Respnse Technik); Anglietti et al. (VKB-Plastik); Gobbi et al. (VKB-Plastik) und Park et al. (VKB-Plastik).	77
Tabelle 46. Vergleich der Revisionsraten (in Prozent) der Studien Mayr et al., Wasmaier et al. und Jorjani et al.....	78
Tabelle 47: Postoperative Ergebnisse der durchschnittlichen Differenz der anterioren tibialen Translation (ATT) in mm der Studien Mayr et al. (nur Patienten die mit PRP behandelt wurden); Steadman et al., 2006; Wasmaier et al.; Jorjani et al. (Patienten die mittels Healing Response Technik therapiert wurden) und Wasmaier et al. (Patienten die konservativ therapiert wurden).	79
Tabelle 48: Postoperative Ergebnisse der durchschnittlichen Differenz der anterioren tibialen Translation (ATT) in mm der Studien Mayr et al. (nur Patienten die eine VKB-Plastik bekommen haben); Angliette et al.; Muneta et al. und Park et al.....	79

11 Literaturverzeichnis

1. Rupp S, Seil R, Jäger A, Kohn D. [Replacement of the anterior cruciate ligament with a patellar tendon transplant]. *Orthopade*. 2002 Aug;31(8):751–7.
2. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*. SAGE Publications; 1995 Nov;23(6):694–701.
3. Frobell RB, Lohmander LS, Roos HP. Acute rotational trauma to the knee: poor agreement between clinical assessment and magnetic resonance imaging findings. *Scand J Med Sci Sports*. Blackwell Publishing Ltd; 2007 Apr;17(2):109–14.
4. Lind M, Menhert F, Pedersen AB. The first results from the Danish ACL reconstruction registry: epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Feb;17(2):117–24.
5. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*. Elsevier; 2006 Jun;13(3):184–8.
6. Collins JE, Katz JN, Donnell-Fink LA, Martin SD, Losina E. Cumulative incidence of ACL reconstruction after ACL injury in adults: role of age, sex, and race. *Am J Sports Med*. SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA; 2013 Mar;41(3):544–9.
7. Kessler MA, Behrend H, Henz S, Stutz G, Rukavina A, Kuster MS. Function, osteoarthritis and activity after ACL-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008 May;16(5):442–8.
8. Meunier A, Odensten M, Good L. Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. Blackwell Publishing Ltd; 2007 Jun;17(3):230–7.
9. Anderson MJ, Browning WM, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sports Med*. SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA; 2016 Mar;4(3):2325967116634074.
10. Fisher SE, Shelbourne KD. Arthroscopic treatment of symptomatic extension block complicating anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. SAGE Publications; 1993 Jul;21(4):558–64.
11. Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop*. 2015 Jan;50(1):9–15.
12. Sonnery-Cottet B, Colombet P. Partial tears of the anterior cruciate ligament. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Feb;102(1 Suppl):S59–67.

13. Steadman JR, Cameron-Donaldson ML, Briggs KK, Rodkey WG. A minimally invasive technique (“healing response”) to treat proximal ACL injuries in skeletally immature athletes. *J Knee Surg.* 2006 Jan;19(1):8–13.
14. 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 Jul;25(3):255–60.
15. 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.* Thieme Medical Publishers; 2013 Aug;26(4):263–71.
16. Eichhorn J. *JATROS.* 2015 Sep 17;:1–48.
17. Fallouh L, Nakagawa K, Sasho T, Arai M, Kitahara S, Wada Y, et al. Effects of Autologous Platelet-Rich Plasma on Cell Viability and Collagen Synthesis in Injured Human Anterior Cruciate Ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2010 Dec;92(18):2909–16.
18. Yoshida R, Cheng M, Murray MM. Increasing platelet concentration in platelet-rich plasma inhibits anterior cruciate ligament cell function in three-dimensional culture. *Journal of Orthopaedic Research.* 2013 Oct 4;32(2):291–5.
19. Joshi SM, Mastrangelo AN, Magarian EM, Fleming BC, Murray MM. Collagen-Platelet Composite Enhances Biomechanical and Histologic Healing of the Porcine Anterior Cruciate Ligament. *Am J Sports Med.* SAGE Publications; 2009 Nov 25;37(12):2401–10.
20. Mastrangelo AN, Vavken P, Fleming BC, Harrison SL, Murray MM. Reduced platelet concentration does not harm PRP effectiveness for ACL repair in a porcine in vivo model. *Journal of Orthopaedic Research.* Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company; 2011 Feb 18;29(7):1002–7.
21. *Das Knie Der Ratgeber für das verletzte Knie.* Vienna: Springer Vienna; 2007.
22. Müller W. *Das Knie.* 1982. 7. p.
23. Petersen W, Zantop T. *Das vordere Kreuzband.* Deutscher Ärzteverlag; 2009. 5. p.
24. Jakob RP, Stäubli H-U. *Kniegelenk und Kreuzbänder.* Jakob RP, Stäubli HU, editors. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2013. 44. p.
25. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res.* 2007 Jan;454:35–47.
26. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 Jan;(106):216–31.
27. Petersen W, Zantop T. *Das vordere Kreuzband.* Deutscher Ärzteverlag; 2009. 6-7. p.
28. Stocchi R, de Pasquale V, Gubellini P, Facchini A, Marcacci M, Buda R, et al. The

- human anterior cruciate ligament: histological and ultrastructural observations. *J Anat.* Wiley-Blackwell; 1992 Jun;180 (Pt 3)(Pt 3):515–9.
29. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 6-7. p.
 30. Arnoczky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. *Orthop Clin North Am.* 1985 Jan;16(1):15–28.
 31. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Jan;(172):19–25.
 32. Dienst M, Burks RT, Greis PE. Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am.* 2002 Oct;33(4):605–20–v.
 33. Dodds JA, Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament: a blueprint for repair and reconstruction. *Arthroscopy.* 1994 Apr;10(2):132–9.
 34. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):204–13.
 35. Friederich NF, Müller W, O'Brien WR. [Clinical application of biomechanic and functional anatomical findings of the knee joint]. *Orthopade.* 1992 Feb;21(1):41–50.
 36. Halata Z, Haus J. The ultrastructure of sensory nerve endings in human anterior cruciate ligament. *Anat Embryol.* 1989;179(5):415–21.
 37. Jakob RP, Stäubli HU, editors. Kniegelenk und Kreuzbänder. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
 38. Kinematik organischer Gelenke. *Nature.* 1907 Sep 12;76(1976):489–90.
 39. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 1 p.
 40. Jakob RP, Stäubli HU, editors. Kniegelenk und Kreuzbänder. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
 41. Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, et al., editors. Duale Reihe Anatomie. Duale Reihe. 3rd ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014.
 42. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 14-16 p.
 43. Müller W. Das Knie. 1982. 23 p.
 44. Jagodzinski M, Friederich NF, Müller W. Das Knie. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2016. 7. p.
 45. Jagodzinski M, Friederich NF, Müller W. Das Knie. Springer-Verlag; 2016. 8. p.
 46. Strand T, Tvedte R, Engebretsen L, Tegnander A. [Anterior cruciate ligament injuries in handball playing. Mechanisms and incidence of injuries]. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 1990 Jun 30;110(17):2222–5.

47. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 24-25 p.
48. Jakob RP, Stäubli HU, editors. Kniegelenk und Kreuzbänder. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
49. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 50-56 p.
50. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 40 p.
51. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 58-64 p.
52. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 61-63 p.
53. Sanders TG, Miller MD. A Systematic Approach to Magnetic Resonance Imaging Interpretation of Sports Medicine Injuries of the Knee. *Am J Sports Med.* SAGE PublicationsSage CA: Thousand Oaks, CA; 2005 Jan;33(1):131–48.
54. Jakob RP, Stäubli HU, editors. Kniegelenk und Kreuzbänder. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
55. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 14. p.
56. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 68. p.
57. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 80-83. p.
58. Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 123-127. p.
59. Bielecki TM, Gazdzik TS, Arendt J, Szczepanski T, Król W, Wielkoszynski T. Antibacterial effect of autologous platelet gel enriched with growth factors and other active substances: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Mar;89(3):417–20.
60. Zhang J, Wang JH-C. Platelet-rich plasma releasate promotes differentiation of tendon stem cells into active tenocytes. *Am J Sports Med.* SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA; 2010 Dec;38(12):2477–86.
61. Fu S-C, Rolf C, Cheuk Y-C, Lui PP, Chan K-M. Deciphering the pathogenesis of tendinopathy: a three-stages process. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. BioMed Central;* 2010 Dec 13;2(1):30.
62. Connell DA, Ali KE, Ahmad M, Lambert S, Corbett S, Curtis M. Ultrasound-guided autologous blood injection for tennis elbow. *Skeletal Radiol.* 2006 Jun;35(6):371–7.
63. Aspenberg P, Virchenko O. Platelet concentrate injection improves Achilles tendon repair in rats. *Acta Orthop Scand.* Taylor & Francis; 2004 Feb;75(1):93–9.

64. Mishra A, Harmon K, Woodall J, Vieira A. Sports medicine applications of platelet rich plasma. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012 Jun;13(7):1185–95.
65. Murray MM, Spindler KP, Devin C, Snyder BS, Muller J, Takahashi M, et al. Use of a collagen-platelet rich plasma scaffold to stimulate healing of a central defect in the canine ACL. *Journal of Orthopaedic Research.* Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company; 2006;24(4):820–30.
66. Murray MM, Spindler KP, Ballard P, Welch TP, Zurakowski D, Nanney LB. Enhanced histologic repair in a central wound in the anterior cruciate ligament with a collagen–platelet-rich plasma scaffold. *Journal of Orthopaedic Research.* Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company; 2007 Aug;25(8):1007–17.
67. 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 Jul;25(3):255–60.
68. Tjoumakaris FP, Donegan DJ, Sekiya JK. Partial tears of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Am J Orthop.* 2011 Feb;40(2):92–7.
69. Chen C-H. Graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* BioMed Central; 2009 Sep 23;1(1):21.
70. Middleton KK, Barro V, Muller B, Terada S, Fu FH. Evaluation of the effects of platelet-rich plasma (PRP) therapy involved in the healing of sports-related soft tissue injuries. *Iowa Orthop J.* University of Iowa; 2012;32:150–63.
71. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* SAGE Publications; 1982 May;10(3):150–4.
72. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Springer-Verlag; 1998;6(2):107–14.
73. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Sep;(198):43–9.
74. *Orthopädie und Unfallchirurgie.* Elsevier, Urban&Fischer Verlag; 2005. 89 p.
75. Noulis GC. Sprains of the knee. 1875. *Clinical orthopaedics and related research.* 1997. 2 p.
76. Katz JW, Fingerroth RJ. The diagnostic accuracy of ruptures of the anterior cruciate ligament comparing the Lachman test, the anterior drawer sign, and the pivot shift test in acute and chronic knee injuries. *Am J Sports Med.* SAGE Publications; 1986 Jan;14(1):88–91.
77. Petersen W, Zantop T. *Das vordere Kreuzband.* Deutscher Ärzteverlag; 2009. 54 p.
78. Jakob RP, Stäubli HU, editors. *Knien und Kreuzbänder.* Berlin, Heidelberg:

- Springer Berlin Heidelberg; 1990.
79. Kohn D, Schneider G, Dienst M, Rupp S. [Diagnosis of rupture of the anterior cruciate ligament]. *Orthopade*. 2002 Aug;31(8):719–30.
 80. Rügsegger M, Jakob RP. [Diagnosis of acute and chronic injuries of the knee joint]. *Orthopade*. 1993 Nov;22(6):343–50.
 81. Petersen W, Zantop T. *Das vordere Kreuzband*. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 11. p.
 82. Rubinstein RA, Shelbourne KD, McCarroll JR, VanMeter CD, Rettig AC. The accuracy of the clinical examination in the setting of posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. SAGE Publications; 1994 Jul;22(4):550–7.
 83. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res*. 1980 Mar;(147):45–50.
 84. Jakob RP, Stäubli HU, editors. *Kniegelenk und Kreuzbänder*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
 85. Petersen W, Zantop T. *Das vordere Kreuzband*. Deutscher Ärzteverlag; 2009. 55. p.
 86. Jakob RP, Stäubli HU, editors. *Kniegelenk und Kreuzbänder*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1990.
 87. Rössler H, Rüter W. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. Elsevier, Urban&FischerVerlag; 2005. 90. p.
 88. Ganko A, Engebretsen L, Ozer H. The rolimeter: a new arthrometer compared with the KT-1000. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer-Verlag; 2000;8(1):36–9.
 89. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, William E Garrett J, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) Is a Valid and Reliable Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics. *Am J Sports Med*. SAGE Publications; 2009 Sep 2;37(10):1996–2002.
 90. Faude O, Kellmann M, Ammann T, Schnittker R, Meyer T. Seasonal changes in stress indicators in high level football. *Int J Sports Med*. © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York; 2011 Apr;32(4):259–65.
 91. Return-to-Competition. 2015 Nov 3;:1–23.
 92. Landing Error Scoring System (LESS)– modifizierte deutsche Version. 2014 Aug 31;:1–3.
 93. Itoh H, Kurosaka M, Yoshiya S, Ichihashi N, Mizuno K. Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer-Verlag; 1998;6(4):241–5.
 94. Padua DA, Boling MC, DiStefano LJ, Onate JA, Beutler AI, Marshall SW.

Reliability of the Landing Error Scoring System-Real Time, a Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2011 May;20(2):145–56.

95. Hildebrandt C, Müller L, Zisch B, Huber R, Fink C, Raschner C. Erratum to: Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer Berlin Heidelberg; 2015 May;23(5):1282–2.
96. Seijas R. Partial anterior cruciate ligament tears treated with intraligamentary plasma rich in growth factors. *World Journal of Orthopedics*. 2014;5(3):373.
97. Jorjani J, Altmann D, Auen R, Koopmann C, Lyutenski B, Wirtz DC. [Medium- to long-term follow-up after anterior cruciate ligament rupture and repair in healing response technique]. *Z Orthop Unfall*. Georg Thieme Verlag KG; 2013 Dec;151(6):570–9.
98. Pujol N, Colombet P, Cucurulo T, Graveleau N, Hulet C, Panisset JC, et al. Natural history of partial anterior cruciate ligament tears: A systematic literature review. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2012 Dec;98(8):S160–4.
99. Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N. Comparison between single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med*. SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA; 2010 Jan;38(1):25–34.
100. Muneta T, Koga H, Mochizuki T, Ju Y-J, Hara K, Nimura A, et al. A Prospective Randomized Study of 4-Strand Semitendinosus Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Comparing Single-Bundle and Double-Bundle Techniques. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007 Jun;23(6):618–28.
101. 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*. Springer-Verlag; 2012 Mar;470(3):824–34.
102. Park S-J, Jung Y-B, Jung H-J, Jung H-J, Shin HK, Kim E, et al. Outcome of Arthroscopic Single-Bundle Versus Double-Bundle Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: A Preliminary 2-Year Prospective Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2010 May;26(5):630–6.
103. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2011 Jun;45(7):596–606.
104. Jorjani J, Altmann D, Auen R, Koopmann C, Lyutenski B, Wirtz DC. [Medium- to long-term follow-up after anterior cruciate ligament rupture and repair in healing response technique]. *Z Orthop Unfall*. Georg Thieme Verlag KG; 2013 Dec;151(6):570–9.
105. Jaeger N. Instrumentelle Stabilitätsmessung des Kniegelenks – KLT, Rolimeter und

KT-1000 im Vergleich. 2016 Nov pp. 1–117.

106. Windsor GD, Trigwell JA. Prolonged survival of *Ureaplasma urealyticum* in liquid culture. *J Med Microbiol. The Journal of Bone & Joint Surgery*; 1976 Feb;9(1):101–3.
107. Rość D, Powierza W, Zastawna E, Drewniak W, Michalski A, Kotschy M. Post-traumatic plasminogenesis in intraarticular exudate in the knee joint. *Med Sci Monit*. 2002 May;8(5):CR371–8.
108. Scheffler SU, Unterhauser FN, Weiler A. Graft remodeling and ligamentization after cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer-Verlag; 2008;16(9):834–42.
109. Bell DR, Smith MD, Pennuto AP, Stiffler MR, Olson ME. Jump-Landing Mechanics After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Landing Error Scoring System Study. <http://dxdoi.org/104085/1062-6050-49321>. *National Athletic Trainers Association*; 2014 Aug 28;49(4):435–41.
110. Itoh H, Kurosaka M, Yoshiya S, Ichihashi N, Mizuno K. Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer-Verlag; 1998;6(4):241–5.
111. Hildebrandt C, Müller L, Zisch B, Huber R, Fink C, Raschner C. Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Springer Berlin Heidelberg; 2015;23(5):1273–81.

12 Anhang

Der Anhang enthält:

- Formblätter des IKDC 2000 Knie-Untersuchungsbogen
- Lysholm-Gillquist-Score
- Tegner-Aktivitätsscore
- Arzt Untersuchungsbogen
- IKDC 2000 subjektiver Knie-Untersuchungsbogen
- Fragebogen der Studiengruppe

2000 IKDC KNIE-UNTERSUCHUNGSBOGEN

Name	Geburtsstag	Untersuchungsdatum	Arzt					
Allgemeine Laxizität: <input type="checkbox"/> verminderte Laxizität <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> erhöhte Laxizität Beinachse: <input type="checkbox"/> eindeutig Varus <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> eindeutig Valgus Patellastellung: <input type="checkbox"/> baja <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alta Subluxation/ Dislokation der Patella: <input type="checkbox"/> zentriert <input type="checkbox"/> subluxierbar <input type="checkbox"/> subluxiert <input type="checkbox"/> disloziert Bewegungsausmaß (Streckung/Beugung): Betroffene Seite: passiv ___/___/___ aktiv ___/___/___ Gegenseite: passiv ___/___/___ aktiv ___/___/___								
SIEBEN GRUPPEN		VIER GRADE		GRUPPENGRADE*				
	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°				
ΔBeugedefizit	<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)								
ΔLachman 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+)				
ΔLachman 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					
ΔGesamt AP-Translation (25°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
ΔGesamt AP-Translation (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
ΔHintere Schublade (70°)	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
ΔValgusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
ΔVarusstress	<input type="checkbox"/> 0-2mm	<input type="checkbox"/> 3-5mm	<input type="checkbox"/> 6-10mm	<input type="checkbox"/> >10mm				
ΔAußenrotationstest (30°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
ΔAußenrotationstest (90°)	<input type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> 6-10°	<input type="checkbox"/> 11-19°	<input type="checkbox"/> >20°				
ΔPivot shift	<input type="checkbox"/> gleich	<input type="checkbox"/> +(Gleiten)	<input type="checkbox"/> ++(dumpf)	<input type="checkbox"/> +++(laut)				
ΔReverse 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					
ΔKrepitation anterior (PF)	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mäßige	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
ΔKrepitation mediales Kompartiment	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mäßige	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
ΔKrepitation laterales Kompartiment	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> mäßige	<input type="checkbox"/> leichtem Schmerz	<input type="checkbox"/> > leichtem Schmerz				
5. Transplantatentnahmemorbidity	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> geringe	<input type="checkbox"/> mäßige	<input type="checkbox"/> deutliche				
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 (in % der gegenüberliegenden Seite)								
	<input type="checkbox"/> ≥ 90%	<input type="checkbox"/> 89-76%	<input type="checkbox"/> 75-50%	<input type="checkbox"/> < 50%				
** Abschlussbeurteilung					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Gruppengrad: Der Gruppengrad richtet sich nach dem niedrigsten Grad innerhalb einer Gruppe.

** Δ: Der Unterschied zwischen dem betroffenen Knie und dem normalen Knie, bzw. dem, was als normal angesehen wird.

*** Abschlussbeurteilung: Bei akuten und subakuten Patienten richtet sich die Abschlussbeurteilung nach dem schlechteren Gruppengrad. Bei chronischen Patienten wird die prä- und postoperative Beurteilung verglichen. Bei einer Abschlussbeurteilung werden nur die ersten drei Gruppen beurteilt, jedoch werden alle Gruppen dokumentiert.

Stand: 2011-10-27

2000 IKDC KNIE-UNTERSUCHUNGSBOGEN

Anleitung für das Formblatt zur Untersuchung des Knies

Das Formblatt zur Untersuchung des Knies enthält Punkte, die in eine von sieben Messdomänen fallen. Dabei werden jedoch nur die ersten drei Domänen bewertet. Die sieben Domänen werden mit Hilfe des Formblattes zur Untersuchung des Knies beurteilt.

Erguss

Ein Erguss wird durch vorsichtige Palpation des Knies beurteilt. Eine Flüssigkeitswelle (weniger als 25 cc) gilt als leicht, leicht palpierbare Flüssigkeit als mäßig (25 bis 60 cc) und ein angespanntes Knie zusätzlich zum Erguss (mehr als 60 cc) gilt als deutlich.

Passives Bewegungsdefizit

Der passive Bewegungsspielraum wird mit einem Winkelmesser gemessen und auf dem Formblatt für die betroffene Seite und die gegenüberliegende oder normale Seite festgehalten. Die Werte für Nullpunkt/ Überstreckung/ Beugung sind aufzuzeichnen (z.B. 10 Grad Überstreckung, 150 Grad Beugung = 10/0/150; 10 Grad Beugung zu 150 Grad Beugung = 0/10/150). Die Streckung wird mit der des normalen Knies verglichen.

Ligamentuntersuchung

Der Lachman-Test, die gesamte anteroposteriore Translation bei 70 Grad und der mediale und laterale Gelenkspalt können manuell, instrumentell oder mittels Röntgenaufnahme unter Belastung beurteilt werden. Dabei sollte nur ein Test beurteilt werden, vorzugsweise eine „gemessene Verschiebung“. Bei der instrumentellen Untersuchung beider Knie wird eine Standardkraft von 134 N (30 lb-force) angelegt. Die Zahlenwerte für die Seitenunterschiede werden abgerundet und das entsprechende Kästchen wird angekreuzt.

Der Endpunkt wird mit dem Lachman-Test beurteilt. Der Endpunkt beeinflusst die Einstufung, wenn die Laxizität des betroffenen Knies vorne 3 bis 5 mm größer ist als die des normalen Knies. In diesem Fall führt ein weicher Endpunkt zu einem abnormen Grad anstelle eines nahezu normalen Grads.

Der hintere Durchhang bei 70 Grad wird durch einen Vergleich des Profils des betroffenen Knies mit dem des normalen Knie und durch Palpieren der medialen femorotibialen Kante geschätzt. Dieser Befund kann durch die Beobachtung bestätigt werden, dass die Kontraktion des quadrizeps die Tibia nach vorne zieht.

Für die Außenrotationstests liegt der Patient mit auf 30 und 70 Grad gebeugten Knien auf dem Bauch. An beide Füße wird eine einheitliche äußere Drehkraft angelegt, und das Ausmaß der Außenrotation wird aufgezeichnet.

Pivot Shift and Reverse Pivot Shift werden mit dem Patienten in Rückenlage, einer Hüftabduktion von 10 bis 20 Grad und mit Tibia in Neutralrotation unter Verwendung der Technik nach Losee, Noyes oder Jakob durchgeführt. Die im Vergleich zum normalen Knie größte Subluxation wird festgehalten.

Kompartimentbefund

Patellofemorale Krepitation wird durch Streckung gegen geringen Widerstand hervorgerufen. Die mediale und laterale Kompartimentkrepitation wird durch Strecken des Knies aus einer gebeugten Stellung mit Belastung in Varusrichtung und folgender Belastung in Valgusrichtung (d.h. McMurray-Test) hervorgerufen. Die Einstufung erfolgt nach Intensität und Schmerz.

Transplantatentnahmemorbidity:

Auf Empfindlichkeit, Reizung oder Gefühllosigkeit an der Entnahmestelle des autologen Transplantats achten.

Röntgenbefund

Die Verschmälerung des medialen und lateralen Gelenkspalts wird durch ein bilaterales PA-Röntgenbild mit Gewichtsbelastung auf beiden Beinen und einem Beugungswinkel von 35 bis 45 Grad (Tunnelaufnahme) beurteilt. Die patellofemorale Verschmälerung wird durch eine Merchant-Aufnahme bei 45 Grad dokumentiert. Ein geringer Grad bezeichnet minimale Veränderungen (d.h. kleine Osteophyten, leichte Sklerose oder Abflachung der Femurkondyle) und nur schwach erkennbare Verschmälerung des Gelenkspalts. Bei einem mittleren Grad liegen diese Veränderungen möglicherweise vor sowie eine Verschmälerung des Gelenkspalts (z.B. ein Gelenkspalt von 2-4 mm oder eine Verschmälerung des Gelenkspalts von bis zu 50 %). Zu den ausgeprägten Veränderungen zählen ein Gelenkspalt von weniger als 2 mm oder eine Verschmälerung des Gelenkspalts von mehr als 50 %.

Funktionstest

Der Patient wird aufgefordert, auf der betroffenen und auf der normalen Seite jeweils einmal auf einem Bein so weit wie möglich zu springen. Für jedes Bein werden drei Versuche festgehalten und die Ergebnisse werden gemittelt. Dann wird das Verhältnis von betroffenem zu normalem Knie berechnet.

LYSHOLM-GILLQUIST-SCORE

Name	Geburtstag	Untersuchungsdatum	Arzt
	_ _ _ _ _	Tag ___ Mon ___ Jahr ___	_____
SCORING	Hinken	<input type="checkbox"/> kein Hinken <input type="checkbox"/> gelegentlich oder leicht <input type="checkbox"/> schwer und ständig	
	Gehhilfen	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Stock oder Stütze <input type="checkbox"/> keine Belastung möglich	
	Oberschenkelatrophie	<input type="checkbox"/> keine Atrophie <input type="checkbox"/> 1-2 cm Atrophie <input type="checkbox"/> mehr als 2 cm	
	Instabilität	<input type="checkbox"/> keine Instabilität <input type="checkbox"/> selten bei Sport oder schwerer Anstrengung <input type="checkbox"/> häufig bei Sport oder schwerer Anstrengung (oder Teilnahme unmöglich) <input type="checkbox"/> gelegentlich bei alltäglicher Belastung <input type="checkbox"/> häufig bei alltäglicher Belastung <input type="checkbox"/> bei jedem Schritt	
	Schmerzen	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> gelegentlich und leicht bei schwerer Anstrengung <input type="checkbox"/> stark bei Subluxation <input type="checkbox"/> stark bei starker Anstrengung <input type="checkbox"/> stark bei oder nach 2km Gehen <input type="checkbox"/> stark bei oder nach weniger als 2 km Gehen <input type="checkbox"/> ständig	
	Schwellung	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> bei Subluxation <input type="checkbox"/> bei schwerer Anstrengung <input type="checkbox"/> bei normaler Anstrengung <input type="checkbox"/> ständig	
	Treppensteigen	<input type="checkbox"/> problemlos <input type="checkbox"/> leicht behindert <input type="checkbox"/> nur einzelne Stufen <input type="checkbox"/> unmöglich	
	Hocken	<input type="checkbox"/> problemlos <input type="checkbox"/> leicht behindert <input type="checkbox"/> nicht über 90° <input type="checkbox"/> unmöglich	

TEGNER-AKTIVITÄTSSCORE

Name	Geburtstag _ _ _ _	Untersuchungsdatum Tag_ _ _ Mon_ _ _ Jahr_ _ _ _	Arzt _____
Bitte das Ergebnis unten eintragen			
SCORING	Nationale oder internationale Turniere	Fußball, Hallenballsport mit Gegnerkontakt (Handball, Basketball)	10
	Nationale oder internationale Turniere	Abfahrtslauf, Hallenballsport ohne Gegnerkontakt (Squash, Badminton, Eishockey)	9
	Regionale Turniere	Fußball, Hallenballsport mit Gegnerkontakt	
	Turniersport	Hallen-Ballsport ohne Gegnerkontakt, Eishockey, Abfahrtslauf	8
	Turniersport	Tennis, Turnen, Ringen, Leichtathletik	7
	Freizeitsport	Fußball, Hallen-Ballsport, Querfeldeinlauf, Abfahrtslauf	
	Freizeitsport	Tennis, Leichtathletik, Turnen, Jogging mindestens 5 mal wöchentlich	6
	Arbeit	schwere körperliche Arbeit (Bau, Waldarbeit)	
	Turniersport	Radfahren, Langlauf, Rudern	5
	Freizeitsport	Jogging auf unebenem Boden 2 mal die Woche	
	Arbeit	mittelschwere körperliche Arbeit (LKW-Fahrer, Bodenreinigung)	
	Freizeitsport:	Radfahren, Langlauf, Joggen auf ebenem Boden 2 mal wöchentlich	4
	Arbeit	leichte körperliche Arbeit (Verkäufer)	
	Turnier- und Freizeitsport	Schwimmen	3
Gehen	auf unebenem Gelände, Waldspaziergänge		
Arbeit	überwiegend stehende, körperliche Arbeit	2	
Gehen	auf unebenem Boden		
Arbeit	sitzende Tätigkeit	1	
Gehen	auf ebenem Boden		
Arbeit	krank geschrieben auf Grund von Knieproblemen	0	
Ergebnis:			___



**Universitätsklinikum
Regensburg**

sportropaedicum
straubing berlin regensburg

FOLLOW-UP (ARZT AUSFÜLLEN!)

Name	Geburstag _ _ _ _ _	Monate postOP <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 24	Untersuchungsdatum Tag_ _ _ _ Mon_ _ Jahr_ _ _ _	Arzt _____
-------------	--------------------------------	---	--	----------------------

FOLLOW UP

Komplikationen seit der letzten Untersuchung:
 keine Arthrofibrose Thrombose/ Embolie Infektion Hämatom Fraktur andere
 Kommentar: _____

Aktivitätsniveau aktuell nach Therapie (nur 6 und 12 Monate post-OP auszufüllen)

I: Hochleistungssport ja nein

II: Leistungssport, Vereinssport ja nein

III: Gelegenheitssport ja nein

IV: Kein Sport ja nein

Subjektive Funktion (nur 6 und 12 Monate post-OP auszufüllen)

I: Ich habe eine uneingeschränkte Gelenkfunktion

II: Ich habe eine nahezu uneingeschränkte Gelenkfunktion

III: Ich habe eine deutlich eingeschränkte Gelenkfunktion

IV: Ich habe eine erheblich eingeschränkte Gelenkfunktion bereits unter täglicher Belastung

aktuell nach Therapie I II III IV

Röntgen-Aufnahme
 keine Ganzbein 2 Ebenen andere

Auffälligkeiten in der radiologischen Untersuchung vom: | Tag_|_|_|_| | Mon_|_| | Jahr_|_|_|_|

keine delayed union non-union Korrekturverlust Implantatversagen andere
 Kommentar: _____

Auffälligkeiten in der Ganzbeinaufnahme vom: | Tag_|_|_|_| | Mon_|_| | Jahr_|_|_|_|

Abweichung der Kniegelenkmitte von der Mikulicz-Linie vorhanden?

nein ja, Länge: |_|_|_| mm Richtung: varus valgus

Kommentar: _____



FOLLOW-UP (ARZT AUSFÜLLEN!)

Name	Geburstag _ _ _ _	Monate postOP <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 24	Untersuchungsdatum Tag_ _ Mon_ _ Jahr_ _ _ _	Arzt _____	
FOLLOW UP	Beurteilung Gelenknorpel-OP:				
	Grad der Defektreparatur	<ul style="list-style-type: none"> - Bis zur Höhe des umgebenden Knorpels - 75% Defekttiefe sind aufgefüllt - 50% Defekttiefe sind aufgefüllt - 25% Defekttiefe sind aufgefüllt - Keine Defektauffüllung 	4 3 2 1 0		
	Integration (Bonding)	<ul style="list-style-type: none"> - Vollständige Integration in umgebenden Knorpel - Demarkationslinie <1mm - ¼ Demarkation >1mm; ¾ Integration des Transplantats - 50% Demarkation >1mm; 50% Integration des Transplantats - Maximal ¼ Integration des Transplantats 	4 3 2 1 0		
	Makroskopisches Aussehen	<ul style="list-style-type: none"> - Intakte glatte Oberfläche - Raue Oberfläche - Einzelne kleine Fissuren oder Risse - Mehrere kleine oder wenig große Fissuren - Komplette Degeneration des Transplantats 	4 3 2 1 0		
	Gesamtbewertung	Grad I Grad II Grad III Grad IV	Normal Annähernd normal pathologisch stark pathologisch	12P. 11-8 P. 7-4 P. 3-1 P.	
	Komplikationen seit der letzten Untersuchung:				
<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> in Zusatzbogen ausführlich erläutert					
Status des Patienten:					
<input type="checkbox"/> Normale Fortsetzung der Studie <input type="checkbox"/> Planmäßiges Ende <input type="checkbox"/> Abbruch <input type="checkbox"/> Lost-to-Follow-Up Kommentar: _____					

2000 IKDC SUBJEKTIVER KNIE-UNTERSUCHUNGSBOGEN

Name	Geburtsdag _ _ _ _	Bogen vom Patienten auszufüllen	Untersuchungsdatum Tag_ _ _ Mon_ _ _ Jahr_ _ _ _	Arzt _____
SYMPTOME	1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können? <input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) <input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis <input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen <input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit <input type="checkbox"/> 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). Nie 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ständig 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"/> <input type="checkbox"/>			
	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). Keine Schmerzen 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 unerträgliche 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"/> <input type="checkbox"/>			
	4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung? <input type="checkbox"/> überhaupt nicht <input type="checkbox"/> etwas <input type="checkbox"/> ziemlich <input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> extrem			
	5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können? <input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) <input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis <input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen <input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit <input type="checkbox"/> 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 blockiertes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein			
	7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können? <input type="checkbox"/> Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball) <input type="checkbox"/> Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis <input type="checkbox"/> Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen <input type="checkbox"/> Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit <input type="checkbox"/> Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.			

2000 IKDC SUBJEKTIVER KNIE-UNTERSUCHUNGSBOGEN

Name	Geburtstag __ __ __	Bogen vom Patienten auszufüllen	Untersuchungsdatum Tag__ Mon__ Jahr__	Arzt _____
-------------	--------------------------------	------------------------------------	---	----------------------

8. 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.

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

SPORTLICHE AKTIVITÄT

	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. Hinknien	<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"/>

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?

FUNKTION

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KnieVERLETZUNG												
Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES												
Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	



sportropaedicum
straubing berlin regensburg

Fragebogen der Studiengruppe

1. Verletzungsursache beim Sport?
2. Welche Sportart?
3. Auf welchem Level wurde der Sport betrieben? (Hobby/Amateur niedrig-, mittel-, hochklassig/ Profi)
4. Welche Seite ist ihr Sprung-/Spielbein?
5. Weitere Verletzungen im Rahmen des Traumas?
6. Bedingte die Verletzung einen sofortigen Sportausfall?
7. Dauer Verletzung erster Arztkontakt?
8. Dauer Verletzung bis Therapie?
9. Wurden zusätzlich operative Eingriffe durchgeführt
10. Dauer von Operation bis Wiederaufnahme von Training (Bsp.: Laufen, Fahrradfahren, Schwimmen)
11. Dauer bis Wiederaufnahme der vollen Sportfähigkeit? (Sportlevel entsprechend dem Status vor der Verletzung)
12. Inwieweit wurde die Sportfähigkeit wiederhergestellt? (Prozent)
13. Bestehen weiterhin Schmerzen?
14. Besteht ein subjektives Instabilitätsgefühl? Wann tritt dieses auf (Bsp. Wann und wie häufig?)? Kann dieses provoziert werden (Bsp. Spezielle Bewegung, Sportarten)?
15. Traten in der Follow-Up-Phase ein erneutes Trauma oder irgendeine Erkrankung auf, die das klinische Outcome beeinflussten?
16. War seit der PRP Injektion eine weitere Op am Index Knie nötig? Wann? Wo? Warum?
17. Subjektive Bewertung des Behandlungsergebnisses (Schulnote 1-6)
18. Wie viel Prozent würden Sie Ihrem Bein aktuell im Vergleich zur gesunden Gegenseite geben?