

---

Aus der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
(Leiter Univ.- Prof. Dr. med. Dr. h.c. Axel Ekkernkamp)  
der Klinik und Poliklinik für Chirurgie  
(Direktor Univ.- Prof. Dr. med. C. D. Heidecke)  
der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Thema: Klinische Ergebnisse nach Meniskusrefixation  
im Kniegelenk mit und ohne vorderer Kreuzbandplastik**

Inaugural – Dissertation

zur

Erlangung des akademischen

Grades

Doktor der Medizin  
(Dr. med.)

der

Universitätsmedizin

der

Ernst-Moritz-Arndt-Universität

Greifswald

2014

vorgelegt von:

Sebastian Keil

geb. am 18. Januar 1985

in Villingen-Schwenningen

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reiner Biffar

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Axel Ekkernkamp

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Nils Follak

Ort, Raum: Greifswald, Seminarraum J 02.17

Tag der Disputation: 27. Mai 2015 um 13:00 Uhr

*Meinen Eltern*



---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Anatomie des Kniegelenks.....	3
1.2 Makroskopische Anatomie der Menisken.....	5
1.3 Mikroskopische Anatomie der Menisken.....	6
1.4 Funktionen der Menisken.....	8
1.5 Bedeutung der Kniegelenkstabilität.....	9
1.6 Ätiologie und Epidemiologie der Meniskusläsionen .....	10
1.7 Klassifikation der Rissformen.....	11
1.8 Diagnostik der Meniskusläsion.....	13
1.8.1 Meniskuszeichen .....	13
1.8.2 Magnetresonanztomographie (MRT).....	14
1.9 Therapie der Meniskusläsion .....	15
1.9.1 Outside-In-Naht .....	16
1.9.2 All-Inside-Naht.....	17
1.10 Historische Entwicklung der Meniskuschirurgie .....	18
1.11 Aktuelle Studien zur Meniskusrefixation.....	19
1.12 Fragestellung und Zielsetzung der Studie.....	22
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>24</b>
2.1 Gesetzliche Grundlagen.....	24
2.2 Patientenkollektiv .....	24
2.3 Studiendesign .....	26
2.3.1 Fragebogen .....	26
2.3.2 Funktionstest .....	27
2.3.3 Klinische Befunderhebung.....	28
2.4 Messinstrumente.....	28
2.4.1 Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist .....	29
2.4.2 Kniegelenksscore OAK.....	30

---

2.4.3	Aktivitätsscore nach Tegner .....	31
2.5	Ermittlung der Rerupturraten.....	32
2.6	Statistische Methoden.....	33
<b>3</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>34</b>
3.1	Demographische Angaben zum Patientenkollektiv .....	34
3.2	Ätiologie der Meniskusverletzung.....	35
3.3	Zeitraum zwischen Trauma und Operation .....	37
3.4	Lokalisation der Meniskusrefixation .....	37
3.5	Rissmorphologie .....	39
3.6	Operativer Eingriff .....	41
3.6.1	Angewendete Nahttechniken.....	41
3.7	Postoperative Rehabilitation .....	42
3.8	Komplikationen.....	44
3.9	Klinische Ergebnisse und Scores.....	45
3.9.1	Lysholm Score.....	45
3.9.2	OAK Score.....	46
3.9.3	Tegner Score.....	47
3.9.4	Subjektive Zufriedenheit .....	48
3.10	Sozioökonomische Parameter .....	49
3.11	Rerupturrate der Meniskusrefixation .....	51
3.11.1	Geschlecht.....	52
3.11.2	Alter .....	53
3.11.3	BMI .....	53
3.11.4	Raucher .....	53
3.11.5	Rissalter („Trauma-to-repair time“) .....	53
3.11.6	Ätiologie.....	53
3.11.7	Lokalisation.....	54
3.11.8	Risstyp.....	55
3.11.9	Nahttechnik / Risslänge.....	55
3.11.10	VKB-Plastik.....	55

---

<b>4 Diskussion</b> .....	<b>57</b>
4.1.1 Analyse der Outcomeparameter .....	57
4.1.2 Analyse der sozioökonomischen Parameter .....	61
4.2 Analyse der Rerupturrate .....	62
4.3 Erkenntnisse der Studie und Ausblick.....	67
<b>5 Zusammenfassung</b> .....	<b>69</b>
<b>6 Literaturverzeichnis</b> .....	<b>71</b>
<b>7 Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>79</b>
<b>8 Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>81</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>82</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....	
<b>Lebenslauf</b> .....	
<b>Danksagung</b> .....	

# 1 Einleitung

Meniskusverletzungen zählen zu den häufigsten Kniebinnenverletzungen. In Deutschland wurden im Jahre 2011 laut Gesundheitsberichterstattung des Bundes 11.475 akute Meniskusrisse ermittelt, die zu einer vollstationären Behandlung führten [43]. Hinzuzurechnen sind zahlreiche ambulant versorgte Meniskusläsionen. Die arthroskopische Behandlung von Meniskusverletzungen macht in vielen orthopädisch / unfallchirurgischen Zentren 10-15 % aller operativen Eingriffe aus [106].

Vor allem Sportler, deren Knie Rotationsbelastungen ausgesetzt sind, haben ein hohes Risiko, einen Meniskusriss zu erleiden. In 15-40% der Fälle sind diese mit einer gleichzeitigen Ruptur des vorderen Kreuzbandes assoziiert [101].

Die Menisken bedecken etwa 70% der tibialen Gelenkfläche. Sie gleichen als sichelförmige Faserknorpelstrukturen die Inkongruenz zwischen den Femurkondylen und dem Tibiaplateau aus [104]. Die Bedeutung intakter Menisken im Kniegelenk ist bereits in zahlreichen Studien untersucht worden. Heute weiß man, dass die Menisken eine wichtige Rolle bei der Kraftübertragung zwischen Femur und Tibia einnehmen [3, 4, 16, 41, 77, 120]. Sie wirken bei Spitzenbelastung als Stoßdämpfer [16, 41, 77, 132] und erhöhen die Gelenkstabilität [55, 80, 86, 133]. Auf der Grundlage dieser Studien ist bewiesen, dass die Arthroserate im Kniegelenk nach Meniskusentfernung signifikant erhöht ist. [9, 25, 32, 33, 55, 66].

Die Tatsache, dass die Inzidenz von osteoarthrotischen Veränderungen sogar nach partieller Meniskusentfernung deutlich zunimmt [57, 75], führte zu dem Bestreben, Meniskusrisse zu nähen, um möglichst viel Gewebe zu erhalten. Als Pioniere der Meniskusnaht erwiesen sich Hamberg et al.. Sie führten zwischen 1977 und 1980 bei 50 Patienten mit Meniskusriss eine Naht am offenen Knie durch. Die Meniskusrefixation war bereits damals in 84% der Fälle erfolgreich [49].

In den vergangenen 20 Jahren wurden verschiedene Techniken und Implantate zur Meniskusrefixation entwickelt. Gegenstand der aktuellen Diskussion in der Literatur ist nach wie vor die Frage, von welchen Faktoren die Einheilungsrate bzw. Rerupturrate des genähten Meniskus abhängen.

Nicht nur die Wahl des Implantats, sondern auch die Assoziation mit Begleitverletzungen, wie z.B. einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB), beeinflussen die Heilungstendenz des refixierten Meniskusrisses. Zahlreiche Wissenschaftler fanden heraus, dass die Rerupturrate des Meniskus in einem instabilen Kniegelenk höher ist als in einem stabilen Kniegelenk [35, 50, 122, 123]. Trotz dieser Beobachtung existieren in der Literatur kaum



eindeutige Empfehlungen, die aufzeigen, zu welchem Zeitpunkt eine zusätzliche vordere Kreuzbandplastik erfolgen soll, um den maximalen Erfolg für die Meniskusrefixation zu erzielen.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, das Operationsergebnis von 81 durchgeführten Meniskusrefixationen zu dokumentieren. In einem ersten Teil soll untersucht werden, ob das zeitliche Management der Meniskusrefixation einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Hierzu werden drei verschiedene Patientengruppen miteinander verglichen.

In einem zweiten Teil soll analysiert werden, welche Faktoren eine Reruptur des genähten Meniskus beeinflussen. Zudem soll das Outcome der Studienteilnehmer mit den Ergebnissen der aktuellen Literatur verglichen werden.

## 1.1 Anatomie des Kniegelenks

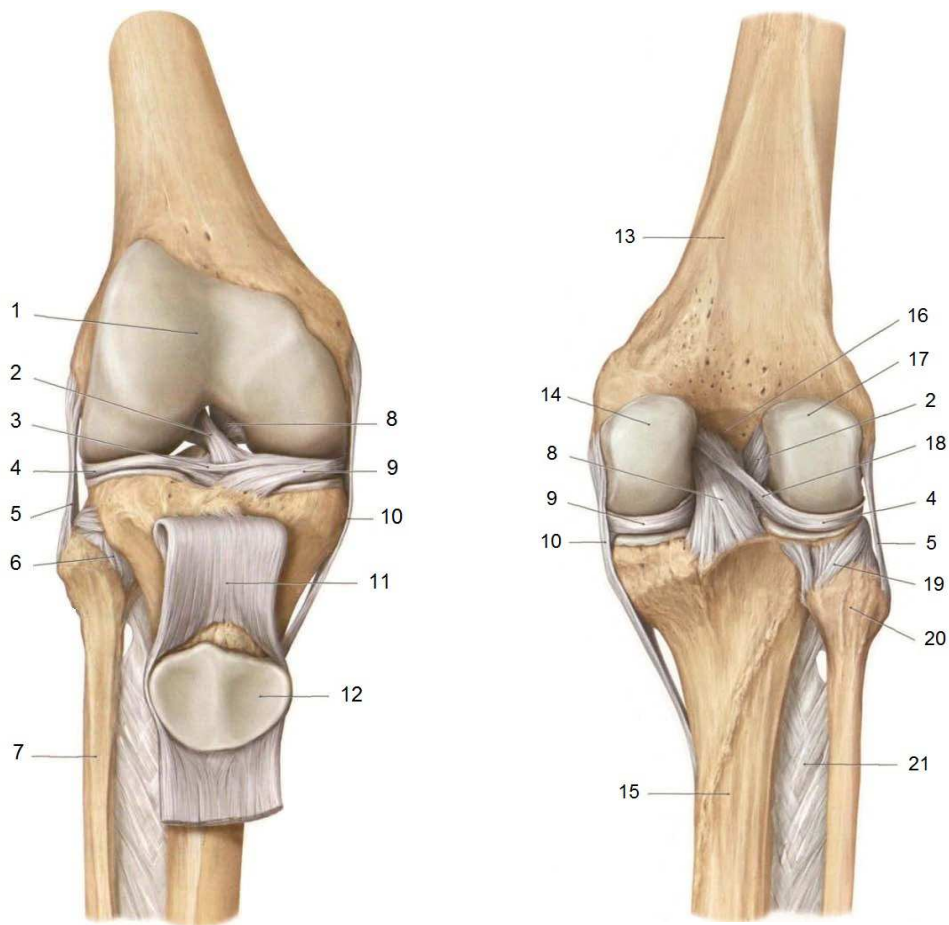
Das Kniegelenk (Articulatio genus) ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es stellt eine Kombination aus Dreh- und Scharniergelenk dar und wird daher als Trochoginglymus bezeichnet. Femur und Tibia bilden zum einen die Articulatio Femorotibialis, bei der die Gelenkflächen aus den konvexen Femurkondylen und dem konkaven Tibiaplateau bestehen. Femur und Patella bilden zum anderen die Articulatio Patellofemoralis, bei der die Patella mit der Facies patellaris des Femur artikuliert. Beide Anteile werden von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umgeben [14].

Der laterale Femurkondylus imponiert in der Regel prominenter als der mediale, und die knöcherne Form beider Femurkondylen zeigt eine nach vorne und hinten zunehmende Krümmung. Das Tibiaplateau stellt die Gelenkpfanne dar und setzt sich aus medialem und lateralem Kompartiment zusammen, wobei die mediale Gelenkfläche leicht konkav und die laterale Gelenkfläche eben oder leicht konvex ausgebildet sind [14]. Das Tibiaplateau ist um etwa 6° gegenüber der Horizontalen nach posterior geneigt, was im klinischen Sprachgebrauch als „Tibial slope“ bezeichnet wird [101]. Bei einer Beugung im Kniegelenk führen die Krümmung der Femurkondylen und die Heterogenität des Tibiaplateaus zu einer Abnahme der Kontaktfläche (Kongruenz) zwischen Femur und Tibia. Diese Inkongruenz wird durch die beiden Menisken ausgeglichen. Der Gelenkknorpel überzieht Femurkondylen und Tibiaplateau mit einer durchschnittlichen Dicke von 3 mm, wodurch der relativ breite radiologische Gelenkspalt resultiert [14].

Für die Stabilität sind verschiedene Bänder, Sehnen und Muskeln verantwortlich. Das mediale Seitenband, Ligamentum collaterale tibiale, hat seinen Ursprung am Epicondylus medialis des Femur und inseriert am Condylus medialis der Tibia. Es verhindert eine Valgisierung im Kniegelenk. Das laterale Seitenband, Ligamentum collaterale fibulare, zieht vom Epicondylus lateralis des Femur zum Caput fibulae. Es verhindert eine Varisierung im Kniegelenk. Beide Bänder liegen bei Flexionsstellung im entspannten Zustand, bei Extensionsstellung im gespannten Zustand vor. Das Ligamentum popliteum obliquum und das Ligamentum popliteum arcuatum wirken als dorsale Bänder einer Überstreckung des Knies entgegen [14].

Die beiden Kreuzbänder sind für die Drehstabilität von außerordentlicher Bedeutung, Teile von ihnen sind in jeder beliebigen Kniestellung angespannt. Die Hauptfunktion besteht in einer Verhinderung von Verschiebungen zwischen Femur und Tibia in der Sagittalebene. Das Ligamentum cruciatum anterius (vorderes Kreuzband, VKB) hat seinen Ursprung an der Innenfläche des lateralen Femurkondylus und inseriert an der Area intercondylaris anterior. Das Ligamentum cruciatum posterius (hinteres Kreuzband, HKB) verläuft von der Innenfläche des medialen Femurkondylus zur Area intercondylaris posterior. Beide

Kreuzbänder sind von dem inneren Blatt der Gelenkkapsel, der Synovialmembran, umzogen [14]. Abbildung 1 zeigt einen Überblick der Kniegelenksanatomie.

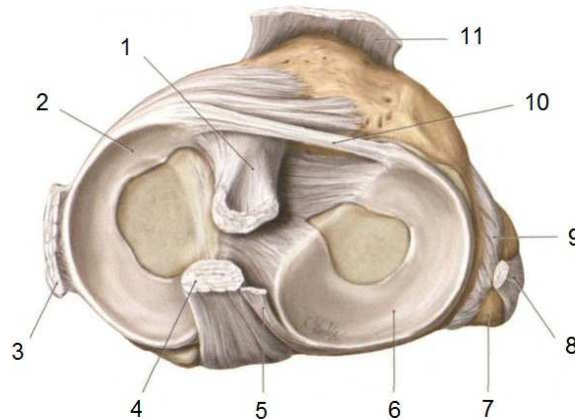


1	Facies patellaris femoris	8	Lig. cruciatum posterius	15	Tibia
2	Lig. cruciatum anterius	9	Meniscus medialis	16	Fossa intercondylaris
3	Lig. transversum genus	10	Lig. collaterale tibiale	17	Condylus lateralis femoris
4	Meniscus lateralis	11	Lig. patellae	18	Lig. meniscofemorale post.
5	Lig. collaterale fibulare	12	Patella	19	Lig. capitis fibulae posterius
6	Lig. capitis fibulae anterius	13	Femur	20	Caput fibulae
7	Fibula	14	Condylus medialis femoris	21	Membrana interossea cruris

Abbildung 1: Anatomische Darstellung der Knochen, Bänder, Menisken und Gelenkflächen des Kniegelenks von ventral und dorsal mit tabellarischer Legende. Modifiziert nach Schünke et al. [118].

## 1.2 Makroskopische Anatomie der Menisken

Die halbmondförmigen Menisken liegen zwischen Femur- und Tibiakondylen. Ihr Aufbau ist keilförmig, wobei die Dicke von der Basis zum Zentrum hin abnimmt. Durch eine femurwärts eher konkave und tibiawärts eher flache Form bilden sie passende Gelenkpfannen für die Femurkondylen [14]. Abbildung 2 zeigt einen Überblick der makroskopischen Anatomie.



1	Lig. cruciatum anterius	5	Lig. meniscofemorale post.	9	Art. Tibiofibularis
2	Meniscus medialis	6	Meniscus lateralis	10	Lig. transversum genus
3	Lig. collaterale tibiale	7	Caput fibulae	11	Lig. Patellae
4	Lig. cruciatum posterius	8	Lig. collaterale fibulare		

Abbildung 2: Anatomische Darstellung der Bandstrukturen und Menisken im Kniegelenk mit tabellarischer Legende. Blick von kranial auf das Tibiaplateau. Modifiziert nach Schünke et al. [118].

Die anterioren Abschnitte werden als Vorderhörner und die posterioren Abschnitte als Hinterhörner bezeichnet. Mit ihren Enden sind die Menisken im Knochen der Area intercondylaris anterior et posterior verankert [14]. Zusätzlich sind die Vorderhörner in 64 % der Fälle über das Lig. transversum genus miteinander verbunden. Die Außenzone der Menisken, gemessen vom Hinterhorn zum Vorderhorn, ist durchschnittlich 111 mm lang [72]. An der Basis sind die Menisken mit der Gelenkkapsel verwachsen. Eine Ausnahme stellt hierbei der Popliteusschlitz am dorsalen Abschnitt des lateralen Meniskus dar. Der strukturell größere und weniger gekrümmte C-förmige mediale Meniskus (Innenmeniskus) ist mit dem Lig. collaterale tibiale über Gewebebrücken fixiert und daher weniger beweglich als der laterale Meniskus (Außenmeniskus). Dies führt zu einer höheren Verletzungsanfälligkeit im Vergleich zur Gegenseite [14].

Der laterale Meniskus erscheint fast O-förmig und ist deutlich stärker gekrümmt, wobei die Enden dicht beieinander an der Area intercondylaris inserieren. Eine zusätzliche Fixierung des Hinterhorns erfolgt durch akzessorische Bänder wie dem Lig. meniscofemorale posterius

(Wrisberg, in 76% der Fälle) und dem Lig. meniscofemorale anterius (Humphrey, in 50% der Fälle) [72]. Aufgrund des Popliteusschlitz und der fehlenden Verankerung am Lig. collaterale fibulare ist der Außenmeniskus mobiler als der Innenmeniskus [14, 90].

### 1.3 Mikroskopische Anatomie der Menisken

In der biochemischen Analyse des normalen Meniskusgewebes ergibt sich eine Zusammensetzung aus 72% Wasser, 22% Kollagen, 0,8% Glykosaminoglykanen und 0,12% DNA. Die Glykosaminoglykane wiederum setzen sich überwiegend aus Chondroitin-6-Sulfat, Chondroitin-4-Sulfat, Dermatan Sulfat und Keratan Sulfat zusammen [56].

Die zellulären Bestandteile des Meniskus gehören hauptsächlich zwei verschiedenen Zelltypen an. Das sind zum einen die zahlenmäßig überwiegenden Chondrozyten und zum anderen die Fibroblasten [44]. Des Weiteren können intermediäre Zellen von den genannten unterschieden werden, welche als Fibrochondrozyten bezeichnet werden [134]. Biomechanisch ähneln die Zellen des Meniskus den Zellen von Bandstrukturen [114].

Die extrazelluläre Matrix der Menisken ist aus einem Gerüst aus zirkumferent und radial verlaufenden Kollagenbindegewebe aufgebaut. Die zirkumferent verlaufenden Fasern sind quantitativ dominant und werden überwiegend aus Kollagen Typ I gebildet. Als weitere Kollagene sind die Typen II, III, und V vertreten. Radial verlaufende Fasern finden sich deutlich seltener [29, 87]. Die Kollagenfasern sind zusätzlich durch Brücken aus Hydroxypyridinium-Aldehyd quervernetzt, wodurch eine hohe Stabilität erreicht wird [37, 38]. Die mikroskopische Faserarchitektur wird in Abbildung 3 dargestellt:

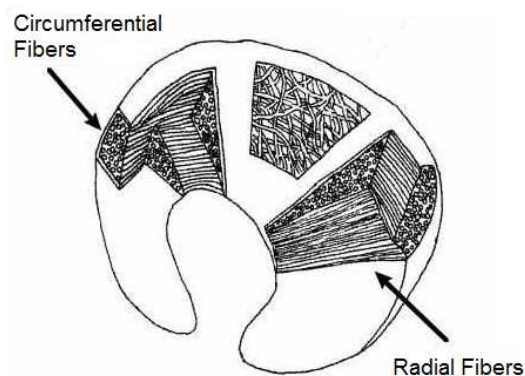


Abbildung 3: Verlauf der Kollagenfasern im Meniskusgewebe. Darstellung der zirkumferent und der radial verlaufenden Fasern. Modifiziert nach Brindle et al. [24].

Im Querschnitt des Meniskus zeigt sich unter dem Elektronenmikroskop ein dreischichtiger Aufbau aus den genannten Faseranteilen. So kann eine dünne oberflächliche Schicht (femoral- und tibiaseitig) von einer lamellenartigen Schicht und einer zentralen Schicht unterschieden werden. Die inneren zwei Drittel gelten als Hauptbelastungszone und bestehen überwiegend aus Faserknorpel, wobei das äußere Drittel aus straffem Bindegewebe besteht [103].

Der Meniskus wird durch Äste der Aa. superior et inferior medialis genus bzw. Aa. superior et inferior lateralis genus aus der A. poplitea vaskularisiert. Die Äste strahlen in die Gelenkkapsel ein und bilden ein Arteriengeflecht, das die peripheren 10 - 25% des Meniskusgewebes versorgt. Zudem sind Teile des Vorder- und des Hinterhorns umsäumt von gut durchblutetem synovialem Gewebe, einer sogenannten synovialen Lippe. Sowohl das übrige, vor allem zentral gelegene Stroma, als auch der posterolaterale Anteil des lateralen Meniskus sind nicht von Blutgefäßen durchzogen und haben zudem keinen Kontakt zu einer synovialen Lippe [12]. Diese Meniskusanteile werden ausschließlich von der Synovialflüssigkeit ernährt, wie Abbildung 4 zeigt [118].

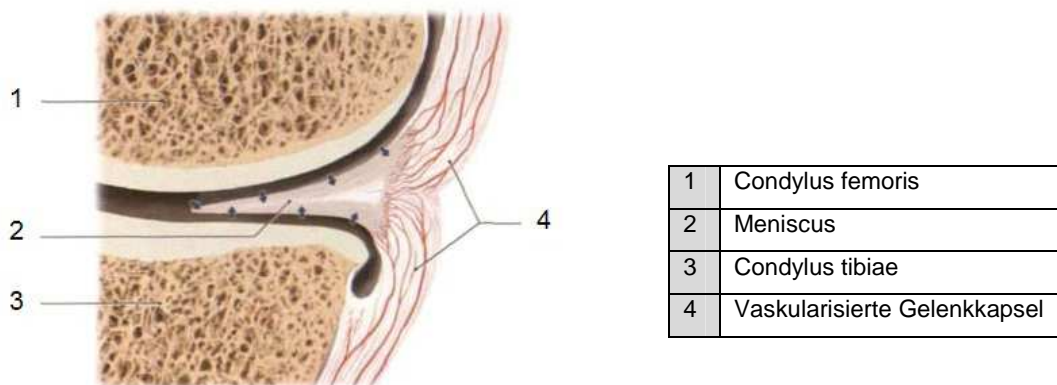


Abbildung 4: Blutversorgung des Meniskus mit tabellarischer Legende. Frontalschnitt durch das Kniegelenk, Blick von ventral. Modifiziert nach Schünke et al. [118].

Cooper und Arnoczky unterteilen den Meniskusquerschnitt in drei Zonen. Sie unterscheiden eine gut durchblutet kapselnahe rot – rote Zone von einer mittleren rot – weißen Zone und einer avaskulären, zentralen weiß – weißen Zone [31].

Diese Einteilung gilt allerdings nur für den adulten Meniskus, da der fetale Meniskus noch vollständig von Blutgefäßen durchzogen ist. Nach der Geburt kommt es zu einem progredienten Rückgang des Gefäßnetzes. So ist ab dem 50. Lebensjahr nur noch das laterale Viertel des Meniskus vaskularisiert [102].

Bei der histologischen Untersuchung des Meniskugewebes zeigt sich, dass vor allem das periphere Drittel des Meniskus von freien Nervenendigungen durchzogen ist. Die Axone verlaufen dabei größtenteils zusammen mit den Blutgefäßen. Bei einer Meniskusruptur können Schmerzen zum Teil direkt an Ort und Stelle der Läsion wahrgenommen werden [92]. Zudem ist die Propriozeption im Kniegelenk nach Meniskusverletzung eingeschränkt [64].

In einer Studie von Saygi et al. wurden somatosensorisch evozierte Potentiale allerdings nur bei Reizung des Innenmeniskushinterhorns und nicht bei Reizung des Meniskuskörpers abgeleitet. Daraus lässt sich folgern, dass nur bestimmte Areale des Meniskus innerviert sind [116].

#### **1.4 Funktionen der Menisken**

Die Menisken bedecken etwa 70% der tibialen Gelenkfläche. Sie gleichen als sichelförmige Faserknorpelstrukturen die Inkongruenz zwischen den Femurkondylen und dem Tibiaplateau aus [104]. Zusätzlich verhindern sie ein Kapselimpingement bei Bewegung [111].

Heute weiß man, dass die Hauptfunktion der Menisken in der Kraftübertragung zwischen Femur und Tibia besteht [3, 4, 16, 41, 77, 120]. Weiterhin wirken die Menisken bei Spitzenbelastungen als Stoßdämpfer [16, 41, 77, 132]. Diese Tatsachen beruhen auf folgender physikalischen Überlegung: Wenn eine axiale Kraft über das Kniegelenk übertragen wird, leiten die Menisken als Zwischenstücke die Energie von tibial nach femoral weiter. Dabei ist die Spitzenbelastung proportional zu der auf das Kniegelenk wirkenden Kraft. Als Spitzenbelastung bezeichnet man den maximalen Druck, der bei einer Kraftübertragung auf die Gelenkflächen wirkt. Vergrößert man nun die Kontaktflächen zwischen den tibialen und femoralen Gelenkflächen, so wie es die Menisken leisten, reduziert sich konsekutiv die Spitzenbelastung [20]. Umgekehrt erhöht sich die Spitzenbelastung auf die Knorpelflächen nach einer partiellen Meniskektomie um 65% und nach totaler Meniskektomie sogar um 235 % im Vergleich zu Knien mit intakten Menisken [16].

Zudem erhöhen die Menisken die Gelenkstabilität, indem sie für die Femurkondylen eine Art konkave Gelenkpfanne kreieren [55, 80, 86, 133]. Weiterhin trägt die Innervation der Menisken durch freie Nervenendigungen zur Propriozeption und damit ebenfalls zur Stabilität des Kniegelenks bei [3]. Vor allem nach medialer Meniskektomie mit kombinierter vorderer Kreuzbandruptur ist die anteriore Verschieblichkeit signifikant erhöht. Damit ist die Stabilität im Kniegelenk bei kombinierter Verletzung im Vergleich zum Zustand nach isolierter VKB-Ruptur deutlich herabgesetzt [80].

Eine Besonderheit, bezogen auf die Gelenkstabilität, stellen Wurzelaustrisse des Meniskushinterhorns dar. Diese werden hervorgerufen durch eine kombinierte Rotations- und Valgusbeanspruchung des Kniegelenks und sind häufig assoziiert mit Verletzungen des vorderen Kreuzbandes [105]. Allaire et al. stellten 2008 fest, dass Wurzelaustrisse des medialen Meniskus die Gelenkstabilität signifikant herabsetzen und daher einer funktionellen Meniskektomie gleichzustellen sind [8].

Eine weitere, wenn auch untergeordnete Rolle spielen die Menisken bei der Verteilung der Synovialflüssigkeit. Sie tragen zur Gelenkschmierung und zur Versorgung des Gelenkknorpels mit Nährstoffen bei [11].

Allen et al. zeigten in einer Studie an 180 meniskektomierten Patienten nach 10-22 Jahren bei 18,3 % der Patienten radiologische Degenerationen im Kniegelenk [9]. Johnson et al. konnten zudem den arthroprotektiven Effekt der Meniskusnaht in einer Studie mit 48 Patienten, die nach durchschnittlich 10 Jahren und 9 Monaten radiologisch nachuntersucht wurden, demonstrieren. Sie stellten bei nur 8% der Patienten eine Veränderung im Röntgenbild fest, während bei 3% der Patienten radiologische Veränderungen an der Gegenseite diagnostiziert wurden [65].

Auf der Erkenntnis der genannten Funktionen konnte in zahlreichen weiteren Studien bewiesen werden, dass die Arthroserate im Kniegelenk nach Meniskusentfernung signifikant erhöht ist [9, 25, 32, 33, 55, 66].

## 1.5 Bedeutung der Kniegelenkstabilität

Wie bereits beschrieben, tragen die Menisken zur Stabilität des Kniegelenks bei. Umgekehrt ist die Stabilität des Kniegelenks essentiell, um das Auftreten von Meniskusläsionen zu verhindern. Eine bedeutende Rolle spielt hierbei die Funktion des vorderen Kreuzbandes. So kommt es bei chronischer vorderer Instabilität zu rezidivierenden Subluxationen, was im klinischen Sprachgebrauch als sogenanntes „Giving way“ bezeichnet wird. Durch die anteriore Translation werden die hinteren Meniskusanteile stärker belastet und zwischen den Femurkondylen und dem Tibiaplateau eingeklemmt. Auf diese Weise kann es zu Meniskusläsionen kommen [101].

Noyes et al. postulierten bereits 1983, dass bei einem instabilen Kniegelenk sekundäre Meniskusrisse entstehen können [97]. Weitere Studien konnten diesen Sachverhalt belegen [52, 58, 127].

Ein stabiles Kniegelenk spielt jedoch auch für die Einheilung von bereits vorhandenen Meniskusrissen eine entscheidende Rolle. So konnten Miller et al. in einer Studie an



Ziegenknieen zeigen, dass Meniskusrefixationen im peripheren Drittel bei intaktem vorderem Kreuzband in sechs von sieben Fällen erfolgreich verliefen. Bei einem durchtrennten VKB heilte jedoch in nur einem von acht Fällen die Meniskusnaht ein [91].

Eine Reihe von Wissenschaftlern bestätigten, dass die Rerupturrate von refixierten Meniskusrissen in einem instabilen Kniegelenk höher ist als in einem stabilen Kniegelenk [35, 48, 50, 122, 123].

Zahlreiche weitere Studien unterstrichen die Nützlichkeit eines stabil rekonstruierten vorderen Kreuzbandes für die Einheilung der Meniskusnaht [6, 40, 42, 63].

In der Literatur werden zum Teil sogar bessere Operationsergebnisse bei einer kombinierten Meniskusrefixation mit VKB-Plastik beschrieben als bei einer isolierten Meniskusrefixation. [26, 99, 129].

## **1.6 Ätiologie und Epidemiologie der Meniskusläsionen**

Majewski et al. zeigten im Jahre 2006 anhand umfangreicher Studiendaten, dass Knieverletzungen häufiger bei Männern (68,1%) als bei Frauen (31,6%) vorkommen. Fast die Hälfte der Patienten waren zum Zeitpunkt der Verletzung zwischen 20 und 29 Jahre alt [85].

Swenson et al. fanden in einer Studie an US-Highschool Athleten heraus, dass Knieverletzungen in Wettkämpfen häufiger vorkommen als im Training, wobei American Football die meisten Knieverletzungen hervorbringt, gefolgt von Fußball. Die am häufigsten beteiligten Knieinnenstrukturen waren erstens das mediale Seitenband (in 36% der Fälle), zweitens die Patella Sehne (29,5%), drittens das vordere Kreuzband (25,4%) und viertens die Menisken (23,0%) [124].

In Deutschland wurden im Jahre 2011 laut Gesundheitsberichterstattung des Bundes 11.475 akute Meniskusrisse ermittelt, die zu einer vollstationären Behandlung führten [43]. Hinzuzurechnen sind zahlreiche ambulant versorgte Meniskusläsionen. Die arthroskopische Behandlung von Meniskusverletzungen macht in vielen orthopädisch / unfallchirurgischen Zentren 10-15 % aller operativen Eingriffe aus [106].

Ein gesunder Meniskus reißt selten, in der Regel ist ein entsprechendes Trauma auf dem Boden degenerativer Vorschäden erforderlich. Sport-, Berufs-, und Verkehrsunfälle sind häufige Ursachen einer Meniskusverletzung. Die Unfallmechanismen sind zum einen eine Rotationsbewegung im gebeugten Kniegelenk und zum anderen eine abrupte Streckbewegung des Unterschenkels. Weiterhin kann es durch Krafteinwirkungen von lateral gegen das Kniegelenk zu Meniskusrupturen kommen [113].

Verletzungen des lateralen Meniskus sind häufig assoziiert mit Tanzen und Turnen, die des medialen Meniskus mit Tennisspielen und Joggen [85]. Zudem konnten Yeh et al. zeigen, dass Basketballspieler der National Basketball Association (NBA) mit einem Body-Mass-Index (BMI) von über 25 ein signifikant gesteigertes Risiko für Meniskusrisse haben als Spieler mit einem BMI unter 25 [138].

Weiterhin ist zu vermerken, dass der mediale Meniskus insgesamt häufiger rupturiert als der laterale Meniskus, wobei 50% aller Meniskusverletzungen auf dem Boden degenerativer Veränderungen entstehen [23].

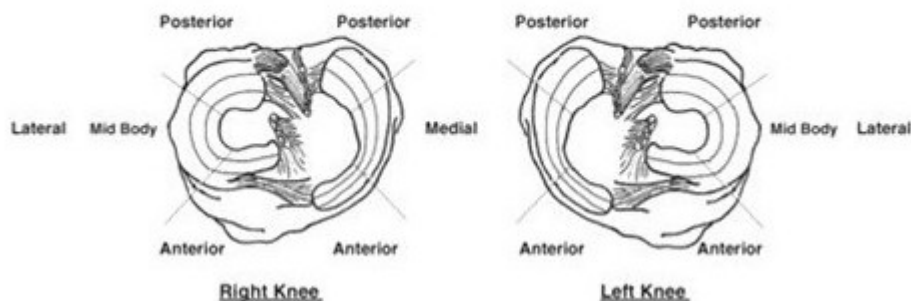
## 1.7 Klassifikation der Rissformen

Bei der Durchsicht der Literatur fällt auf, dass sich die Klassifikation der Meniskusrisse unter den verschiedenen Autoren als heterogen darstellt. Um aussagekräftige Multicenter Studien durchführen zu können, ist jedoch eine übereinstimmende Einteilung notwendig. Aus diesem Grunde wurde von der International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) im Mai 2011 eine Studie veröffentlicht, die eine suffiziente Einteilung der Meniskusrisse ermöglicht. Hierzu wurden acht orthopädischen Chirurgen aus verschiedenen Ländern 37 Arthroskopievideos mit der Aufgabenstellung vorgelegt, die Rissformen der Menisken zu klassifizieren [10].

In der vorliegenden Studie wurde die „ISAKOS Klassifikation of Meniscal Tears“ als Grundlage für die Auswertung der OP-Berichte herangezogen. Abbildung 5 zeigt die verschiedenen Einteilungen, die im Folgenden erläutert werden.

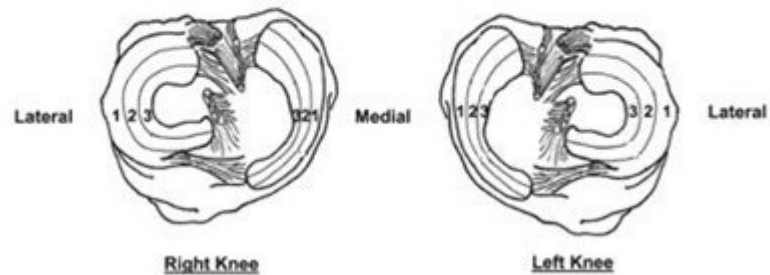
### Radial Location

Posterior–Mid body–Anterior Location:  Posterior  Mid body  Anterior



### Location

Rim Width (circumferential location):  Zone 1  Zone 2  Zone 3



### Tear Pattern

- Longitudinal-vertical: extension is a bucket handle tear
- Horizontal
- Radial
- Vertical flap
- Horizontal flap
- Complex

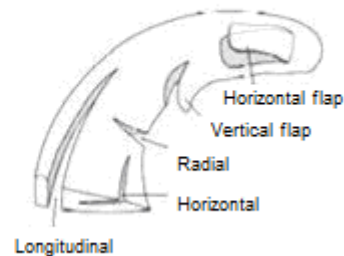


Abbildung 5: Grundlage zur Einteilung der Meniskusrisse nach der ISAKOS in Risslokalisierung und Risstyp. Vgl. Anderson et al. [10].

Für die einheitliche Beschreibung der Lokalisation von Meniskusrissen wird bestimmt, ob sich der Riss im anterioren (Vorderhorn), mittleren (Meniskuskörper) oder posterioren Drittel (Hinterhorn) befindet. [10].

Weiterhin wird bestimmt, ob sich der Riss in der rot-roten Zone 1, der rot-weißen Zone 2 oder der weiß-weißen Zone 3 nach Cooper und Arnoczky befindet. Die Zoneneinteilung ist abhängig von der Blutversorgung des Meniskus, wobei „rot“ vaskularisiert und „weiß“ nicht vaskularisiert bedeutet [31].

Für die Typisierung der Rissmorphologie unterscheidet man Längsris (bzw. Korbhenkelriss bei Dislokation des Fragments), Horizontalriss, Radialriss, Vertikal Flap, Horizontal Flap sowie Komplexriss [10].

Des Weiteren kann die Durchdringtiefe der Meniskusrisse in „teilweise“ oder „komplett“ eingeteilt werden. Zudem kann bestimmt werden, ob der Riss zentral zum Popliteusschlitz gelegen ist. Die Qualität des Meniskugewebes kann als „nicht degenerativ“, „degenerativ“ oder „unbestimmt“ bezeichnet werden. Abschließend kann die Länge der Meniskusruptur vermessen werden, sie wird üblicherweise in Millimeter angegeben [10].

## 1.8 Diagnostik der Meniskuläsion

Der Verdacht auf einen Meniskusriss wird nach Anamnese und klinischer Untersuchung gestellt. Verifiziert wird die Verdachtsdiagnose jedoch immer mittels MRT des Knies oder direkt bei der Arthroskopie. Die Arthroskopie ist die zuverlässigste Methode zur Erfassung von Kniebinnenschäden und kann sowohl als Diagnostikum als auch als Therapeutikum eingesetzt werden [23].

Patienten mit Meniskusriss erleben typischerweise ein akut einsetzendes Schmerzeignis mit Blockierung des Gelenks. Die Blockierung ist besonders stark ausgeprägt bei einem Korbhenkelriss durch das Umschlagen des dislozierten Meniskusfragmentes. Die anschließende Ausbildung eines Kniegelenkergusses wird ebenfalls häufig von den Patienten angegeben. Der Erguss wird durch eine Ruptur der Meniskusbasis oder anderer Kniebinnenstrukturen mit nachfolgender Einblutung in das Gelenk hervorgerufen. Nach der Verletzung besteht ein deutlicher Belastungsschmerz [96]. Einige Patienten beklagen ebenso ein „giving way“ Phänomen im Sinne einer Knieinstabilität [9].

Im Falle einer degenerativen Rissbildung kann der Schmerz verzögert auftreten und wieder regredient sein. Jene Patienten beschreiben über Wochen und Monate rezidivierende Schmerzattacken. Zudem kann es schon nach kurzer Zeit zu einer Atrophie der Oberschenkelmuskulatur auf der betroffenen Seite kommen [96].

### 1.8.1 Meniskuszeichen

Die Meniskustests beruhen auf einer Schmerzprovokation des geschädigten Meniskus, verursacht durch Kompression, durch Druck- oder Rotationsbewegungen. Im Falle einer Schmerzwahrnehmung spricht man von einem positiven Meniskuszeichen. Die Schmerzprovokation erfolgt entweder direkt, z.B. durch Druck auf den Gelenkspalt, oder indirekt, z.B. durch Rotationsbewegungen (Zerrungsstress) [96, 113].

Im Folgenden werden die einzelnen Meniskustests, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden, kurz erläutert [23]:

- Druckschmerz im Gelenkspalt

Druckschmerz über der Meniskusbasis am Gelenkspalt kann auf medialen oder lateralen Meniskusriss hinweisen.

- Apley-Test

Der Patient liegt in Bauchlage mit 90° flektiertem Knie. Durch axiale Kompression mit gleichzeitiger Innen- oder Außenrotation des Unterschenkels kann ein Schmerzeignis ausgelöst werden.

- Steinmann I  
Der Unterschenkel des Patienten wird in verschiedenen Flexionsstellungen innen- bzw. außenrotiert. Dies kann bei Vorliegen eines Meniskusschadens zur Schmerzprovokation führen.
- Steinmann II  
Bei zunehmender Flexion des Kniegelenks wandert der Schmerz von ventral nach dorsal.
- Payr-Zeichen  
Im Schneidersitz kann durch Hinunterdrücken des Kniegelenks ein medialer Gelenkschmerz ausgelöst werden.
- Böhler  
Varus- oder Valgusstress kann durch Belastung des medialen bzw. lateralen Meniskus zu einem Schmerzergebnis führen.
- McMurray-Zeichen  
Durch die passive Streckung aus der maximalen Flexionsstellung kann bei forcierter Außen- oder Innenrotation des Unterschenkels ein Klickphänomen bemerkt werden.

Die Sensitivität und Spezifität der Meniskustests divergieren stark voneinander. Jain et al. ermittelten 2009 für den McMurray-Test am medialen und lateralen Meniskus eine Sensitivität von 35,7% und 22,2%, hingegen eine Spezifität von 85,7% und 100% [61]. Diese Verteilung beruht auf der Tatsache, dass asymptotische Meniskusrisse in der klinischen Untersuchung meist nicht diagnostiziert werden können. Werden jedoch verschiedene Meniskustests kombiniert, soll dies zu einer Verbesserung der Sensitivität führen [101].

Des Weiteren haben Ercin et al. festgestellt, dass erfahrene Untersucher bei den Meniskustests höhere Werte für Sensitivität und Spezifität erreichen als unerfahrene Untersucher [36].

### **1.8.2 Magnetresonanztomographie (MRT)**

Die MRT ist eine nicht-invasive, hochauflösende Bildgebung ohne Strahlenbelastung für den Patienten und wird zur Darstellung von Weichteilgeweben eingesetzt [110].

Sie stellt eine exzellente Methode zur Diagnostik von Meniskusverletzungen dar [115]. Bei Patienten mit unklarem klinischem Befund oder bei Verdacht auf Kombinationsverletzungen ist zur Diagnosesicherung eine MRT des Kniegelenks indiziert [98].

Meniskusverletzungen präsentieren sich in der MRT durch Signalanreicherungen mit Homogenitätsverlust und werden in vier Grade eingeteilt. Während die Grade 0 – 2 keine

chirurgische Intervention verlangen, ist bei Grad 3 die Arthroskopie des Kniegelenks indiziert [110].

- Grad 0: normaler, homogener Meniskus mit geringer Signalanreicherung
- Grad 1: punktförmige Signalanreicherung innerhalb des Meniskusgewebes
- Grad 2: lineare Signalanreicherung innerhalb des Meniskusgewebes, die keinen Kontakt zur Oberfläche hat
- Grad 3: lineare Signalanreicherung, die bis an die Oberfläche reicht. Fragmentierung des Meniskusgewebes

Vlychou et al. ermittelten im Jahre 2011 für die MRT-Diagnostik von medialen und lateralen Meniskusrissen eine Sensitivität von 93,7% und 85,7%. Die Spezifität wurde mit 92,6% für mediale und mit 93,1% für laterale Läsionen angegeben [131].

## 1.9 Therapie der Meniskusläsion

Die konservative Therapie der Meniskusläsion wird insgesamt selten angewendet und ist vor allem Patienten vorbehalten, deren Leidensdruck durch geringe oder intermittierende Beschwerden erträglich ist, oder Patienten, bei denen andere Gründe gegen eine Operation sprechen. DeHaven sieht vor allem stabile Längsrisse oder Längs- bzw. Radiärrisse, die kleiner als 5 mm sind, als konservativ behandelbar an [34]. Des Weiteren ist die konservative Therapie bei Läsionen des lateralen Meniskus wirkungsvoller als bei Läsionen des medialen Meniskus [107]. Die konservativen Maßnahmen beinhalten physiotherapeutische Übungsbehandlung und die Einnahme antiphlogistisch wirkender Analgetika [82].

Grundsätzlich gilt jedoch, dass symptomatische Meniskusrisse operativ therapiert werden sollten, um die Beschwerden der Patienten zu verringern, einer chronischen Synovialitis vorzubeugen [96] und um eine Knorpeldestruktion durch mobile oder degenerativ veränderte Meniskusfragmente zu verhindern [81]. Die üblichen operativen Behandlungsmethoden stellen zum einen die partielle Meniskektomie, also eine Meniskusteilrektomie, und zum anderen die Meniskusrefixation, also eine Meniskusnaht, dar. Heute gilt der Grundsatz, soviel Meniskusgewebe wie möglich zu erhalten. Wann immer es bei entsprechender Indikation angezeigt ist, sollte ein Meniskusriss mittels einer arthroskopisch durchgeführten Naht refixiert werden [70].

In den folgenden Kapiteln sollen die aktuell zur Anwendung kommenden Refixationstechniken, die Outside-In-Naht und die All-Inside-Naht, kurz erläutert werden.

An generellen Komplikationen im Rahmen einer Meniskusrefixation, die zu einer erneuten operativen Intervention führen können, sind neben Verwachsungen im Sinne einer Arthrofibrose in 6-10% der Fälle zwei wesentliche Komplikationen zu nennen [15]: erstens die Entwicklung eines punktionswürdigen Hämarthros [23] und zweitens die Meniskusruptur mit notwendiger Folgeoperation. Als weitere Komplikationen sind die postoperative Bewegungseinschränkung und die Kniegelenksinfektion zu nennen [46].

### 1.9.1 Outside-In-Naht

Jurist et al. zeigten 1989 an einem Leichenknie, dass der Nervus fibularis communis (peroneus) bei der früher praktizierten Inside-Out-Naht in unmittelbarer Nähe zur Stichinzision liegt und daher grundsätzlich gefährdet ist, intraoperativ geschädigt zu werden [68]. Grant et al. wiesen in ihrer Studie darauf hin, dass die Prävalenz von Nervenverletzungen bei der Inside-Out-Naht höher ist als bei der All-Inside-Naht (9% vs. 2%) [45]. Auch das Risiko für eine iatrogene Punktion der A. lateralis genu ist bei der Inside-Out-Naht höher als bei der Outside-In-Naht [28]. Aus den genannten Gründen wurde im Laufe der Jahre die Inside-Out-Naht weitestgehend von der komplikationsärmeren Outside-In Technik abgelöst [121].

Bei der Outside-In-Naht werden herkömmliche monophile Fäden (z.B. PDS Fäden) eingesetzt, die von außen in das Kniegelenk geführt werden. Dazu sticht der Operateur zunächst mit einer Kanüle unter arthroskopischer Sicht von außen durch die Gelenkkapsel in die Meniskusbasis, fädelt das rupturierte Meniskusfragment auf und bringt eine Fadenschleife nach intraartikulär. Eine zweite Kanüle wird anschließend über denselben Zugang über, unter oder hinter der Fadenschleife eingestochen, um den Nahtfaden einzubringen. Nun wird der Nahtfaden mittels einer arthroskopischen Faszange durch die Fadenschleife geführt und die Fadenschleife mitsamt dem Nahtfaden nach außen gezogen. Im Anschluss werden die Fadenenden extraartikulär verknüpft und die Knoten unter arthroskopischer Sicht platziert. Je nach Länge und Ausmaß des Meniskusrisses sind mehrere Nähte notwendig. Das Meniskushinterhorn ist mit der beschriebenen Technik schwierig zu erreichen und erfordert einen Zugang über die posterolaterale oder posteromediale Gelenkkapsel [101].

### 1.9.2 All-Inside-Naht

Morgen et al. führten 1991 zum ersten Mal die arthroskopische Meniskusrefixation in All-Inside-Technik durch. Die ursprüngliche All-Inside-Naht wurde im Laufe der Jahre durch das All-Inside-Fadenankersystem abgelöst, das bis heute das Standardverfahren der Meniskusrefixation darstellt. Die Implantation von All-Inside-Fadenankern bietet im Vergleich zur Outside-In-Naht vor allem den Vorteil einer zeitersparenden sicheren Refixation von Hinterhornrissen. Zudem kann der Chirurg in All-Inside-Technik mit einem einzigen Zugang Meniskusnähte sowohl im medialen als auch im lateralen Kompartiment platzieren. Daher ist das Risiko für Gefäß-, Nerven- und Gelenkkapselschäden geringer als bei Inside-Out- und Outside-In-Nähten [93].

Rigide Meniskusanker, wie die aus Milchsäure bestehenden Meniskus-Arrows (Bionx Implants), fanden zu Beginn der 90er Jahre Anwendung als Implantate zur All-Inside-Refixation. 2000 veröffentlichten Seil et al. einen Case-Report, in dem 8 Monate nach Implantation von 4 Meniskus-Arrows in der Rearthroskopie Knorpelschäden aufgrund der prominenten Köpfe der Pfeile beschrieben wurden [119]. Diese Tatsache wurde in weiteren Studien bestätigt [62, 89, 112]. Weiterhin wurden Implantatbrüche mit darauffolgender Wanderung im Gelenk beobachtet [78, 109]. Daher werden zurzeit hauptsächlich flexible Fadenanker zur Meniskusrefixation eingesetzt, wie z.B. der Rapidloc (Mitek Surgical Products, Westwood, MA) oder der FasT-Fix (Smith & Nephew, Endoscopy Division, Andover, MA).

Studien haben außerdem gezeigt, dass die Primärstabilität der Refixation eines Meniskusrisses mit einem Meniskus-Arrow oder einem Rapidloc signifikant geringer ist als bei Refixation mit einem FasT-Fix [139]. 2003 stellten Borden et al. fest, dass der FasT-Fix dem Meniskus-Arrow zudem bei schlechten Gewebeerhältnissen überlegen ist [22]. Des Weiteren konnten Kocabey et al. nachweisen, dass ein vertikal implantierter FasT-Fix-Anker dem vertikal implantierten Rapidloc biomechanisch überlegen ist [71].

Der FasT-Fix wird mittels eines Applikationsinstrumentes durch den arthroskopischen Arbeitskanal nach intraartikulär gebracht. Anschließend werden das Meniskusfragment von innen und die Meniskusbasis durchstoßen, was zur Verankerung des ersten Kippankers führt. Durch Auslösen des Instruments wird ein zweiter Kippanker nach vorne geschoben, penetriert erneut den Meniskus und verhakt sich ebenfalls hinter der Basis. Abschließend werden die Fäden, an deren Enden die Kippanker fixiert sind, mit einem Knotenschieber verknüpft [101].



### 1.10 Historische Entwicklung der Meniskus Chirurgie

Die Historie der Meniskus Chirurgie wurde maßgeblich durch Fairbank beeinflusst. 1948 beschrieb er als Erster radiologische Veränderungen an den femoralen und tibialen Gelenkflächen, die nach Meniskektomie auftraten. Er entwickelte ein Scoresystem, das Osteophyten, Gelenkspaltverschmälerung und Abflachung der Femurkondylen charakterisiert [39].

Nachdem in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts der Meniskus ausschließlich am „offenen“ Knie operiert wurde, führte Masaki Watanabe 1962 die erste arthroskopische Meniskektomie durch. In den Folgejahren erlangte diese Technik immer größere Beliebtheit und entwickelte sich zum Standardverfahren der Meniskus Chirurgie, sodass 1974 sogar „The International Arthroscopy Association“ gegründet wurde [60].

In dieser Zeit wurden allerdings vorwiegend totale Meniskektomien durchgeführt. Johnson et al. zeigten bereits 1974 in einer Studie, dass eine Meniskektomie nur dann vorgenommen werden sollte, wenn der Meniskus definitiv geschädigt ist. 99 meniskektomierte Patienten wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht. Sie zeigten eine hohe Inzidenz an degenerativer Kniegelenksarthrose und Bandinstabilitäten und insgesamt ein schlechtes Outcome [66].

1975 führten Cox et al. Rearthroskopien nach totaler Meniskektomie in Hundeknieen durch, um den Knorpelstatus zu evaluieren. Sie zeigten, dass degenerative Veränderungen in Knieen mit totaler Meniskektomie sogar schon nach 3 Monaten auftraten und deutlich ausgeprägter waren als in jener Gruppe mit partieller Meniskektomie [32]. Zahlreiche Studien folgten in den nächsten Jahren, die unterstrichen, dass eine totale Meniskektomie im Verlauf knorpelschädigend und arthrosefördernd ist und die Indikation zur Meniskusresektion kritisch gestellt werden sollte [88].

Die Tatsache, dass die Inzidenz von osteoarthrotischen Veränderungen sogar nach partieller Meniskektomie deutlich zunimmt [57, 75], führte zu dem Bestreben, Meniskusrisse zu nähen, um möglichst viel Gewebe zu erhalten.

Als Pioniere der Meniskusnaht erwiesen sich Hamberg et al. Sie führten zwischen 1977 und 1980 bei 50 Patienten mit Meniskusriss eine Naht am offenen Knie durch. Die Meniskusrefixation war bereits damals in 84% der Fälle erfolgreich. [49]. Auch Cassidy et al. kamen 1981 zu dem Schluss, dass die Naht von peripheren Meniskusrissen grundsätzlich möglich ist [27].

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse untersuchten Henning et al. die Möglichkeit, Meniskusrisse in arthroskopischer Technik mit zusätzlichem posteriorem Zugang zu nähen. Sie stellten fest, dass 98% aller stabilen Meniskusrisse im Zeitraum von 1983 bis 1986 in Inside-Out-Technik refixiert werden konnten [54].

1991 wurde in der Literatur zum ersten Mal von Morgan et al. die arthroskopische Meniskusrefixation in All-Inside-Technik beschrieben, die bis heute den Goldstandard der Meniskusrefixation darstellt.

1993 führten Albrecht-Olsen et al. eine All-Inside-Meniskusrefixation bei Korbhenkelrissen durch. Sie setzten dazu den zu Beginn der 90er Jahre in Skandinavien entwickelten Meniskus Arrow der Firma Bionx Implants ein, einen aus Milchsäure bestehenden Meniskuspfeil [7]. Der Meniskus Arrow gilt als das Erste und damit wohl als das am häufigsten eingesetzte All-Inside Implantat [117].

In den vergangenen 20 Jahren wurden die verschiedensten Implantate zur All-Inside-Meniskusrefixation entwickelt, zu denen neben dem beschriebenen Meniskus Arrow unter anderem der FasT-Fix-Anker der Firma Smith & Nephew (Andover, MA) zählt. Dieses System ist weitverbreitet und bietet hervorragende biomechanische Eigenschaften [71, 139]. 2009 evaluierten Barber et al. die Stabilität von Schweinemenisken, die mit weiterentwickelten All-Inside-Systemen refixiert wurden. Diese Systeme beinhalteten neben den aktuellen Fadenankern eine „ultra high-molecular weight polyethylene (UHMWPE)“-Naht, die eine besonders hohe Reißfestigkeit besitzt. Die Autoren zeigten in ihrer Studie, dass Refixationen mit UHMWPE-Naht eine höhere Stabilität boten als jene mit herkömmlicher Naht [18].

### **1.11 Aktuelle Studien zur Meniskusrefixation**

Im Folgenden sollen die Ergebnisse bedeutender Studien zur Meniskusrefixation der letzten 10 Jahre vorgestellt werden. Für weitere Erläuterungen der zum Einsatz gekommenen Kniegelenkscores (Lysholm- und Tegner Score) siehe Kapitel 2.4.1 und 2.4.3.

Jones et al. untersuchten im Jahre 2002 nach einem Follow-up von mindestens 24 Monaten 39 Patienten, die eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik erhalten hatten. Bei 21 Patienten wurde zusätzlich eine VKB-Plastik durchgeführt. Die Rerupturrate lag bei den Patienten mit isolierter Meniskusrefixation bei 7,0%. Bei den Patienten mit Meniskusrefixation und zusätzlicher VKB-Plastik erlitt keiner eine Reruptur (0,0%) [67].

Laprell et al. fanden bei 37 Patienten, die ebenfalls eine Meniskusrefixation in All-inside-Technik (Mitek Meniscal Repair System; Mitek, Ethicon, Norderstedt, Germany) erhalten hatten, eine Rerupturrate von 13,5%. Die Werte sanken im Lysholm Score von 95 (prä-Trauma) auf 91 (1 Jahr postoperativ) und im Tegner Score von 4,9 (prä-Trauma) auf 3,6 (1 Jahr postoperativ) [79].

Im Jahre 2005 publizierten Haas et al. die Untersuchungsergebnisse von 42 Patienten, die eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik (Fast-Fix, Smith & Nephew, Andover, MA)

erhielten. 22 der 42 Patienten erhielten zusätzlich eine VKB-Plastik. Es zeigte sich, dass die Rerupturrate bei Patienten mit isolierter Meniskusrefixation mit 20,0% höher lag als die Rerupturrate bei Patienten mit zusätzlicher VKB-Plastik (9,0%). Insgesamt erreichten die Patienten nach einem durchschnittlichen Follow-up von 24,3 Monaten einen postoperativen Lysholm Score von 94 Punkten [48].

Quinby et al. evaluierten nach durchschnittlich 34,8 Monaten das Operationsergebnis von 54 refixierten Meniskusrissen (All-Inside-Technik: Rapid-Loc, Depuy Mitek, Raynham, MA) und fanden eine Rerupturrate von 9,3%. In ihrer Studie zeigte sich, dass folgende Merkmale häufiger mit Rerupturen assoziiert waren: Korbhenkelriss, Risslänge größer als 2cm und Dauer bis zur operativen Versorgung länger als 3 Monate [108].

2006 veröffentlichten Kotsovolos et al. die Studienergebnisse von 58 nachuntersuchten Patienten, die zwischen 2001 und 2002 eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik (Fast-Fix, Smith & Nephew, Andover, MA) erhalten hatten. In 36 Fällen wurde gleichzeitig eine VKB-Plastik durchgeführt. Die Rerupturrate lag insgesamt bei 9,8% und der postoperative Lysholm Score bei 87,5 Punkten [73].

Tuckman et al. untersuchten 133 Patienten mit Meniskusrefixation, von denen 72 Patienten eine gleichzeitige VKB-Plastik erhalten hatten. Bei den Patienten mit isolierter Meniskusnaht zeigte sich nach einem Follow-up von mindestens 24 Monaten eine Rerupturrate von 49,0% und bei Patienten mit kombinierter Versorgung (Meniskusrefixation + VKB-Plastik) eine Rerupturrate von 33,3%. Es konnte keine Assoziation zwischen bestimmten Merkmalen wie Dauer der präoperativen Symptome, Ätiologie und Risslänge nachgewiesen werden, jedoch war die Rerupturrate bei Rissen im medialen Meniskus im Vergleich zum lateralen Meniskus signifikant erhöht [130].

In einer prospektiven Studie mit 32 Patienten untersuchten Barber et al. die klinische Erfolgsrate der Meniskusrefixation mittels des Mitek RapidLoc (Depuy Mitek, Raynham, MA). Bei 23 Patienten wurde zusätzlich eine vordere Kreuzbandplastik vorgenommen. Nach einem durchschnittlichen Follow-up von 31 Monaten zeigte sich eine Rerupturrate von insgesamt 12,5%. Der postoperative Lysholm Score betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 93,6 und der Tegner Score 5,1 [17].

Im Jahre 2008 veröffentlichten Barber et al. die Ergebnisse einer erneuten prospektiven Studie zur Meniskusrefixation, in der die Patienten jedoch allesamt mit dem Fast-Fix-Nahtanker versorgt wurden (Smith & Nephew, Andover, MA). Bei 26 Patienten wurde zusätzlich eine vordere Kreuzbandplastik vorgenommen. Nach einem durchschnittlichen Follow-up von 30,7 Monaten zeigte sich eine Rerupturrate von insgesamt 17,0%. Der postoperative Lysholm Score betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 87,4 und der Tegner Score 7,2 [19].

Kalliakmanis et al. untersuchten nach einem durchschnittlichen Follow-up von 24,5 Monaten 280 Patienten, die eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik erhalten hatten. Bei allen Patienten wurde zusätzlich eine VKB-Plastik durchgeführt. Insgesamt lag die Rerupturrate bei 10,0% und der Lysholm Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 90,1 Punkten [69].

Toman et al. publizierten im Jahre 2009 die Ergebnisse ihrer Studie mit 77 Patienten, die zusätzlich zur Meniskusrefixation eine VKB-Plastik erhalten hatten. Die Abschlussuntersuchung erfolgte 24 Monate postoperativ. Insgesamt wurde eine Rerupturrate von 4% festgestellt [128].

Chiang et al. veröffentlichten 2011 ihre Studienergebnisse zu 31 Patienten, die eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik (Fast-Fix, Smith & Nephew, Andover, MA) erhielten. In 13 Fällen wurde zusätzlich eine einzeitige VKB-Plastik durchgeführt. Nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 36 Monaten ergaben sich folgende Ergebnisse: Insgesamt wurde bei nur einem Patienten eine erneute Arthroskopie durchgeführt, sodass sich eine Rerupturrate von 3,3% ergab. Weiterhin erreichten Patienten der Gruppe 1 (isolierte Meniskusrefixation) einen postoperativen Lysholm und Tegner Score zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung von 95 bzw. 6,2 Punkten. Patienten der Gruppe 2 (Meniskusrefixation + einzeitige VKB-Plastik) erreichten einen postoperativen Lysholm und Tegner Score zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung von 88,2 bzw. 5,7 Punkten [30].

Einen Vergleich von der Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe A) und der Meniskusrefixation mit zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe B) nahmen Gallacher et al. im Jahre 2011 vor. In diesem Zusammenhang führten sie eine Nachuntersuchung von 148 Patienten der Gruppe A nach einem durchschnittlichen Follow-up von 5,4 Jahren durch. Die Rerupturrate ergab 28%. Die 24 Patienten der Gruppe B wurden nach durchschnittlich 6,1 Jahren nachuntersucht, wobei sich eine Rerupturrate von 50% ergab [42].

Tengrootenhuysen et al. publizierten 2011 die Ergebnisse einer Langzeitstudie zum Outcome der Meniskusrefixation. Es zeigte sich, dass die 81 Patienten mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik eine niedrigere Rerupturrate aufwiesen (21%) als die 38 Patienten mit isolierter Meniskusrefixation (34%). Weiterhin fanden sie heraus, dass Meniskusrisse, die innerhalb von 6 Wochen nach dem Trauma operativ refixiert wurden, bessere Erfolgsraten aufwiesen (83%) als Meniskusrisse, die nach diesem Zeitintervall versorgt wurden (52%) [126].

In einem aktuellen „Systematic Review“ aus dem Jahre 2012 untersuchten Grant et al. die Ergebnisse von 19 Studien zur Meniskusrefixation, bei denen die Inside-Out und All-Inside-Technik zum Einsatz kamen. Meniskusrisse, die in Inside-Out-Technik refixiert wurden, rupturierten in 17% der Fälle erneut. Meniskusrisse, die in All-Inside-Technik refixiert wurden, rupturierten in 19% der Fälle erneut. Insgesamt wurden postoperative Lysholm Scores zum

Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 87,5 – 90,2 Punkten und Tegner Scores von 5,5 – 5,6 Punkten erreicht [45].

Ebenfalls im Jahre 2012 untersuchten Tucciarone et al. 40 Patienten, die eine Meniskusrefixation in All-Inside-Technik mit dem Fast-Fix-Anker (Smith & Nephew, Andover, MA) erhalten hatten. Bei 20 Patienten wurde zusätzlich eine VKB-Plastik durchgeführt. Nach einem Follow-up von 24 Monaten lag die Rerupturrate bei den Patienten mit isolierter Meniskusrefixation bei 10%, bei den Patienten mit Meniskusrefixation und zusätzlicher VKB-Plastik hingegen bei 5% [129].

### 1.12 Fragestellung und Zielsetzung der Studie

In den letzten 20 Jahren wurden zahlreiche Studien publiziert, in denen das Operationsergebnis von partiell meniskektomierten Patienten mit meniskusrefixierten Patienten verglichen wurde. Über den Nutzen der Meniskusrefixation bei entsprechender Indikation, gerade im Hinblick auf die Prävention einer Arthroseentwicklung im Kniegelenk, besteht heute Konsens. Auch in Langzeitstudien konnten die guten Ergebnisse bei Patienten mit Meniskusrefixation mithilfe von klinischen und radiologischen Kniegelenkscores bestätigt werden [65]. Xu et al zeigten in einer 2013 durchgeführten Meta-Analyse von Langzeitstudien, dass vor allem der postoperative Aktivitätslevel bei Patientin mit Meniskusrefixation signifikant höher war als bei Patienten mit Meniskektomie [137].

Gegenstand der aktuellen Diskussion in der Literatur ist die Frage, von welchen Faktoren die Einheilungsrate bzw. Rerupturrate des genähten Meniskus abhängt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation, der Ätiologie und Lokalisation des Meniskusrisses, der Rissmorphologie und der Operationstechnik.

Aber auch die Frage nach dem zeitlichen Management der Meniskusrefixation und der Begleitverletzungen ist bis heute nicht befriedigend geklärt. Zahlreiche bisher durchgeführte Studien zeigten die Nützlichkeit eines stabil rekonstruierten vorderen Kreuzbandes für die Einheilung der Meniskusnaht auf [6, 40, 42, 63]. Trotz dieser Beobachtung existieren in der Literatur kaum eindeutige Empfehlungen, die aufzeigen, zu welchem Zeitpunkt eine zusätzliche vordere Kreuzbandplastik erfolgen soll, um den maximalen Erfolg für die Meniskusrefixation zu erzielen. Das Timing des chirurgischen Eingriffs kann einen hohen Einfluss auf das Operationsergebnis haben. Aufgrund eines zunehmenden Ressourcen- und Geldmangels im Gesundheitssystem gewinnt dieser Aspekt immer mehr an Bedeutung.

Unsere Arbeitsgruppe fasst es als Defizit auf, dass nicht geklärt ist, bei welchem zeitlichen Management die Erfolgsrate für die Meniskusrefixation und das generelle Outcome der

Operation optimal sind. Daher soll Bestandteil dieser Arbeit sein, folgende Behandlungskonzepte miteinander zu vergleichen:

- Isolierte Meniskusrefixation bei intaktem vorderen Kreuzband (VKB)
- Meniskusrefixation mit VKB-Plastik innerhalb eines operativen Eingriffs (einzeitig)
- Initiale Meniskusrefixation mit späterer zweiter Operation zur VKB-Plastik (zweizeitig)

In der vorliegenden Studie wurden 81 Patienten nachuntersucht, die zwischen 2001 und 2009 eine Meniskusrefixation im Kniegelenk in der Universitätsmedizin Greifswald erhielten. Im Rahmen der Studie wurde dafür ein eigens entwickelter Patientenfragebogen genutzt. Die Nachuntersuchung des Patientenkollektivs erfolgte unter Anwendung des Fragebogens, einer klinischen Untersuchung und der Erhebung verschiedener Kniegelenkscores (Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist, Kniegelenksscore OAK und Aktivitätsscore nach Tegner).

Folgende Fragestellungen für die Durchführung der vorliegenden Studie wurden nach intensiver Diskussion in unserer Arbeitsgruppe aufgestellt:

1. Gibt es Unterschiede im Ergebnis zwischen isolierten Meniskusrefixationen (Gruppe 1) im Vergleich zu Meniskusrefixationen mit zusätzlicher einzeitiger (Gruppe 2A) oder mit zusätzlicher zweizeitiger (Gruppe 2B) VKB-Plastik? Wie präsentieren sich die Studienergebnisse im Vergleich zu denen aus der aktuellen Literatur?
2. Welche Faktoren beeinflussen eine Reruptur des genähten Meniskus? Wie hoch sind die Rerupturraten bisher durchgeführter Studien zur Meniskusrefixation im Vergleich zu denen der vorliegenden Studie?

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzlichen Grundlagen beruhen auf der Deklaration des Weltärztebundes von Helsinki (1964) und den aktuellen Revisionen, die ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen beschreiben [2].

Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive klinische Studie. Die Nachuntersuchung der Studienpatienten erfolgte im Rahmen der routinemäßigen Vorstellung im postoperativen Verlauf. Jeder Studienteilnehmer/in erhielt vor Beginn der Nachuntersuchung eine Patienteninformation, die über den Nutzen der Studie, die Freiwilligkeit der Teilnahme, die Erreichbarkeit des betreuenden Arztes und den Datenschutz hinwies. Die Patienten wurden zudem mündlich über den Inhalt der Patienteninformation in Kenntnis gesetzt. Zur Verwendung der erhobenen Daten zu Publikationszwecken in anonymisierter Form wurde das schriftliche Einverständnis der Patienten eingeholt.

Die Namen der Patienten wurden mittels der Initialen und einer Nummer codiert, damit persönliche Daten und Befunde nicht zurückverfolgt werden können. Der Datenschutz ist somit gewährleistet. Alle erhobenen Daten werden nach Abschluss der Studie über einen Zeitraum von 10 Jahren gemäß § 10 Dokumentationspflicht der Berufsordnung für deutsche Ärztinnen und Ärzte archiviert [1].

### 2.2 Patientenkollektiv

Einschlusskriterium für die vorliegende Studie war eine Innen- und / oder Außenmeniskusverletzung im Kniegelenk, die arthroskopisch in All-Inside und / oder in Outside-In Technik refixiert wurde. Bei simultaner Verletzung des medialen und des lateralen Meniskus musste mindestens einer von beiden refixiert werden. Aufgenommen in die Studie wurden ebenfalls Patienten, die zusätzlich zur Meniskusrefixation eine vordere Kreuzbandplastik erhalten hatten.

Um ein homogenes Patientenkollektiv zu bekommen, wurden Meniskusrisse im Rahmen eines Polytraumas, Achsfehlstellungen, Chondropathien vierten Grades und Rupturen des hinteren Kreuzbandes als Ausschlusskriterien festgelegt.

Bei der Durchsichtung der Datenbanken ergab sich eine Summe von 90 Patienten, die vom 01.07.2001 bis zum 30.06.2009 eine Meniskusrefixation im Kniegelenk erhalten hatten. Vor

diesem Zeitraum waren Meniskusrefixationen in der Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Greifswald nicht etabliert.

Aus der Summe von 90 Patienten konnten 81 für eine Nachuntersuchung gewonnen werden, 9 Patienten (10,0%) waren unbekannt verzogen. Damit ergab sich eine Follow-up Rate von 90,0%.

Im Rahmen der Auswertung zeigte sich, dass bei insgesamt 41 der 81 Studienteilnehmer (50,6%) das vordere Kreuzband rupturiert war. Es erfolgte die Zuordnung in drei verschiedene Patientengruppen. Der Gruppe 1 wurden jene Studienteilnehmer zugeordnet, die eine Meniskusrefixation bei intaktem vorderem Kreuzband erhielten. Der Gruppe 2 wurden jene Studienteilnehmer zugeordnet, die eine Meniskusrefixation mit VKB-Plastik erhielten. Die Gruppe 2 wurde wiederum unterteilt in Gruppe 2A und Gruppe 2B:

In Gruppe 2A wurden Patienten eingeteilt, die gleichzeitig mit einer Meniskusrefixation und einer vorderen Kreuzbandplastik versorgt wurden. In Gruppe 2B wurden Patienten erfasst, die während der Erstoperation eine Meniskusrefixation mit Kreuzbandstumpfresektion und nach einem Zeitintervall im Rahmen der Zweitoperation eine vordere Kreuzbandplastik erhielten.

Tabelle 1: Darstellung der Patientengruppeneinteilung

Gruppe	Gruppe 1	Gruppe 2	
Untergruppe	---	Gruppe 2A	Gruppe 2B
Merkmal	isolierte Meniskusrefixation	Meniskusrefixation + einzeitige VKB-Plastik	Meniskusrefixation + zweizeitige VKB-Plastik
Anzahl Patienten	40	21	20

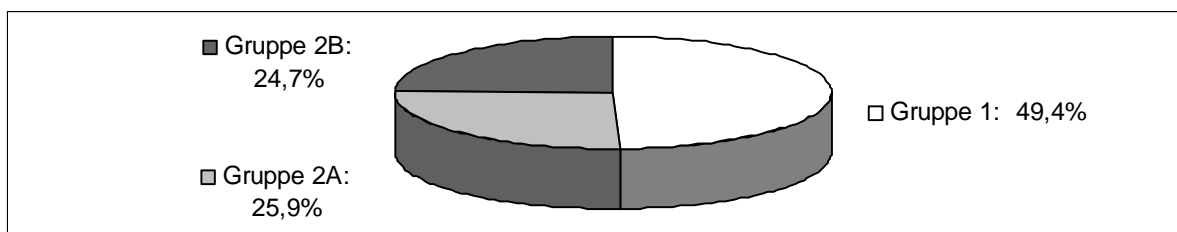


Abbildung 6: Darstellung des prozentualen Anteils der Patienten aus den jeweiligen Patientengruppen bezogen auf das Gesamtkollektiv.



## 2.3 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Studie. Es erfolgte für alle Studienteilnehmer eine Nachuntersuchung im Zeitraum von April 2009 bis Juni 2011. Diese wurde in der Notaufnahme der Universitätsmedizin Greifswald stets von demselben Untersucher durchgeführt. Nach Diskussion in unserer Arbeitsgruppe und im Abgleich mit der aktuellen Studienlage [5, 19, 76, 126, 129, 130] wurde der früheste Zeitpunkt zur Nachuntersuchung auf ein Minimum von 24 Monaten postoperativ festgelegt, um die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit denen der Literatur vergleichen zu können.

Im Vorfeld wurde ein Patientenfragebogen entwickelt (siehe Anhang und Kapitel 2.3.1), der als Grundlage für die Auswertung diente. Weiterhin wurden verschiedene Scoresysteme ausgewählt, die in Kapitel 2.4 näher erläutert werden. Der Ablauf der Nachuntersuchung gliederte sich wie folgt:

1. Ausfüllen des Fragebogens
2. Durchführung des Funktionstests
3. Klinische Befunderhebung

Von jedem Studienteilnehmer wurden Informationen über Unfallursachen, Begleitverletzungen, Befund bei Aufnahme, Dauer des stationären Aufenthaltes, Komplikationen bei der Therapie und Art der Nachbehandlung dokumentiert. Weiterhin wurden die Art und Lokalisation des Meniskusrisses, die Refixationstechnik, die Anzahl der Implantate und das Ausmaß der Begleitverletzungen evaluiert.

### 2.3.1 Fragebogen

Für die Datenerhebung wurde ein Patientenfragebogen konzipiert, der im Anhang vollständig abgedruckt ist. Hinsichtlich der Frage- und Antwortformate kann z.B. zwischen offenen und geschlossenen Fragen, Eingruppierungsfragen, Summenfragen oder Ratingskalen unterschieden werden [95]. In der vorliegenden Studie kamen überwiegend geschlossene Fragen, Eingruppierungsfragen und Ratingskalen zur Anwendung.

Da im Hinblick auf die Fragestellungen dieser Studie kein entsprechender Fragebogen existierte, wurde dieser in Abstimmung auf die Ziele der Arbeit und in Anlehnung an in der Literatur vorhandenen Daten konzipiert. Für die Gestaltung des Fragebogens war vor allem zu beachten, dass die Fragen sämtliche Aspekte der geplanten Studie vollständig und eindeutig erfassten. Zudem war zu beachten, dass die Fragen auf jeden zu untersuchenden Patienten angewendet werden können. Der Fragebogen entstand in Teilschritten nach

intensiver Diskussion in der Arbeitsgruppe, wobei die Endfassung vor der Untersuchung des ersten Studienteilnehmers ausgearbeitet wurde. Dies war notwendig, um aussagekräftige und vergleichbare Informationen bei der Nachuntersuchung zu erhalten.

Die Patienten wurden nach Grunderkrankungen, Größe und Gewicht befragt. Der Body-Maß-Index (BMI) wurde berechnet. Weiterhin wurde ermittelt, ob die Studienteilnehmer zum Zeitpunkt der Meniskusrefixation Raucher waren. Fragen nach der präoperativen beruflichen und sportlichen Belastung wurden ebenfalls gestellt.

Die Ätiologie des Meniskusrisses, das Datum des Traumas und die initialen Beschwerden wurden festgehalten. Sodann konnte die Zeitspanne zwischen Beschwerdebeginn und Erstoperation berechnet werden.

Im Rahmen der Nachuntersuchung der Patienten und der Auswertung der Befunde wurden sämtliche Komplikationen im Zusammenhang mit der Knieoperation vom Zeitpunkt der Meniskusrefixation bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung dokumentiert. Es wurde insbesondere nach Folgeoperationen am Kniegelenk gefragt, an dem zuvor die arthroskopische Meniskusnaht erfolgte. Eine Reruptur des Meniskus wurde als eine solche definiert, wenn laut Operationsbericht der nachfolgenden Operation der Riss an derselben Stelle lokalisiert war, an der zuvor der Meniskus refixiert wurde.

Die postoperative Rehabilitation wurde registriert, indem Art und Umfang der Physiotherapie inklusive aller medizinischen Hilfsmittel ermittelt wurden. Weiterhin wurde notiert, wann eine Rückkehr in die berufliche Beschäftigung erfolgte und ob beziehungsweise wann die präoperative sportliche Belastung wieder aufgenommen werden konnte.

Abschließend wurde der Wert auf der analogen Zufriedenheitsskala über die Wiederherstellung der Kniefunktion ermittelt (vgl. Kapitel 2.4).

### **2.3.2 Funktionstest**

Nach Abschluss der Befragung wurden vier Funktionsprüfungen durchgeführt. Zunächst wurde das Gangbild des Patienten beobachtet. Anschließend wurde der Patient aufgefordert in die tiefe Hocke zu gehen und wenn möglich im „Entengang“ zur Tür zu gehen. Danach folgte ein Einbeinsprung in die Höhe, nach vorne und zur Seite mit jeweils dem linken und rechten Bein. Abschließend hatte der Patient eine einbeinige Kniebeuge im Seitenvergleich zu absolvieren.

### 2.3.3 Klinische Befunderhebung

Die Untersuchung erfolgte beim liegenden Patienten. Zuerst wurde eine Inspektion der Narbe, der Beinlänge inklusive Varus- und Valgusfehlstellung und der Ausprägung der Muskulatur durchgeführt. Weiterhin wurden die Bewegungsumfänge des linken und rechten Kniegelenks mittels der Neutral – Null – Methode erfasst und auf Krepitationen im femoropatellaren Gleitlager geachtet.

Die Untersuchung der Kreuzbänder erfolgte mittels vorderen und hinteren Schubladentests, der extensionsnahen Schublade nach Lachmann, und des Pivot-Shift- / Reversed Pivot-Shift-Tests. Weiterhin wurde in 15° - Flexion eine Seitenbandprüfung mittels Varus- und Valgus-Stress-Tests durchgeführt.

Es folgte die Prüfung der Meniskuszeichen Steinmann I, Steinmann II, Böhler, Apley, Payr und McMurray. Zudem wurde das Vorhandensein einer lokalen Druckdolenz im Gelenkspalt geprüft (vgl. Kapitel 1.8.1).

Abschließend wurden die Beinumfangs mittels eines Maßbandes in drei verschiedenen Höhen 10 cm unterhalb der Patella, 10 cm oberhalb der Patella und 20 cm oberhalb der Patella im Seitenvergleich gemessen. Daraus wurde die Atrophie der Oberschenkelmuskulatur im Vergleich zur Gegenseite berechnet.

## 2.4 Messinstrumente

Peters et. al. untersuchten in einer Studie mit 116 Patienten die Vergleichbarkeit verschiedener Kniegelenkscores. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse in den unterschiedlichen Scores nicht übertragbar sind und daher jeder Score für eine bestimmte Fragestellung herangezogen werden muss. Aus diesem Grunde wurden in der vorliegenden Studie verschiedene Scores verwendet [100].

Mit den Ergebnissen aus Befragung und Untersuchung wurden der Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist, der OAK-Score und der Aktivitätsscore nach Tegner erhoben, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. In der vorliegenden Studie wurden Scoresysteme eingesetzt, um das Operationsergebnis verschiedener Patienten und Patientengruppen numerisch auszudrücken und um die Werte miteinander vergleichen zu können.

Zudem wurde die subjektive Patientenzufriedenheit über die Wiederherstellung der Kniefunktion auf einer nominalen Analogskala von 0 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) erhoben. Damit kann die Meinung des Patienten über die operationsbedingten Veränderungen im Vergleich zur vorherigen Funktionsfähigkeit des Kniegelenks wiedergegeben werden.

### 2.4.1 Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist

Der Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist (vollständig abgedruckt im Anhang) ist ein numerischer Score und wurde 1982 in Anlehnung an den modifizierten Larson Score entwickelt, um Nachuntersuchungen bei Patienten mit Kniegelenksinstabilitäten, z.B. bei einer Ruptur des Lig. cruciatum anterior (VKB), besser zu evaluieren. Des Weiteren wird der Lysholm Score, wie auch schon der modifizierte Larson Score, bei Patienten mit chondromalacia patellae und Meniskusläsionen eingesetzt [84].

Bei einer vergleichenden Studie von Bengtsson J. et al. aus dem Jahre 1996 wurde festgestellt, dass der Lysholm Knee Score bei Patienten mit Meniskusläsionen sogar eine höhere Sensitivität aufweist als bei Patienten mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes, für die der Score ursprünglich entwickelt wurde [21]. Aus diesem Grund und zur besseren Vergleichbarkeit mit aktuellen Studienergebnissen wurde in der hier vorliegenden Arbeit der weit verbreitete Lysholm und Gillquist Knee Score (kurz: Lysholm Score) verwendet.

Tabelle 2: Kategorien des Lysholm Score

<i>Kategorie</i>	<i>Max. Punktzahl</i>	<i>Beurteilung</i>
1) Hinken	5	Subjektiv
2) Halt	5	Subjektiv
3) Treppensteigen	10	Subjektiv
4) Hocken	5	Subjektiv
5) Instabilität	30	Subjektiv
6) Schwellung	10	Subjektiv
7) Schmerz	30	Subjektiv
8) Atrophie Oberschenkel	5	Objektiv

Der Score setzt sich aus acht Komponenten zusammen, die insgesamt einen Punktwert von maximal 100 ergeben. Die ersten sieben Kategorien beziehen sich auf Symptome der Patienten und unterliegen einer subjektiven Beurteilung durch Patient und Untersucher. Hierzu gehören Hinken, Halt, Treppensteigen, Hocken, Instabilität, Schwellung und Schmerz. Abhängig von der jeweiligen Einschränkung werden stufenweise Punkte bis zur Maximalpunktzahl aus der jeweiligen Kategorie vergeben. Die ersten sieben Kategorien machen zusammen 95 % der Gesamtpunktzahl aus. Die Kategorie Atrophie ist ein objektiver Wert, der, wie oben beschrieben, mittels der Oberschenkelumfangsmessung erfasst wird. Abhängig vom Ausmaß der Atrophie werden in dieser Kategorie zwischen 0 und 5 Punkten vergeben, was 5% der Gesamtpunktzahl ausmacht. Wie Tabelle 3 verdeutlicht, wird die

Kniegelenksfunktion abhängig von der erzielten Punktzahl als „sehr gut“, „gut“, „mäßig“ oder „schlecht“ beurteilt [84].

Tabelle 3: Bewertung der Ergebnisse im Lysholm Score

<i>Punkte</i>	<i>Bewertung</i>
91 – 100	sehr gut
81 – 90	gut
71 – 80	mäßig
< 71	schlecht

Da alle Patienten von nur einem Untersucher nachuntersucht wurden, verringerte sich das Risiko für interindividuelle Fehler, die aufgrund unterschiedlicher Einschätzung entstehen können. In der vorliegenden Arbeit wurden die Werte im Lysholm Score erfasst, um das Outcome der drei Patientengruppen untereinander und mit bereits publizierten Studien vergleichen zu können.

#### 2.4.2 Kniegelenksscore OAK

Der Kniegelenksscore OAK (vollständig abgedruckt im Anhang) wurde 1988 von der orthopädischen Arbeitsgruppe Knie (OAK) der schweizerischen Gesellschaft für Orthopädie entwickelt. Er gilt als allgemein anwendbarer Kniegelenksscore mit Schwerpunkt in der Bewertung der Funktionalität vor allem von instabilen Kniegelenken [94]. Die vier Kategorien des OAK setzen sich wie folgt zusammen:

Tabelle 4: Kategorien des OAK Score

<i>Kategorie</i>	<i>Anzahl Parameter</i>	<i>Gesamtpunktzahl</i>
1) Anamnese	5	25
2) Allg. Untersuchungsbefunde	5	25
3) Stabilität	7	35
4) Funktionelle Tests	3	15

In der Spalte „Anzahl der Parameter“ wird die Anzahl der Untersuchungsparameter in der jeweiligen Kategorie angegeben, wobei jeder Parameter mit einem Punktwert von 0 bis 5 beurteilt wird. Es werden also maximal 25 Punkte in der Kategorie „Anamnese (1.)“ vergeben, die damit einen Anteil von 25% an der Gesamtpunktzahl 100 hat. Auf die objektiven Kategorien, in denen „allgemeine (2.) und spezielle Untersuchungsbefunde zur Kniestabilität (3.)“ erhoben werden, fällt ein Wert von 25 + 35 Punkten. Damit liegt der Anteil

bei 60% der Gesamtpunktzahl. In der Kategorie „Funktionelle Tests (4.)“ können 15 Punkte erreicht werden, was mit 15 % den geringsten Anteil ausmacht. Aus dieser Aufteilung wird deutlich, dass sich das Endergebnis des OAK Score zu 25% aus subjektiven (1.) und zu 75% aus objektiven (2./3./4.) Untersuchungsbefunden zusammensetzt. Des Weiteren ist auffällig, dass der Kategorie Kniegelenksstabilität mit 35 % an der Gesamtpunktzahl ein herausragender Anteil zukommt [94].

Die Auswertung der erhobenen Punktwerte erfolgt mittels Tabelle 5. Analog zum Lysholm Score wird beim OAK Score in vier Ergebnisklassen, sehr gut, „gut“, „mäßig“ und „schlecht“ unterteilt [74]. Wird in einem Parameter einer beliebigen Kategorie allerdings ein Wert von 0 Punkten erreicht, kann im Gesamtergebnis die Bewertung lediglich mit „mäßig“ oder „schlecht“ erfolgen.

Tabelle 5: Bewertung der Ergebnisse im OAK Score

<i>Bewertung</i>	<i>Kategorien</i>	<i>Total</i>
Sehr gut	0-4 Punkte fehlend; kein Parameter 0 Punkte	> 91 Punkte und sehr gut in jeder Kategorie
Gut	5-9 Punkte fehlend; kein Parameter 0 Punkte	81-90 Punkte oder gut in einer einzelnen Kategorie
Mäßig	10-14 Punkte fehlend oder einzelner Parameter 0 Punkte	71-80 Punkte oder mäßig in einer einzelnen Kategorie
Schlecht	15 oder mehr Punkte fehlend	< 70 Punkte oder schlecht in einer Kategorie

### 2.4.3 Aktivitätsscore nach Tegner

Tegner et. al. zeigten in einer Studie mit 76 Patienten, dass die suffiziente Beurteilung der Kniefunktion nur mit verschiedenen Scores möglich ist, da eine reduzierte körperliche Belastung die Ergebnisse der symptombezogenen Scores (z.B. Lysholm Knee Score) irrtümlich verbessert [125]. Daraus lässt sich folgern, dass Ergebnisse aus den Kniegelenksscores immer im Gesamtüberblick betrachtet werden müssen.

Der Tegner Aktivitätsscore (vollständig abgedruckt im Anhang) wurde 1985 in Zusammenarbeit von Y. Tegner und J. Lysholm entwickelt. Er gliedert sich in 11 Kategorien, die von 0 – 10 aufsteigend das Niveau von körperlicher Aktivität in Beruf und Freizeit beschreiben. Ein Profifußballer zum Beispiel wird in die höchste Stufe mit 10 Punkten eingeordnet, wohingegen ein Patient, der aufgrund eines Knieschadens eine Berufsunfähigkeitsrente erhält, in die niedrigste Stufe mit 0 Punkten eingruppiert wird. Ein Aktivitätsniveau von 4 Punkten erreichen Jogger und von größer als 5 Punkten Wettkampfsportler. Tabelle 6 vermittelt einen Überblick einiger Kategorien des Tegner Score.

Es wird dargestellt, welches Aktivitätsniveau für welche Punktzahl vorhanden sein muss [125].

In der vorliegenden Studie wurde während der Nachuntersuchung der Tegner Aktivitätsscore der Studienteilnehmer sowohl rückblickend vor der Verletzung als auch zum aktuellen Zeitpunkt der Nachuntersuchung erfasst.

Tabelle 6: Ausgewählte Kategorien des Aktivitätsscore nach Tegner

<i>Punktzahl</i>	<i>Aktivitätsniveau</i>
0	Krankschreibung oder Invalidenrente wegen Knieproblemen
2	Leichte Arbeit, Gehen auf unebenem Boden möglich
4	Mittelschwere Arbeit, Joggen oder Radfahren
5	Schwere Arbeit, Radfahren als Wettkampfsport
7	Freizeitsport Fußball oder Leistungssport Handball
10	Fußball: nationale oder internationale Ebene

## 2.5 Ermittlung der Rerupturraten

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde ermittelt, ob es zwischen der operativen Meniskusrefixation und dem aktuellen Zeitpunkt zu einer arthroskopisch gesicherten Reruptur des initial genähten Meniskus kam. Aus der Anzahl der betroffenen Patienten konnte die Rerupturrate bzw. Erfolgsrate der Meniskusrefixation errechnet werden. Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, dass die Rerupturen arthroskopisch diagnostiziert wurden. Dies war notwendig um sicherzustellen, dass die erneute Ruptur exakt an der zuvor genähten Stelle stattgefunden hat.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Studie war es zu evaluieren, inwiefern bestimmte Merkmale wie Geschlecht, Alter, BMI, Nikotinkonsum, Dauer der präoperativen Symptome, Ätiologie, Lokalisation, Risstyp und Risslänge der Meniskusverletzung als auch eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes die Meniskusrerupturrate beeinflussten. Hierzu wurden die 81 Patienten mehrfach verschiedenen Gruppen in Abhängigkeit des zu untersuchenden Merkmals zugeordnet. Sodann wurde untersucht, ob ein bestimmtes Merkmal zu einer signifikanten Erhöhung der Rerupturrate geführt hat.

Bezüglich des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation wurden zwei Gruppen erstellt. Patienten, die jünger als 40 Jahre waren, wurden der ersten Gruppe und Patienten, die älter oder genau 40 Jahre alt waren, wurden der zweiten Gruppe zugeordnet.

Zur Analyse des Body-Maß-Indexes wurden ebenfalls zwei Gruppen gebildet, wobei ein BMI von 25 als Grenze definiert wurde. Dieser Bereich stellt laut WHO den Übergang zwischen Normal- und Übergewicht dar [135].

Zur Betrachtung der Rerupturrate bezogen auf das Rissalter wurden zwei Gruppen erstellt. Studienteilnehmer, die innerhalb der ersten sechs Wochen nach Beschwerdebeginn operiert worden waren, wurden der Gruppe „akut“ zugeordnet. Studienteilnehmer, bei denen der Zeitraum vom Beschwerdenbeginn bis zur Meniskusrefixation mehr als 6 Wochen betrug, bildeten die Gruppe „chronisch“.

## 2.6 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit der Statistiksoftware GraphPad Prism Version 6.01 für Windows, GraphPad Software, La Jolla California USA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com) und der Tabellenkalkulation von Microsoft Excel 2003. Hier wurde zunächst die deskriptive Statistik durchgeführt mit Berechnung der Mittelwerte, Standardabweichungen und Häufigkeiten. Weiterhin wurden die graphischen Darstellungen mit Microsoft Excel 2003 und GraphPad Prism 6.01 erstellt.

Der Kruskal-Wallis-Test ist ein parameterfreier statistischer Test und dient dem Vergleich von mehreren Gruppen beim Vorliegen von ordinalskalierten Merkmalen. Er wurde unter anderem bei der Auswertung des Lysholm, Tegner und OAK Score eingesetzt. Für den Vergleich der prätraumatischen mit den postoperativen Werten im Tegner Score wurde der gepaarte T-Test nach Wilcoxon angewendet.

Der exakte Test nach Fisher ist ein exakter Chi-Quadrat Test und prüft als Signifikanztest auf Unabhängigkeit in der Kontingenztafel. Er liefert auch bei einer geringen Anzahl von Beobachtungen zuverlässige Resultate und prüft, ob ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen verschiedenen Gruppen besteht. In der vorliegenden Studie wurde dieser Test unter anderem beim Vergleich der Rerupturraten angewendet. Lag der Erwartungswert bei größer als 5, kam der Chi-Quadrat Test zum Einsatz.

Um eine Aussage über die Signifikanz der Ergebnisse zu treffen, muss  $p < \alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ) sein. Wenn dies der Fall ist, ist das Ergebnis signifikant und ein Zufallsergebnis weitgehend ausgeschlossen.



## 3 Ergebnisse

### 3.1 Demographische Angaben zum Patientenkollektiv

In der vorliegenden Studie wurden 81 Patienten nachuntersucht, die im Zeitraum vom 01.07.2001 bis zum 30.06.2009 eine Meniskusrefixation im Kniegelenk in der Abteilung für Unfall - und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Greifswald erhielten. Nach einem mittleren Follow-up von 42 Monaten (Range 24-91 Monate) wurde die Nachuntersuchung durchgeführt.

Die Studiengruppe umfasste 26 Frauen (32,1%) und 55 Männer (67,9%), wobei in 41 Fällen (50,6%) das linke und in 40 Fällen (49,4%) das rechte Kniegelenk betroffen war. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug bei der Operation 31,6 Jahre (16-64 Jahre), wobei nur 3 Patienten älter als 55 Jahre waren. Bei 2 dieser 3 Patienten wurde die Refixation auf eigenen Wunsch trotz des fortgeschrittenen Alters durchgeführt. Der mittlere BMI aller 81 Studienteilnehmer ergab einen Wert von 25,5 (18-41). Außerdem waren 39 Patienten (48,2%) zum Zeitpunkt der Meniskusrefixation Raucher.

Wie bereits in Kapitel 2.2 beschrieben, erfolgte die Einteilung der Studienteilnehmer in drei verschiedene Patientengruppen, wobei die Gruppenzugehörigkeit von der Nebendiagnose „VKB-Ruptur“ abhängig gemacht wurde. In Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur) wurden jene Patienten eingeteilt, die zum Zeitpunkt der Meniskusrefixation ein intaktes vorderes Kreuzband hatten. Insgesamt zählten hierzu 40 Studienteilnehmer. In Gruppe 2 (mit VKB-Ruptur) wurden jene Patienten erfasst, bei denen intraoperativ eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes gesehen wurde, die entweder sofort (Gruppe 2A, 21 Patienten), oder in einer zweiten Operation nach einem Zeitintervall (Gruppe 2B, 20 Patienten) mit einer VKB-Plastik versorgt wurden.

Aus Tabelle 7 wird ersichtlich, dass das Durchschnittsalter der 40 Patienten aus Gruppe 1 zum Zeitpunkt der Operation bei 34,7 Jahren, der 21 Patienten aus Gruppe 2A bei 27,9 Jahren und der 20 Patienten aus Gruppe 2B bei 29,5 Jahren lag. Das durchschnittliche Follow-up betrug in Gruppe 1 41,4 Monate, in Gruppe 2A 34,1 Monate und in Gruppe 2B 50,6 Monate.

Alle weiteren Werte zur Aufschlüsselung des Geschlechts, der Seite des operierten Kniegelenks, des durchschnittlichen Body-Maß-Index, und der Anzahl der Raucher zum Zeitpunkt der Meniskusrefixation sind ebenfalls der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Darstellung der Patientengruppeneinteilung mit Aufschlüsselung einiger Merkmale. Angaben in Anzahl der Patienten bzw. in Durchschnittswerten aus der jeweiligen Gruppe. Prozentwerte beziehen sich auf das Gesamtkollektiv der jeweiligen Gruppe.

	Gruppe 1	Gruppe 2	
<i>Untergruppe</i>	---	Gruppe 2A	Gruppe 2B
<i>Gruppenmerkmal</i>	isolierte Meniskusrefixation	Meniskusrefixation + <u>einzeitige</u> VKB Plastik	Meniskusrefixation + <u>zweizeitige</u> VKB Plastik
<i>Anzahl der Patienten</i>	40	21	20
<i>Männlich</i>	28 (70,0%)	15 (71,4%)	12 (60,0%)
<i>Weiblich</i>	12 (30,0%)	6 (28,6%)	8 (40,0%)
<i>Linkes Kniegelenk</i>	18 (45,0%)	10 (47,6%)	12 (60,0%)
<i>Rechtes Kniegelenk</i>	22 (55,0%)	11 (52,4%)	8 (40,0%)
<i>Ø Alter in Jahren</i>	34,7	27,9	29,5
<i>Ø Follow- Up in Monaten</i>	41,4	34,1	50,6
<i>Ø BMI</i>	25,3	25,8	25,4
<i>Raucher</i>	22 (55,0%)	8 (38,1%)	10 (50,0%)

### 3.2 Ätiologie der Meniskusverletzung

Wie Abbildung 7 verdeutlicht, bestand in 10 von 81 Fällen (12,4%) kein akutes Trauma, intraoperativ bestätigte sich eine degenerative Meniskusläsion. Weitaus häufiger lagen in 71 Fällen (87,6%) Unfälle mit traumatischen Meniskusrissen vor. Davon erlitten 42 Patienten (51,9%) aufgrund von Sportunfällen eine Meniskusruptur, gefolgt von Unfällen im Hausalltag bei 17 Patienten (21%), im Straßenverkehr bei 7 Patienten (8,6%) und während der Arbeit bei 5 Patienten (6,2%).

Im Vergleich der verschiedenen Patientengruppen fällt auf, dass sich die Patienten der Gruppe 1 in nur 13 von 40 Fällen (32,5%) eine Meniskusverletzung aufgrund eines Sportunfalls zugezogen hatten. Demgegenüber verletzten sich 15 der 21 Patienten (71,4%) aus Gruppe 2A und 14 der 20 Patienten (70,0%) aus Gruppe 2B beim Sport. Zwischen den Gruppen konnte ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p=0,0027$ , Chi-Quadrat Test).

Weiterhin sind Unterschiede in der Kategorie „kein Trauma“ zu verzeichnen. 10 von 40 Patienten (25%) der Gruppe 1 zogen sich eine Meniskusverletzung ohne adäquates Trauma zu, hingegen keiner der 41 Patienten aus Gruppe 2A und 2B. In dieser Kategorie wurde im Gruppenvergleich ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt ( $p=0,002$ , exakter Test nach Fisher).

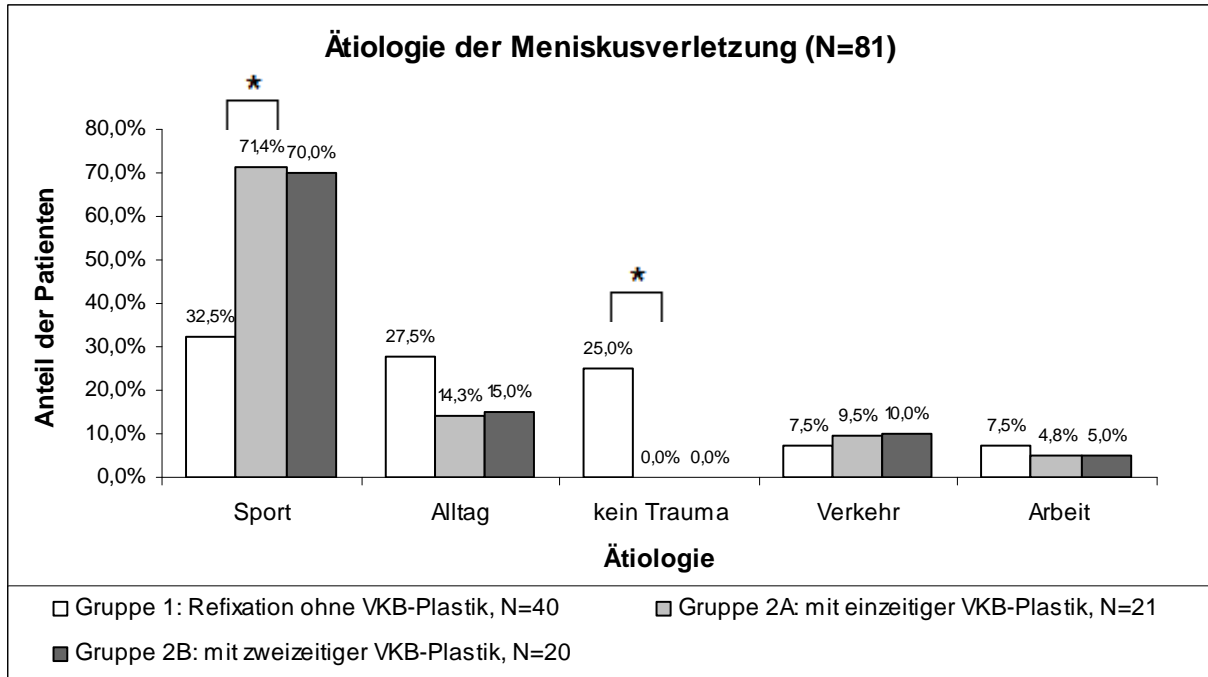


Abbildung 7: Ätiologie der Meniskusverletzung. Angaben in prozentalem Anteil der Patienten, die eine Meniskusruptur aufgrund der jeweiligen Ursache erlitten haben. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Statistisch signifikanter Unterschied.

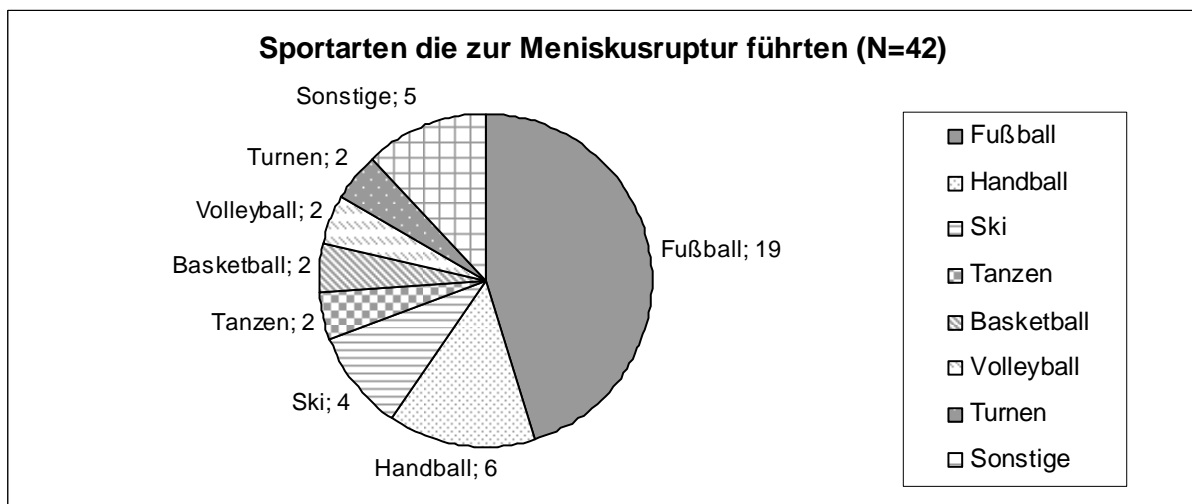


Abbildung 8: Sportarten die zur Meniskusruptur führten. Angaben in Anzahl der Patienten, die beim Ausüben der jeweiligen Sportart die Verletzung erlitten haben. Insgesamt war bei 42 Patienten ein Sportunfall die Ursache für den Meniskusriss.

Bei den Sportunfällen fallen ganz besonders drei Sportarten ins Gewicht: In 19 von 42 Fällen (45,2%) fand die Verletzung beim Fußballspielen, in 6 Fällen (14,3%) beim Handballspielen und in 4 Fällen (9,5%) beim Skifahren statt. Weitere zur Verletzung führende Sportarten

waren bei jeweils 2 Patienten (4,8%) Tanzen, Basketball, Volleyball und Turnen. Vergleiche hierzu die Abbildung 8.

Im Gegensatz zu den Sportunfällen, bei denen die Unfallursache in der Regel ein Distorsionstrauma des Kniegelenks war, lag bei den Patienten mit Meniskusrupturen im Alltag ein anderes Verletzungsmuster vor: Hier führte in 10 von 17 Fällen (58,8%) ein spontanes Aufstehen aus der tiefen Hocke zum Meniskusriss.

### **3.3 Zeitraum zwischen Trauma und Operation**

Durchschnittlich betrug die Dauer in Tagen vom Trauma bis zur Meniskusrefixation 35,5 Tage. 47 Patienten (58%) wurden innerhalb der ersten 6 Wochen ( $\leq 45$  Tage), 34 Patienten (42%) wurden später als 6 Wochen ( $\geq 45$  Tage) nach dem Trauma operiert.

Betrachtet man die Intervalle zwischen Beschwerdebeginn und Operation der Patientengruppen getrennt voneinander, ergeben sich deutliche Unterschiede. Patienten mit isolierter Meniskusrefixation (Gruppe 1) wurden im Schnitt nach 21 Tagen arthroskopiert, wobei eine Spanne von minimal 1 Tag bis maximal 70 Tagen ermittelt wurde.

Bei Studienteilnehmern mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) wurde der Meniskus durchschnittlich erst nach 72 Tagen, bei Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) jedoch bereits nach 28 Tagen refixiert. Im Anschluss an die Meniskusrefixation erhielten Patienten der Gruppe 2B die VKB-Plastik in einer zweiten Operation.

### **3.4 Lokalisation der Meniskusrefixation**

Von insgesamt 81 Operationen wurde in 37 Fällen (45,7%) eine Meniskusrefixation am Innenmeniskus und in 40 Fällen (49,4%) am Außenmeniskus durchgeführt. In 4 Fällen (4,9%) wurden während einer Operation sowohl der Innen- als auch der Außenmeniskus refixiert.

In Abbildung 9 wird die Lokalisation der Meniskusrefixationen der Patienten aus Gruppe 1, 2A und 2B getrennt voneinander betrachtet.

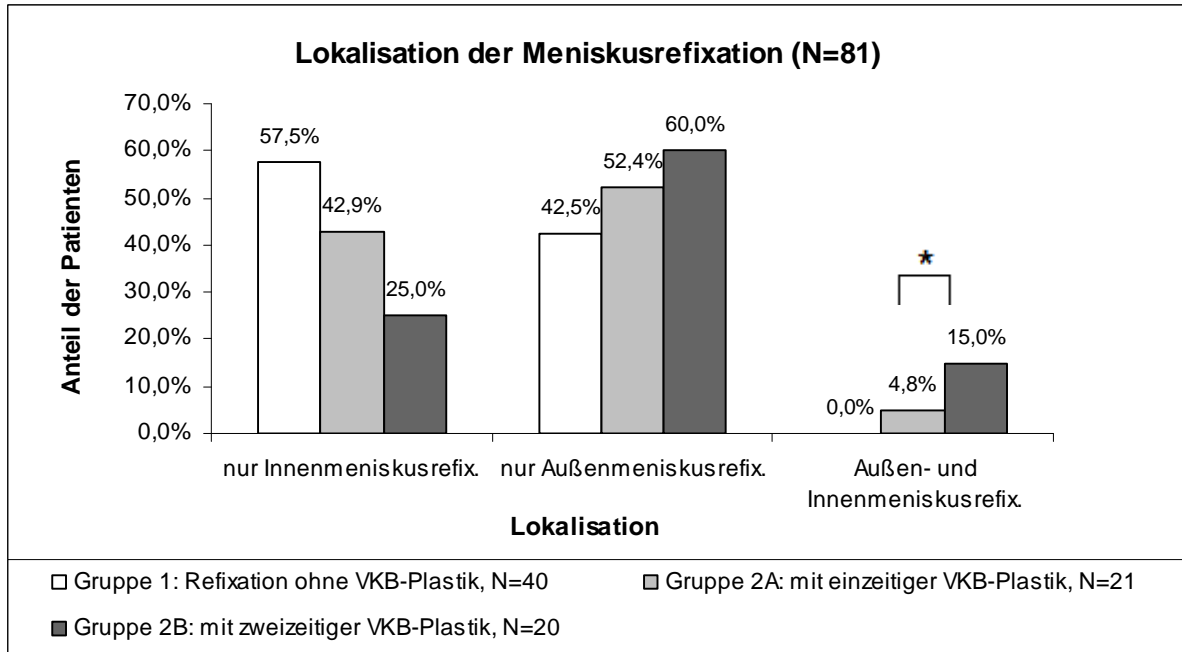


Abbildung 9: Lokalisation der Meniskusrefixation innerhalb des Knies. Angaben in Prozent. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Statistisch signifikanter Unterschied.

Es fällt auf, dass der Innenmeniskus bei 23 der 40 Patienten (57,5%) aus Gruppe 1, jedoch nur bei 5 der 20 Studienteilnehmer (25%) aus Gruppe 2B refixiert wurde. 9 der 21 Studienteilnehmer (42,9%) aus Gruppe 2A erhielten eine Innenmeniskusrefixation. Im Gruppenvergleich konnte allerdings kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p=0,056$ , Chi-Quadrat Test).

Bei der Außenmeniskusrefixation ergibt sich ein umgekehrtes Bild: Patienten der Gruppe 1 wurden in 17 Fällen (42,5%) am Außenmeniskus refixiert, wohingegen 11 von 21 Patienten der Gruppe 2A (52,4%) und 12 von 20 Patienten der Gruppe 2B (60,0%) eine Naht am Außenmeniskus erhielten ( $p=0,42$ , nicht signifikant, Chi-Quadrat Test).

Die gleichzeitige Außen- und Innenmeniskusrefixation wurde bei Patienten der Gruppe 1 nicht durchgeführt, bei Patienten der Gruppe 2A in einem Fall (4,8%) und bei Studienteilnehmern der Gruppe 2B immerhin bei 3 von 20 Patienten (15,0%). Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,021$ , exakter Test nach Fisher).

Deutliche Unterschiede sind bei der Risslokalisierung innerhalb des Meniskus zu erkennen: Bei 65 Patienten (80,3%) wurde eine Meniskusrefixation am Hinterhorn vorgenommen, wohingegen nur 10 Patienten (12,4%) eine Refixation am Vorderhorn erhielten. In weiteren 6 Fällen (7,4%) war weder der ventrale noch der dorsale Abschnitt, sondern ausschließlich der Meniskuskörper betroffen.

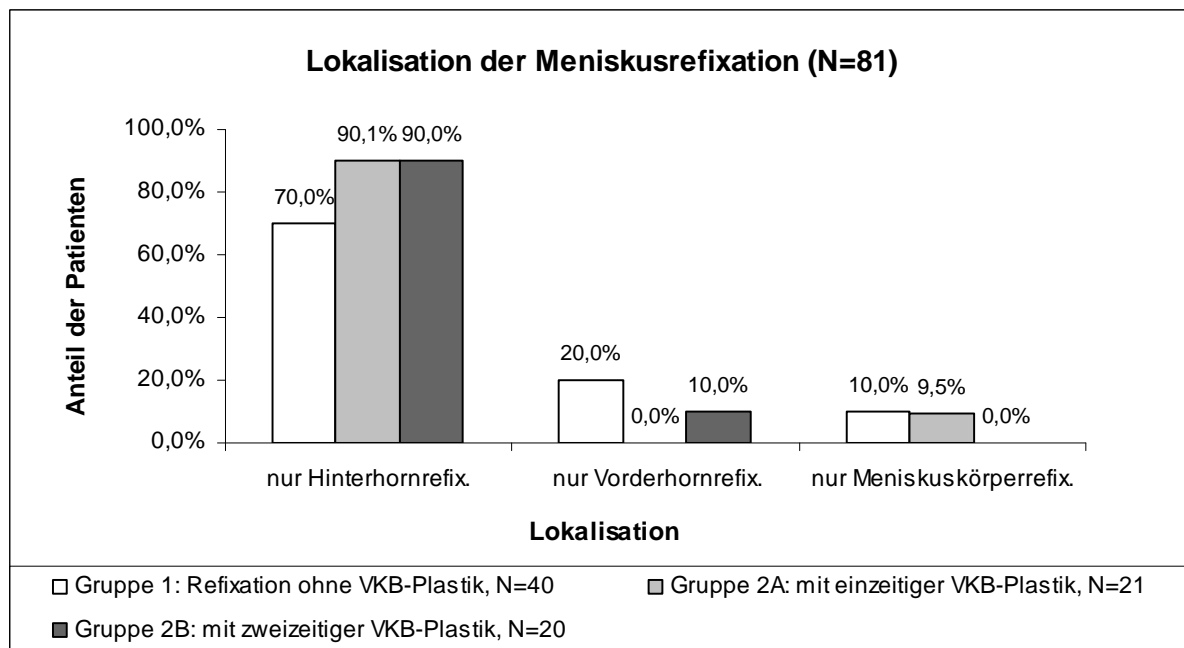


Abbildung 10: Lokalisation der Meniskusrefixation innerhalb des Meniskus. Angaben in Prozent. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einseitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweiseitiger VKB-Plastik, N=20).

Abbildung 10 zeigt die Lokalisation der durchgeführten Meniskusnähte innerhalb des Meniskus. Die Refixation des Meniskushinterhorns erfolgte bei Patienten der Gruppe 1 in 28 von 40 Fällen (70,0%) und damit seltener als bei Patienten der Gruppe 2A in 19 von 21 Fällen (90,1%) und bei Patienten der Gruppe 2B in 18 von 20 Fällen (90,0%). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht nachgewiesen werden ( $p=0,0729$ , Chi-Quadrat Test).

Das Meniskusb Vorderhorn wurde dafür häufiger bei Patienten mit intaktem vorderem Kreuzband refixiert. So wurden in 8 von 40 Fällen (20,0%) ventrale Meniskusabschnitte bei Patienten der Gruppe 1 genäht, wobei nur bei 2 von 20 Patienten der Gruppe 2B (10,0%) und bei keinem der 21 Patienten (0,0%) aus Gruppe 2A eine Vorderhornrefixation durchgeführt wurde ( $p=0,060$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

Eine isolierte Meniskuskörperrefixation wurde bei 4 von 40 Studienteilnehmern (10,0%) der Gruppe 1, bei 2 von 21 Patienten der Gruppe 2A (9,5%) und bei keinem der 20 Patienten (0,0%) aus Gruppe 2B vorgenommen ( $p=0,473$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

### 3.5 Rissmorphologie

Betrachtet man die Rissmorphologie der 81 refixierten Menisken, zeigt sich, dass Längsrisse bei insgesamt 64 (79,0%), Horizontalrisse bei 9 (11,1%) und Komplexrisse bei 8 Patienten (9,9%) genäht wurden.

Die Abbildung 11 stellt die unterschiedliche Häufigkeit der drei Rissenditäten in Gruppe 1, Gruppe 2A und Gruppe 2B dar.

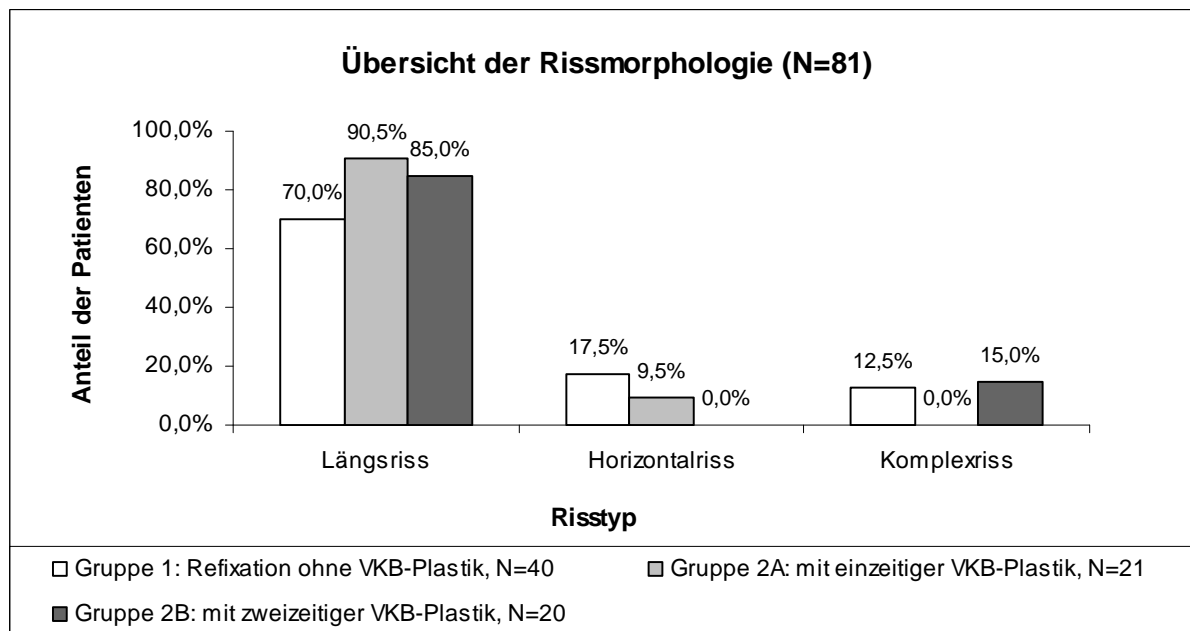


Abbildung 11: Übersicht der Rissmorphologie. Angaben in prozentuaem Anteil der Patienten, bei denen der jeweilige Meniskusriss diagnostiziert wurde. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20).

28 von 40 Studienteilnehmern (70%) aus Gruppe 1 erlitten einen Längsriss. Häufiger wurde dieser Risstyp bei Patienten mit zusätzlicher Ruptur des vorderen Kreuzbandes versorgt: Bei 19 von 21 Patienten (90,5%) aus Gruppe 2A und bei 17 von 20 Patienten (85,0%) aus Gruppe 2B wurde ein Längsriss refixiert ( $p=0,132$ , nicht signifikant, Chi-Quadrat Test).

Horizontalrisse wurden in 7 von 40 Fällen (17,5%) bei Patienten mit isolierter Meniskusrefixation und bei 2 von 21 Patienten (9,5%) mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik genäht. Bei keinem der 20 Patienten (0,0%) aus Gruppe 2B wurde ein Horizontalriss versorgt ( $p=0,126$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

Bei der Analyse der Komplexrisse zeigte sich folgende Verteilung: Bei 5 von 40 Studienteilnehmern (12,5%) aus Gruppe 1, bei keinem der 21 Studienteilnehmer (0,0%) aus Gruppe 2A, jedoch bei 3 der 20 Studienteilnehmer (15,0%) aus Gruppe 2B wurde ein Komplexriss im Meniskus refixiert ( $p=0,165$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

Korbhenkelrisse als Sonderform der Längsrisse wurden bei 19 Patienten (23,5%) refixiert. Eine Korbhenkelrefixation wurde bei 13 von 40 Patienten (32,5%) aus Gruppe 1, allerdings nur bei 2 von 21 Patienten aus Gruppe 2A (9,5%) und bei 4 von 20 Patienten aus Gruppe 2B (20,0%) durchgeführt ( $p=0,117$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

### 3.6 Operativer Eingriff

Von den insgesamt 81 operierten Patienten wurden 25 Patienten (30,9%) ambulant und 56 Patienten (69,1%) stationär behandelt.

Bei der Analyse der Patientengruppen fällt auf, dass Patienten der Gruppe 1 in 22 von 40 Fällen (55%) ambulant refixiert und in den restlichen 18 Fällen (45%) nach der Operation für durchschnittlich zwei Tage stationär aufgenommen wurden. Von den Patienten der Gruppe 2A wurden alle 21 Studienteilnehmer (100%) und von den Patienten der Gruppe 2B wurden 17 von 20 Studienteilnehmern (85,0%) stationär behandelt.

Bei der Auswertung der Operationsdauer aus den OP-Berichten konnte für eine Meniskusrefixation ohne Kreuzbandersatz (Gruppe 1) eine durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit von 64,3 Minuten ermittelt werden. Bei Patienten mit zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) dauerte die Meniskusrefixation mit zusätzlicher Kreuzbandstumpfresektion im Durchschnitt 71,9 Minuten. Bei Patienten mit einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) wurden für die Meniskusrefixation und die gleichzeitige vordere Kreuzbandrekonstruktion durchschnittlich 118,9 Minuten benötigt.

#### 3.6.1 Angewendete Nahttechniken

In 46 von 81 Fällen (56,8%) erfolgte die Meniskusrefixation mit ausschließlich einem einzigen Fast-Fix-Anker in All-Inside Technik und in 22 Fällen (27,2%) wurden aufgrund der Rissgröße zwei oder mehr Fast-Fix-Anker implantiert. In 5 Fällen (6,2%) wurde ausschließlich mittels PDS-Fäden in Outside-In Technik und in 8 Fällen (9,9%) in Hybrid-Technik (Kombination von All-Inside und Outside-In Technik) refixiert.

Betrachtet man die angewendeten Verfahren der Meniskusrefixation, bezogen auf die drei Studiengruppen getrennt voneinander, ergibt sich folgende Aufteilung: (siehe Abbildung 12)



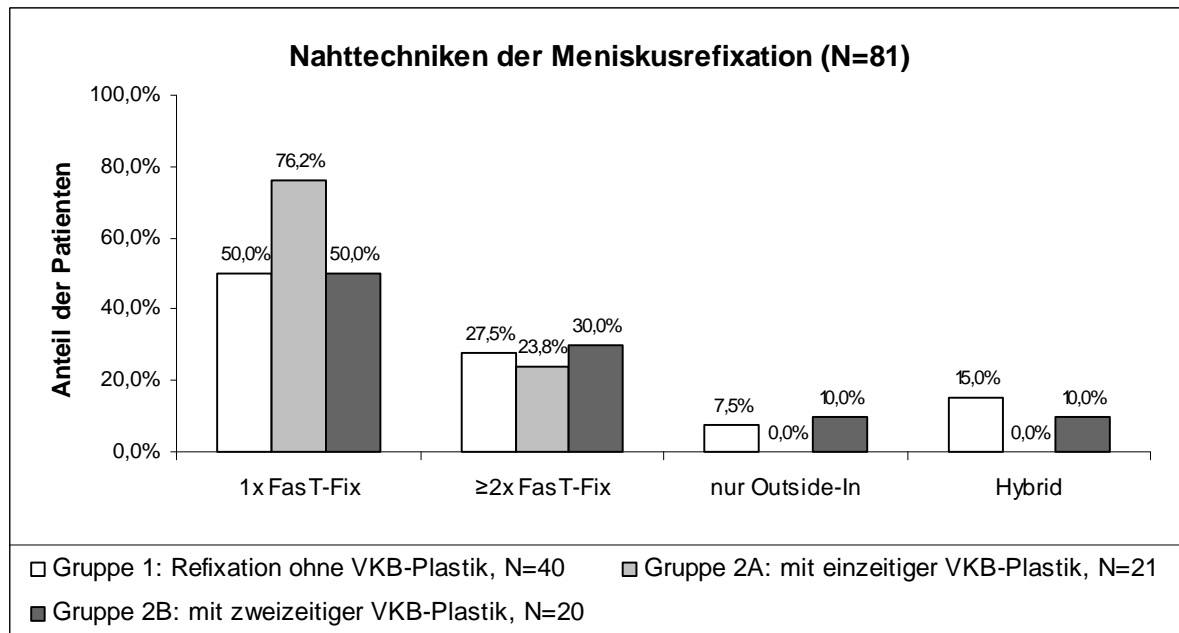


Abbildung 12: Angewendete Nahttechniken der Meniskusrefixation. Angaben in prozentualem Anteil der Patienten, bei denen die jeweilige Nahttechnik angewendet wurde. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20).

Bei 20 der 40 Patienten (50,0%) aus Gruppe 1, bei 16 der 21 Patienten (76,2%) aus Gruppe 2A und bei 10 der 20 Patienten (50,0%) aus Gruppe 2B wurde die Meniskusrefixation aufgrund einer kleinen Läsion mit lediglich einem FasT-Fix-Anker durchgeführt ( $p=0,114$ , nicht signifikant, Chi-Quadrat Test).

Ausgedehntere Risse wurden bei 11 der 40 Patienten (27,5%) aus Gruppe 1, bei 5 der 21 Patienten (23,8%) aus Gruppe 2A und bei 6 der 20 Patienten (30,0%) aus Gruppe 2B mit 2 oder mehr FasT-Fix-Systemen versorgt ( $p=0,903$ , nicht signifikant, Chi-Quadrat Test).

Eine Meniskusnaht mit Outside-In Fäden wurde bei 3 der 40 Patienten (7,5%) aus Gruppe 1 und bei 2 der 20 Patienten (10,0%) aus Gruppe 2B durchgeführt. Patienten der Gruppe 2A waren hiervon nicht betroffen ( $p=0,433$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

Das Hybrid-Verfahren als Kombination von All-Inside und Outside-In Technik kam bei 6 der 40 Patienten (15,0%) aus Gruppe 1 und bei 2 der 20 Patienten (10,0%) aus Gruppe 2B zum Einsatz. Bei Patienten der Gruppe 2A wurde nicht in Hybrid-Technik refixiert ( $p=0,142$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

### 3.7 Postoperative Rehabilitation

78 von 81 Patienten gaben an, im Anschluss an die Meniskusrefixation eine ambulante oder stationäre physiotherapeutische Behandlung wahrgenommen zu haben. Bei der Analyse der verwendeten Rehabilitationshilfsmittel zeigt sich, dass insgesamt 72 der 81 Patienten

(88,9%) postoperativ eine Kniegelenksorthese zur Kniestabilisierung und Bewegungsreduktion getragen hatten. Eine Motorschiene zur passiven Gelenkmobilisation nutzten 38 Patienten (46,9%) und ein EMS-Gerät zur Muskelstimulation mit Reizstrom verwendeten 35 Patienten (43,2%).

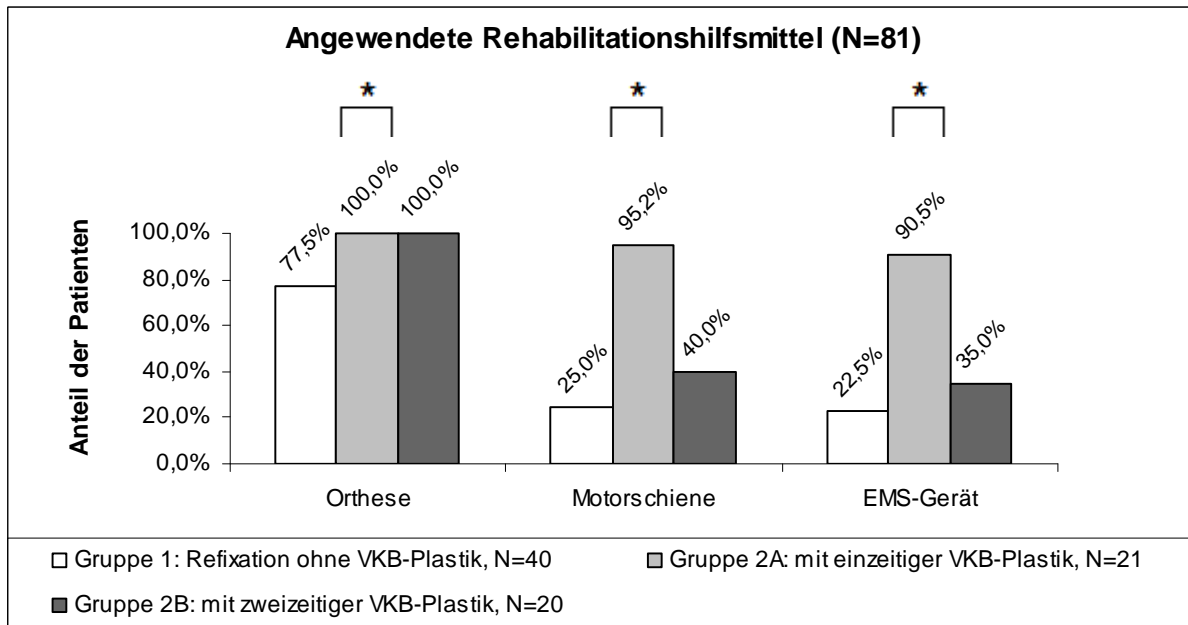


Abbildung 13: Angewendete Rehabilitationshilfsmittel. Angaben in prozentalem Anteil der Patienten, die das jeweilige Hilfsggerät eingesetzt haben. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Statistisch signifikanter Unterschied.

Betrachtet man die eingesetzten Hilfsmittel, bezogen auf die verschiedenen Studiengruppen getrennt voneinander, ergibt sich folgende Aufteilung: (siehe Abbildung 13)

Lediglich 31 von 40 Patienten (77,5%) mit isolierter Meniskusrefixation (Gruppe 1), hingegen alle 41 Patienten (100%) mit zusätzlicher VKB-Plastik (Gruppe 2A / 2B) trugen postoperativ eine Orthese. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist statistisch signifikant ( $p=0,0056$ , Chi-Quadrat Test).

Weiterhin fällt auf, dass nur 10 der 40 Patienten (25%) aus Gruppe 1 und 8 der 20 Patienten (40%) aus Gruppe 2B in der operativen Nachsorge mit einer Motorschiene behandelt wurden. Von den Patienten der Gruppe 2A nutzten jedoch 20 der 21 Patienten (95,2%) die Motorschiene. Der Unterschied zwischen den Gruppen ist ebenfalls statistisch signifikant ( $p<0,0001$ , Chi-Quadrat Test).

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Verwendung von Muskelstimulationsgeräten: Diese wurden bei 9 der 40 Patienten (22,5%) aus Gruppe 1 und bei 7 der 20 Patienten (35,0%) aus Gruppe 2B eingesetzt. Verglichen mit den anderen Patientengruppen wurde das EMS-Gerät wiederum am häufigsten von Patienten mit einzeitiger VKB-Plastik genutzt. 19 von 21

Patienten (90,5%) der Gruppe 2A verwendeten postoperativ ein EMS-Gerät. Der Unterschied zwischen den Patientengruppen ist statistisch signifikant ( $p < 0,0001$  Chi-Quadrat Test).

### 3.8 Komplikationen

Die Auswertung hat ergeben, dass es nach keiner der 81 arthroskopisch durchgeführten Meniskusrefixationen postoperativ zu einer Infektion im Kniegelenk gekommen ist. Die intraartikuläre Infektionsrate des Patientenkollektivs lag demzufolge bei 0%. Lediglich ein Patient aus Gruppe 2B (5,0%) entwickelte einen kleinen Nahtabszess, der in Lokalanästhesie revidiert werden konnte. Eine Sensibilitätsstörung am medialen Unterschenkel gaben insgesamt 3 Patienten der Gruppe 2A (14,3%) und 2 Patienten der Gruppe 2B (10,0%) an.

In einigen Fällen mussten Komplikationen operativ behandelt werden. Abbildung 14 stellt die postoperativen Interventionsraten der verschiedenen Studiengruppen grafisch dar:

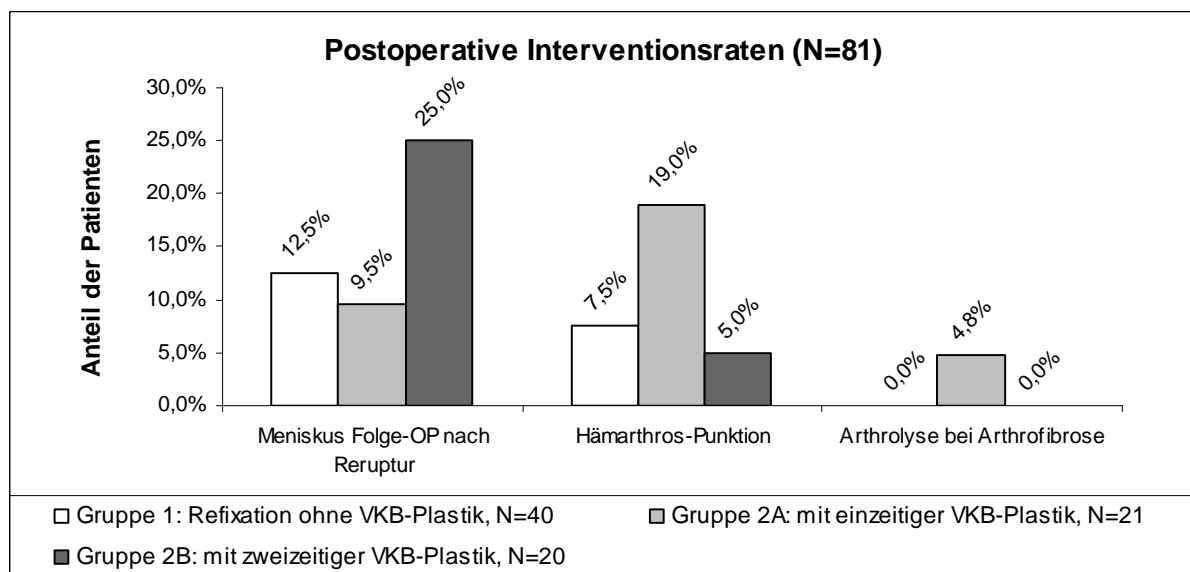


Abbildung 14: Postoperative Interventionsraten. Angaben in prozentualem Anteil der Patienten, bei denen der jeweilige Eingriff durchgeführt wurde. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20).

Zu einer Arthrofibrose ist es postoperativ bei einem Patienten der Gruppe 2A (4,8%) gekommen. In diesem Fall wurde das Bewegungsdefizit sieben Monate später mittels einer arthroskopisch durchgeführten Arthrolyse beseitigt.

Eine Hämarthros-Punktion musste postoperativ insgesamt bei 8 der 81 Studienteilnehmer durchgeführt werden. In 3 von 40 Fällen (7,5%) der Gruppe 1 und in einem von 20 Fällen

(5,0%) der Gruppe 2B musste bei persistierendem Hämarthros postoperativ eine Kniegelenkspunktion durchgeführt werden. Patienten der Gruppe 2A waren sogar in 4 von 21 Fällen (19,0%) von einer Punktion betroffen ( $p=0,374$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher).

Eine erneute Rissbildung im Meniskus an derselben Stelle (Reruptur) mit nachfolgender Re-Arthroskopie wurde bei insgesamt 12 der 81 Patienten gezählt, was eine Interventionsrate von 14,8% ergibt. Bei 5 von 40 Patienten (12,5%) der Gruppe 1, bei 2 der 21 Patienten (9,5%) aus Gruppe 2A und bei 5 der 20 Patienten (25,0%) aus Gruppe 2B kam es zu einer Reruptur des Meniskus ( $p=0,40$ , nicht signifikant, exakter Test nach Fisher). Eine detaillierte Analyse der Rerupturrate wird in Kapitel 3.11 vorgenommen.

### **3.9 Klinische Ergebnisse und Scores**

#### **3.9.1 Lysholm Score**

In der vorliegenden Studie wurde bei allen 81 Patienten während der Nachuntersuchung eine Erhebung des Lysholm Score vorgenommen. Es wurde ein Durchschnittswert von 90,2 bei 100 möglichen Punkten (Range 42-100) erreicht. In 50 Fällen wurde ein „sehr gutes“ Ergebnis, in 20 Fällen ein „gutes“ Ergebnis, in 5 Fällen ein „mäßiges“ Ergebnis und in 6 Fällen ein „schlechtes“ Ergebnis erzielt.

Abbildung 15 vergleicht die Durchschnittsscorewerte der drei untersuchten Patientengruppen. Für jene Patienten, die eine Meniskusrefixation bei intaktem vorderem Kreuzband erhalten hatten (Gruppe 1), ergibt sich ein Durchschnittswert im Lysholm Score von 91,1 Punkten (SD 10,53) und ein Median von 94 Punkten. Deutlich erkennbar ist das bessere Outcome bei Studienteilnehmern der Gruppe 2A mit einem Mittelwert von 93,8 Punkten (SD 6,7) und einem Median von 95 Punkten im Vergleich zu Patienten der Gruppe 2B mit einem Mittelwert von 85,0 Punkten (SD 14,37) und einem Median von 92 Punkten. Der Unterschied zwischen den drei Studiengruppen ist statistisch signifikant ( $p=0,039$ , Kruskal-Wallis-Test)

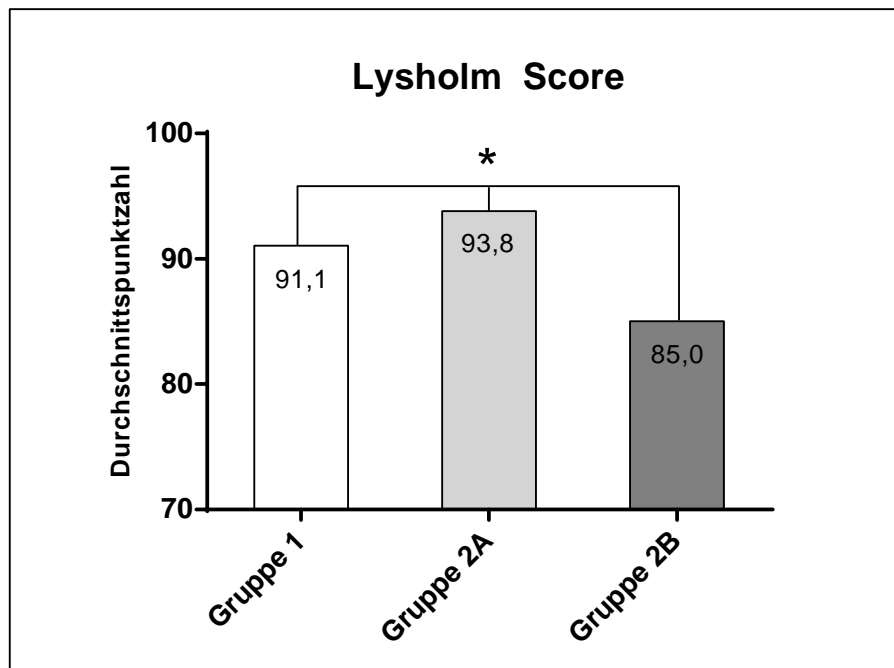


Abbildung 15: Durchschnittliche Punktzahl im Lysholm Score (von max. 100) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,039$ , Kruskal-Wallis-Test).

### 3.9.2 OAK Score

In der vorliegenden Studie wurde bei allen 81 Patienten während der Nachuntersuchung eine Erhebung des OAK Score vorgenommen. Es wurde ein Durchschnittswert von 90,1 bei 100 möglichen Punkten (Range 58-100) erreicht. In 51 Fällen wurde ein „sehr gutes“ Ergebnis, in 19 Fällen ein „gutes“ Ergebnis, in 7 Fällen ein „mäßiges“ Ergebnis und in 4 Fällen ein „schlechtes“ Ergebnis erzielt.

Abbildung 16 vergleicht die Durchschnittsscorewerte der drei untersuchten Patientengruppen. Für jene Patienten, die eine Meniskusrefixation bei intaktem vorderem Kreuzband erhalten hatten (Gruppe 1), ergibt sich ein Durchschnittswert im OAK Score von 91,8 Punkten (SD 8,48) und ein Median von 94 Punkten. Analog zu den Ergebnissen im Lysholm Score zeigt sich auch hier das bessere Outcome bei Studienteilnehmern der Gruppe 2A mit einem Mittelwert von 91,2 Punkten (SD 6,46) und einem Median von 92 Punkten im Vergleich zu Patienten der Gruppe 2B mit einem Mittelwert von 85,0 Punkten (SD 9,69) und einem Median von 87 Punkten. Der Unterschied der Ergebnisse im OAK Score ist ebenfalls statistisch signifikant ( $p=0,0045$ , Kruskal-Wallis-Test).

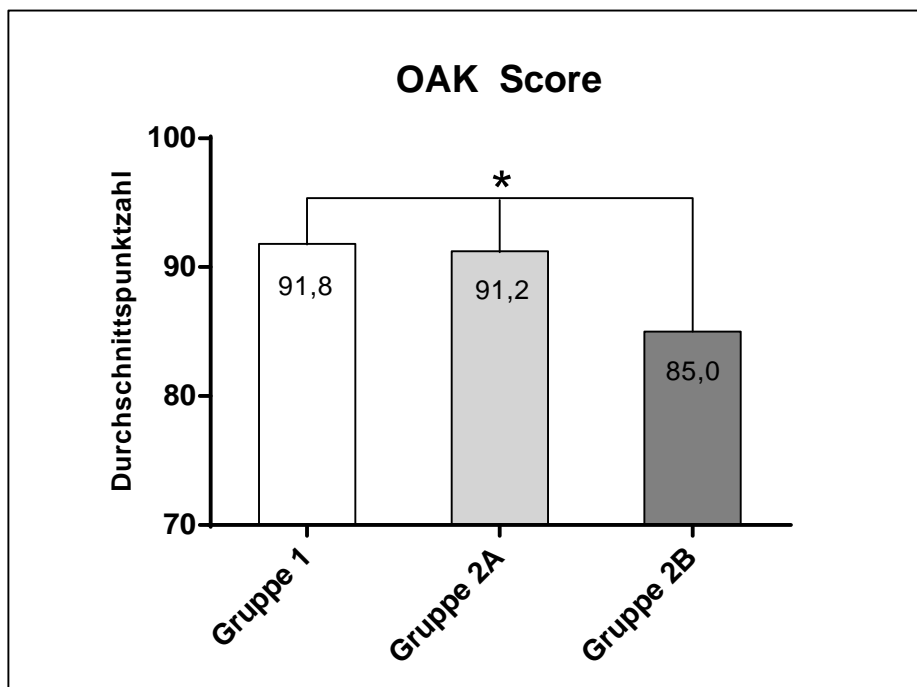


Abbildung 16: Durchschnittliche Punktzahl im OAK Score (von max. 100) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,0045$ , Kruskal-Wallis-Test).

### 3.9.3 Tegner Score

Während der Nachuntersuchung wurde der Tegner Aktivitätsscore der Studienteilnehmer sowohl für den Zeitpunkt vor dem Trauma (prä-Trauma) als auch für den Zeitpunkt der Nachuntersuchung (post-OP) evaluiert. Bezogen auf das Gesamtkollektiv von 81 Patienten wurden ein prä-Trauma Score von durchschnittlich 5,8 (von 10 möglichen Punkten) und ein postoperativer Score von durchschnittlich 4,8 ermittelt. In Tabelle 8 werden die prä-Trauma und postoperativen Werte der verschiedenen Patientengruppen dargestellt.

Patienten der Gruppe 1 hatten vor der Meniskusverletzung einen durchschnittlichen Wert im Tegner Score von 5,5, hingegen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 4,7. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,0001$ , gepaarter T-Test nach Wilcoxon).

Patienten mit zusätzlicher einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) wiesen vor der Verletzung einen durchschnittlichen Wert im Tegner Score von 6,5 auf, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 5,4. Der Unterschied ist ebenfalls statistisch signifikant ( $p=0,0005$ , gepaarter T-Test nach Wilcoxon).

Patienten der Gruppe 2B erreichten vor der Operation im Durchschnitt einen Wert von 5,7 im Tegner Score, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde mit 4,4 allerdings der niedrigste Wert, verglichen mit den anderen Gruppen, ermittelt. Der Unterschied zwischen den prä-Trauma und den post-OP Werten der Gruppe 2B ist, wie auch bei den anderen Patientengruppen, statistisch signifikant ( $p=0,0002$ , gepaarter T-Test nach Wilcoxon).

Der Vergleich der Post-OP Werte zwischen den drei Patientengruppen zeigt keine signifikanten Unterschiede ( $p=0,1392$ , Kruskal-Wallis-Test).

Tabelle 8: Prä-Trauma und postoperative Durchschnittswerte im Tegner Score bei den Patientengruppen. \*: Der Aktivitätsverlust ist statistisch signifikant ( $p<0,05$ ).

Kategorie	Tegner Score Prä-Trauma	Tegner Score Post-OP	P-Wert
Gruppe 1 Refixation ohne VKB-Plastik, N=40	5,5	4,7	0,0001*
Gruppe 2A mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21	6,5	5,4	0,0005*
Gruppe 2B mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20	5,7	4,4	0,0002*

### 3.9.4 Subjektive Zufriedenheit

Aus den Angaben aller 81 Studienteilnehmer zur subjektiven Zufriedenheit über die Wiederherstellung der Kniefunktion (vgl. Kapitel 2.4) wurde ein Durchschnittswert von 7,9 von 10 möglichen Punkten ermittelt. Die weitere Auswertung erfolgte, analog zu den anderen Scores, in den drei Patientengruppen (siehe Abbildung 17).

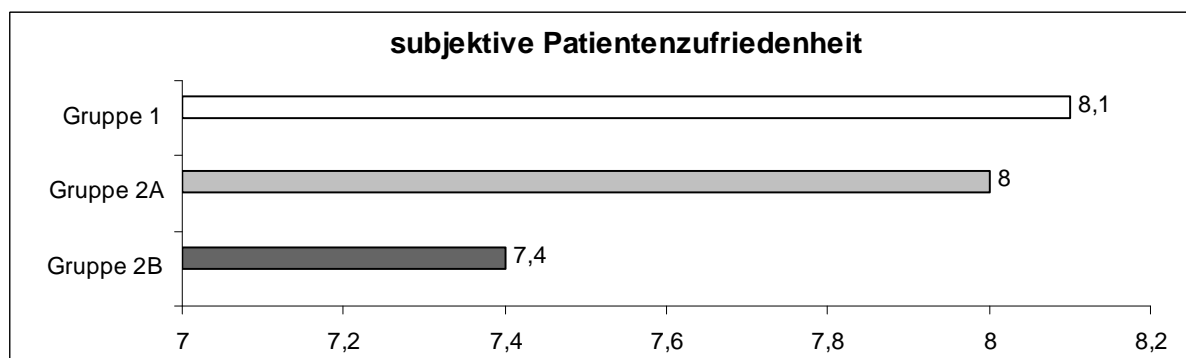


Abbildung 17: Subjektive Patientenzufriedenheit über die Wiederherstellung der Kniefunktion (von max. 10 Punkten). Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20).

Es fällt auf, dass Patienten der Gruppe 1 mit 8,1 Punkten ebenso zufrieden mit dem Operationsergebnis waren wie Patienten der Gruppe 2A (Wert: 8,0). Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) gaben durchschnittlich nur einen Wert von 7,4 an. Ein statistisch signifikanter Unterschied in der subjektiven Patientenzufriedenheit der drei Patientengruppen konnte jedoch nicht nachgewiesen werden ( $p=0,1908$  Kruskal-Wallis-Test).

### 3.10 Sozioökonomische Parameter

Die berufliche und sportliche Aktivität vor der Operation und zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung wurde evaluiert. Demnach konnten 80 von 81 Patienten (98,8%) nach der Meniskusrefixation wieder in ihrem präoperativen Beruf tätig werden.

Die exakt gleiche präoperative Sportart übten zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung allerdings nur noch 57 der 81 Studienteilnehmer (70,4%) aus. Weiteren 22 Patienten (27,2%) war dies aus Angst vor einer erneuten Verletzung oder aufgrund von Beschwerden unter Belastung nicht möglich. Die restlichen 2 Patienten (2,5%) mussten aus zeitlichen Gründen ihre präoperative Sportart aufgeben.

Betrachtet man die drei Patientengruppen getrennt voneinander, ergibt sich folgende Aufteilung (siehe Abbildung 18):

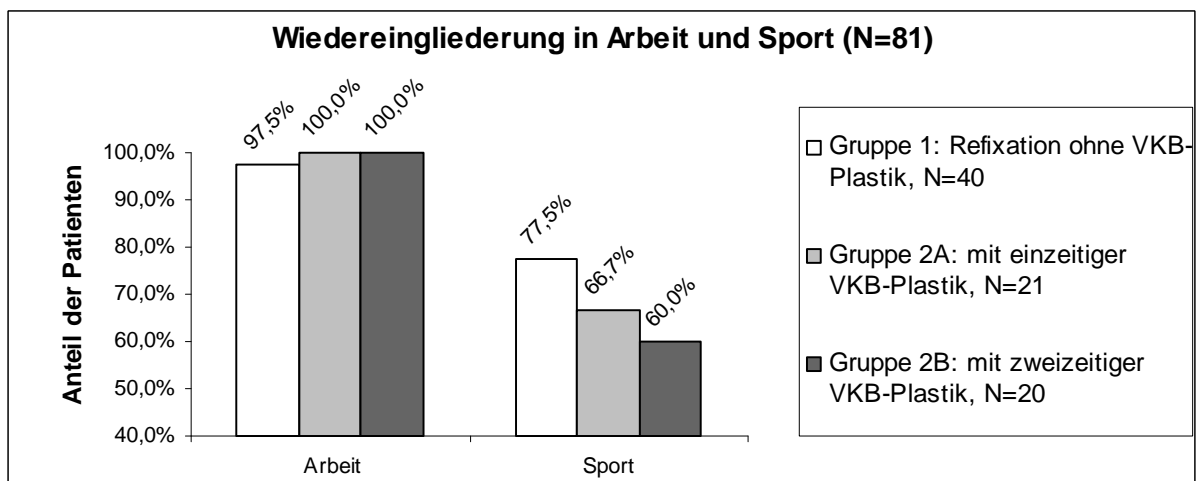


Abbildung 18: Anteil der Patienten aus den jeweiligen Patientengruppen, die die präoperative Arbeit bzw. den präoperativen Sport wieder aufgenommen haben. Angaben in Prozent. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20).

In die zuvor ausgeübte berufliche Tätigkeit konnten 39 von 40 Studienteilnehmer (97,5%) der Gruppe 1 zurückkehren. Aus den Gruppen 2A und 2B konnten alle 41 Studienteilnehmer (100%) wieder in ihre präoperative berufliche Tätigkeit eingegliedert werden.



Den zuvor ausgeübten präoperativen Sport konnten aus der Gruppe 1 (Refixation ohne VKB-Plastik) 31 von 40 Patienten (77,5%) wieder aufnehmen. Demgegenüber waren 14 von 21 Patienten (66,7%) der Gruppe 2A und nur 12 von 20 Patienten (60%) der Gruppe 2B zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in ihrer präoperativen Sportart aktiv. Patienten der Gruppe 2B kehrten demnach zwar am seltensten in ihre zuvor ausgeübte Sportart zurück, der Unterschied zwischen den drei Gruppen war jedoch statistisch nicht signifikant ( $p=0,342$  Chi-Quadrat Test).

Weiterhin wurde bei der Nachuntersuchung die Auswirkung der Operation auf die Zeitdauer bis zum beruflichen und sportlichen Wiedereinstieg ermittelt. Bezogen auf das Gesamtkollektiv von 81 Studienteilnehmern wurde eine durchschnittliche Zeitdauer von 14,3 Wochen nach dem Operationstag benötigt, bis die volle Wiedereingliederung in den Berufsalltag gelang.

Wie oben bereits beschrieben, waren nur 57 der 81 Patienten zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung in ihrer präoperativen Sportart aktiv. Diese 57 Patienten benötigten durchschnittlich 31,8 Wochen von der Meniskusrefixation bis zur Wiederaufnahme des Sports.

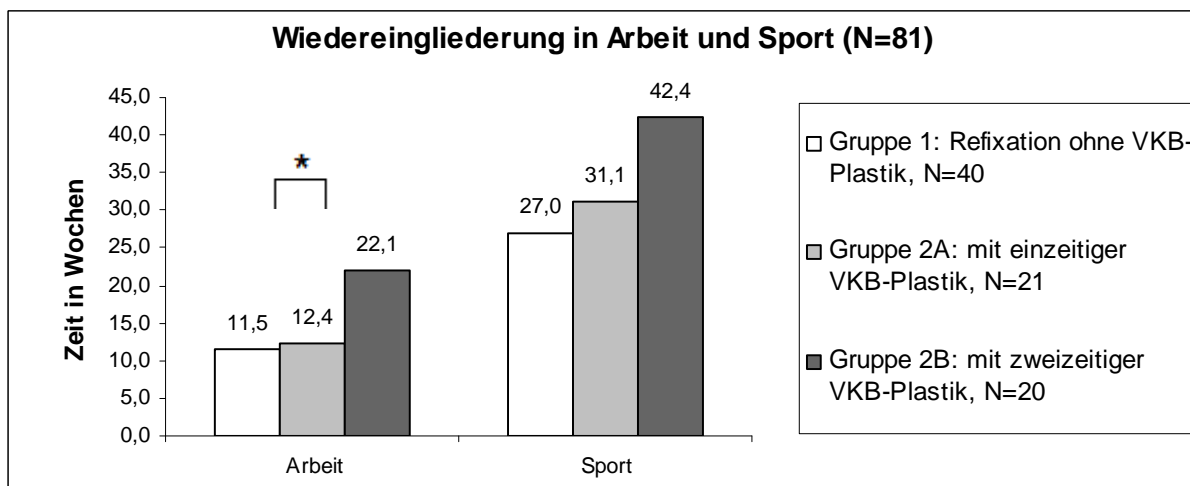


Abbildung 19: Durchschnittliche Zeitdauer in Wochen nach der Meniskusrefixation bis zur Wiederaufnahme der präoperativen Arbeit bzw. des präoperativen Sports. Aufteilung in Gruppe 1 (ohne VKB-Ruptur, N=40), Gruppe 2A (mit einzeitiger VKB-Plastik, N=21) und Gruppe 2B (mit zweizeitiger VKB-Plastik, N=20). \*: Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $p=0,0123$ , Kruskal-Wallis-Test).

Wie Abbildung 19 zeigt, benötigten Patienten der Gruppe 1 eine durchschnittliche Zeitdauer von 11,5 Wochen nach dem Operationstag, bis sie wieder voll in den Arbeitsalltag integriert waren. Studienteilnehmer der Gruppe 2A waren nach durchschnittlich 12,4 Wochen wieder in den Berufsalltag eingegliedert, Studienteilnehmer der Gruppe 2B hingegen erst nach 22,1

Wochen, die damit die längste Zeitdauer benötigten. Der Unterschied zwischen den drei Gruppen ist statistisch signifikant ( $p=0,0123$ , Kruskal-Wallis-Test).

Bei der Betrachtung der Zeitdauer bis zur Wiederaufnahme des Sports wurden nur jene 57 Patienten ausgewertet, die tatsächlich in ihre präoperative Sportart zurückgekehrt waren. Abbildung 19 verdeutlicht, dass Patienten ohne VKB-Ruptur (Gruppe 1) im Schnitt 27 Wochen Rehabilitationszeit nach der Meniskusnaht benötigten, bis sie sich wieder vollständig sportlich belasten konnten. Studienteilnehmer der Gruppe 2A nahmen nach durchschnittlich 31,1 Wochen die sportliche Tätigkeit wieder auf. Patienten der Gruppe 2B benötigten demgegenüber durchschnittlich 42,4 Wochen und damit die längste Zeit vom Zeitpunkt der Meniskusrefixation bis zur Wiedereingliederung in den präoperativen Sport. Es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p=0,3609$ , Kruskal-Wallis-Test).

### 3.11 Rerupturrate der Meniskusrefixation

In der vorliegenden Studie wurden in dem Zeitraum von der Meniskusrefixation bis zur Nachuntersuchung bei insgesamt 12 der 81 Patienten (14,8%) arthroskopisch gesicherte Rerupturen des initial refixierten Meniskus gezählt. Die klinische Erfolgsrate der Meniskusrefixation lag damit bei 85,2%. Unbeachtet bleiben jedoch jene Patienten, bei denen die Reruptur asymptomatisch war und daher nicht erneut arthroskopiert wurde.

Die durchschnittliche Zeitdauer von der Meniskusrefixation bis zur Reruptur betrug bei den 12 Studienteilnehmern 10,5 Monate (Range 1-36 Monate). Innerhalb der ersten 14 Monate erlitten 11 von 12 Patienten (91,7%) die erneute Rissbildung.

Tabelle 9 gibt einen Überblick, inwiefern bestimmte Merkmale die Rerupturrate beeinflussen.

Tabelle 9: Überblick der Rerupturraten

<i>Merkmal</i>	<i>Unterteilung</i>	<i>Anzahl Patienten</i>	<i>Anzahl Rerupturen</i>	<i>Rerupturrate</i>	<i>P- Wert</i>
<i>Gesamt</i>	Gesamt	81	12	14,8%	
<i>Geschlecht</i>	männlich	55	9	16,4%	$p= 0,74$
	weiblich	26	3	11,5%	ns
<i>Alter</i>	- < 40 Jahre	62	10	16,1%	$p= 0,72$
	- ≥ 40 Jahre	19	2	10,5%	ns
<i>BMI</i>	- < 25	41	8	19,5%	$p= 0,35$
	- ≥ 25	40	4	10,0%	ns

<i>Raucher</i>	- ja	40	7	17,5%	p= 0,55
	- nein	41	5	12,2%	ns
<i>Rissalter</i>	- Akut ( $\leq 6$ Wochen)	47	8	17,0%	p= 0,75
	- Chronisch ( $> 6$ Wochen)	34	4	11,8%	
<i>Ätiologie</i>	- Sport	42	10	23,8%	p= 0,026 signifikant
	- kein Sport	39	2	5,1%	
<i>Lokalisation</i>	- nur Innenmeniskus	37	5	13,5%	p= 0,88 ns
	- nur Außenmeniskus	40	7	17,5%	
	- Innen- und AM	4	0	0,0%	
	- Vorderhorn	10	0	0,0%	p= 0,34 ns
	- Hinterhorn	65	12	18,5%	
- nur Meniskuskörper	6	0	0,0%		
<i>Risstyp</i>	- Längsriss	64	9	14,1%	p= 0,85 ns
	- Horizontalriss	9	2	22,2%	
	- Komplexriss	8	1	12,5%	
	- mit Korbhenkelriss	19	4	21,1%	p= 0,46
	- ohne Korbhenkelriss	62	8	12,9%	ns
<i>Nahttechnik / Risslänge</i>	- 1 FasT-Fix implantiert	46	6	13,0%	p= 0,35 ns
	- 2 oder mehr FasT-Fix	28	6	21,4%	
	- nur Outside-In	7	0	0,0%	
<i>VKB-Plastik</i>	- ohne, VKB intakt (1)	40	5	12,5%	p= 0,76
	- mit VKB-Plastik (2A, 2B)	41	7	17,1%	ns
	- einzeitige Plastik (2A)	21	2	9,5%	p= 0,24
	- zweizeitige Plastik (2B)	20	5	25,0%	ns
	- Gruppe 1	40	5	12,5%	p= 0,40 ns
	- Gruppe 2A	21	2	9,5%	
- Gruppe 2B	20	5	25,0%		

### 3.11.1 Geschlecht

Zunächst wurde die Rerupturrate in Abhängigkeit des Geschlechts untersucht. Es stellte sich heraus, dass 9 der 55 männlichen Studienteilnehmer (16,4%) und 3 der 26 weiblichen Studienteilnehmerinnen (11,5%) einen erneuten Meniskusriss an derselben Stelle erlitten hatten. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Rerupturraten gefunden werden ( $p=0,74$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.2 Alter

Bezüglich des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation wurden zwei Gruppen erstellt. Es stellte sich heraus, dass die Rerupturrate bei den 62 jüngeren Studienteilnehmern mit 16,1% zwar höher lag als bei den 19 älteren Studienteilnehmern mit 10,5%, eine statistische Unabhängigkeit konnte jedoch nicht ermittelt werden ( $p=0,72$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.3 BMI

Weiterhin wurde evaluiert, ob ein Zusammenhang zwischen Body-Maß-Index und insuffizienter Meniskusnaht bestand. 8 der 41 Patienten (19,5%) mit einem BMI von  $< 25$  erlitten eine Reruptur, hingegen nur 4 der 40 Patienten (10,0%) mit einem BMI von  $\geq 25$ . Zwischen diesen beiden Rerupturraten wurde kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt ( $p=0,35$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.4 Raucher

Bei 7 der 40 Patienten mit Nikotinabusus zum Zeitpunkt der Operation heilte die Meniskusnaht nicht ein. Die Rerupturrate betrug 17,5%. Ebenso heilte bei 5 der 41 Nichtraucher die Meniskusnaht nicht ein, die Rerupturrate betrug 12,5%. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Rerupturraten gefunden werden ( $p=0,55$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.5 Rissalter („Trauma-to-repair time“)

Bei 8 der 47 Studienteilnehmer aus der Gruppe „akut“ ( $\leq 6$  Wochen zwischen Trauma und OP) heilte der refixierte Meniskus nicht suffizient ein, die Rerupturrate betrug 17,0%. Bei 4 der 34 Studienteilnehmer aus der Gruppe „chronisch“ ( $> 6$  Wochen zwischen Trauma und OP) wurde eine Reruptur verzeichnet, die Rerupturrate betrug 11,8%. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht ermittelt werden ( $p=0,75$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.6 Ätiologie

Die Ätiologie der Meniskusrisse wurde eruiert. Dabei zeigte sich, dass 42 von 81 Patienten den Meniskusriss beim Ausüben einer Sportart erlitten hatten. Bei der Ermittlung der Rerupturrate zeigte sich, dass bei 10 der 42 sportverletzten Patienten der Meniskus erneut an derselben Stelle rupturierte. Die Rerupturrate lag bei 23,8%. Im Gegensatz dazu heilte die Naht bei 37 der 39 Patienten ein, die als Ätiologie der Verletzung keinen Sportunfall

angaben. Die Rerupturrate bei Meniskusverletzungen ohne sportliche Genese lag damit bei nur 5,1%. Zwischen diesen beiden Rerupturraten konnte ein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p=0,026$ , exakter Test nach Fisher).

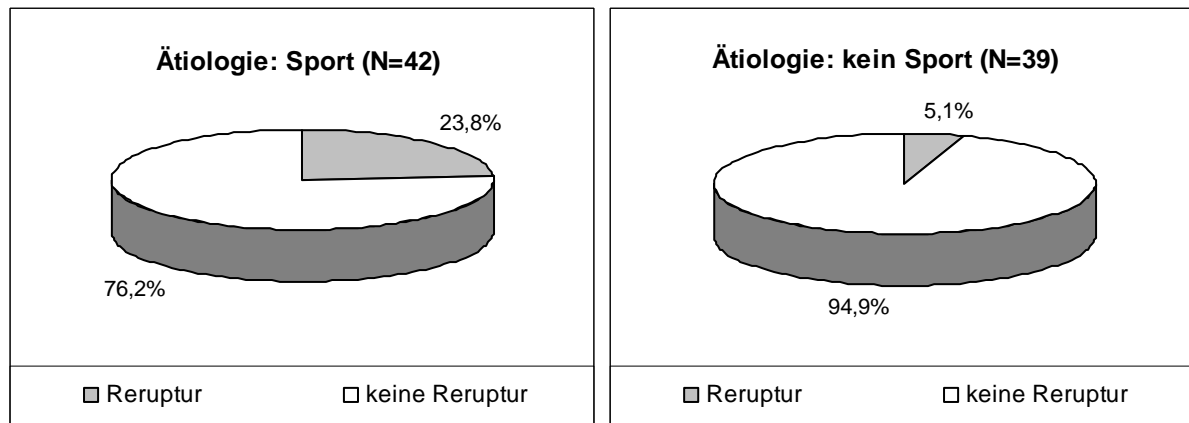


Abbildung 20: War die Ursache der Meniskusverletzung ein Sportunfall, kam es in der Folge signifikant häufiger zu Meniskusrerupturen ( $p=0,026$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.7 Lokalisation

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen Lokalisation des Meniskusrisses und der Rerupturrate besteht. Hierbei wurden die Häufigkeiten der erneuten Risse im Innen- und Außenmeniskus miteinander verglichen. 37 Patienten erhielten eine isolierte Innenmeniskusrefixation, davon rupturierte bei 5 Patienten (13,5%) der Meniskus erneut. Bei 40 Patienten musste eine isolierte Außenmeniskusrefixation durchgeführt werden, die Rerupturrate lag hier bei 17,5%. 4 Patienten erhielten eine gleichzeitige Innen- und Außenmeniskusrefixation, keiner von ihnen musste erneut am Meniskus operiert werden (0%). Zwischen diesen drei Rerupturraten wurde kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt ( $p=0,88$ , exakter Test nach Fisher).

Eine ausschließliche Refixation am Vorderhorn wurde bei nur 10 Patienten vorgenommen. Keiner von ihnen erlitt einen erneuten Meniskusriss (0,0%). Die ausschließliche Hinterhornrefixation wurde bei 65 Patienten durchgeführt, wobei alle 12 Rerupturen in dieser Gruppe auftraten. Die Rerupturrate lag bei 18,5%. Bei keinem der 6 Patienten, die eine ausschließliche Refixation am Meniskuskörper erhalten hatten, wurde ein erneuter Riss notiert (0%). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied der Rerupturraten zwischen diesen drei Gruppen gefunden werden ( $p=0,34$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.8 Risstyp

Um den Einfluss des Risstyps auf die Rerupturrate beurteilen zu können, wurden alle Patienten mit Längsriss, Horizontalriss und Komplexriss in jeweils einer Gruppe zusammengefasst. Bei 9 der 64 Studienteilnehmer mit Längsriss (14,1%), bei 2 der 9 Studienteilnehmer mit Horizontalriss (22,2%) und bei einem der 8 Studienteilnehmer mit Komplexriss (12,5%) rupturierte der Meniskus erneut. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p=0,85$ , exakter Test nach Fisher).

Zudem wurden alle 19 Patienten mit einem refixierten Korbhenkelriss in einer Gruppe zusammengefasst. Es stellte sich heraus, dass bei 4 der 19 Patienten die Meniskusnaht nicht suffizient einheilen konnte. Die Rerupturrate lag bei 21,1%. Im Gegensatz dazu wurde die Rerupturrate aller übrigen Studienteilnehmer berechnet. 8 der 62 Patienten (12,9%), bei denen kein Korbhenkelriss refixiert wurde, erlitten eine Reruptur. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Rerupturraten ermittelt werden ( $p=0,46$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.9 Nahttechnik / Risslänge

Ferner wurden die Rerupturraten unterschiedlicher Nahttechniken und Risslängen evaluiert. Als Maß für die Länge diente die Anzahl der implantierten FasT-Fix - Systeme. Bei 46 Patienten wurde lediglich ein Anker zur Refixation genutzt. In 6 Fällen heilte die Meniskusnaht nicht ein, die Rerupturrate lag bei 13,0%. In 6 der 28 Fälle (21,4%), bei denen 2 oder mehr FasT-Fix - Systeme aufgrund der größeren Risslänge zur Meniskusnaht eingesetzt wurden, rupturierte der Meniskus erneut. Keiner der 7 Meniskusrisse (0,0%), die ausschließlich mit Outside-In - Nähten versorgt wurden, rupturierten erneut. Zwischen diesen drei Rerupturraten konnte kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p=0,35$ , exakter Test nach Fisher).

### 3.11.10 VKB-Plastik

Abschließend wurden die Rerupturraten der Patienten mit und ohne VKB-Ruptur als Nebendiagnose analysiert. 40 Patienten erhielten eine isolierte Meniskusrefixation bei intaktem vorderem Kreuzband. In 5 Fällen rupturierte der Meniskus erneut, die Rerupturrate betrug 12,5%. 41 Patienten erhielten eine Meniskusrefixation bei gerissenem vorderem Kreuzband, wobei in 7 Fällen die Meniskusnaht nicht einheilte. Die Rerupturrate lag bei 17,1%. Zwischen diesen beiden Rerupturraten wurde kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt ( $p=0,76$ , exakter Test nach Fisher).

Betrachtet man nun die Gruppe jener Studienteilnehmer mit zusätzlicher VKB-Ruptur, ergibt sich folgendes Ergebnis: Lediglich bei 2 der 21 Patienten (9,5%), bei denen eine Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik durchgeführt wurde, rupturierte der Meniskus erneut. Demgegenüber rupturierte bei 5 der 20 Patienten (25%), bei denen die VKB-Plastik erst in einer Zweitoperation vorgenommen wurde, der Meniskus erneut. Es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p=0,24$ , exakter Test nach Fisher).

Im Vergleich von Gruppe 1, Gruppe 2A und Gruppe 2B konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied der drei Rerupturraten ermittelt werden. ( $p=0,40$ , exakter Test nach Fisher).

## 4 Diskussion

In zahlreichen Studien konnte bewiesen werden, dass die Arthroserate im Kniegelenk nach Meniskusentfernung signifikant erhöht ist [9, 25, 32, 33, 55, 66]. Über den Nutzen der Meniskusrefixation bei entsprechender Indikation, gerade im Hinblick auf die Prävention einer Früharthroseentwicklung im Kniegelenk, besteht heute Konsens.

Entscheidend für den Erfolg der Meniskusrefixation ist jedoch ein stabiles Kniegelenk. Eine Reihe von Wissenschaftlern bestätigten, dass die Rerupturrate von refixierten Meniskusrissen in einem instabilen Kniegelenk höher ist als in einem stabilen Kniegelenk [35, 48, 50, 122, 123].

Diese Beobachtung war Anlass zur Durchführung der vorliegenden Studie, um das Outcome von Patientengruppen mit verschiedenem zeitlichem Management der Meniskusrefixation miteinander zu vergleichen. Des Weiteren wurde evaluiert, welche Faktoren eine Reruptur des genähten Meniskus beeinflussen. Die Ergebnisse sollen im folgenden Kapitel diskutiert und mit bereits publizierten Studien verglichen werden.

Die Analyse der Patientenbasisdaten in den Kapiteln 3.1 bis 3.6 zeigte eine weitgehend homogene Verteilung zwischen den drei Patientengruppen als Voraussetzung für eine vergleichende Studie.

### 4.1.1 Analyse der Outcomeparameter

Die Erhebung des Lysholm Scores bei allen 81 Patienten im Rahmen der Nachuntersuchung ergab einen Durchschnittswert von 90,2 Punkten. Damit ist das Gesamtergebnis der durchgeführten Meniskusrefixationen mit „gut“ zu bewerten.

Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) mit durchschnittlich 85,2 Punkten insgesamt das schlechteste Operationsergebnis aufweisen, wobei Patienten mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) mit 93,5 Punkten das beste Outcome erzielten. Bei Patienten mit isolierter Meniskusrefixation (Gruppe 1) wurde ein Durchschnittswert von 91,1 Punkten ermittelt. Aufgrund eines statistisch signifikanten Unterschiedes kann geschlossen werden, dass sich der Zeitpunkt der zusätzlichen Kreuzbandplastik auf das Ergebnis im Lysholm Score auswirkt.

Abbildung 21 zeigt einen Vergleich der Ergebnisse im Lysholm Score der vorliegenden Studie mit denen publizierter Studien der letzten 10 Jahre.



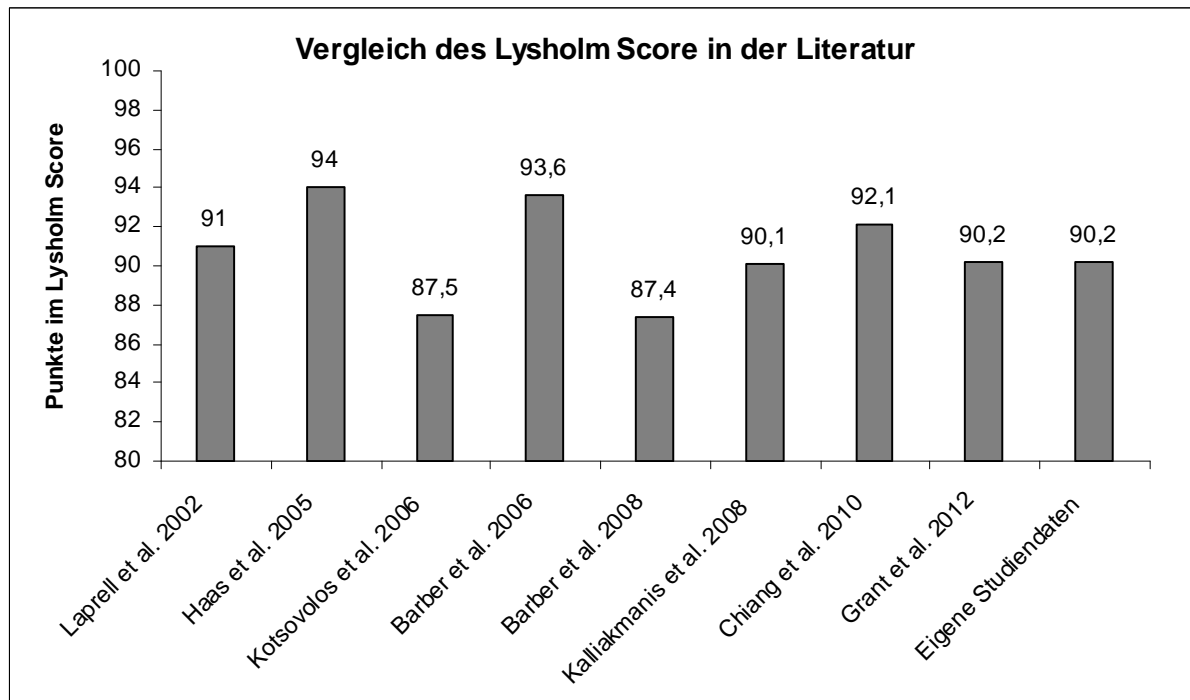


Abbildung 21: Vergleich der durchschnittlichen postoperativen Ergebnisse im Lysholm Score aktueller Studien (2002-2012) bei Patienten mit Meniskusrefixation [17, 19, 30, 45, 48, 69, 73, 79] .

Aus den acht verglichenen Studien wurde ein Durchschnittswert im Lysholm Score von 90,7 Punkten errechnet. Der niedrigste Wert mit 87,4 Punkten wurde in einer Studie von Kotsovolos et al. aus dem Jahre 2006 registriert [73], wobei Haas et al. im Jahre 2005 den höchsten Durchschnittswert mit 94 Punkten ermitteln konnten [48]. Es zeigt sich, dass die in der Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführten Meniskusrefixationen („Eigene Studiendaten“) mit 90,2 Punkten annähernd den Mittelwert der Literaturergebnisse im Lysholm Score erreichen.

Es ist jedoch anzumerken, dass sich die Parameter des Lysholm Score zu 95% aus subjektiven und zu 5% aus objektiven Kriterien zusammensetzen [84]. Da in der vorliegenden Studie alle Patienten von demselben Untersucher bewertet wurden, sind die Ergebnisse der drei Patientengruppen vergleichbar und interindividuelle Fehler zu vernachlässigen. Dennoch bleibt die Überbewertung der subjektiven Parameter ein Nachteil des Scores.

Der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Studien sollte jedoch mit einem kritischen Blick vorgenommen werden. Es ist daher anzunehmen, dass sich die Unterschiede zwischen den in Abbildung 21 dargestellten Studien nicht unbedingt durch bessere Operationsbedingungen oder eine suffizientere Nachbehandlung erklären lassen, sondern in erster Linie durch eine subjektive Sicht in der Bewertung des Lysholm Score durch den Untersucher.

Bei der Erhebung des OAK Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde ein Durchschnittswert von 90,1 Punkten ermittelt. Damit ist das Gesamtergebnis der durchgeführten Meniskusrefixationen im Hinblick auf den OAK Score ebenfalls mit „gut“ zu bewerten.

Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) weisen mit durchschnittlich 85,0 Punkten insgesamt das schlechteste Operationsergebnis auf, wobei Patienten mit isolierter Meniskusrefixation (Gruppe 1) mit 91,8 Punkten das beste Outcome erzielten. Im Gegensatz zu den Verhältnissen im Lysholm Score erreichten die Patienten der Gruppe 2A (91,2 Punkte) im OAK Score ein etwas schlechteres Ergebnis als die Studienteilnehmer der Gruppe 1. Eine mögliche Ursache könnte darin bestehen, dass der Kategorie Kniegelenksstabilität mit 35 % an der Gesamtpunktzahl ein herausragender Anteil zukommt [94]. So kann z.B. eine mangelhafte operative Versorgung des vorderen Kreuzbandes bei Patienten mit Meniskusrefixation und zusätzlicher Kreuzbandplastik trotz suffizienter Meniskusnaht das Ergebnis im OAK Score verschlechtern. Im Gruppenvergleich zeigen sich wie auch beim Lysholm Score signifikante Unterschiede, sodass geschlussfolgert werden kann, dass sich der Zeitpunkt der zusätzlichen Kreuzbandplastik ebenso auf das Ergebnis im OAK Score auswirkt.

In der aktuellen Literatur wurde lediglich eine Studie gefunden, die den OAK Score zur Evaluation der Meniskusrefixation heranzieht. Hantes et al. untersuchten im Jahre 2005 48 Patienten mit Meniskusrefixation in All-Inside-Technik, von denen bei 39 Patienten zusätzlich eine einzeitige VKB-Plastik erfolgte. Nach einem durchschnittlichen Follow-up von 19 Monaten wurden bei 38 Patienten (79%) „gute“ und „sehr gute“ Ergebnisse im OAK Score erzielt [51]. In der vorliegenden Studie wurde sogar bei 70 der 81 Patienten (86,4%) ein „gutes“ und „sehr gutes“ Ergebnis dokumentiert. Im Gegensatz zum Lysholm Score setzt sich das Endergebnis des OAK Score nur zu 25% aus subjektiven, jedoch zu 75% aus objektiven Untersuchungsbefunden zusammen [94]. Diese Tatsache bekräftigt das Vorgehen, die Ergebnisse von Studien verschiedener Autoren bezüglich des OAK Score miteinander zu vergleichen, da der Anteil von subjektiven Einschätzungen deutlich geringer ist als beim Lysholm Score. Der OAK Score sollte aus diesem Grunde in Zukunft einen größeren Anwendungsbereich finden.

In der vorliegenden Studie wurde im Tegner Score, bezogen auf das Gesamtkollektiv von 81 Patienten, ein prä-Trauma Score (vor der Verletzung) von durchschnittlich 5,8 und ein post-OP Score (zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung) von durchschnittlich 4,8 ermittelt. In allen drei Patientengruppen zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der post-OP Ergebnisse, wobei Patienten der Gruppe 2B das niedrigste Aktivitätsniveau aufwiesen. Die Gründe für die geringere sportliche Aktivität sahen die Studienpatienten vor allem in der

Angst vor einer erneuten Verletzung oder aufgrund von persistierenden Beschwerden unter Belastung.

Aussagekräftige Studien der letzten 10 Jahre werden in Abbildung 22 mit den jeweiligen post-OP Ergebnissen im Tegner Scores dargestellt.

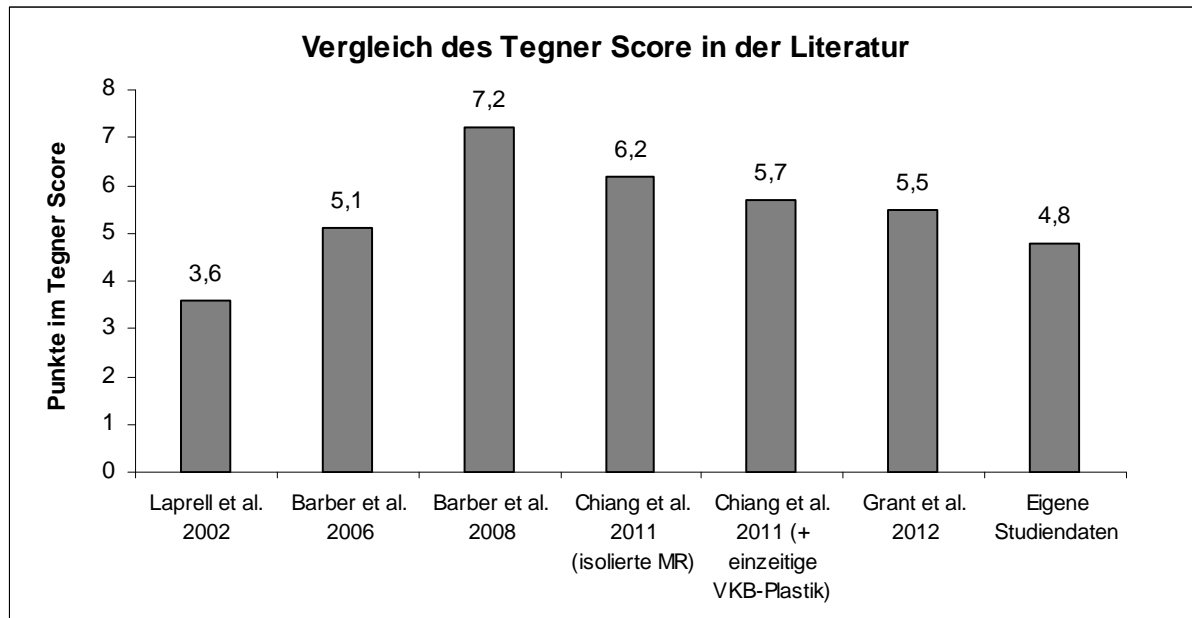


Abbildung 22: Vergleich der durchschnittlichen postoperativen Ergebnisse im Tegner Score aktueller Studien (2002-2012) bei Patienten mit Meniskusrefixation [17, 19, 30, 45, 79].

Aus den sechs dargestellten Studien wurde ein Durchschnittswert im Tegner Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung von 5,4 Punkten ermittelt. Der niedrigste Wert mit 3,6 Punkten wurde in einer Studie von Laprell et al. aus dem Jahre 2002 registriert [79], wobei Barber et al. im Jahre 2008 den höchsten Durchschnittswert mit 7,2 Punkten ermitteln konnten [19]. Es zeigt sich, dass die in der Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführten Meniskusrefixationen („Eigene Studiendaten“) mit 4,8 Punkten im Tegner Score unter dem Durchschnitt der Ergebnisse aus der Literatur liegen. Gründe hierfür könnten in der Auswahl des Patientenkollektivs liegen. So wurden z.B. die Studien von Chiang et al. in sportmedizinischen Zentren durchgeführt, in denen das Patientenkollektiv in der Regel einen ohnehin höheren Aktivitätslevel aufweist und daher höhere postoperative Werte im Tegner Score erzielt wurden. Chiang et al. untersuchten 18 Patienten mit isolierter Meniskusrefixation und dokumentierten mit 6,2 Punkten im Tegner Score einen deutlich höheren postoperativen Wert als in der vorliegenden Studie bei Patienten der Gruppe 1 (4,7 Punkte) [30].

Die Evaluation der subjektiven Patientenzufriedenheit ergab mit durchschnittlich 7,9 von 10 Punkten ein gutes Ergebnis. Studienteilnehmer der Gruppe 1 gaben im Durchschnitt den höchsten Wert an (8,1 Punkte), Studienteilnehmer der Gruppe 2B mit 7,4 Punkten den niedrigsten Wert und waren damit insgesamt am „unzufriedensten“ mit dem Operationsergebnis. Die Unterschiede sind zwar statistisch nicht signifikant, für die Praxis lässt sich daraus jedoch eine Tendenz ableiten, die ein einzeitiges Vorgehen bei Meniskusverletzungen in Kombination mit Kreuzbandrupturen unterstützen sollte.

#### **4.1.2 Analyse der sozioökonomischen Parameter**

Die berufliche und sportliche Aktivität vor der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden evaluiert. Demnach konnten 80 von 81 Patienten (98,8%) nach der Meniskusrefixation wieder in ihrem präoperativen Beruf tätig werden. Die Gefahr einer Berufsunfähigkeit fällt also bei der Verletzung am Meniskus zumindest mittelfristig kaum ins Gewicht. Dennoch dauerte es durchschnittlich 14,3 Wochen bis zur vollständigen Wiedereingliederung in den Beruf. Dies bedeutet eine nicht unerhebliche Belastung für den Patienten, den Arbeitgeber und das Sozialsystem.

Im Gruppenvergleich fällt auf, dass Patienten der Gruppe 2B aufgrund der zwei nacheinander folgenden Operationen mit 22,1 Wochen eine fast doppelt so lange Zeit bis zur Wiedereingliederung in den Beruf benötigten als Patienten der Gruppen 1 (11,5 Wochen) und 2A (12,4 Wochen). Der Unterschied ist statistisch signifikant. Für die klinische Tätigkeit kann daher festgehalten werden, dass ein einzeitiges Vorgehen den Krankheitsprozess verkürzt.

Die exakt gleiche präoperative Sportart übten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung allerdings nur noch 57 der 81 Studienteilnehmer (70,4%) aus. Durchschnittlich benötigten die 57 Patienten 31,8 Wochen von der Meniskusrefixation bis zur vollständigen Wiederaufnahme des Sports.

Der Gruppenvergleich zeigt zwar, dass Patienten der Gruppe 1 mit 77,5% am häufigsten und Patienten der Gruppe 2B mit 60,0% am seltensten in ihre zuvor ausgeübte Sportart zurückkehrten, ein statistisch signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht ermittelt werden. Diese Tendenz ist am ehesten damit zu begründen, dass eine Meniskusverletzung in Kombination mit einer vorderen Kreuzbandruptur ein wesentlich komplexeres Trauma darstellt als eine isolierte Meniskusverletzung. Heijne et al. zeigten sogar, dass keiner ihrer 68 Studienteilnehmer mit vorderer Kreuzbandplastik den ursprünglichen Aktivitätslevel wieder erreichen konnte [53].

Im Falle einer erfolgreichen Wiedereingliederung in die präoperative Sportart benötigten Patienten der Gruppe 2A nur 31,1 Wochen und Patienten der Gruppe 2B mit 42,4 Wochen die längste Zeitdauer. Insgesamt war die vollständige Sportfähigkeit der Patienten in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit nach 6,5-11 Monaten wieder gegeben. Wirth et al. geben für Patienten mit isolierter Meniskusrefixation eine Dauer von 6 Monaten bis zur vollständigen Belastbarkeit an, was ein ähnliches Ergebnis wie in der vorliegenden Studie (Gruppe 1: 6,5 Monate) darstellt [136]. Auch laut Peterson et al. ist eine sportliche Rückkehr erst nach 4-6 Monaten möglich [106]. Für Patienten mit Meniskusrefixation und VKB-Plastik geben Logan et al. eine Dauer von ca. 41 Wochen (10,4 Monate) an, was ebenfalls ein ähnliches Niveau wie in der vorliegenden Studie darstellt [83].

Als Grund für die längere Zeitdauer zwischen Trauma und Wiedereingliederung in den präoperativen Sport bei Patienten der Gruppe 2B ist in erster Linie die nachfolgende 2. Operation (VKB-Plastik) nach einem Einheilungsintervall zu nennen. In der Zwischenzeit ist das vordere Kreuzband noch nicht operativ versorgt und die Belastbarkeit des Patienten ist nicht gegeben. Über weitere Gründe kann spekuliert werden: Zum einen könnten die Schwere der Verletzung und zum anderen die Angst vor einem erneuten Trauma bei Patienten der Gruppe 2B besonders stark ausgeprägt sein, sodass erst eine spätere Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität möglich war.

Einen weiteren Nachteil bei der Meniskusrefixation mit zweizeitiger VKB-Plastik sehen wir in der erhöhten Gesamt-Operationsdauer, da zwei anstatt einem operativen Eingriff notwendig sind. In der vorliegenden Studie betrug die Operationsdauer für eine Meniskusrefixation mit Kreuzbandstumpfresektion durchschnittlich 71,9 Minuten. Eine Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik dauerte im Schnitt lediglich 47 Minuten länger. Es ist anzunehmen, dass sich beim einzeitigen Vorgehen sowohl das kumulative Operationsrisiko als auch die Kosten für das Gesundheitssystem reduzieren.

## **4.2 Analyse der Rerupturrate**

Eine Reruptur wurde in der vorliegenden Studie nur dann als eine solche gewertet, wenn in einer zweiten Arthroskopie die Reruptur bestätigt wurde. In der vorliegenden Studie wurden bei insgesamt 12 der 81 Patienten Rerupturen des refixierten Meniskus gezählt. Die Rerupturrate lag damit bei 14,8% und die klinische Erfolgsrate der Meniskusrefixation bei 85,2%.

Die durchschnittliche Zeitdauer von der Meniskusrefixation bis zur Reruptur betrug bei den 12 Studienteilnehmern 10,5 Monate (Range 1-36 Monate). Innerhalb der ersten 14 Monate

erlitten 11 von 12 Patienten (91,7%) die erneute Rissbildung. Daran kann die Vermutung geäußert werden, dass ein Follow-Up von wenigstens 24 Monaten ausreichend war, um ein Großteil der Rerupturen zu erfassen. Zahlreiche Autoren aktueller Studien wählten ebenfalls ein Follow-up von mindestens 24 Monaten [5, 19, 76, 126, 129, 130]. Aufgrund eines durchschnittlichen Follow-up von 42 Monaten in der vorliegenden Studie konnten Spätkomplikationen an unserem Patientengut nicht beurteilt werden.

Klinische Studien zur arthroskopischen Meniskusrefixation in All-Inside-Technik und Outside-In-Technik der letzten 10 Jahre zeigten Rerupturraten von 0% - 50% [42, 45, 48, 67, 69, 126, 128–130].

Abbildung 23 zeigt einen Vergleich der Rerupturraten zwischen Studien mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik und Studien mit isolierter Meniskusrefixation.

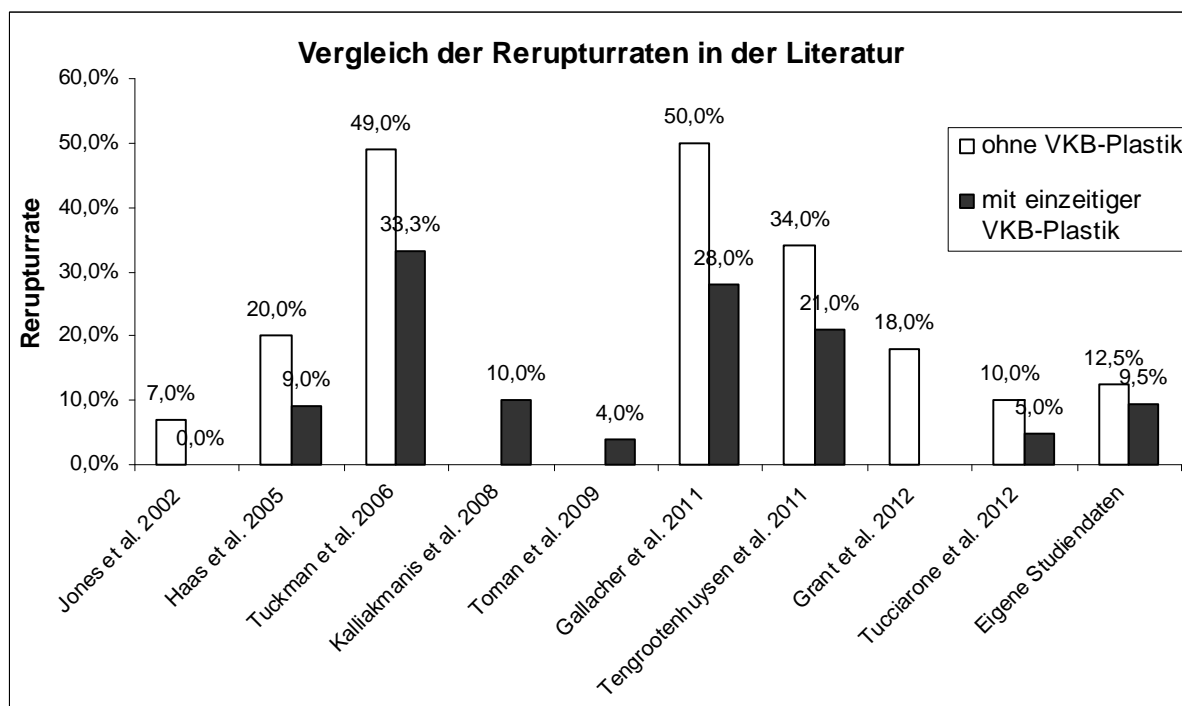


Abbildung 23: Vergleich der Rerupturraten aktueller Studien (2002 – 2012) zur isolierten Meniskusrefixation im Vergleich zur Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik [42, 45, 48, 67, 69, 126, 128–130]. Angabe der Rerupturraten in Prozent.

Es fällt auf, dass die Rerupturraten bei der isolierten Meniskusrefixation zwischen 7,0% [67] und 50,0% [42] mit einem Mittelwert von 25,6% liegen. Wurde zusätzlich zur Meniskusrefixation eine einzeitige VKB-Plastik durchgeführt, ergaben sich Rerupturraten von 0,0% [67] bis 33,3% [130] mit einem Mittelwert von 13,3%. Daran zeigt sich, dass die Erfolgsrate bei der Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik deutlich höher ist als bei der isolierten Meniskusrefixation.

In der vorliegenden Studie lagen die Rerupturraten der Patienten mit isolierter Meniskusrefixation (Gruppe 1, 12,5%) und der Patienten mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A, 9,5%) beide unterhalb der Mittelwerte aktuell veröffentlichter Studien. Es lässt sich schlussfolgern, dass die in der Unfallchirurgie der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführten Meniskusrefixationen eine überdurchschnittlich hohe Erfolgsrate aufweisen.

Die genaue Analyse der Patienten mit zusätzlicher Kreuzbandruptur aus der vorliegenden Studie ergab, dass die Rerupturrate bei Patienten der Gruppe 2A 9,5% betrug, bei Patienten der Gruppe 2B hingegen 25%. Damit mussten Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik häufiger nachoperiert werden als Patienten mit Meniskusrefixation und einzeitiger VKB-Plastik. Obwohl die Unterschiede in den Rerupturraten der vorliegenden Studie statistisch nicht signifikant sind, sollen im Folgenden die möglichen Ursachen dieser Tendenz diskutiert werden:

Aus den Patientenbasisdaten ist zu erkennen, dass bei Patienten der Gruppe 2B signifikant häufiger eine gleichzeitige Außen- und Innenmeniskusrefixation durchgeführt wurde. Die Komplexität dieser Eingriffe könnte ein Grund für die höhere Rerupturrate sein.

Des Weiteren besteht die Annahme, dass bei Patienten der Gruppe 2B die Versorgung mit der Kniegelenksorthese zwischen beiden operativen Eingriffen nicht suffizient war. Die daraus resultierende Instabilität führt zu anterioren Subluxationen der Tibia, die insbesondere das Hinterhorn der stark fixierten medialen Menisken betreffen. Durch die ständigen Scherbewegungen könnte das Einheilen der Meniskusnaht behindert werden [91]. Miller et al zeigten in Tierexperimenten ebenfalls, dass in stabilen Kniegelenken eine deutlich bessere Heilungstendenz für refixierte Meniskusrisse vorliegt als in instabilen Kniegelenken. In einer ihrer Studien heilten sechs von sieben herbeigeführten Meniskusläsionen bei intaktem vorderem Kreuzband, während nur eine von acht Läsionen bei durchtrenntem VKB Heilungstendenzen aufwies [91]. Zahlreiche klinische Studien zeigten bei stabilen Bandverhältnissen geringere Rerupturraten und damit bessere Ergebnisse [35, 50, 122, 123].

Als weitere Ursache für eine höhere Rerupturrate bei Patienten der Gruppe 1 und 2B kann der fehlende Wachstumsimpuls bei einer isolierten Meniskusrefixation gesehen werden. Laut der Theorie von Petersen et al. wird durch den Bohrkanal für die zusätzliche Kreuzbandrekonstruktion eine Blutung induziert, wodurch Wachstumsfaktoren aus dem Knochenmark nach intraartikulär gelangen. Diese Wachstumsfaktoren führen offenbar zu einer Heilungsstimulation des genähten Meniskusrisses [101]. Cannon, Tucciarone und Paxton nehmen ebenfalls an, dass dadurch die besseren Operationsergebnisse bei einer

kombinierten Meniskusrefixation mit VKB-Plastik zustande kommen als bei einer isolierten Meniskusrefixation. [26, 99, 129].

Weiterhin kann spekuliert werden, dass die Rerupturrate der Patienten aus der Gruppe 2B höher ist als in der Gruppe 1 und Gruppe 2A, weil alle Patienten der Gruppe 2B im Rahmen der später durchgeführten VKB-Plastik eine Re-Arthroskopie erhielten. Hierbei konnte die Meniskusnaht zuverlässig beurteilt werden, sodass auch asymptomatische Partial-Rerupturen die Rerupturrate in Gruppe 2B erhöht haben. Bei Patienten der Gruppe 1 und Gruppe 2A wurde hingegen nur bei klinischen Beschwerden eine erneute Arthroskopie durchgeführt. Greis et al. griffen diese Problematik auf und zeigten in einer Metaanalyse, dass die Erfolgsrate der Meniskusrefixation zwischen 14% - 93% variieren kann in Abhängigkeit von der Methode zum Nachweis der Reruptur [46].

Die Auswertung der Rehabilitationsmaßnahmen hat ergeben, dass mit 95,2% fast alle Patienten der Gruppe 2A postoperativ mit einer Motorschiene versorgt wurden. Weiterhin trainierten 90,5% der Patienten ihre Quadrizepsmuskulatur mit einem Elektrostimulationsgerät (EMS). Im Vergleich fällt auf, dass Patienten der Gruppe 1 und 2B signifikant seltener die Motorschiene (Gruppe 1: 25,0%; Gruppe 2B: 40,0%) und das EMS-Gerät (Gruppe 1: 22,5%; Gruppe 2B: 35,0%) einsetzten. Anhand dieser Daten kann angenommen werden, dass die tendenziell höhere Rerupturrate und die signifikant schlechteren Punktwerte im Lysholm- und OAK-Score bei Patienten der Gruppe 2B und zum Teil auch bei Patienten der Gruppe 1 unter anderem durch eine weniger suffiziente postoperative Rehabilitation zustande gekommen sind.

In der vorliegenden Studie wurde weiterhin untersucht, welche Faktoren die Rerupturrate beeinflussen. Anlass dazu waren die differenten Aussagen in der Literatur.

Es ist wissenschaftlich belegt, dass es nach der Geburt zu einem progredienten Rückgang des Gefäßnetzes im Meniskusgewebe kommt. So ist ab dem 50. Lebensjahr nur noch das laterale Viertel des Meniskus vaskularisiert [102]. Daraus lässt sich folgern, dass jüngere Patienten geringere Rerupturraten aufweisen müssten als ältere. Tengrootenhuysen et al. konnten 2011 in ihrer Studie bei jüngeren Patienten geringere Rerupturraten nachweisen [126]. Demgegenüber fanden andere Wissenschaftler keine Assoziation zwischen Alter und Rerupturrate [13, 51, 73, 76]. In der vorliegenden Studie wurde sogar eine höhere Rerupturrate bei jüngeren Patienten (< 40 Jahre) ermittelt, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. Als Grund für diese konträre Tendenz kann die Ätiologie der Meniskusverletzung gesehen werden. War die Ursache der Ruptur eine Sportverletzung, kam es in 10 von 42 Fällen (23,8%) zu einer Reruptur. Demgegenüber rupturierte der Meniskus nur in 2 von 39 Fällen (5,5%) erneut, wenn die Ursache kein Sportunfall war. Der Unterschied ist statistisch signifikant. Die 42 sportverunfallten Patienten wiesen ein



Durchschnittsalter von 27,6 Jahren auf, die anderen 39 Patienten hingegen ein Durchschnittsalter von 35,9 Jahren. Daran lässt sich die Vermutung äußern, dass die hohe Rerupturrate bei den jungen Patienten mit der sportlichen Aktivität dieser Patientengruppe assoziiert ist.

Ein weiterer Faktor, der zur Diskussion steht die Rerupturrate zu beeinflussen, ist der Body-Mass-Index (BMI). Yeh et al. konnten nachweisen, dass Sportler mit einem BMI größer als 25 ein signifikant höheres Risiko für eine Meniskusverletzung haben als Sportler mit einem BMI kleiner als 25 [138]. In der vorliegenden Studie konnte dieser Zusammenhang nicht bestätigt werden.

Einen Einfluss der Seitenlokalisierung auf die Rerupturrate konnten Tuckman et al. belegen. In ihrer Studie lag die Rerupturrate bei Refixationen an lateralen Menisken bei 44,8% im Vergleich zu 20,3% bei medialen Menisken [130]. Cannon et al. und Logan et al. hingegen fanden bei den medialen Menisken höhere Rerupturraten als bei den lateralen [26, 83]. Wie auch bei Asahina et al. [13] konnte in der vorliegenden Studie keine signifikante Differenz der Rerupturraten bei Läsionen am Innen- und Außenmeniskus ermittelt werden.

Die Analyse der Lokalisation innerhalb des Meniskus hat ergeben, dass Rerupturen in der vorliegenden Studie ausschließlich bei Rissen in den Meniskushinterhörnern vorgekommen sind. Keiner der 10 Patienten mit Refixation der Ruptur am Meniskusvorderhorn musste erneut operiert werden. Aufgrund der geringen Patientenzahl war dieser Unterschied allerdings nicht signifikant. Weitergehende Untersuchungen mit einem größeren Patientenkollektiv könnten einen Nachweis erbringen.

Bereits publizierte Studien zeigen ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse bezüglich des Einflusses des Risstyps und der Risslänge im Hinblick auf die Heilungstendenz. Asahina et al. fanden in ihrer Studie mit 121 Patienten eine schlechtere Heilungstendenz für eingeklemmte Meniskusrisse und für besonders breite Risse [13]. Einen Zusammenhang zwischen Risslänge und Rerupturrate konnten Kotsovolos et al., Kubiak et al. und Hantes et al. nicht nachweisen [51, 73, 76]. In der vorliegenden Studie konnte zwar eine Tendenz ermittelt werden, dass bei größeren Rissen vermehrt Rerupturen aufgetreten sind. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang konnte jedoch nicht dokumentiert werden.

Die Analyse der Merkmale Geschlecht und Nikotinkonsum konnte in der vorliegenden Studie keinen signifikanten Zusammenhang bezüglich der Veränderung der Rerupturrate zeigen. Auch konnte nicht bewiesen werden, dass die Zeitdauer zwischen Verletzung und Meniskusrefixation („Trauma-to-repair time“) einen Einfluss auf die Rerupturrate hat. Kubiak et al. konnten in ihrer Studie ebenfalls keine signifikant erhöhte Rerupturrate bezogen auf das Geschlecht oder die Trauma-to-repair time beobachten [76].

### 4.3 Erkenntnisse der Studie und Ausblick

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die durchschnittliche Rerupturrate der Meniskusrefixation in der vorliegenden Studie bei 14,8% lag. Im Vergleich mit den Rerupturraten aktuell publizierter Studien konnte damit ein überdurchschnittlich gutes Ergebnis erzielt werden [42, 45, 48, 67, 69, 126, 128–130].

Patienten mit Meniskusrefixation und gleichzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) wiesen ein signifikant besseres Ergebnis im Lysholm Score und OAK Score im Vergleich zu Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) auf. Aufgrund der später durchgeführten vorderen Kreuzbandplastik kam es bei Patienten der Gruppe 2B zudem zu einer signifikant späteren Wiedereingliederung in den Beruf und damit zu einer nicht unbedeutenden Belastung für das Sozialsystem. Einen weiteren Vorteil in der zeitnahen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes sehen Irvine et al. darin, dass das Risiko für weitere Meniskusverletzungen in instabilen Kniegelenken proportional zur Zeitdauer bis zur VKB-Plastik ansteigt [59].

Obwohl in der vorliegenden Studie keine signifikante Verringerung der Rerupturrate aufgezeigt werden konnte, wenn der Meniskus innerhalb der ersten 6 Wochen nach dem Trauma refixiert wurde, sollte in der Praxis im Hinblick auf die oben genannten Ergebnisse die Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) bevorzugt werden, sofern eine zusätzliche Verletzung des vorderen Kreuzbandes vorliegt. Diese Empfehlung wird von Gwathmey et al. und Tucciarone et al. ebenfalls vertreten [47, 129]. Gegebenenfalls sollte beim einzeitigen Vorgehen das Kniegelenk mit einer Orthese versorgt werden, bis die Operabilität gegeben ist.

Gegen die Durchführung eines einzeitigen Prozedere spricht laut unseren Studienergebnissen, dass bei den Patienten der Gruppe 2A postoperativ die höchste Hämarthros-Punktionsrate vorlag. Nicht untersucht wurde jedoch, wie hoch die Hämarthros-Punktionsrate bei Patienten der Gruppe 2B nach ihrer Kreuzbandrekonstruktion war. Formal müssten die Interventionen nach der 2. Operation zu denen nach der initialen Meniskusrefixation addiert werden, um einen aussagekräftigen Vergleich mit den Patienten der Gruppe 2A vornehmen zu können. Zudem ist anzumerken, dass ein einzeitiges Vorgehen nur beim reizfreien Kniegelenk überhaupt möglich ist.

Für den klinischen Alltag ist weiterhin festzuhalten, dass besondere Vorsicht in der Nachbehandlung gewährt werden sollte, wenn die Ätiologie der Meniskusruptur ein sportassoziiertes Trauma war. In der vorliegenden Studie kam es bei diesen Patienten signifikant häufiger zu einer Reruptur als bei Patienten, bei denen die Ursache der Verletzung z.B. ein Trauma im Alltag, im Straßenverkehr oder bei der Arbeit war.

Unsere Studie eröffnet verschiedene Fragestellungen und Anregungen. Kritisch anzumerken ist, dass in der vorliegenden Studie nicht bei allen Patienten eine Re-Arthroskopie durchgeführt wurde. Lediglich bei denjenigen Patienten, die aufgrund von Beschwerden und positiven Meniskuszeichen erneut einen Arzt konsultierten, sowie bei allen Patienten der Gruppe 2B wurde im Rahmen der nachfolgenden VKB-Rekonstruktion erneut arthroskopiert. Um ebenfalls jene Rerupturen bei asymptomatischen Patienten zu identifizieren, wäre es ratsam, alle Patienten des Studienkollektivs arthroskopisch nachzuuntersuchen. Dagegen spricht jedoch das Argument, dass es selbst im Rahmen von Studien nicht gerechtfertigt ist, Operationen mit allen Risiken und Komplikationen ohne notwendige Indikation bei völliger Beschwerdefreiheit der Patienten durchzuführen.

Für zukünftige Untersuchungen empfehlen wir, die Ausschlusskriterien anzupassen und ausschließlich Patienten aufzunehmen, die eine Meniskusrefixation mit maximal einem All-Inside-Implantat bekommen haben. Zudem ist anzunehmen, dass die Untersuchung von Studienteilnehmern derselben Alterskategorie zu aussagekräftigeren Ergebnissen im Lysholm-, OAK- und Tegner Score führt.

In der vorliegenden Arbeit konnten Lösungen zum Management der Meniskusrefixation in Kombination mit einer Kreuzbandversorgung aufgezeigt werden. Interessant wären zudem weitergehende prospektive Studien mit definierten Zeiträumen zwischen Trauma und Meniskusrefixation. Hierbei könnte erforscht werden, wie viele Tage nach dem Trauma die einzeitige VKB-Plastik genau erfolgen sollte.

Um weitere Nachweise statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den verschiedenen Rerupturraten zu erbringen, sind Studien mit einem großen Patientenkollektiv erforderlich. Nur so kann Klarheit darüber geschaffen werden, welche Faktoren eine Reruptur nach Meniskusnaht beeinflussen. Generelles Ziel sollte sein, die negativen Prognosefaktoren herauszufinden, um in der Praxis eine maximale Erfolgsrate bei der Meniskusrefixation zu erzielen. Damit könnten die Zufriedenheit der Patienten gesteigert und die Kosten für das Gesundheitssystem reduziert werden.

## 5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie war es herauszufinden, ob es Unterschiede im Ergebnis zwischen isolierten Meniskusrefixationen (Gruppe 1) im Vergleich zu Meniskusrefixationen mit zusätzlicher einzeitiger (Gruppe 2A) oder mit zusätzlicher zweizeitiger (Gruppe 2B) vorderer Kreuzbandplastik gibt. Des Weiteren wurde untersucht, welche Faktoren eine Reruptur des genähten Meniskus beeinflussen.

81 Patienten (Gruppe 1: N=40, Gruppe 2A: N=21, Gruppe 2B: N=20) wurden nachuntersucht, die im Zeitraum von 2001 bis 2009 eine Meniskusrefixation im Kniegelenk in der Abteilung für Unfall - und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Greifswald erhielten. Nach einem mittleren Follow-up von 42 Monaten (Range 24-91 Monate) wurde die Nachuntersuchung unter Anwendung eines Fragebogens, einer klinischen Untersuchung und der Erhebung verschiedener Kniegelenkscores (Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist, Kniegelenksscore OAK und Aktivitätsscore nach Tegner) durchgeführt.

Patienten der Gruppe 1 erreichten im Lysholm Score / OAK Score durchschnittlich 91,1 / 91,8 Punkte, Patienten der Gruppe 2A 93,8 / 91,2 Punkte und Patienten der Gruppe 2B 85,0 / 85,0 Punkte. Die Unterschiede zwischen den drei Studiengruppen sind statistisch signifikant ( $p=0,039$  /  $p=0,0045$ ). Im Tegner Score und in der subjektiven Patientenzufriedenheit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen ermittelt werden.

Die durchschnittliche Zeitdauer bis zur vollständigen Wiedereingliederung in den Berufsalltag betrug bei Studienteilnehmern der Gruppe 1 11,5 Wochen, bei Studienteilnehmern der Gruppe 2A 12,4 Wochen und bei Studienteilnehmern der Gruppe 2B 22,1 Wochen. Der Unterschied zwischen den drei Studiengruppen ist statistisch signifikant ( $p=0,0123$ ).

Die Rerupturrate des refixierten Meniskus betrug bei Patienten der Gruppe 1 12,5 % (5/40), bei Patienten der Gruppe 2A 9,5% (2/21) und bei Patienten der Gruppe 2B 25,0% (5/20) ( $p=0,40$ , nicht signifikant). Insgesamt hat sich gezeigt, dass die Rerupturrate in der vorliegenden Studie bei 14,8% (12/81) lag.

Die Merkmale Geschlecht, Alter, BMI, Nikotinkonsum, Rissalter, Lokalisation, Risstyp und Risslänge / Nahttechnik zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Rerupturrate. War die Ätiologie der Meniskusverletzung ein Sportunfall, zeigte sich bei 10 der 42 betroffenen Patienten (23,8%) eine Reruptur. Die Rerupturrate bei Meniskusverletzungen ohne sportliche Genese lag bei 5,1% (2/39). Zwischen diesen beiden Rerupturraten konnte ein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p=0,026$ ).

In der vorliegenden Arbeit konnten Lösungen zum Management der Meniskusrefixation in Kombination mit einer Kreuzbandversorgung aufgezeigt werden.

Patienten mit Meniskusrefixation und gleichzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) wiesen ein signifikant besseres Ergebnis im Lysholm Score und OAK Score im Vergleich zu Patienten mit Meniskusrefixation und zweizeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2B) auf. Aufgrund der später durchgeführten vorderen Kreuzbandplastik kam es bei Patienten der Gruppe 2B zudem zu einer signifikant späteren Wiedereingliederung in den Berufsalltag und damit zu einer nicht unbedeutenden Belastung für das Sozialsystem.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die durchschnittliche Rerupturrate der Meniskusrefixation in der vorliegenden Studie bei 14,8% lag. Im Vergleich mit den Rerupturraten aktuell publizierter Studien konnte damit ein überdurchschnittlich gutes Ergebnis erzielt werden.

Obwohl in der vorliegenden Studie keine signifikante Verringerung der Rerupturrate bei Patienten der Gruppe 2A aufgezeigt werden konnte, sollte in der Praxis im Hinblick auf die oben genannten Ergebnisse die Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik (Gruppe 2A) bevorzugt werden, sofern eine zusätzliche Verletzung des vorderen Kreuzbandes vorliegt.

Für den klinischen Alltag ist weiterhin festzuhalten, dass besondere Vorsicht in der Nachbehandlung geboten ist, wenn die Ursache der Meniskusruptur ein sportassoziiertes Trauma war. In der vorliegenden Studie kam es bei diesen Patienten signifikant häufiger zu einer Reruptur.

Für den Nachweis statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den verschiedenen Rerupturraten sind weiterführende Studien mit einem großen Patientenkollektiv erforderlich. Nur so kann Klarheit darüber geschaffen werden, welche Faktoren eine Reruptur nach Meniskusnaht beeinflussen.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Berufsordnung. [http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/MBO\\_08\\_20111.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/MBO_08_20111.pdf) (03.12.13).
2. Deklaration von Helsinki. <http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/handbuchwma.pdf> (03.12.13).
3. Aagaard H, Verdonk R. Function of the normal meniscus and consequences of meniscal resection. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 1999; 9: 134–40.
4. Ahmed AM, Burke DL. In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints--Part I: Tibial surface of the knee. *Journal of biomechanical engineering* 1983; 105: 216–25.
5. Ahn JH, Lee YS, Yoo JC, Chang MJ, Koh KH, Kim MH. Clinical and second-look arthroscopic evaluation of repaired medial meniscus in anterior cruciate ligament-reconstructed knees. *The American journal of sports medicine* 2010; 38: 472–77.
6. Ahn JH, Wang JH, Yoo JC. Arthroscopic all-inside suture repair of medial meniscus lesion in anterior cruciate ligament--deficient knees: results of second-look arthroscopies in 39 cases. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2004; 20: 936–45.
7. Albrecht-Olsen P, Kristensen G, Törmälä P. Meniscus bucket-handle fixation with an absorbable Biofix tack: development of a new technique. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 1993; 1: 104–06.
8. Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2008; 90: 1922–31.
9. Allen PR, Denham RA, Swan AV. Late degenerative changes after meniscectomy. Factors affecting the knee after operation. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1984; 66: 666–71.
10. Anderson AF, Irrgang JJ, Dunn W, Beaufils P, Cohen M, Cole BJ, Coolican M, Ferretti M, Glenn RE, Johnson R, Neyret P, Ochi M, Panarella L, Siebold R, Spindler KP, Ait Si Selmi T, Verdonk P, Verdonk R, Yasuda K, Kowalchuk DA. Interobserver reliability of the International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) classification of meniscal tears. *The American journal of sports medicine* 2011; 39: 926–32.
11. Andrews S, Shrive N, Ronsky J. The shocking truth about meniscus. *Journal of biomechanics* 2011; 44: 2737–40.
12. Arnoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *The American journal of sports medicine*; 10: 90–95.
13. Asahina S, Muneta T, Yamamoto H. Arthroscopic meniscal repair in conjunction with anterior cruciate ligament reconstruction: factors affecting the healing rate. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1996; 12: 541–45.
14. Aumüller G. *Anatomie: 208 Tabellen*. Stuttgart: Thieme, 2007.
15. Austin KS, Sherman OH. Complications of arthroscopic meniscal repair. *The American journal of sports medicine*; 21: 864-8; discussion 868-9.
16. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. *The American journal of sports medicine*; 14: 270–75.
17. Barber FA, Coons DA, Ruiz-Suarez M. Meniscal repair with the RapidLoc meniscal repair device. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2006; 22: 962–66.

18. Barber FA, Herbert MA, Schroeder FA, Aziz-Jacobo J, Sutker MJ. Biomechanical testing of new meniscal repair techniques containing ultra high-molecular weight polyethylene suture. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2009; 25: 959–67.
19. Barber FA, Schroeder FA, Oro FB, Beavis RC. FasT-Fix meniscal repair: mid-term results. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2008; 24: 1342–48.
20. Beaufils P, Verdonk R. *The meniscus*. Berlin: Springer, 2010.
21. Bengtsson J, Möllborg J, Werner S. A study for testing the sensitivity and reliability of the Lysholm knee scoring scale. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 1996; 4: 27–31.
22. Borden P, Nyland J, Caborn DNM, Pienkowski D. Biomechanical comparison of the FasT-Fix meniscal repair suture system with vertical mattress sutures and meniscus arrows. *The American journal of sports medicine*; 31: 374–78.
23. Breusch S, Abel R. *Klinikleitfaden Orthopädie: [konservative und operative Orthopädie, Unfallchirurgie]*, 5. Aufl. München [u.a.]: Elsevier, Urban & Fischer, 2006.
24. Brindle T, Nyland J, Johnson DL. The meniscus: review of basic principles with application to surgery and rehabilitation. *Journal of athletic training* 2001; 36: 160–69.
25. Burr DB, Radin EL. Meniscal function and the importance of meniscal regeneration in preventing late medial compartment osteoarthritis. *Clinical orthopaedics and related research*: 121–26.
26. Cannon WD, Vittori JM. The incidence of healing in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *The American journal of sports medicine*; 20: 176–81.
27. Cassidy RE, Shaffer AJ. Repair of peripheral meniscus tears. A preliminary report. *The American journal of sports medicine*; 9: 209–14.
28. Chen NC, Martin SD, Gill TJ. Risk to the lateral geniculate artery during arthroscopic lateral meniscal suture passage. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2007; 23: 642–46.
29. Chevrier A, Nelea M, Hurtig MB, Hoemann CD, Buschmann MD. Meniscus structure in human, sheep, and rabbit for animal models of meniscus repair. *Journal of orthopaedic research official publication of the Orthopaedic Research Society* 2009; 27: 1197–203.
30. Chiang C, Chang C, Cheng C, Chen AC, Chan Y, Hsu K, Chen W. Clinical results of all-inside meniscal repair using the FasT-Fix meniscal repair system. *Chang Gung medical journal* 2011; 34: 298–305.
31. Cooper DE, Arnoczky SP, Warren RF. Meniscal repair. *Clinics in sports medicine* 1991; 10: 529–48.
32. Cox JS, Nye CE, Schaefer WW, Woodstein IJ. The degenerative effects of partial and total resection of the medial meniscus in dogs' knees. *Clinical orthopaedics and related research* 1975: 178–83.
33. Dandy DJ, Jackson RW. The diagnosis of problems after meniscectomy. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1975; 57: 349–52.
34. DeHaven KE. Meniskusentfernung versus Meniskusrefixation. *Der Orthopäde* 1994; 23: 133–36.
35. DeHaven KE, Lohrer WA, Lovelock JE. Long-term results of open meniscal repair. *The American journal of sports medicine*; 23: 524–30.
36. Ercin E, Kaya I, Sungur I, Demirbas E, Ugras AA, Cetinus EM. History, clinical findings, magnetic resonance imaging, and arthroscopic correlation in meniscal lesions. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2011.
37. Eyre DR, Dickson IR, van Ness K. Collagen cross-linking in human bone and articular cartilage. Age-related changes in the content of mature hydroxypyridinium residues. *The Biochemical journal* 1988; 252: 495–500.

38. Eyre DR, Wu JJ. Collagen of fibrocartilage: a distinctive molecular phenotype in bovine meniscus. *FEBS letters* 1983; 158: 265–70.
39. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1948; 30B: 664–70.
40. Feng H, Hong L, Geng X, Zhang H, Wang X, Jiang X. Second-look arthroscopic evaluation of bucket-handle meniscus tear repairs with anterior cruciate ligament reconstruction: 67 consecutive cases. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2008; 24: 1358–66.
41. Fukubayashi T, Kurosawa H. The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints. *Acta orthopaedica Scandinavica* 1980; 51: 871–79.
42. Gallacher PD, Gilbert RE, Kanen G, Roberts SNJ, Rees D. Outcome of meniscal repair prior compared with concurrent ACL reconstruction. *The Knee* 2011.
43. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. <http://www.gbe-bund.de/>.
44. Ghadially FN, Lalonde JM, Wedge JH. Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint. *Journal of anatomy* 1983; 136: 773–91.
45. Grant JA, Wilde J, Miller BS, Bedi A. Comparison of inside-out and all-inside techniques for the repair of isolated meniscal tears: a systematic review. *The American journal of sports medicine* 2012; 40: 459–68.
46. Greis PE, Holmstrom MC, Bardana DD, Burks RT. Meniscal injury: II. Management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2002; 10: 177–87.
47. Gwathmey FW, Golish SR, Diduch DR. Complications in brief: meniscus repair. *Clinical orthopaedics and related research* 2012; 470: 2059–66.
48. Haas AL, Schepsis AA, Hornstein J, Edgar CM. Meniscal repair using the FasT-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2005; 21: 167–75.
49. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J. Suture of new and old peripheral meniscus tears. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1983; 65: 193–97.
50. Hanks GA, Gause TM, Handal JA, Kalenak A. Meniscus repair in the anterior cruciate deficient knee. *The American journal of sports medicine*; 18: 606-11; discussion 612-3.
51. Hantes ME, Kotsovolos ES, Mastrokalos DS, Ammenwerth J, Paessler HH. Arthroscopic meniscal repair with an absorbable screw: results and surgical technique. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2005; 13: 273–79.
52. Hawkins RJ, Misamore GW, Merritt TR. Followup of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear. *The American journal of sports medicine*; 14: 205–10.
53. Heijne A, Hagströmer M, Werner S. A two- and five-year follow-up of clinical outcome after ACL reconstruction using BPTB or hamstring tendon grafts: a prospective intervention outcome study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2013.
54. Henning CE, Clark JR, Lynch MA, Stallbaumer R, Yearout KM, Vequist SW. Arthroscopic meniscus repair with a posterior incision. *Instructional course lectures* 1988; 37: 209–21.
55. Henning CE, Lynch MA. Current concepts of meniscal function and pathology. *Clinics in sports medicine* 1985; 4: 259–65.
56. Herwig J, Egner E, Buddecke E. Chemical changes of human knee joint menisci in various stages of degeneration. *Annals of the rheumatic diseases* 1984; 43: 635–40.
57. Hoser C, Fink C, Brown C, Reichkender M, Hackl W, Bartlett J. Long-term results of arthroscopic partial lateral meniscectomy in knees without associated damage. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 2001; 83: 513–16.
58. Indelicato PA, Bittar ES. A perspective of lesions associated with ACL insufficiency of the knee. A review of 100 cases. *Clinical orthopaedics and related research* 1985: 77–80.



59. Irvine GB, Glasgow MM. The natural history of the meniscus in anterior cruciate insufficiency. Arthroscopic analysis. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1992; 74: 403–05.
60. Jackson RW. Memories of the early days of arthroscopy: 1965-1975. The formative years. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1987; 3: 1–3.
61. Jain DK, Amaravati R, Sharma G. Evaluation of the clinical signs of anterior cruciate ligament and meniscal injuries. *Indian journal of orthopaedics* 2009; 43: 375–78.
62. Järvelä S, Sihvonon R, Sirkeoja H, Järvelä T. All-inside meniscal repair with bioabsorbable meniscal screws or with bioabsorbable meniscus arrows: a prospective, randomized clinical study with 2-year results. *The American journal of sports medicine* 2010; 38: 2211–17.
63. Jensen NC, Riis J, Robertsen K, Holm AR. Arthroscopic repair of the ruptured meniscus: one to 6.3 years follow up. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1994; 10: 211–14.
64. Jerosch J, Prymka M. Propriozeptive Defizite des Kniegelenks nach Ruptur des medialen Meniskus. *Der Unfallchirurg* 1997; 100: 444–48.
65. Johnson MJ, Lucas GL, Dusek JK, Henning CE. Isolated arthroscopic meniscal repair: a long-term outcome study (more than 10 years). *The American journal of sports medicine* 1999; 27: 44–49.
66. Johnson RJ, Kettelkamp DB, Clark W, Leaverton P. Factors effecting late results after meniscectomy. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1974; 56: 719–29.
67. Jones HP, Lemos MJ, Wilk RM, Smiley PM, Gutierrez R, Schepsis AA. Two-year follow-up of meniscal repair using a bioabsorbable arrow. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2002; 18: 64–69.
68. Jurist KA, Greene PW, Shirkhoda A. Peroneal nerve dysfunction as a complication of lateral meniscus repair: a case report and anatomic dissection. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1989; 5: 141–47.
69. Kalliakmanis A, Zourntos S, Bousgas D, Nikolaou P. Comparison of arthroscopic meniscal repair results using 3 different meniscal repair devices in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2008; 24: 810–16.
70. Klimkiewicz JJ, Shaffer B. Meniscal surgery 2002 update: indications and techniques for resection, repair, regeneration, and replacement. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*; 18: 14–25.
71. Kocabey Y, Chang HC, Brand JC, Nawab A, Nyland J, Caborn DNM. A biomechanical comparison of the Fast-Fix meniscal repair suture system and the RapidLoc device in cadaver meniscus. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2006; 22: 406–13.
72. Kohn D, Moreno B. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1995; 11: 96–103.
73. Kotsovolos ES, Hantes ME, Mastrokalos DS, Lorbach O, Paessler HH. Results of all-inside meniscal repair with the Fast-Fix meniscal repair system. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2006; 22: 3–9.

74. Krämer K. Scores, Bewertungsschemata, und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Stuttgart ; New York: Georg Thieme Verlag, 1993.
75. Krüger-Franke M, Siebert CH, Kugler A, Trouillier HH, Rosemeyer B. Late results after arthroscopic partial medial meniscectomy. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 1999; 7: 81–84.
76. Kubiak G, Fabiś J. Clinical results of meniscus repair. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja* 2010; 12: 28–40.
77. Kurosawa H, Fukubayashi T, Nakajima H. Load-bearing mode of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without menisci. *Clinical orthopaedics and related research* 1980: 283–90.
78. Kurzweil PR, Tifford CD, Ignacio EM. Unsatisfactory clinical results of meniscal repair using the meniscus arrow. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2005; 21: 905.
79. Laprell H, Stein V, Petersen W. Arthroscopic all-inside meniscus repair using a new refixation device: a prospective study. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2002; 18: 387–93.
80. Levy IM, Torzilli PA, Warren RF. The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1982; 64: 883–88.
81. Lewandowski KU, Müller J, Schollmeier G. Concomitant meniscal and articular cartilage lesions in the femorotibial joint. *The American journal of sports medicine*; 25: 486–94.
82. Lim HC, Bae JH, Wang JH, Seok CW, Kim MK. Non-operative treatment of degenerative posterior root tear of the medial meniscus. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2010; 18: 535–39.
83. Logan M, Watts M, Owen J, Myers P. Meniscal repair in the elite athlete: results of 45 repairs with a minimum 5-year follow-up. *The American journal of sports medicine* 2009; 37: 1131–34.
84. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *The American journal of sports medicine*; 10: 150–54.
85. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *The Knee* 2006; 13: 184–88.
86. Markolf KL, Bargar WL, Shoemaker SC, Amstutz HC. The role of joint load in knee stability. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1981; 63: 570–85.
87. McDevitt CA, Webber RJ. The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage. *Clinical orthopaedics and related research* 1990: 8–18.
88. McGinity JB, Geuss LF, Marvin RA. Partial or total meniscectomy: a comparative analysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1977; 59: 763–66.
89. Ménétrey J, Seil R, Rupp S, Fritschy D. Chondral damage after meniscal repair with the use of a bioabsorbable implant. *The American journal of sports medicine*; 30: 896–99.
90. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. *Journal of anatomy* 1998; 193 (Pt 2): 161–78.
91. Miller MD, Ritchie JR, Gomez BA, Royster RM, DeLee JC. Meniscal repair. An experimental study in the goat. *The American journal of sports medicine*; 23: 124–28.
92. Mine T, Kimura M, Sakka A, Kawai S. Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint: an immunohistochemical study. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2000; 120: 201–04.
93. Morgan CD. The "all-inside" meniscus repair. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 1991; 7: 120–25.
94. Müller W, Biedert R, Hefti F, Jakob RP, Munzinger U, Stäubli HU. OAK knee evaluation. A new way to assess knee ligament injuries. *Clinical orthopaedics and related research* 1988: 37–50.

95. Mummendey HD. Die Fragebogen-Methode, 5. Aufl. Göttingen: Hogrefe, 2008.
96. Niethard FU, Pfeil J. Orthopädie: 48 Tabellen ; [mit CD-ROM Klinisch-orthopädische Untersuchung], 5. Aufl. Stuttgart: Thieme, 2005.
97. Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1983; 65: 154–62.
98. Ockert B, Haasters F, Polzer H, Grote S, Kessler MA, Mutschler W, Kanz K. Der verletzte Meniskus: Wie sicher ist die klinische Untersuchung? Eine Metaanalyse. *Der Unfallchirurg* 2010; 113: 293–99.
99. Paxton ES, Stock MV, Brophy RH. Meniscal repair versus partial meniscectomy: a systematic review comparing reoperation rates and clinical outcomes. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011; 27: 1275–88.
100. Peters G, Wirth CJ, Kohn D. Vergleich von Scores und Bewertungsschemata bei Kniebandinstabilitäten. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*; 135: 63–69.
101. Petersen W, Roeske M. Das vordere Kreuzband: Grundlagen und aktuelle Praxis der operativen Therapie ; mit 29 Tabellen. Köln: Dt. Ärzte-Verl., 2009.
102. Petersen W, Tillmann B. Age-related blood and lymph supply of the knee menisci. A cadaver study. *Acta orthopaedica Scandinavica* 1995; 66: 308–12.
103. Petersen W, Tillmann B. Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci. *Anatomy and embryology* 1998; 197: 317–24.
104. Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anatomy and embryology* 1999; 200: 325–34.
105. Petersen W, Zantop T. Avulsionsverletzung des Aussenmeniskushinterhorns. *Arthroskopische Refixationstechnik. Der Unfallchirurg* 2006; 109: 984–87.
106. Peterson L, Renström P, Willburger RE. Verletzungen im Sport: Prävention und Behandlung, 3. Aufl. Köln: Dt. Ärzte-Verl., 2002.
107. Pujol N, Beaufils P. Healing results of meniscal tears left in situ during anterior cruciate ligament reconstruction: a review of clinical studies. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2009; 17: 396–401.
108. Quinby JS, Golish SR, Hart JA, Diduch DR. All-inside meniscal repair using a new flexible, tensionable device. *The American journal of sports medicine* 2006; 34: 1281–86.
109. Rankin CC, Lintner DM, Noble PC, Paravic V, Greer E. A biomechanical analysis of meniscal repair techniques. *The American journal of sports medicine*; 30: 492–97.
110. Rath E, Richmond JC. The menisci: basic science and advances in treatment. *British journal of sports medicine* 2000; 34: 252–57.
111. Renström P, Johnson RJ. Anatomy and biomechanics of the menisci. *Clinics in sports medicine* 1990; 9: 523–38.
112. Ross G, Grabill J, McDevitt E. Chondral injury after meniscal repair with bioabsorbable arrows. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2000; 16: 754–56.
113. Rössler H, Pitzen P, Rütther W, Steinhagen J. Orthopädie und Unfallchirurgie: [Online-Zugang + interaktive Extras [www.studentconsult.de](http://www.studentconsult.de)], 19. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer, 2007.
114. Sanchez-Adams J, Athanasiou KA. Biomechanics of meniscus cells: regional variation and comparison to articular chondrocytes and ligament cells. *Biomechanics and modeling in mechanobiology* 2012; 11: 1047–56.
115. Sanders TG, Miller MD. A systematic approach to magnetic resonance imaging interpretation of sports medicine injuries of the knee. *The American journal of sports medicine* 2005; 33: 131–48.
116. Saygi B, Yildirim Y, Berker N, Ofluoglu D, Karadag-Saygi E, Karahan M. Evaluation of the neurosensory function of the medial meniscus in humans. *Arthroscopy the journal of*

- arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association 2005; 21: 1468–72.
117. Schudt W. 101umb\_Seil.qxd, 2000.  
<http://www.springerlink.com/content/FUWJA0T8LC70J8NY/fulltext.pdf> (13.02.2012).
  118. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus Lernatlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2005.
  119. Seil R, Rupp S, Dienst M, Mueller B, Bonkhoff H, Kohn DM. Chondral lesions after arthroscopic meniscus repair using meniscus arrows. *Arthroscopy the journal of arthroscopic & related surgery official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2000; 16: E17.
  120. Shrive NG, O'Connor JJ, Goodfellow JW. Load-bearing in the knee joint. *Clinical orthopaedics and related research*: 279–87.
  121. Small NC. Complications in arthroscopic meniscal surgery. *Clinics in sports medicine* 1990; 9: 609–17.
  122. Sommerlath K, Hamberg P. Healed meniscal tears in unstable knees. A long-term followup of seven years. *The American journal of sports medicine*; 17: 161–63.
  123. Steenbrugge F, van Nieuwenhuysse W, Verdonk R, Verstraete K. Arthroscopic meniscus repair in the ACL-deficient knee. *International orthopaedics* 2005; 29: 109–12.
  124. Swenson DM, Collins CL, Best TM, Flanigan DC, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of Knee Injuries Among US High School Athletes, 2005/06-2010/11. *Medicine and science in sports and exercise* 2012.
  125. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical orthopaedics and related research* 1985: 43–49.
  126. Tengrootenhuysen M, Meermans G, Pittoors K, van Riet R, Victor J. Long-term outcome after meniscal repair. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2011; 19: 236–41.
  127. Thompson WO, Fu FH. The meniscus in the cruciate-deficient knee. *Clinics in sports medicine* 1993; 12: 771–96.
  128. Toman CV, Dunn WR, Spindler KP, Amendola A, Andrish JT, Bergfeld JA, Flanigan D, Jones MH, Kaeding CC, Marx RG, Matava MJ, McCarty EC, Parker RD, Wolcott M, Vidal A, Wolf BR, Huston LJ, Harrell FE, Wright RW. Success of meniscal repair at anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine* 2009; 37: 1111–15.
  129. Tucciarone A, Godente L, Fabbrini R, Garro L, Salate Santone F, Chillemi C. Meniscal tear repaired with Fast-Fix sutures: clinical results in stable versus ACL-deficient knees. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2012; 132: 349–56.
  130. Tuckman DV, Bravman JT, Lee SS, Rosen JE, Sherman OH. Outcomes of meniscal repair: minimum of 2-year follow-up. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.))* 2006; 63: 100–04.
  131. Vlychou M, Hantes M, Michalitsis S, Tsezou A, Fezoulidis IV, Malizos K. Chronic anterior cruciate ligament tears and associated meniscal and traumatic cartilage lesions: evaluation with morphological sequences at 3.0 T. *Skeletal radiology* 2011; 40: 709–16.
  132. Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study. *Journal of biomedical engineering* 1983; 5: 157–61.
  133. Walker PS, Erkman MJ. The role of the menisci in force transmission across the knee. *Clinical orthopaedics and related research* 1975: 184–92.
  134. Webber RJ, Harris MG, Hough AJ. Cell culture of rabbit meniscal fibrochondrocytes: proliferative and synthetic response to growth factors and ascorbate. *Journal of orthopaedic research official publication of the Orthopaedic Research Society* 1985; 3: 36–42.
  135. WHO. [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html) (03.12.2013).
  136. Wirth CJ. *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*. Stuttgart ;, New York: Thieme, 2002-

137. Xu C, Zhao J. A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy official journal of the ESSKA* 2013.
138. Yeh PC, Starkey C, Lombardo S, Vitti G, Kharrazi FD. Epidemiology of isolated meniscal injury and its effect on performance in athletes from the National Basketball Association. *The American journal of sports medicine* 2012; 40: 589–94.
139. Zantop T, Eggers AK, Weimann A, Hassenpflug J, Petersen W. Initial fixation strength of flexible all-inside meniscus suture anchors in comparison to conventional suture technique and rigid anchors: biomechanical evaluation of new meniscus re-fixation systems. *The American journal of sports medicine* 2004; 32: 863–69.

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomische Darstellung der Knochen, Bänder, Menisken und Gelenkflächen des Kniegelenks von ventral und dorsal mit tabellarischer Legende .....	4
Abbildung 2: Anatomische Darstellung der Bandstrukturen und Menisken im Kniegelenk mit tabellarischer Legende. ....	5
Abbildung 3: Verlauf der Kollagenfasern im Meniskusgewebe. Darstellung der zirkumferent und der radial verlaufenden Fasern .....	6
Abbildung 4: Blutversorgung des Meniskus mit tabellarischer Legende. Frontalschnitt durch das Kniegelenk, Blick von ventral .....	7
Abbildung 5: Grundlage zur Einteilung der Meniskusrisse nach der ISAKOS in Risslokalisierung und Risstyp .....	12
Abbildung 6: Darstellung des prozentualen Anteils der Patienten aus den jeweiligen Patientengruppen bezogen auf das Gesamtkollektiv. ....	25
Abbildung 7: Ätiologie der Meniskusverletzung. ....	36
Abbildung 8: Sportarten die zur Meniskusruptur führten. ....	36
Abbildung 9: Lokalisation der Meniskusrefixation innerhalb des Knies .....	38
Abbildung 10: Lokalisation der Meniskusrefixation innerhalb des Meniskus .....	39
Abbildung 11: Übersicht der Rissmorphologie. ....	40
Abbildung 12: Angewendete Nahttechniken der Meniskusrefixation. ....	42
Abbildung 13: Angewendete Rehabilitationshilfsmittel. ....	43
Abbildung 14: Postoperative Interventionsraten.....	44
Abbildung 15: Durchschnittliche Punktzahl im Lysholm Score (von max. 100) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	46
Abbildung 16: Durchschnittliche Punktzahl im OAK Score (von max. 100) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	47
Abbildung 17: Subjektive Patientenzufriedenheit über die Wiederherstellung der Kniefunktion (von max. 10 Punkten). ....	48
Abbildung 18: Anteil der Patienten aus den jeweiligen Patientengruppen, die die präoperative Arbeit bzw. den präoperativen Sport wieder aufgenommen haben.....	49
Abbildung 19: Durchschnittliche Zeitdauer in Wochen nach der Meniskusrefixation bis zur Wiederaufnahme der präoperativen Arbeit bzw. des präoperativen Sports.....	50
Abbildung 20: War die Ursache der Meniskusverletzung ein Sportunfall, kam es in der Folge signifikant häufiger zu Meniskusrupturen.....	54
Abbildung 21: Vergleich der durchschnittlichen postoperativen Ergebnisse im Lysholm Score aktueller Studien (2002-2012) bei Patienten mit Meniskusrefixation.....	58

Abbildung 22: Vergleich der durchschnittlichen postoperativen Ergebnisse im Tegner Score aktueller Studien (2002-2012) bei Patienten mit Meniskusrefixation .....	60
Abbildung 23: Vergleich der Rerupturraten aktueller Studien (2002 – 2012) zur isolierten Meniskusrefixation im Vergleich zur Meniskusrefixation mit einzeitiger VKB-Plastik.....	63

## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Patientengruppeneinteilung.....	25
Tabelle 2: Kategorien des Lysholm Score .....	29
Tabelle 3: Bewertung der Ergebnisse im Lysholm Score.....	30
Tabelle 4: Kategorien des OAK Score .....	30
Tabelle 5: Bewertung der Ergebnisse im OAK Score .....	31
Tabelle 6: Ausgewählte Kategorien des Aktivitätsscore nach Tegner .....	32
Tabelle 7: Darstellung der Patientengruppeneinteilung mit Aufschlüsselung einiger Merkmale. ....	35
Tabelle 8: Prä-Trauma und postoperative Durchschnittswerte im Tegner Score bei verschiedenen Patientengruppen .....	48
Tabelle 9: Überblick der Rerupturraten.....	51



# Anhang

## Patientenfragebogen

Patientennummer:		Geb. Datum:	
Telefonnummer:		Geschlecht: m / w	
Datum der Nachuntersuchung:		Hausarzt:	
Größe:	Gewicht:	BMI:	
Allgemeine Anamnese:			
Nikotinkonsum zum Zeitpunkt der MR?			
Beruf:		leichte- (sitzende Tätigkeit)	
		mittlere- (stehende Tätigkeit)	
		schwere körperliche Arbeit	
Seite des betroffenen Kniegelenks:			
akutes Trauma / kein Trauma eruierbar:		Datum des Traumas / Beschwerdebeginn:	
Ätiologie des Meniskusrisses:		Sport, welche Sportart?	
		Verkehr	
		Alltag	
		Arbeit	
		Kein Trauma erinnerlich	
Fanden vor dem Trauma Operationen / Verletzungen am gleichen Knie statt?			
Datum der Erst-OP (Meniskusrefixation):			
Auswertung OP-Bericht			
Begleitverletzungen?			
Lokalisation des Risses und Rissmorphologie:			
Refixationstechnik:			
Welche Kniestrukturen wurden beim Ersteingriff mitversorgt?			
OP-Dauer:			
Länge postoperativer Aufenthalt:			

Folge-OP ipsilaterales Knie: Wo, Wann, Was?	
Ist das kontralaterale Kniegelenk schon operativ versorgt worden? Wo und Wann?	
Postoperativer Verlauf:	
Motorschiene?	Physiotherapeutische Behandlung in Anspruch genommen?
EMS Gerät?	
Orthese?	
Komplikationen:	Infektion:
	Hämarthros mit Punktion:
	Meniskusruptur:
	Arthrofibrose mit Arthrolyse:
	Nervenschädigung:
Wann wurde nach dem operativen Eingriff die Arbeit wieder voll aufgenommen?	
Welcher Sport wurde Prä-OP ausgeübt?	
Zu welchem Zeitpunkt (post OP) wurde der präoperative Sport wieder aufgenommen?	
Welcher Sport wird aktuell ausgeübt?	
Analoge Zufriedenheitsskala mit der Wiederherstellung der Funktion : Wert 1 bis 10 (1=schlecht, 10= sehr gut)	

**Kniegelenksscore nach Lysholm und Gillquist**

Hinken	nein	5
	leicht oder periodisch	3
	massiv oder ständig	0
Halt	voller Halt	5
	Stock oder Krücke	3
	Gewichtstragen unmöglich	0
Treppensteigen	keine Probleme	10
	leichte Beschwerden	6
	große Beschwerden	2
	nicht möglich	0
Hocken	keine Probleme	5
	leichte Beschwerden	4
	nicht mehr als 90° Beugung	2
	nicht möglich	0
Instabilität	kein giving way	30
	selten während Sport	25
	häufig während Sport oder anderen stärkeren Übungen	20
	vermehrt in tägl. Aktivitäten	10
	oft in tägl. Aktivitäten	5
	jeder Schritt	0
Schwellung	keine	10
	mit giving way	7
	bei mäßiger Übung	5
	bei normaler Übung	2
	konstant	0
Schmerzen		Linkes Knie/Rechtes Knie
	Keine	30
	Inkonstant und leicht während schwerer Arbeiten	25
	Beim giving way	20
	Während schwerer Übungen	15
	Beim oder nach > 2 km gehen	10
	Beim oder nach < 2 km gehen	5
	Konstant und stark	0
Atrophie OS	keine	5
	1-2 cm	3
	> 2 cm	0
Lysholm Gesamtscore:	Punkte von 100 Möglichen	

### Score der orthopädischen Arbeitsgruppe Knie (OAK)

Anamnese			Allgemeine Untersuchungsbefunde		
Schmerzen	keine selten häufig ständig	5 3 2 0	Druckschmerz	kein gering mäßig stark	5 3 1 0
Schwellungen/ Ergüsse	keine selten wiederkehrend ständig	5 3 2 0	Erguss/ Schwellung	keine gering mäßig massiv	5 3 1 0
Giving-way (echtes)	keine selten regelmäßig	5 2 0	OS-Umfangsdifferenz (15cm prox.)	keine 2 cm > 2 cm	5 3 1
Arbeit	voll teilweise Wechsel unfähig	5 3 1 0	Extensionsdefizit (passiv)	null 5° 10° > 10°	5 3 1 0
Sport	voll beschränkt stark beschränkt unfähig	5 3 1 0	Flexion (passiv)	frei > 120° > 90° < 90°	5 3 1 0
Stabilität					
Nach vorne (Schublade)	0 + ++ +++	5 4 2 0	Nach hinten (Schublade)	0 + ++ +++	5 4 2 0
Extensionsnahe Schublade	0 + ++ +++	5 4 2 0	Medial (in 30° Flex.)	0 + ++ +++	5 4 2 0
Lateral (in 30° Flex.)	0 + ++ +++	5 4 2 0	Pivot shift	kein fraglich positiv	5 3 0
Reversed Pivot shift	kein positiv	5 2			
Funktionelle Tests					
Einbeinsprung seitlich	frei mit Mühe nicht möglich	5 3 1	Einbein-Kniebeugeübung	frei mit Mühe nicht möglich	5 3 1
Entengang	frei mit Mühe nicht möglich	5 3 1			
Auswertung					
	Kategorien	Total			
Sehr gut	0-4 Punkte fehlend; kein Parameter 0 Punkte	> 90 Punkte und sehr gut in jeder Kategorie			
Gut	5-9 Punkte fehlend; kein Parameter 0 Punkte	81-90 Punkte oder gut in einer einzelnen Kategorie			
Mäßig	10-14 Punkte fehlend; oder einzelner Parameter 0 Punkte	71-80 Punkte oder mäßig in einer einzelnen Kategorie			
Schlecht	15 oder mehr Punkte fehlend	< 70 Punkte oder schlecht in einer Kategorie			

**Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm**

0	Krankschreibung oder Invalidenrente wegen Knieproblemen
1	sitzende Arbeit Laufen auf ebenem Boden möglich
2	leichte Arbeit Laufen auf unebenem Boden möglich, aber Waldarbeit nicht möglich
3	leichte Arbeit Leistungs- und Freizeitsport: Schwimmen Laufen auf Waldboden möglich
4	mäßig schwere Arbeit (z. B. LKW fahren, schwere Hausarbeit) Freizeitsport: Radfahren, Langlauf, Joggen auf ebenem Boden mind. 2x/Woche
5	schwere Arbeit (Maurer, Förster) Leistungssport: Radfahren, Langlauf Freizeitsport: Joggen auf unebenem Boden mind. 2x/Woche
6	Freizeitsport: Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtski, Joggen, mind. 5x/Woche
7	Leistungssport: Tennis, Leichtathletik (Laufen), Motorcross, Speedway, Handball, Basketball Freizeitsport: Fußball, Hockey, Eishockey, Squash, Leichtathletik (Springen)
8	Wettkampfsport: Hockey, Squash, Badminton, Leichtathletik, Abfahrtski
9	Leistungssport: Fußball tiefere Klassen, Eishockey, Wrestling, Gymnastik
10	Leistungssport: Fußball – nationale und internationale Elite