

Aus der Praxis für Sporttraumatologie
am Klinikum Köln-Merheim
Leiter: PD Dr. med. Jürgen Höher

Prospektiver Vergleich zwischen Hamstring- und
Patellasehnentransplantat sowie flexibler und starrer
stationärer Verweildauer mindestens 3 Jahre nach
vorderem Kreuzbandersatz

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Köln

vorgelegt von
Robert Schöler
aus Berlin

promoviert am 03. November 2010

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. J. Klosterkötter

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. med. J. Höher

2. Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. med. P. Eysel

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe, die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistung erhalten.

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Köln, 22.03.2010

Die Krankengeschichten wurden von mir selbst ausgewertet. Die Nachuntersuchungen wurden nach Anleitung von Herrn Priv. Doz. Dr. med. Jürgen Höher von mir selbst durchgeführt.

Danksagung

Herrn PD Dr. med. Jürgen Höher und Herrn Dr. med. Jürgen Klein danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche wissenschaftliche Betreuung.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern für die Unterstützung während der Studien- und Doktorandenzeit und bei der Verwirklichung meiner beruflichen Ziele.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1 Historie der Kreuzbandchirurgie.....	8
1.2 Anatomie und Biomechanik.....	11
1.3 Verletzungsmechanismus.....	17
1.4 Diagnostik.....	18
1.4.1 Lachman-Test.....	19
1.4.2 Pivot-shift-Test.....	20
1.4.3 Schubladentest.....	21
1.5 Operative Versorgung.....	22
1.5.1 Indikation zur Operation.....	22
1.5.2 Transplantatwahl.....	24
1.5.2.1 Synthetische Transplantate.....	24
1.5.2.2 Allografts.....	25
1.5.2.3 Quadrizepssehne.....	26
1.5.2.4 Patellasehne.....	26
1.5.2.5 Hamstrings.....	28
1.5.3 Operationstechnik.....	30
1.5.3.1 Hamstrings.....	30
1.5.3.2 Patellasehne.....	32
1.6 Nachbehandlung.....	33
1.7 Ziel der Arbeit.....	36
2. Material und Methoden	37
2.1 Patientengut.....	37
2.1.1 Zeit zwischen Verletzung und Operation.....	39
2.1.2 Verletzungsursache.....	40
2.1.3 Begleitverletzungen.....	42
2.2 Einschlusskriterien.....	43
2.2.1 Zur ersten Nullhypothese.....	43
2.2.2 Zur zweiten Nullhypothese.....	43
2.3 Operation und Nachbehandlung.....	43
2.4 Nachuntersuchung.....	44
2.4.1 Erhobene Daten.....	44
2.4.1.1 Flandry-Score.....	45
2.4.1.2 Lysholm-Score.....	45
2.4.1.3 Tegner-Score.....	46
2.4.1.4 IKDC-Score und klinische Untersuchung.....	46
2.4.1.5 Zusätzliche Fragen.....	47
2.5 Statistische Tests und Datenauswertung.....	47
3. Ergebnisse	50
3.1 Flandry-Score.....	50
3.2 Lysholm-Score.....	51
3.3 Tegner-Score.....	53
3.4 IKDC-Score (subjektiv).....	55
3.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC).....	56
3.6 Kniefähigkeit (nach IKDC).....	58
3.7 Rolimeter-Untersuchung.....	61

3.8 Pivot-shift-Test.....	63
3.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich.....	65
3.10 One-legged hop	66
3.11 IKDC-Score (objektiv).....	69
3.12 Bewertung des Operationsergebnisses	71
3.13 Bewertung des OP-Teams	71
3.14 Bewertung des stationären Aufenthalts.....	71
4. Diskussion	74
4.1 Zur ersten Nullhypothese	74
4.1.1 Fragestellung, Material und Methoden	74
4.1.2 Ergebnisse	76
4.1.2.1 Flandry-Score	76
4.1.2.2 Lysholm-Score	77
4.1.2.3 Tegner-Score	77
4.1.2.4 IKDC-Score (subjektiv)	78
4.1.2.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC).....	79
4.1.2.6 Kniefähigkeit (nach IKDC).....	79
4.1.2.7 Rolimeter-Untersuchung	80
4.1.2.8 Pivot-shift-Test.....	81
4.1.2.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich.....	82
4.1.2.10 One-legged hop	82
4.1.2.11 IKDC-Score (objektiv).....	83
4.1.2.12 Zusätzliche Fragen	84
4.2 Zur zweiten Nullhypothese	84
4.2.1 Fragestellung, Material und Methoden	84
4.2.2 Ergebnisse	87
4.2.2.1 Flandry-Score	87
4.2.2.2 Lysholm-Score	88
4.2.2.3 Tegner-Score	88
4.2.2.4 IKDC-Score (subjektiv)	88
4.2.2.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC).....	89
4.2.2.6 Kniefähigkeit (nach IKDC).....	90
4.2.2.7 Rolimeter-Untersuchung	90
4.2.2.8 Pivot-shift-Test.....	91
4.2.2.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich.....	91
4.2.2.10 One-legged hop	92
4.2.2.11 IKDC Score(objektiv)	92
4.2.2.12 Zusätzliche Fragen	93
4.3 Fazit.....	94
5. Zusammenfassung.....	96
7. Literaturverzeichnis.....	98
6. Abkürzungsverzeichnis.....	114
8. Lebenslauf.....	115

1. Einleitung

Der vordere Kreuzbandriss ist die häufigste Bandverletzung des Knies[117]. Als klassische Sportverletzung tritt er gehäuft dort auf, wo schnelle Richtungs- oder Geschwindigkeitsveränderungen des Sportlers notwendig sind wie z.B. beim Fußball, Handball oder im Skisport[80]. Typischerweise geht ein Riss des vorderen Kreuzbandes (VKB) mit einer dauerhaften Instabilität des Kniegelenks einher, welche den Patienten selbst bei alltäglichen Aktivitäten erheblich beeinträchtigen kann. Da zusätzliche Kniefolgeschäden vor allem an Gelenkknorpel und Menisken [125,58,3] zu erwarten sind, bietet sich besonders für junge wie auch für sportlich aktive Patienten eine anatomisch wiederherstellende Kreuzbandplastik als mögliche Therapieoption an[33,34]. Seit der erstmaligen ausführlichen Beschreibung durch Arthur Mayo Robson (1895) unterliegt das Operationsverfahren für die vordere Kreuzbandrekonstruktion einer stetigen technischen Weiterentwicklung. Derzeit gilt die Verwendung von autologen Transplantaten für den Kreuzbandersatz als erfolgversprechendste Methode. Es konnte sich hierbei neben der Patellasehne die Semitendinosus-/Gracilissehne als mindestens gleichwertiges Transplantat etablieren. Die Verwendung sowohl des einen wie auch des anderen Transplantats erfreut sich derzeit großer Beliebtheit, da auch trotz der deutlich verschiedenen Vorgehensweisen bis zum jetzigen Zeitpunkt keine eindeutige Empfehlung für eines der beiden Verfahren zum Kreuzbandersatz existiert.

Es soll deshalb in dieser Arbeit geprüft werden, ob es hinsichtlich klinischem Outcome und Patientenzufriedenheit einen Unterschied macht, welches Transplantat für den Kreuzbandersatz verwendet wird.

Neben der Wahl des Transplantats existiert derzeit ebenso für das Zeitmanagement der stationären Nachbehandlung keine allgemeingültige Richtlinie. Vielmehr liegt es im Ermessen des Operateurs und der Klinikleitung, ob eine flexible oder starre Stationsdauer für die Nachbehandlung verordnet wird und welchen Zeitraum diese umfasst. Im Folgenden wird deshalb eine im Rahmen der Regelbehandlung individuell am Patienten orientierte mit einer konsequent kurzzeitigen (eine Übernachtung) stationären Verweildauer verglichen. Wie zuvor soll geprüft werden, ob es zwischen beiden Herangehensweisen Unterschiede in Zufriedenheit und klinischem Outcome gibt.

1.1 Historie der Kreuzbandchirurgie

Die früheste bekannte Erwähnung der Kreuzbänder findet sich auf einer ägyptischen Papyrussrolle aus dem Jahre 3000 v. Chr. wieder. Hippokrates (460-370 v. Chr.) erkannte später, dass eine Verletzung in diesem Bereich zur Subluxation des Kniegelenks führen kann. Die erste anatomisch funktionelle Beschreibung der Kreuzbänder sowie deren Namensgebung (Ligamenta genu cruciata) geht auf Claudius Galen von Pergamon (129–199 v. Chr.) zurück. Vesalius beschrieb 1543 in seinem Werk „De humani corporis fabrica“ umfassend die Anatomie des Kreuzbandes, bevor 1836 die Gebrüder Weber die Biomechanik beider Bänder und deren Bedeutung für die Stabilisierung des Knies verdeutlichten[114]. A. Bonnet (1809-1858) führte bereits 1845 erste Kadaverstudien zum Kreuzband und dessen Verletzungsmechanismus durch. Er erkannte, dass ein Riss des vorderen Kreuzbandes typischerweise im Bereich des femoralen Ansatzes stattfand und häufig mit einer Läsion des Innenbandes einherging[6]. Die erste Kreuzbandoperation am Menschen geht auf den aus Leeds stammenden Chirurgen Sir Arthur Mayo Robson (1853-1933) zurück. Einen Bergarbeiter, dem bei einem Arbeitsunfall beide Kreuzbänder gerissen waren, versorgte Robson 1895 mittels einer refixierenden Primärnaht. Sechs Jahre später beschrieb dieser sein Knie mit den Worten „perfectly strong“ [99]. H. Goetjes empfahl 1913 unter Berufung auf eine 30 Patienten umfassende Studie die primäre Naht im Fall einer akuten vorderen Kreuzbandruptur. Es zeichnete sich jedoch bereits wenig später eine Abkehr von der Primärnaht hin zur wiederherstellenden Chirurgie mittels Bandersatzplastik ab[82]. Trotz des durch F.Lange 1907 als erfolgreich beschriebenen Einsatzes von Seidenligamenten konnte sich bis heute kein künstliches Transplantatmaterial durchsetzen. Der erste Einsatz eines körpereigenen Transplantats beim Menschen geht laut E. Hesses Bericht 1914 auf den russischen Arzt Grekow[56] zurück, der einen freien Fascia-lata-Streifen als Ersatz wählte. Groves beschrieb 1917 ebenfalls die Verwendung eines Fascia-lata-Streifens, jedoch als proximal gestieltes Transplantat[57].

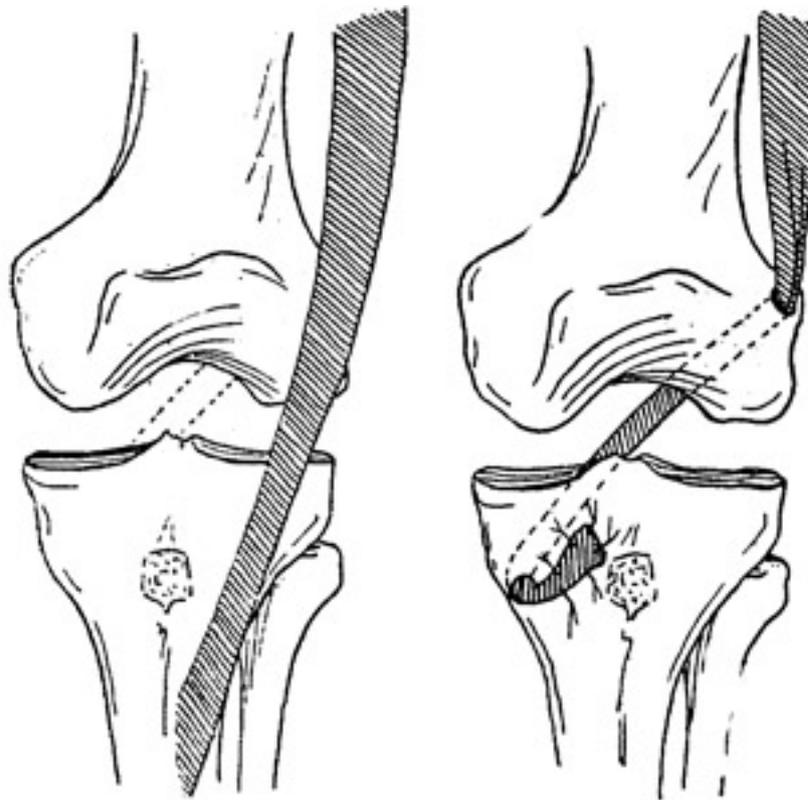


Abb. 1: Vorderer Kreuzbandersatz nach E. Hey Groves[13]

Nachdem Verth 1932 auf dem deutschen Orthopädenkongress die Verwendung eines distal gestielten Streifens der Patellasehne beschrieb[112], nutzte auch Wittek diese Methode in leicht abgewandelter Form und konnte 1935 von 16 auf derartige Weise erfolgreich operierten Patienten berichten[119]. In etwa zur gleichen Zeit machte sich der italienische Chirurg Galeazzi 1932 die Eigenschaften der Semitendinosussehne zu Nutze und verwendete diese als proximal gestieltes Transplantat zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes[40]. Das von ihm operierte Knie eines jungen Eisenbahnarbeiters beschrieb Galeazzi in einer Nachuntersuchung 2 Jahre später als stabil, voll streckfähig sowie mäßiggradig eingeschränkt beugefähig. Diese bereits von Edwards 1926 popagierte Verwendung der Semitendinosus- bzw. Gracilissehne[27] erlangte 1950 durch Lindemann[74] und O'Donoghue[84] zusätzliche Bekanntheit. Als Meilenstein der vorderen Kreuzbandchirurgie hingegen beschrieb

H. Brückner 1966 den Bandersatz mittels freiem Patellasehnentransplantat unter Entnahme des mittleren Drittels der Sehne.



Abb. 2: Verwendung des mittleren Patellasehnendrittels nach Brückner[8]

Seine an K. Jones 1963 angelehnte Operationsmethode zeichnete sich durch das Belassen eines patellaren sowie alternativ zusätzlich tibialen Knochenblocks am Transplantat aus und zählt in ihrer Grundidee bis heute zu den Standardverfahren der Kreuzbandchirurgie[8]. Daneben konnte sich die bereits erwähnte Semitendinosussehne nach Publikationen von Cho 1975[12] sowie Friedman 1988[35] als freies Transplantat etablieren und gilt spätestens seit Einführung der „all-inside“ Technik durch Pinczewski 1994 [91] wie auch der Endobutton-Fixation durch Rosenberg 1993 [100] als mindestens ebenbürtig zur Patellasehne. Wichtig für beide Verfahren war die Erkenntnis, dass freie Transplantate von außen vaskularisiert werden und somit keine Nachteile gegenüber gestielten Transplantaten haben. Als aktuelle Weiterentwicklung lässt sich neben einer anatomiegetreueren Wiederherstellung mittels double-bundle Hamstring-Rekonstruktion die oft unabhängig von der Transplantatwahl genutzte Platzierung eines anteromedialen Portals zur Anlage des femoralen Tunnels nennen.

1.2 Anatomie und Biomechanik

Die Kreuzbänder (Ligamenta cruciata) gehören neben Außenband (Ligamentum collaterale tibiale, MCL) und Innenband (Ligamentum collaterale fibulare, LCL) zum Hauptbandapparat des Knies. Sie verhindern die Translation der Tibia in der anterior-posterioren Ebene, wobei das vordere Kreuzband (VKB oder engl. ACL) die anteriore Translation, das hintere Kreuzband (engl. PCL) die posteriore Translation begrenzt. Aufgrund ihrer überkreuzenden Lage in sagittaler wie auch frontaler Ebene kommt es bei Innenrotation des gebeugten Knies zur Umwicklung beider Bänder, wodurch auch diese begrenzt wird.

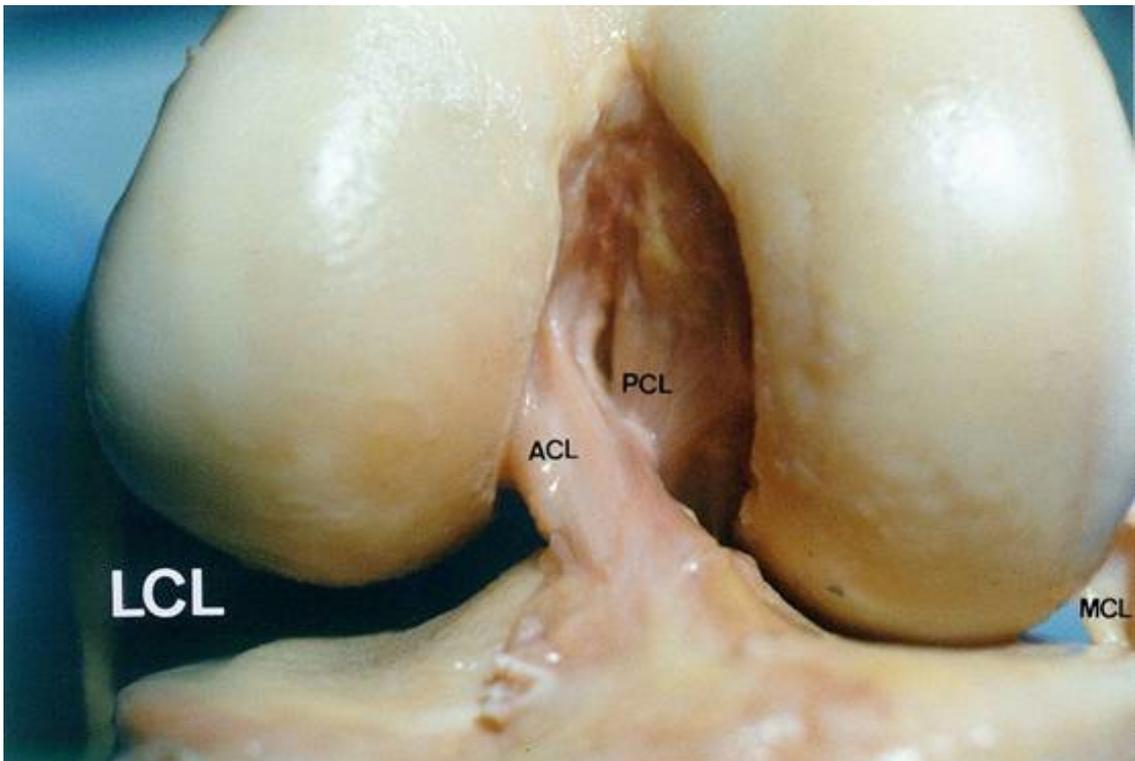


Abb. 3: Kreuzbänder des rechten Knies[62]

Das vordere Kreuzband entspringt an der dorsalen, medialen Seite des lateralen Femurkondylus und setzt an der Area intercondylaris medialis an. Es verläuft in Extensionsstellung des Knies parallel zum Dach der Fossa intercondylaris in einem Winkel von ca. 40° zur Femurlängsachse. Da es bei weiterer Extension

gegen dieses anschlägt, schränkt es neben Kapsel und Muskelapparat die Extension endgradig ein und rupturiert auf Grund dessen nicht selten im Rahmen eines Hyperextensionstraumas.

Das VKB besteht aus einem anteromedialen (AMB) und einem posterolateralen (PLB) Bündel sowie einem dazwischen liegenden sehr kleinen intermediären Bündel. Es befindet sich innerhalb der äußeren Wand der Gelenkkapsel (Stratum fibrosum) jedoch außerhalb der inneren Wand dieser (Stratum synoviale), da es entwicklungsgeschichtlich von dorsal in das Kniegelenk einwandert ist und somit per definitionem intrakapsulär und extraartikulär liegt. Der femorale Ursprung des VKBs an der hinteren Innenwand des Condylus lateralis kann mit einem Längsdurchmesser von ca. 18 mm und einem Querdurchmesser von ca. 11 mm als oval bezeichnet werden[85]. Jedem Bündel kann ein gleich großer Anteil der Ursprungsfläche zugeteilt werden. Zur Orientierung während der Anlage des femoralen Tunnels gilt, dass das AMB an der Linea intercondylaris, das PLB an der Knorpel-Knochen Grenze inseriert. Erwähnenswert ist hier zudem die Tatsache, dass das AMB weiter proximal am Femur ansetzt. Der tibiale Ansatz des VKBs liegt auf Höhe der Eminentia intercondylaris zwischen Tuberculum intercondylare mediale und Tuberculum intercondylare laterale und misst in seiner Fläche ca. 120 % des femoralen Ansatzes. Auch hier beanspruchen beide Bündel ähnlich viel Ansatzfläche. Analog der Namensgebung liegt das AML etwas weiter anteromedial, das PLB weiter posterolateral. Die Fasern beider Bündel haben sich in ihrem Verlauf zum Tibiaplateau hin aufgefächert, so dass ihr Ansatz dort als entenfußartig beschrieben werden kann. Die Länge des AML liegt bei ca. 38 mm [36], die des PLB bei ca. 17,8 mm[70]. Aufgrund der Tatsache, dass das AMB tibial weiter ventral, gleichzeitig aber am Femur proximaler als das PLB liegt, verdrehen sich beide Bündel ineinander, wenn das Knie gebeugt wird, so dass das PLB vor das AMB nach ventral rotiert.

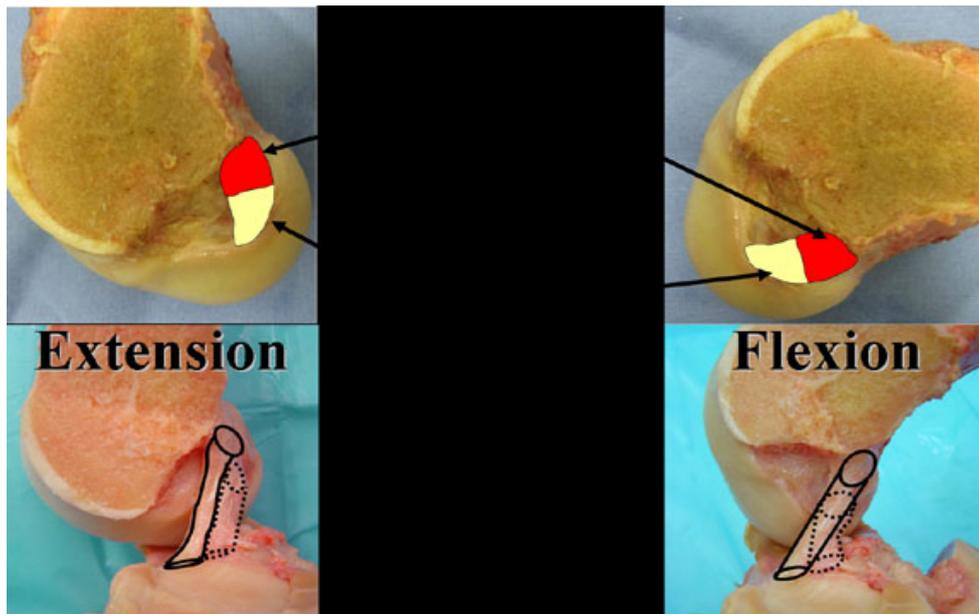


Abb. 4: AMB und PLB in Extension und Flexion[38]

Dies hat zur Folge, dass, wie in Abb. 4 und 5 zu sehen ist, bei unterschiedlichen Beugewinkeln des Kniegelenks beide Bündel des VKBs unabhängig voneinander gespannt oder entspannt sein können.

Es konnte hier gezeigt werden, dass das AMB in 60° Knieflexion, das PLB hingegen in Knieextension maximal angespannt ist[39].

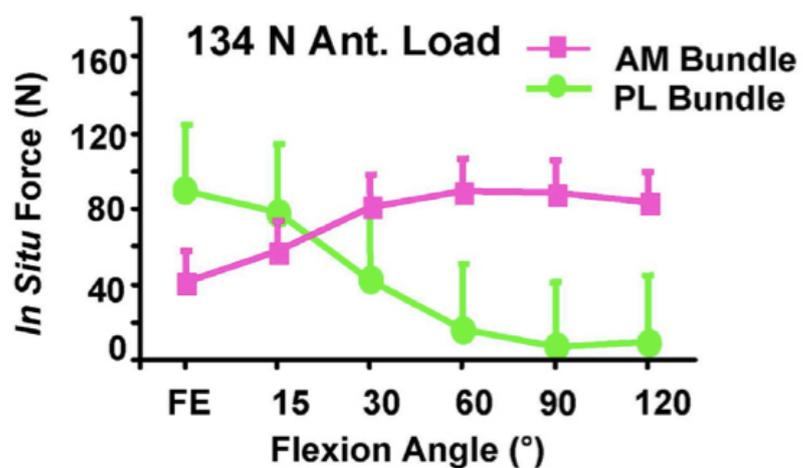


Abb. 5: Spannungsverhalten von AMB und PLB[103]

Kadaverstudien bestätigten die Annahme, dass das PLB vor allem in extensionsnaher Stellung des Knies, das AMB hingegen vorwiegend in Flexion die anteriore tibiale Translation begrenzen. In Hinblick auf die Rotationsstabilität lässt sich sagen, dass offenbar auf Grund des schrägen Verlaufs des PLBs, dieses vor allem die Innenrotation einschränkt. Ein selektiv durchtrenntes PLB äußerte sich in Versuchsstudien erwartungsgemäß in einer Rotationsinstabilität bei 0° wie auch 30° Beugewinkel des Knies[124]. Es ist zu erwarten, dass dieser Mechanismus wegen seiner Bedeutung für die Entstehung von Spätschäden[69] zunehmend Beachtung bei der anatomischen Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes finden wird.

Die arterielle Versorgung des vorderen Kreuzbandes erfolgt proximal über die Arteria genus media und distal über Abgänge der Arteria genus inferior medialis und Arteria genus inferior lateralis. Beide Arterien gehen aus der Arteria poplitea hervor.

Das VKB besteht zum Großteil aus Fasern vom Kollagentyp 1. Im distalen Bereich, nahe an der tibialen Ansatzstelle, besteht es aus Faserknorpel und gilt dort als weitgehend avaskulär. Da dieser Bereich ventral nicht von Synovia bedeckt wird und, wie bereits erwähnt, in Knieextension am Unterrand der Fossa intercondylaris anschlägt, wird der Unterschied in der strukturellen Entwicklung verständlich.

Die Biomechanik des Kniegelenks und insbesondere der Kreuzbänder gilt als äußerst komplex und kann hier nur ansatzweise erläutert werden. Erwähnenswert ist jedoch vor allem die Tatsache, dass das Femur im Zusammenspiel mit der Tibia eine Kombination aus Roll- und Gleitbewegung beschreibt.

Diese Erkenntnis geht auf die Gebrüder Weber (1836) zurück[114].

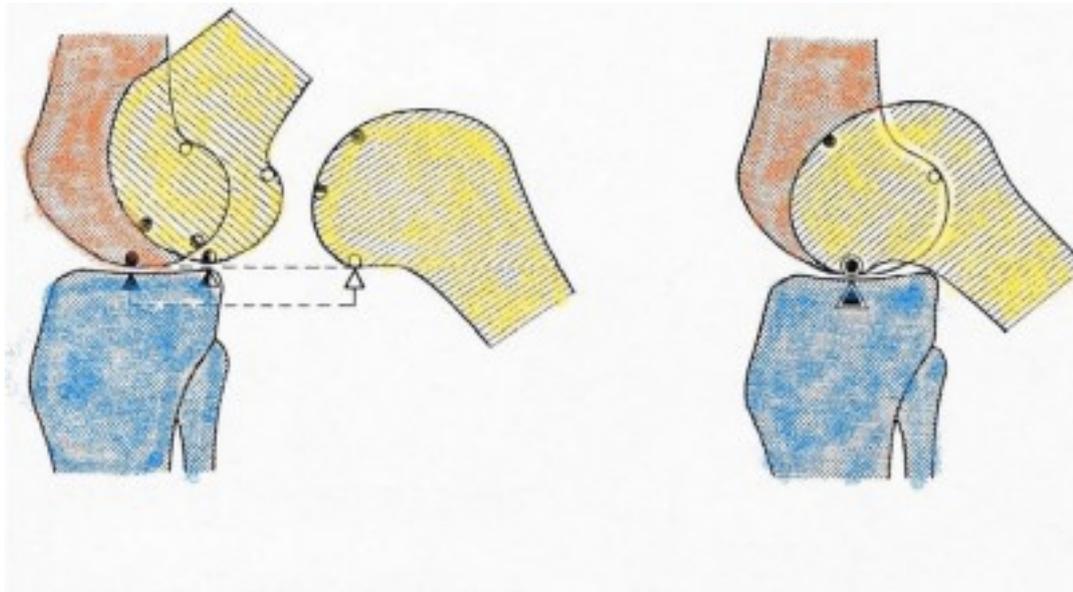


Abb. 6: Hypothetische solitäre Roll- oder Gleitbewegung[81]

Wie auf Abb. 6 zu erkennen ist, würde das Femur, sofern es lediglich über das Tibiaplateau rollen würde, bei zunehmender Beugung über dieses hinwegrollen. Ein ausschließliches Gleiten bei gleichbleibendem tibialen Kontaktpunkt hingegen würde ein Anschlagen der Femurmetaphyse gegen die hintere Tibiakante bei ca. 130° verursachen. Physiologisch ist nur eine Kombination aus beiden Bewegungen. Da vor allem das frühe Gleiten der Femurkondylen durch das vordere Kreuzband bedingt ist, kann bei gerissenem vorderen Kreuzband die Roll-Gleit-Bewegung nur noch eingeschränkt ablaufen. Unter anderem diese Tatsache macht sich der Untersucher bei Anwendung des Pivot-shift-Tests zu Nutze.

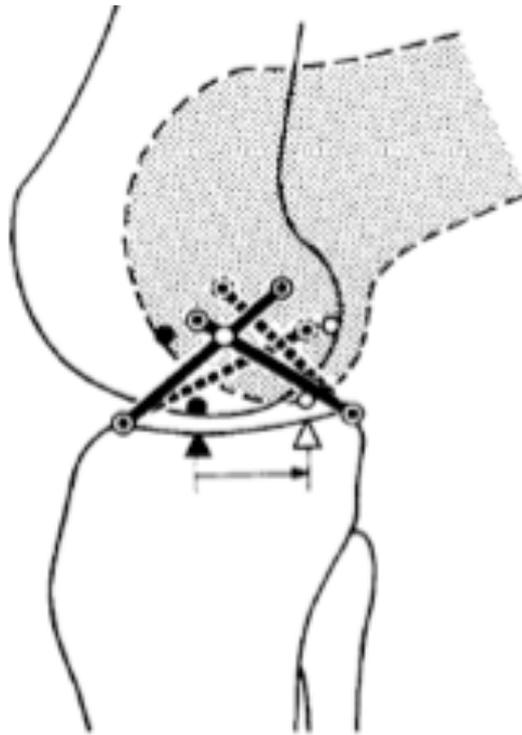


Abb. 7: Modell der überschlagenen Viergelenkkette[81]

Das bekannteste Modell zur Beschreibung der Kinematik der Kreuzbänder ist das der überschlagenen Viergelenkkette. Es betrachtet die Kreuzbänder in sagittaler Ebene und stellt sie vereinfachend als starre Verbindungen zwischen Tibia und Femur da. Obwohl es die Funktion von Kapsel und Seitenbändern außer Acht lässt, kann mit Hilfe dieses erstmals von Strasser 1917 entwickelten Modells die Eigenart der Kniebewegung anschaulich erklärt werden. Müller kam 1982 zu der Erkenntnis, dass ein physiologischer Bewegungsumfang von ca. 5° Extension und 145° Flexion nur möglich sei, sofern die durch die femoralen Ansatzpunkte beider Kreuzbänder verlaufenden Gerade in einem Winkel von 40° zur Femurlängsachse steht. Tatsächlich beträgt der Winkel zwischen Dach der Fossa intercondylaris und der Femurlängsachse im Regelfall 40° [81].

1.3 Verletzungsmechanismus

Betrachtet man die Ursachen des vorderen Kreuzbandrisses unter statistischem Aspekt, so erkennt man zunächst einmal ein auffallend häufiges Auftreten beim Sport. Vor allem die „pivoting sports“, Sportarten, welche das Knie einer plötzlichen Rotations- oder Translationskraft aussetzen, bergen ein erhöhtes Risiko für Kreuzbandrupturen. Der Großteil dieser tritt hierbei ohne Einwirken eines gegnerischen Spielers auf (noncontact injuries)[47]. Bemerkenswert ist die Beobachtung, dass Frauen signifikant häufiger als Männer Kreuzbandverletzungen bei genannten Sportarten erleiden. Die Ursachensuche hierfür ist Gegenstand aktueller Forschung wie auch kontroverser Diskussionen und wird im Folgenden nur kurz angeschnitten. Es sei jedoch gesagt, dass neben möglichen anatomischen Risikofaktoren wie einer schwächer ausgeprägten Muskulatur, einem breiteren Becken und somit erhöhtem Q-Winkel wie auch einer schmaleren Fossa intercondylaris zusätzlich hormonelle Unterschiede einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko zu haben scheinen. Anhand von Tierversuchen konnte hierzu gezeigt werden, dass unter hohen Östrogenspiegeln der Durchmesser von Kollagenfibrillen abnimmt[51].

Als typische Verletzungsmechanismen gelten allgemein das abnormale Landen auf einem Bein, das schnelle Abbremsen im Lauf sowie plötzliche Drehbewegungen des Knies[108]. Videoaufnahmen von Sportlern ließen erkennen, dass vor allem bei leichter Beugung und Valgusposition sowie gleichzeitiger Außen- oder Innenrotation des Knies die Gefahr für Kreuzbandverletzungen stieg. Auch scheint eine Hyperextension des Knies bei erwähnter Valgus- und Rotationsstellung eine Kreuzbandruptur zu begünstigen[5,77].

Neben dem beschriebenen Valgus-Rotationstraumen ist ein weiterer wichtiger und häufig beobachteter Verletzungsmechanismus jener Sturz des Skifahrers, bei welchem der Talski bei flektiertem Knie nach innen dreht. Neben diesem, aufgrund der Hebelwirkung des Skis allgemein sehr häufig vorkommenden Verletzungsmechanismus bei interner wie auch externer Überdrehung des Knies, ist in diesem Zusammenhang auch das Landen nach einem Sprung bei gleichzeitig nach hinten verlagertem Schwerpunkt des Fahrers[52] zu nennen.

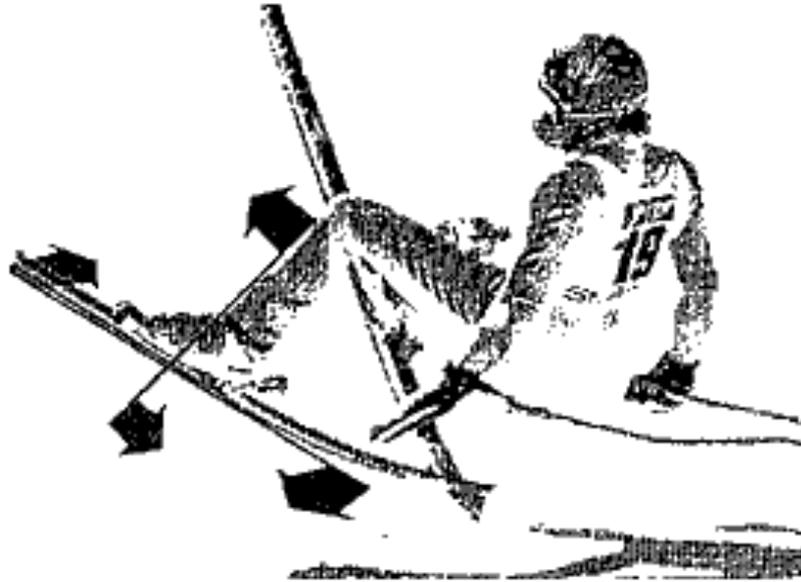


Abb. 8: Rückwärtsfallen des Skifahrers[45]

Um seinen Körperschwerpunkt wieder nach vorne zu verlagern, versucht der Skifahrer oft reflektorisch mittels Kontraktion des Quadrizepsmuskels das Bein zu strecken und setzt auf diese Weise das Knie einer hohen anterioren Translationskraft aus. Studien hierzu ergaben, dass die Kontraktionskraft des Quadrizepsmuskels alleine ausreicht, um das vordere Kreuzband zu zerreißen[48,21].

1.4 Diagnostik

Zur Diagnosestellung eines akuten vorderen Kreuzbandrisses werden neben bildgebenden Verfahren vor allem klinische Tests durchgeführt. Obwohl die Magnetresonanztomografie als genaueste Methode zur Darstellung von Bandläsionen des Knies gilt[102], bleibt die umfassende klinische Untersuchung des verletzten Knies unerlässlich. Die hierfür verwendeten gängigsten Testverfahren werden im Folgenden vorgestellt.

1.4.1 Lachman-Test

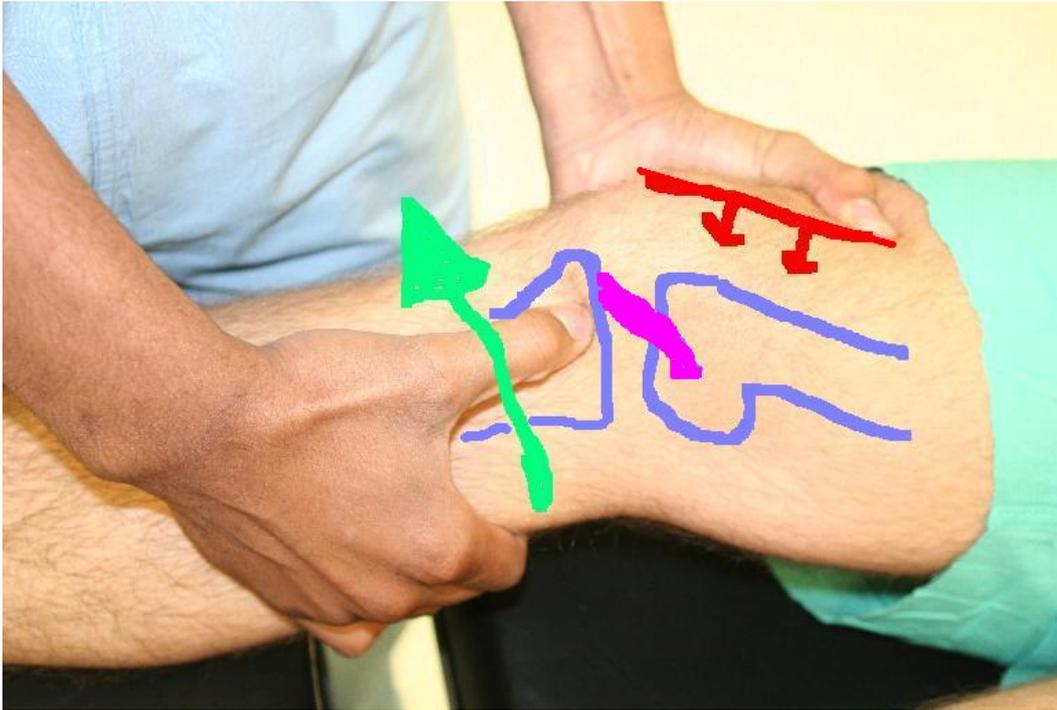


Abb. 9: Lachman-Test[3a]

Der Lachman-Test prüft die Verschieblichkeit der Tibia gegen den Femur in extensionsnaher Stellung des Knies. Er gilt als sehr sensitiv und wird im klinischen Alltag häufig angewendet. Auf Grund des ungünstigeren Hebelarms der ischiocruralen Muskulatur bei Streckstellung des Knies ist der Lachman-Test im Allgemeinen leichter durchführbar als der vom Prinzip her ähnliche Schubladen-Test. Die Untersuchung erfolgt in Rückenlage des Patienten bei um 20-30° gebeugtem Knie. Der Untersucher fixiert mit einer Hand den Oberschenkel und bewegt mit der anderen Hand den Unterschenkel nach ventral. Alternativ kann der Untersucher den Oberschenkel des Patienten auf seinem eigenen Oberschenkel in 20-30° Beugung ablegen und den Patientenoberschenkel mit einer Hand zusätzlich stabilisieren.

Der Test gilt als positiv, wenn sich im Vergleich zur Gegenseite eine signifikante Verschieblichkeit der Tibia zum Femur erkennen lässt. Zur genaueren Beurteilung untersucht man neben der ventralen Verschieblichkeit zusätzlich die Anschlags-

qualität. Hierzu wird die Tibia abrupt nach ventral bewegt und der Endpunkt der Bewegung beurteilt. Ein fester Anschlag bei gleichzeitig bestehender positiver vorderer Schublade deutet auf eine Elongation oder Ruptur nur eines Bündels des VKBs hin. Da in extensionsnaher Stellung des Knies vor allem das PLB gespannt ist, kann dieses mit Hilfe des Lachman-Tests besonders gut beurteilt werden und stünde im genannten Fall im Verdacht, rupturiert zu sein.

1.4.2 Pivot-shift-Test



Abb. 10: Pivot-shift-Test[106b]

Der Pivot-shift-Test macht sich die Subluxationsneigung des VKB- insuffizienten Knies zu Nutze. Unter 30° Abduktion sowie 30° Flexion setzt der Untersucher das gestreckte Bein einem Valgusstress bei zusätzlicher Innenrotation aus. Ist das vordere Kreuzband gerissen, fehlt dessen Eigenschaft, die Innenrotation zu begrenzen. Somit kommt es zu einer leichten Translation der lateralen Tibia nach ventral. Zusätzlich kann bei gerissenem vorderem Kreuzband die natürliche Roll-Gleit-Bewegung nicht ungestört ablaufen. Vielmehr rollt das Femur vor allem in der Anfangsphase der Beugung verstärkt über die Tibia nach dorsal. Beugt der Untersucher das Knie nun langsam, kommt es bei 20-30° Beugung zu einer Reposition des Tibiaplateaus, welche meist mit einem fühlbaren Schnappen verbunden ist. Ursächlich hierfür ist der Zug des Tractus iliotibialis, welcher am Tuberculum Gerdy der Tibia ansetzt und beim Beugen des Knies über den

lateralen Kondylus gleitet. Auf Grund der verstärkten Innenrotation wird diese Bewegung vorerst erschwert, bis bei zunehmender Beugung des Knies der Tractus iliotibialis über den lateralen Kondylus rutscht und die Tibia ruckartig wieder nach dorsal zieht. Da auch dieser Test in extensionsnaher Stellung des Knies durchgeführt wird, erfasst er vor allem die Funktion des PLBs.

Er gilt als sehr spezifisch, jedoch als wenig sensitiv und lässt sich nach akutem Trauma oft nur sehr schwer durchführen.

1.4.3 Schublagentest



Abb. 11: Schublagentest

Der Schublagentest prüft die Verschieblichkeit der Tibia in Flexionsstellung. Der Untersucher fixiert mit seinem Gesäß den Fuß des Patienten auf der Untersuchungsliege. Hierbei befindet sich das zu untersuchende Knie in 90° Beugung. Beide Hände umfassen den Tibiakopf, die Daumen liegen dem Gelenkspalt von vorne an. Für die Untersuchung des vorderen Kreuzbandes versucht man die vordere Schublade auszulösen und zieht hierfür die Tibia nach ventral. Eine im Vergleich zur Gegenseite erhöhte Verschieblichkeit des Unterschenkels deutet auf eine vordere Kreuzbandläsion hin. Der vordere Schublagentest dient vor allem der Beurteilung des anteromedialen Bündels, welches in Flexionsstellung des Knies angespannt ist. Wie beim Lachman-Test

können durch Prüfen der Anschlagsqualität weitere Informationen gewonnen werden. Ein fester Anschlag lässt immer zumindest ein intaktes Bündel vermuten. Ist jedoch gleichzeitig die vordere Verschieblichkeit erhöht, kann man von einer Elongation des VKBs oder einem Riss des AMBs ausgehen.

1.5 Operative Versorgung

1.5.1 Indikation zur Operation

Bevor die verschiedenen Operationsverfahren im Einzelnen betrachtet werden, gilt es zunächst abzugrenzen, in welchen Fällen bei vorliegendem vorderem Kreuzbandriss eine operative einer konservativen Versorgung vorzuziehen ist. Es konnte gezeigt werden, dass eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes, sofern sie unbehandelt bleibt, die Wahrscheinlichkeit für Sekundärschäden erhöht [20,125, 58,3]. Eine anterolaterale Rotationsinstabilität des Kniegelenks wird häufig durch die Menisken teilkompensiert[90]. Diese stellen besonders bei anteriorer Translation der Tibia ein Widerlager für die Femurkondylen dar und erfahren so eine unphysiologische Belastung vor allem im hinteren Bereich. Auf Grund des eingeschränkten Roll-Gleit-Mechanismus rollt bei Kniebeugung das Femur zudem verstärkt über die dorsalen Anteile der Menisken anstatt diese nach hinten zu verschieben. Besonders der wegen seiner stärkeren Fixierung am Tibiaplateau und medialen Kollateralband unbeweglichere mediale Meniskus ist hierbei gefährdet[81a,73,20]. Ein geschädigter Meniskus wie auch ein bestehender Kreuzbandschaden prädisponieren für eine Kniegelenksarthrose[29], die in diesem Zusammenhang häufig selbst beim jungen Patienten beobachtet werden kann. Neben dem unzureichenden Dämpfungsverhalten eines lädierten Meniskus und der damit verbundenen Gefährdung der Knorpelsubstanz treten jedoch unabhängig davon auch direkte Knorpelschäden am VKB-insuffizienten Knie auf. Diese werden durch die bestehende Instabilität und die dadurch bedingten unphysiologischen Scher- und Druckkräfte am Knorpel hervorgerufen[90]. Ob eine operative Versorgung die Risiken für derartige Folgeschäden entschei-

dend mindern kann, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht endgültig beantworten. Die Tatsache, dass das Operationsergebnis in hohem Maße vom Operateur und der Operationsmethode abhängt, erschwert jeden Versuch, ein grundsätzliches Urteil hierüber zu fällen. Eine von Meuffels et al. 2009 zu diesem Thema durchgeführte Vergleichsstudie an Sportlern zehn Jahre nach erlittenem vorderen Kreuzbandriss ließ keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich eines Auftretens von Knorpel- oder Meniskusschäden zwischen konservativem und operativem Verfahren erkennen. Es konnte jedoch eine signifikant erhöhte Kniegelenksstabilität bei operativ versorgten Patienten festgestellt werden[78]. Es bleibt festzuhalten, dass nicht jeder Patient mit unversorgtem vorderem Kreuzbandriss zwangsläufig Spätfolgeschäden erleidet und die Entscheidung für oder gegen eine Operation somit besonders im Hinblick auf mögliche Sekundärschäden im Einzelfall geprüft werden muss. Neuere Studien deuten darauf hin, dass vor allem eine Rotationsinstabilität mehr noch als eine anteriore Instabilität mit der späteren Entwicklung einer Kniegelenksarthrose in Zusammenhang steht[72,98,69,61]. Ein positiver Pivot-shift Test gilt somit für die Entscheidung zur operativ stabilisierenden Versorgung als ein maßgebendes Kriterium. Noyes et al. erkannten bereits 1983 die zusätzliche Bedeutung der dynamischen Instabilität für die Entwicklung von Knorpelschäden und konnten einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen sogenannten Giving-way-Ereignissen und späteren arthrotischen Veränderungen feststellen[83]. Neben der Frage nach möglichen Folgeschäden ist natürlich ein wesentliches Entscheidungskriterium die allgemeine Stabilität und Funktionsfähigkeit des Knies. Ein Riss des vorderen Kreuzbandes führt, sofern dieser nicht kompensiert werden kann, zu einer Teilinstabilität des Kniegelenks. Diese äußert sich häufig in Form einer Giving-way Symptomatik, jenem vom Patienten oft beschriebenen plötzlichen Weggleiten oder Instabilitätsgefühl im Kniegelenk, welches vor allem bei sportlicher Belastung auftritt und meist mit starken Schmerzen einhergeht. Besonders für sportlich aktive Patienten stellt dieser Umstand verständlicherweise eine Beeinträchtigung dar. Hierzu durchgeführte Studien ließen eine signifikante Reduktion der Giving-way Symptome wie auch eine deutlich verbesserte objektive Stabilität nach operativer Versorgung erkennen. Auch in Hinblick auf das Wiedererreichen des früheren Aktivitätsniveaus schneidet die Operation

besser ab[59].

Wie bereits erwähnt, gilt es für jeden Einzelfall abzuwägen, ob ein operatives oder konservatives Vorgehen anzuraten ist. Ein wichtiges hinweisendes Kriterium ist hierbei neben genannter subjektiver und objektiver Stabilität der sportliche Anspruch des Patienten. Liegt diesem viel daran, sein bisheriges Aktivitätsniveau beizubehalten, so kann auch im fortgeschrittenen Alter eine wiederherstellende Kreuzbandplastik empfehlenswert sein. Ebenfalls für jüngere Patienten gilt die operative Versorgung als vorteilhaft, da sich diese besonders im Hinblick auf spätere arthrotische Veränderungen des Kniegelenks bewähren konnte[1].

1.5.2 Transplantatwahl

Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal aller aktuell etablierten Operationsverfahren für den Kreuzbandersatz betrifft die Wahl des Transplantats. Als Anforderung lässt sich vereinfachend sagen, dass dieses in seinen Eigenschaften dem originalen Kreuzband möglichst ähnlich sein sollte.

1.5.2.1 Synthetische Transplantate

Versuche, synthetische Transplantate zu diesem Zweck zu nutzen, gewannen nach früherer Ernüchterung (siehe auch Historie) in den 80er Jahren wieder zunehmend an Beliebtheit. Viele zu diesem Zeitpunkt entwickelte Materialien, wie Gore-Tex, Kennedy-Lad-, Dacron- oder Kohlefaser-Grafts erschienen auf Grund der nicht vorhandenen Entnahmemorbidität und der kürzeren Rehabilitationszeit besonders erfolgversprechend. Die zu dieser Zeit gängige offene Versorgung mittels Patellasehnentransplantat ging im Regelfall mit einer ca. 6-wöchigen postoperativen Immobilisierung des Kniegelenks einher. Die anfängliche Euphorie legte sich jedoch schnell, als man erkannte, dass die meist sehr teuren Kunsttransplantate der längerfristigen Belastung nicht standhalten konnten. Es kam häufig zu Materialabrieb im Eingangsbereich des Knochentunnels sowie dadurch verursachter Fremdkörpersynovialitiden[97,49]. West und Harner[116] verdeutlichten 2005, dass es für die Verwendung von synthetischen Bändern

keinerlei Indikation gäbe. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob zukünftige Neuentwicklungen auf diesem Gebiet den hohen Ansprüchen gerecht werden können, zumal alle derzeit gängigen Verfahren unter Entnahme von Eigensehnenmaterial eine notwendige Minderfunktion im Entnahmebereich verursachen. Interessant erscheinen in diesem Zusammenhang Entwicklungen von mit Wachstumsfaktoren angereicherten bioabsorbierbaren Materialien.

1.5.2.2 Allografts

Eine Methode, die vor allem in den USA Beachtung findet, ist die Verwendung von Allografts. Auch hier entfällt die Entnahmemorbidity bei Patienten. Gebräuchlich ist mitunter der Einsatz von Patellasehnen- oder Achillessehnen-transplantaten. Neben dem genannten Vorteil des schonenderen Eingriffs und dem auf Grund dessen kosmetisch meist ansprechenderen Ergebnis kann beim Einsatz von Allografts die Operationszeit wie auch die Rehabilitationszeit gesenkt werden. Als Nachteil dieser Methode gilt die erhöhte Infektionsgefahr[18,46]. Um diese zu minimieren, sterilisierte man die Transplantate chemisch oder mittels Bestrahlung. Es erschien jedoch problematisch, dass dieses wiederum zu strukturellen Schäden und einer Schwächung des Transplantats führte[43,19]. Auch die ansonsten übliche Gefrierkühlung auf -80°C erwies sich für die Stabilität als ungünstig[16] und garantiert zudem keinen sicheren Infektionsschutz. Die Food-and-Drug-Administration verlangt seit 1993, dass potentielle Spender frühzeitig auf HIV-1, HIV-2, Hepatitis A und Hepatitis B getestet werden. Da jedoch nicht garantiert werden kann, dass das Transplantat zum Zeitpunkt der Entnahme frei von genannten Viren ist, verbleibt beim Gebrauch unsterilisierten Allografts ein Restrisiko für den Patienten[14,46]. In Deutschland verlangt der Gesetzgeber seit kurzem eine Einzelprüfung des Transplantgewebes mittels PCR, um eine Virusübertragung bestmöglich ausschließen zu können.

1.5.2.3 Quadrizepssehne

Eine weitere alternative Methode des Kreuzbandersatzes ist die Verwendung des mittleren Anteils der Quadrizepssehne wahlweise zusammen mit einem Knochenblock vom Ansatz an der Patella. Diese kommt vor allem in der Revisionschirurgie zum Einsatz, gewinnt aber auch in der Primärversorgung zunehmend an Bedeutung.

Als Vorteil ist hier die im Vergleich zur Patellasehne deutlich seltener berichtete Schmerzsymptomatik beim Knien zu nennen[67,54,93]. Demgegenüber steht die häufig beobachtete verstärkte Atrophie des Quadrizepsmuskels[11] und die im Vergleich zur Versorgung mittels Hamstringtransplantat hohe Entnahmemorbidität. Vertreter dieser Methode heben jedoch die Schutzfunktion von Semitendinosus- und Gracilismuskel für das Kreuzband hervor.

1.5.2.4 Patellasehne

Im Gegensatz zu den bereits genannten Verfahren galt die Verwendung des mittleren Patellasehnedrittels als autologes Transplantat lange Zeit als Goldstandard und erfreut sich bis heute großer Beliebtheit[26]. Im Regelfall wird das zwischen 40 und 60 mm lange Transplantat am betroffenen Bein zusammen mit anhängenden Knochenteilen von Patella und Tibia entnommen (bone-Patella-tendon-bone, BPTB). Dieses Vorgehen verspricht auf Grund der schnelleren Knocheneinheilung eine hohe Primärstabilität und eine frühe Möglichkeit der Mobilisierung[87]. Über die Reißfestigkeit der Patellasehne existieren zum Teil stark voneinander abweichende Ergebnisse. Es gilt jedoch als gesichert, dass der Durchmesser des entnommenen Sehnenanteils wie auch dessen Alter die Reißfestigkeit maßgeblich beeinflussen [83a,17]. Üblicherweise werden Sehnenanteile mit einem Durchmesser von 8-11 mm verwendet[37]. Die Möglichkeit, darin zu variieren, kann für den behandelnden Operateur von Vorteil sein. Im Vergleich zu Hamstrings und Quadrizepssehne verfügt die Patellasehne über bessere mechanische Eigenschaften, was sich in einer geringeren Versagenslast

pro Querschnittsfläche äußert[107,53]. Ähnlich dem Quadrizeps-Graft existieren bei der Patellasehne verschiedenartige Fixationsmethoden wie press-fit, transfemoral oder mittels Interferenzschrauben, welche die höchste Primärstabilität bieten. In einer vergleichenden Metaanalyse erkannten Yunes et al. 2001 eine 20% höhere Wahrscheinlichkeit für das Erreichen des früheren Aktivitätsniveaus, sofern der Patient mit einem Patellasehnentransplantat versorgt worden war[123]. Relativierend muss bei dem mit Semitendinosus-Graft versorgten Vergleichskollektiv jedoch gesagt werden, dass die hierfür genutzte extrakortikale Fixierung heute nicht mehr so gebräuchlich wie zum damaligen Zeitpunkt ist[115]. Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass unter Verwendung der Patellasehne leicht bessere Ergebnisse bei der KT-1000-Messung und eine somit geringere vordere Laxizität zu erwarten ist[44,25a]. Als Nachteil bei der Wahl der Patellasehne ist in erster Linie die ausgeprägte Entnahmemorbidität zu nennen. Mehrere Studien berichten von postoperativen Schmerzzuständen im Bereich der Entnahmestelle[54,15]. Als typisches Symptom gilt in diesem Zusammenhang die verstärkte Schmerzsymptomatik beim Knien [54], welche je nach Beruf des Patienten ein entscheidender Punkt in Hinblick auf die Transplantatwahl sein kann (Fliesenleger etc.). Als ursächlich für beschriebene vordere Knieschmerzen gilt unter anderem eine Verletzung des Hoffa-Fettkörpers mit darauffolgender narbiger Verkürzung der Sehne[115]. Durch die so entstehenden erhöhten patellofemorale Retraktionskräfte können Schmerzen unterhalb der Kniescheibe hervorgerufen werden. Zusätzlich wird eine patellofemorale Arthrose begünstigt[64]. Povacz et al. konnten bei 56% der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten eine Verkürzung der Patellasehne um mehr als 4 mm beobachten[96]. Es darf in diesem Zusammenhang jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass ein vorderer Knieschmerz ebenfalls unter Verwendung von Allografts oder Hamstrings beschrieben wird[76], was die Transplantatentnahme als alleinige Ursache der Symptomatik ausschließt. Gestützt wird diese Erkenntnis durch Studien von Rubinstein et al. sowie Brück et al., in welchen ein Patientenkollektiv bei vorangegangener vorderer Kreuzbandruptur mit einem Patellasehnentransplantat der Gegenseite versorgt worden war. Beide Autoren konnten keine oder allenfalls diskrete Beschwerden an der Entnahmestelle beobachten[7a,101,80a].

Als weitere typische Komplikationen gelten die Patellafraktur und die Patellasehnenruptur[79,94]. Ihrem Auftreten kann durch eine besonders vorsichtige Transplantatentnahme entgegengewirkt werden[115]. Darüber hinaus berichten verschiedene Autoren von leichten endgradigen Bewegungseinschränkungen des operierten Kniegelenks [44,95,10].

Es bleibt festzuhalten, dass die Versorgung des vorderen Kreuzbandrisses mittels autologem Patellasehnentransplantat ein bewährtes und erfolgreiches Behandlungskonzept mit gesicherten Langzeitergebnissen darstellt. Besonders Hochleistungssportler scheinen von der erwähnten größeren Wahrscheinlichkeit für das Erreichen des früheren Aktivitätsniveaus zu profitieren[115].

Bei Patienten mit vorgeschädigtem Streckapparat, einer dünnen Patellasehne sowie retropatellaren Knorpelschäden ist die Indikation jedoch nur sehr zurückhaltend zu stellen. Gleiches gilt für Patienten, welche in ihrem Beruf auf eine uneingeschränkte Fähigkeit zum Knien angewiesen sind.

1.5.2.5 Hamstrings

Neben der Patellasehne findet die Semitendinosusehne als Bestandteil der Pes-anserinus-Sehnen oder Hamstrings derzeit großen Zuspruch für die Transplantatwahl in der wiederherstellenden Kreuzbandchirurgie. Zusammen mit Gracilis- und Sartoriussehne setzt sie am Pes anserinus an. Sie entspringt gemäß ihrem Namen dem Musculus Semitendinosus, welcher wie auch der Musculus gracilis ein Kniebeuger und Innenrotator des Unterschenkels ist. Über eine 2 cm lange horizontale Inzision medial der Tuberositas tibiae wird mit Hilfe eines Sehnenstrippers ein ca. 25 cm langes Stück der Sehne entnommen. Dieses wird entsprechend seiner Länge drei- oder vierfach gebündelt, verdrillt und mit chirurgischem Faden fixiert, bevor es als vollwertiges Transplantat verwendet werden kann. Als augenscheinlichster Vorteil dieser Methode ist ihre im Vergleich zu Quadrizeps- und Patellasehne weitaus geringere Entnahmemorbidity zu nennen [121]. Die Patienten berichten seltener von postoperativen Schmerzen im Entnahmebereich[4,93]. Durch mehrfache Bündelung oder wahlweiser Hinzunahme der Gracilissehne ermöglicht dieses Verfahren zudem, die Reiß-

festigkeit des Transplantats zusätzlich zu steigern und erlaubt dem Operateur darüber hinaus, eine anatomisch genaue Rekonstruktion des VKBs in double-bundle Technik vorzunehmen.

Ein Nachteil der Semitendinosus-Sehnenentnahme ist die gehäuft beobachtete postoperative Beugekraftminderung[122,9]. Eine zusätzliche Entnahme der Gracilissehne führt erwartungsgemäß zu einer darüber hinausgehenden Kraftminderung in Beugung wie auch einer signifikanten Beeinträchtigung der Innenrotationskraft [109,113,2]. Es konnte gezeigt werden, dass eine Erholung der Beugekraft bis zu einem gewissen Grad möglich ist[115,121,31,75]. Ursächlich hierfür ist eine meist etwas weiter proximal inserierende Regeneration der Semitendinosussehne[32,41]. Das Wiedererlangen der Innenrotationskraft hingegen scheint vor allem bei zusätzlich entnommener Gracilissehne deutlich schwieriger zu sein[2,32]. Ein weiterer zu nennender Nachteil ist die verhältnismäßig aufwendige Entnahme der Hamstringsehnen, die vor allem dem ungeübten Operateur Schwierigkeiten bereiten kann. Die für die Semitendinosussehne typischen Verbindungsstränge zum Musculus gastrocnemius können, sofern sie nicht vorher durchtrennt wurden, den Sehnenstripper fehlerhaft, was in einem zu kurzen Transplantat resultieren kann. Da die Sehneneinheilung langsamer als die Knocheneinheilung verläuft[86], gilt es als empfehlenswert, besonders zu Beginn der Rehabilitation das operierte Knie nur sehr vorsichtig zu belasten. Bei der Verwendung der Semitendinosussehne gibt es verschiedenartige Fixationsmethoden. Die derzeit gängigsten Verfahren sind die gelenknahe Fixierung mittels Interferenzschraube, die gelenkferne Fixierung mittels Endobutton sowie Kombinationen aus beiden.

Die schon seit langem bekannte gelenkferne Fixierung wird heute vor allem bei sehr jungen Patienten genutzt, da diese eine geringstmögliche Verletzung der noch offenen Wachstumsfuge verspricht und somit das Risiko für Wachstumsschäden senkt [50,68]. Auf Grund ihrer platzsparenden Eigenschaft und der hohen Primärstabilität wird sie außerdem bei der double-bundle Rekonstruktion genutzt. Nachteilig ist ihre Anfälligkeit für seitliche und, abhängig von der Fadensteifigkeit, längliche Mikrobewegungen zwischen Tunnelwand und Transplantat (Scheibenwischereffekt, bungee-cord-effect), was im Extremfall zu Einheilungsstörungen und Bohrtunnelerweiterungen führen kann[105]. Die

Befestigung des Transplantats mittels bioresorbierbarer Interferenzschrauben aus Zuckerderivaten bietet bei sinnvoll gewähltem Schraubenmaß bessere biomechanische Eigenschaften und ermöglicht eine ungehinderte Bildgebung in der Magnetresonanztomographie.

1.5.3 Operationstechnik

1.5.3.1 Hamstrings

Die Sehnenentnahme geschieht unter 90° Beugung des Knies. Medial der Tuberositas tibiae im Bereich des Pes anserinus erfolgt eine ca. 3,5 cm lange Hautinzision. Um das Risiko für Verletzungen des Ramus infrapatellaris nervi sapheni möglichst gering zu halten, wird diese in schrägvertikaler Schnittrichtung durchgeführt. Nach anschließender Präparation und Mobilisierung der Semitendinosus- und Gracilissehne wird mit Hilfe eines Sehnenstrippers die Semitendinosussehne bis zu ihrem Übergang zum Muskelbauch entnommen. Um ein reibungsloses Vorangleiten des Sehnenstrippers zu ermöglichen, müssen zuvor alle Verbindungsstränge zum Musculus gastrocnemius dargestellt und durchtrennt werden. Abhängig von der Länge der entnommenen Sehne kann bedarfsweise zusätzlich die Gracilissehne in analogem Verfahren entnommen werden. Als grober Orientierungswert gilt hierbei eine Mindestlänge von ca. 28 cm. Beide Sehnen werden in genanntem Fall von restlichem Fett- und Muskelgewebe gereinigt und über einen Vicrylfaden zu einem Vierfachtransplantat zusammengelegt. Dieses wird mit Hilfe von Ethibondfäden armiert und anschließend mit einer Durchmesserschablone vermessen. Das Transplantat wird in einer feuchten Kompresse aufbewahrt. Auf Grund des steten Flüssigkeitsverlusts über den tibialen Bohrkanal hat es sich bewährt, den femoralen Tunnel als ersten zu bohren und hierfür den zuvor angelegten tiefen anteromedialen Zugang zu verwenden. Das Bohren des femoralen Tunnels über einen primär angelegten tibialen Tunnel birgt die Gefahr einer zu sehr anterioren femoralen Tunnellage. Nach Debridement von Bandresten und unter 125 ° Beugung des Knies bohrt der

Operateur mit Hilfe eines Offset-Zielgerätes einen Kirschnerdraht bis zur Innenseite des diaphysären Femurkortex. Ziel ist es hierbei, den ursprünglichen Insertionspunkt des gerissenen Kreuzbandes zu treffen. Es gibt derzeit keine einvernehmliche Empfehlung oder Landmarke für die Platzierung des femoralen Tunnels[90]. Als grobe Orientierung kann der übriggebliebene Stumpf des VKBs genutzt werden, welches an der Linea intercondylaris angrenzt und sich entlang der Knorpel-Knochen Grenze erstreckt [88,89]. Der Kirschnerdraht wird mit einem kanülierten Endobuttonbohrer überbohrt und ein ca. 30 mm tiefes Sackloch von ca. 4,5 mm Durchmesser angelegt. Weil die femorale Spongiosa typischerweise über eine geringere Dichte als die tibiale Spongiosa verfügt, kann es für die Primärstabilität hilfreich sein, den Knochen im Ansatzbereich des Transplantats zusätzlich zu komprimieren. Hierzu wird der femorale Tunnel mit Hilfe eines Impaktors geweitet. Unter zunehmender Größe wird dieser in den Tunnel geschlagen, bis der Durchmesser des zuvor vermessenen Transplantats erreicht ist. Für die Anlage des tibialen Tunnels wird ebenfalls ein Zielgerät verwendet und das Bein in Beugstellung gebracht. Nach Möglichkeit versucht der Operateur, die tibialen Reste des gerissenen Kreuzbandes zu schonen, da sich hier besonders viele propriozeptive Fasern befinden. Zur Orientierung bei der Tunnelbohrung kann der Hinterrand des Außenmeniskusvorderhorns verwendet werden. Über den zuvor angelegten Hautschnitt zur Sehnenentnahme wird ein Kirschnerdraht in das Gelenk gebohrt und dessen Lage durch Strecken des Knies kontrolliert. Analog zur Anlage des femoralen Tunnels wird dieser mit einem Endobuttonbohrer überbohrt. Trotz des dichteren Knochengewebes der proximalen Tibia wird oft auch der tibiale Tunnel mit einem Impaktor auf den Transplantatdurchmesser geweitet. Um das Transplantat einziehen zu können, wird ein Kirschnerdraht in den femoralen Tunnel geschlagen bis dieser die Haut des Oberschenkels durchtritt. Über den Draht wird eine Fadenschlinge durch den Tunnel gezogen und das nun im Gelenk befindliche distale Ende des Fadens über eine Faszange durch den tibialen Tunnel ausgeleitet. Das Transplantat wird in die Schlaufe eingelegt und in das Kniegelenk hineingezogen. Über einen Zieldraht schiebt der Operateur eine Interferenzschraube bis zum Tunnelrand vor. Um einen besseren Eintritt zwischen Tunnelwand und Sehnentransplantat zu ermöglichen kann ein Knochenstück vom Tunnelrand entfernt werden. Es ist empfehlenswert,

die Größe der Interferenzschraube passend zum Tunneldurchmesser zu wählen. In der Mehrzahl der Fälle werden hierfür bioresorbierbare Schrauben mit einem Durchmesser von 7-8 mm und einer Länge von 25-30 mm verwendet. Vorteilhaft ist die Möglichkeit,

z.B. für eine Transplantatversorgung am rechten Bein linksdrehende Schrauben zu verwenden um ein Abgleiten des Transplantats in eine zu sehr anteriore Position zu verhindern. Unter 20° Knieflexion sowie leichtem Zug wird auch tibialseitig das Transplantat mittels Interferenzschraube befestigt. Nach Einlegen der Redon-Drainagen, Nähen der Wunden und Anlegen eines Kompressionsstrumpfes wird das Bein in einer Lagerungsschiene stabilisiert.

1.5.3.2 Patellasehne

Die Sehnenentnahme erfolgt über einen ca. 8 cm langen Längsschnitt im Verlauf der Patellasehne und unter Miteinbeziehung des patellaren wie auch tibialen Knochenansatzes. Das Knie befindet sich hierbei in 90° Beugstellung.

Nach Darstellung der Sehne wird deren mittleres Drittel mit anhängendem Knochenblock von Tibia und Patella entnommen. Die Wahl des Mittelstücks hat den Vorteil, dass so ein meist ausreichend langes Stück Sehne mit symmetrischen Knochenblöcken gewonnen werden kann. Es wird hierfür eine Schablone verwendet, die es ermöglicht, unter möglichst geringem Entnahmetrauma einen Knochenblock von 20-30 mm Länge zu mobilisieren. Angestrebt ist ein Querdurchmesser des Sehnentransplantats von ca. 8 mm. Die Entnahme des patellaren Knochenblocks bedarf besonderer Vorsicht, da es hierbei zu Patellafrakturen kommen kann. Auf einer Werkbank werden die Knochenblöcke in Form gebracht und über kleine Bohrlöcher mit Zugfäden armiert. Die Sehne wird vom übrigen Gewebe gesäubert. Wie auch unter Verwendung der Hamstrings wird der femorale Tunnel in diesem Fall über ein tiefes antero-mediales Portal angelegt. Auch hier wird mit Hilfe des gleichen Offset-Zielgerätes ein Kirschnerdraht in die angestrebte Position gebohrt und dessen Lage über das mediale Portal kontrolliert. Betrachtet man das rechte Knie, wird in etwa eine 10 Uhr Lage, beim linken Knie eine 2 Uhr Lage des Kirschnerdrahts angestrebt.

Mit einem kanülierten Bohrer wird das Sackloch entsprechend dem Durchmesser des Knochenblocks gebohrt. Ziel ist eine Tunnellänge von ca. 30-35 mm. Nach Präparation des Transplantats und Bohrung des femoralen Tunnels wird der tibiale Tunnel angelegt. Die Vorgehensweise entspricht im Wesentlichen der bei Verwendung von Hamstringtransplantaten eingesetzten Methode. Nachdem das Transplantat über den tibialen Kanal in das Gelenk eingezogen wurde, wird der patellare Knochenblock in den zuvor angelegten femoralen Tunnel gezogen und unter 120° Kniebeugung mit einer Interferenzschraube fixiert. Tibialseitig befestigt der Operateur das Transplantat in ca. 20 ° Beugstellung ebenfalls mit einer bioresorbierbaren Interferenzschraube. Abhängig vom Volumen des Knochenblocks werden im Regelfall entweder 6x23 oder 8x23mm messende Interferenzschrauben gewählt. Es ist darauf zu achten, dass während der tibialen Fixierung eine ausreichend hohe Zugkraft auf das Transplantat ausgeübt wird. Ragt der Knochenblock über den tibialen Tunnel hinaus, kann der Operateur diesen über die Sehne klappen und so das Transplantat nachträglich kürzen. Nach Einlegen der Redon-Drainagen, Nähen der Wunden und Anlegen eines Kompressionsstrumpfs wird das Bein in einer geraden Lagerungsschiene stabilisiert.

1.6 Nachbehandlung

Allgemeines Ziel der Nachbehandlung ist neben der Unterstützung der Heilung ein frühzeitiges Verhindern von möglichen Komplikationen. Hierzu zählen u.a. Wundheilungsstörungen, Gelenksentzündungen, Thrombosen, übermäßige Muskelatrophien oder spätere Bewegungseinschränkungen.

Das Bein wird über eine zuvor angelegte Lagerungsschiene stabilisiert und zur Minderung der Schwellung hoch gelagert. Bis zur Mobilisierung wird eine Thromboseprophylaxe angestrebt. Während der Nachbehandlung finden alle zwei Tage Wundkontrollen statt, evt. auftretende postoperative Schmerzen können nach Bedarf mit nichtsteroidalen Analgetika (z.B. Novaminsulfontropfen) behandelt werden. Am ersten postoperativen Tag werden die Saugdrainagen

gezogen. Neben Anwendung von Lymphdrainage und Eistherapie kann der Patient mit isometrischen Anspannungsübungen des Quadrizepsmuskels beginnen. Es kann so einer zu erwartenden Muskelatrophie, wie auch durch Auspressen des Rezessus suprapatellaris, einer intraartikulären Flüssigkeitsansammlung entgegengewirkt werden. Der Patient darf das Bein unter Zuhilfenahme von Gehstützen teilbelasten und frühestens ab dem dritten postoperativen Tag bei Schmerzfreiheit auch in der Ruhigstellungsschiene voll belasten. Abhängig von Knieschwellung und Erguss kann ab dem fünften, spätestens ab dem siebten postoperativen Tag die Schiene durch einen Kniegelenksbrace ersetzt werden. Wichtig ist es hierbei, vor allem die uneingeschränkte Streckung des Knies zu ermöglichen. Bei isoliertem vorderen Kreuzbandriss kann zusätzlich eine uneingeschränkte Beugung über 90° verordnet werden. Unter Anwendung von Krankengymnastik und Physiotherapie kann das Bein bei subjektiver Stabilität auch ohne Gehstützen voll belastet werden. Nach einer Blutuntersuchung auf Thrombozytenzahl und Entzündungszeichen am siebten und dem Ziehen der Fäden am zehnten postoperativen Tag kann mit leichtem Krafttraining (Aquajogging etc.) begonnen werden. Zum Wiedererlangen der vollen Propriozeptionsfähigkeit bieten sich Koordinationsübungen mit Roll- oder Wackelbrettern an. Aufgrund ihrer kniestabilisierenden Funktion ist ein Training der Kniebeuger sowie -strecker ein entscheidendes Element der postoperativen Nachbehandlung. Ab der zwölften Woche kann mit leichtem sportartspezifischem Training (Joggen etc.) begonnen werden. Entscheidend für Umfang und Intensität der sportlichen Belastung ist vor allem das Maß der subjektiven Bewegungssicherheit. Frühestens sechs Monate nach Operation kann bei Schmerzfreiheit und reizlosem Zustand des Knies sowie gegebener subjektiver Stabilität erstmals wieder Wettkampfsport betrieben werden.

Für die Dauer der rein stationären Nachbehandlung lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt keine eindeutigen Richtwerte nennen. Vorteil einer ambulanten wie auch kurzstationären Nachbehandlung ist neben einer höheren Kosteneffizienz die für den Patienten mögliche Genesung im gewohnten häuslichen Umfeld und eine somit meist schnellere Rückkehr zu einfachen alltäglichen Tätigkeiten. Eine

längerstationäre Nachbehandlung bietet hingegen den Vorteil der individuell eingehenderen Schmerz- und Wundbehandlung. Zudem kann sich der Patient sicher sein, jederzeit beim Aufstehen, Toilettengang etc. die Hilfe des Personals in Anspruch nehmen zu können.

Verfolgt der behandelnde Arzt ein zeitlich individuell angepasstes Nachbehandlungsschema, gilt es daher verschiedene patientenspezifische Aspekte zu beachten. Neben Alter, Vorerkrankung und allgemeiner körperlicher Verfassung sind hierfür auch die soziale Anbindung und der persönliche Anspruch wichtige Kriterien.

1.7 Ziel der Arbeit

Erstes Ziel dieser Arbeit ist der Vergleich bzgl. der Wahl des Transplantats zum vorderen Kreuzbandersatz. Es sollen die derzeit gängigsten Transplantate (Hamstrings, Patellasehne) hinsichtlich Patientenzufriedenheit und klinischem Outcome gegeneinander verglichen werden.

Als weiteres Ziel dieser Arbeit lässt sich der Vergleich bzgl. zeitlichem Nachbehandlungskonzept nennen:

„Macht es sich in Zufriedenheit und klinischem Outcome bemerkbar, allen Patienten statt einer individuell angepassten Stationsdauer eine konsequent kurzstationäre Nachbehandlung (eine Übernachtung) zu verordnen?“

Folgende Nullhypothesen wurden hierzu aufgestellt:

Erste Nullhypothese:

„Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die einen vorderen Kreuzbandersatz mit Patellasehne oder Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten.“

Zweite Nullhypothese:

"Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die im Rahmen der stationären Regelfversorgung oder im Rahmen der integrierten Versorgung kurzstationär einen vorderen Kreuzbandersatz mit Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten.“

2. Material und Methoden

2.1 Patientengut

Alle im Rahmen der Studie untersuchten Patienten wurden zwischen dem 7.01.2005 und dem 19.12.2006 operiert. Das Patientengut unterteilte sich in drei Hauptgruppen:

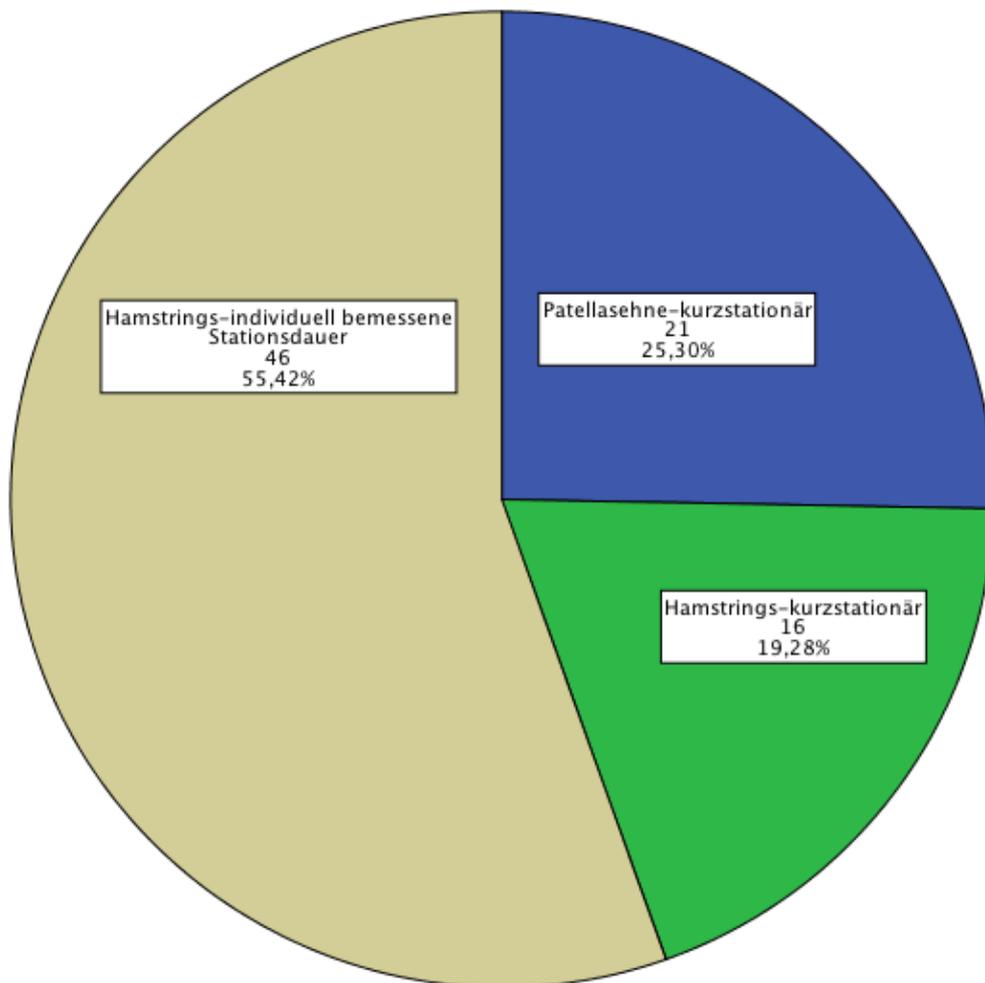


Abb. 12: Gruppierung des Patientenguts, Patientenzahl und prozentuale Verteilung

Die erste Patientengruppe (Patellasehne- kurzstationär) wurde mit Patellasehnentransplantat versorgt und umfasste 21 Patienten.

Die zweite Gruppe (Hamstrings- kurzstationär) wurde mit Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) versorgt und umfasste 16 Patienten.

Die Patienten der ersten und zweiten Gruppe wurden von Herrn Dr. Klein und Herrn PD Dr. Höher gemeinsam am St. Josef-Krankenhaus in Leverkusen operiert. Beiden Gruppen ist gemeinsam, dass im Rahmen einer integrierten Versorgung stets eine kurzstationäre Nachbehandlung von der Dauer genau einer Übernachtung verordnet worden ist.

Die Patienten der ersten Gruppe (Patellasehne- kurzstationär) wurden von Herrn Dr. Klein als Hauptoperateur behandelt.

Die Patienten der zweiten Gruppe (Hamstrings- kurzstationär) wurden von Herrn PD Dr. Höher als Hauptoperateur behandelt.

Die Zuteilung erfolgte anhand klinischer Kriterien (Patellasehrendicke etc.) sowie analog zur erwartenden funktionellen Beanspruchung (Fliesenleger etc.).

Da meist keine eindeutige Indikation hinsichtlich der Transplantatwahl gestellt werden konnte, wurden alle rechtsseitigen Kreuzbandrisse von Herrn Dr. Klein, alle linksseitigen Kreuzbandrisse von Herrn PD Dr. Höher versorgt.

Beide Operateure verfügten zum Zeitpunkt der Operationen über eine langjährige Erfahrung in der Versorgung des vorderen Kreuzbandrisses.

Die dritte Gruppe (Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer) wurde ebenfalls mittels Hamstringtransplantat versorgt und umfasste 46 Patienten.

Alle ihr zugehörigen Patienten wurden im Zentrum für ambulante Chirurgie in Köln von Herrn PD Dr. Höher operiert und erhielten im Rahmen der Regelversorgung eine in ihrer Dauer individuell angepasste stationäre Nachbehandlung.

Die durchschnittliche stationäre Verweildauer lag hier bei ca. 2,6 Übernachtungen.

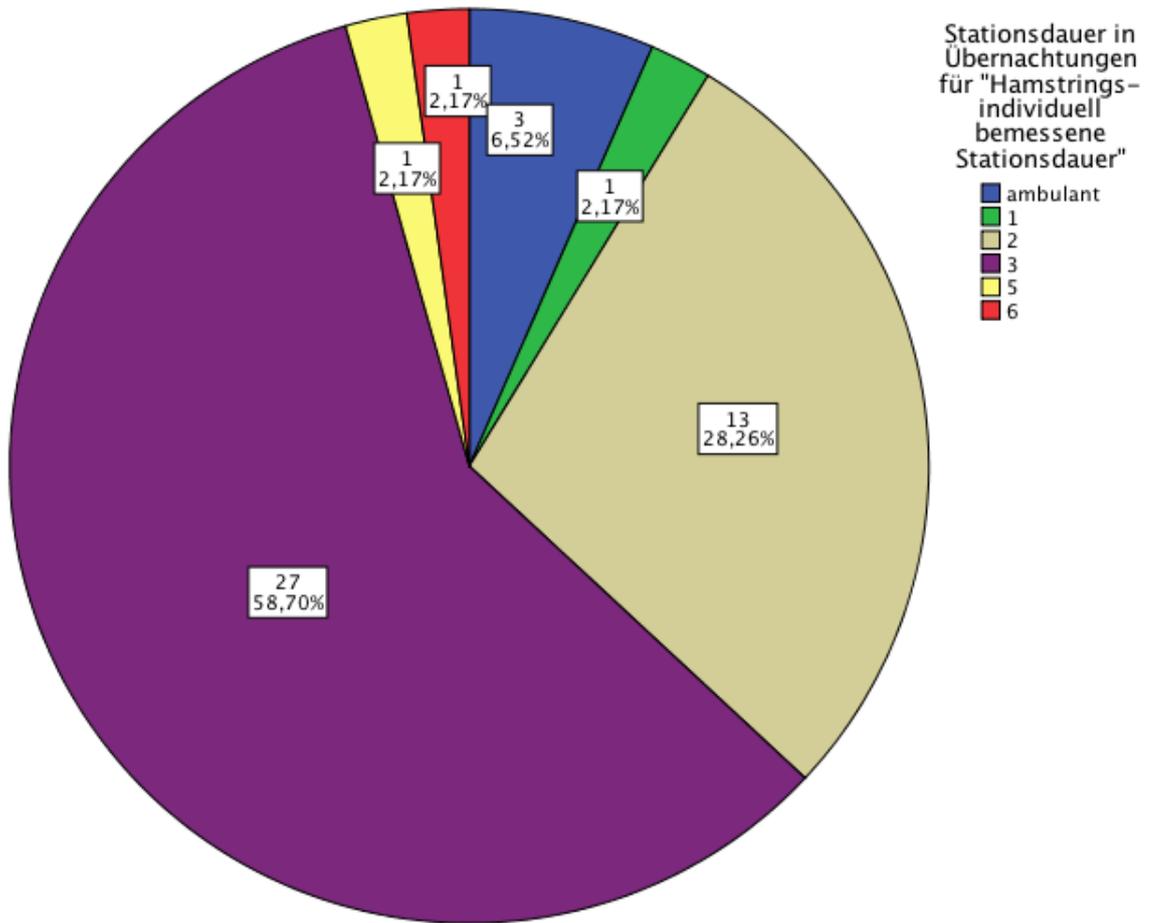


Abb.12: Patientenverteilung bzgl. der Anzahl der Übernachtungen innerhalb der Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“

Das Patientenkollektiv umfasste Patienten aller Altersklassen zwischen 15 und 70 Jahren. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation lag bei 32 Jahren ($p=0,087$).

2.1.1 Zeit zwischen Verletzung und Operation

Die Durchschnittszeit zwischen Kreuzbandriss und operativer Versorgung lag bei ca. 13 Monaten, die kürzeste Zeit betrug 16 Tage, die längste Zeit ca. 13 Jahre. Teilt man das Patientenkollektiv diesbezüglich in vier Gruppen, so ergibt sich die in der Abbildung dargestellte Verteilung.

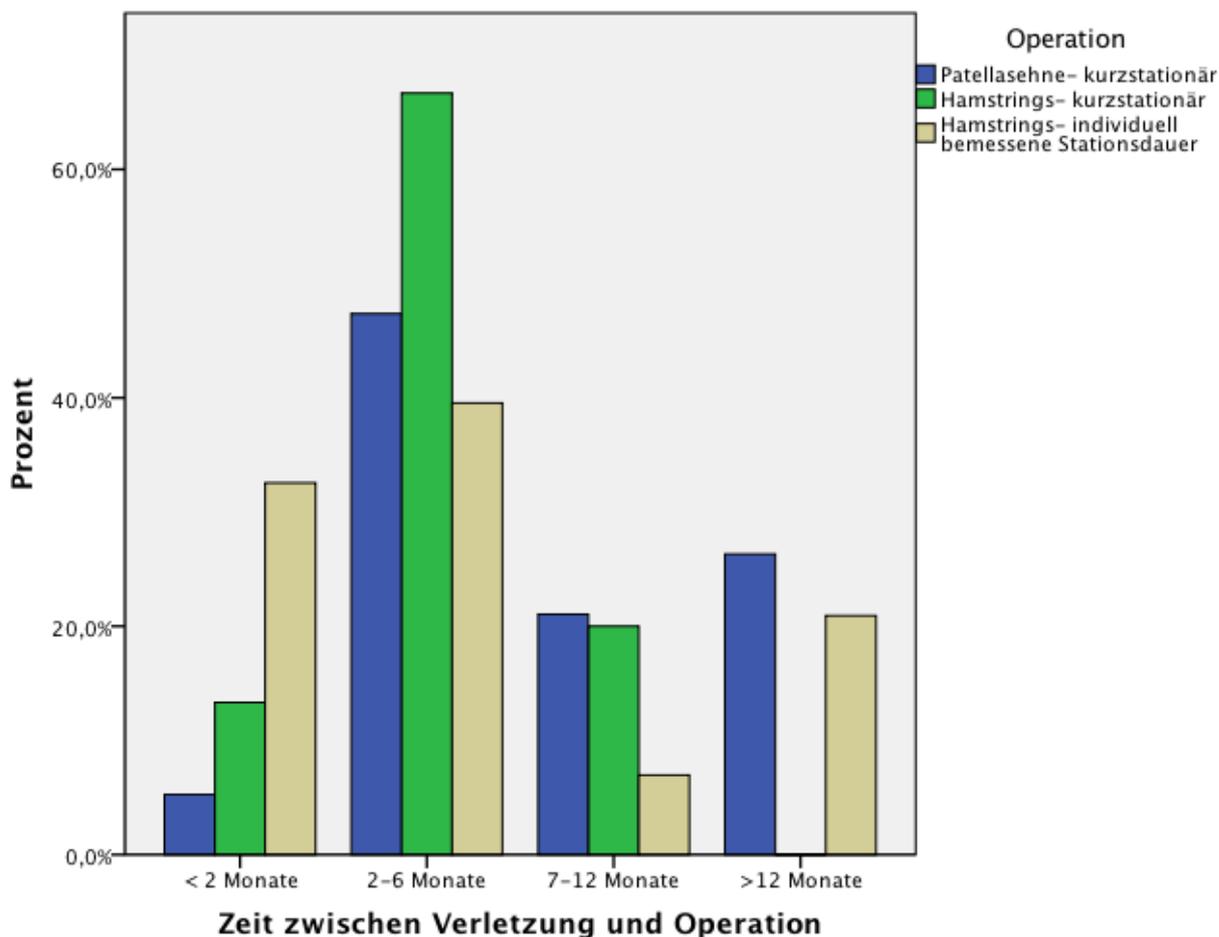


Abb. 13: Prozentuale Darstellung des Verletzungsalters bei Operation

Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung zwischen den Gruppen festgestellt werden ($p=0,09$).

2.1.2 Verletzungsursache

Als Ursache für den erlittenen vorderen Kreuzbandriss kamen bei den untersuchten Patienten vor allem Sportverletzungen in Betracht. Ein auffallend hoher Anteil war bei den Sportarten Fußball und Skifahren zu beobachten.

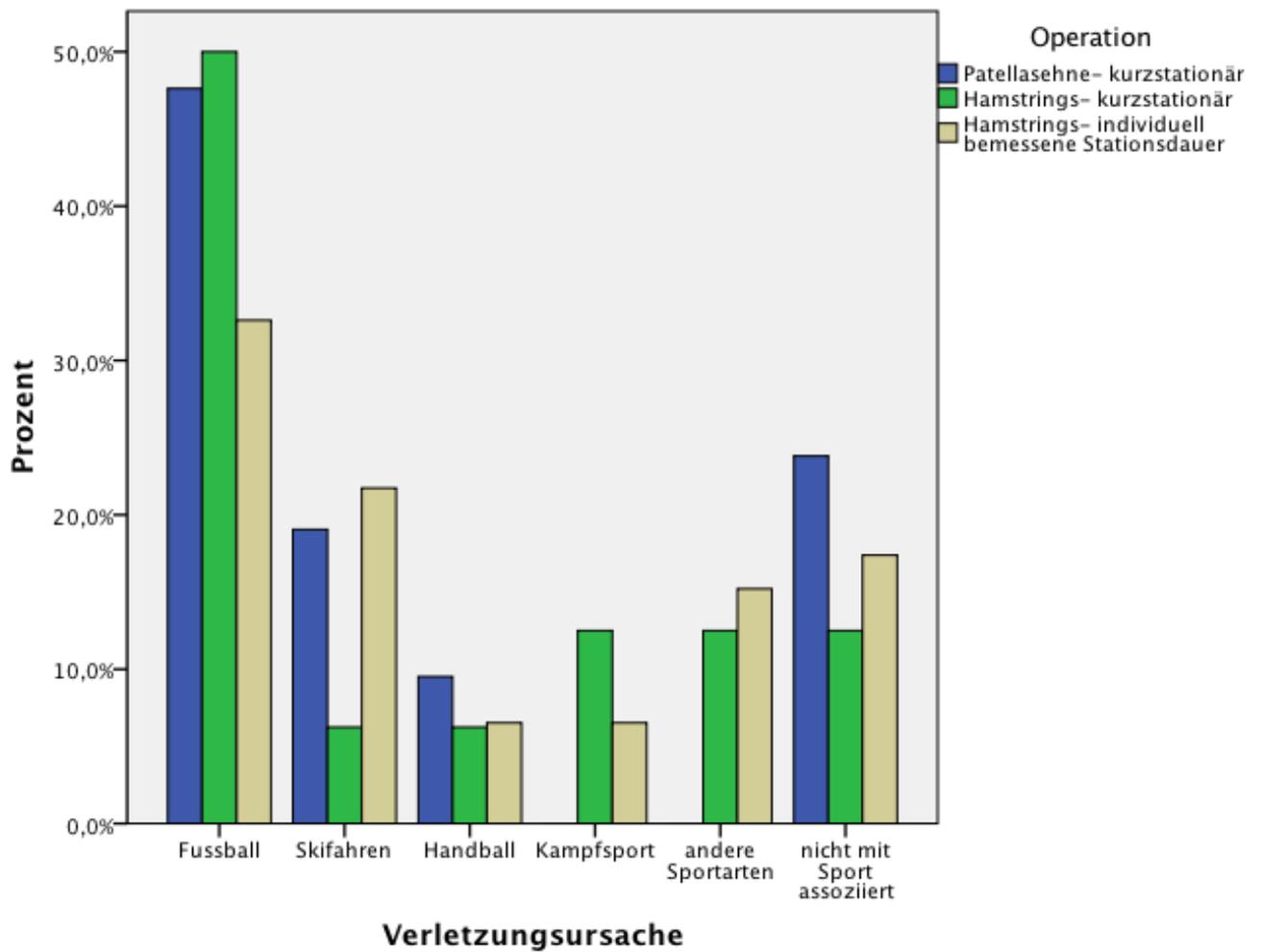
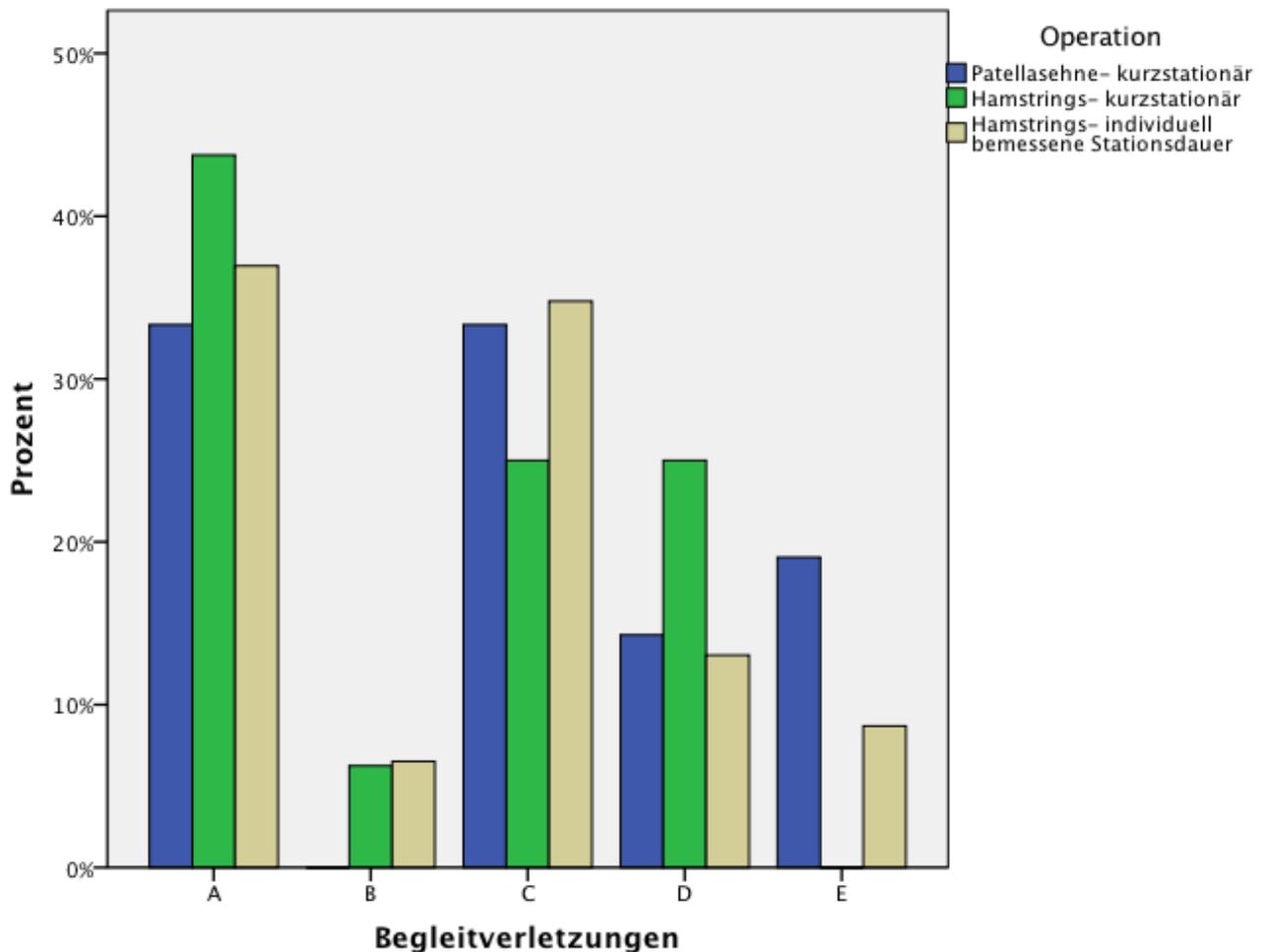


Abb. 14: Prozentuale Verteilung bzgl. der Verletzungsursache

Neben den Hauptursachen wie Fußball, Skifahren etc. erlitten 11 Patienten einen Kreuzbandriss beim Ausüben anderweitiger Sportarten wie Beachvolleyball, Basketball oder auch Motocross. Unter den nicht mit Sport assoziierten Verletzungen ist als Unfallursache vor allem das seitliche Wegknicken im Alltag beim Treppensteigen oder bei körperlicher Arbeit zu nennen wie auch das Verunfallen im Straßenverkehr (Fahrrad, Motorrad). Es konnten hierfür keine statistisch signifikanten Unterschiede beobachtet werden ($p=0,280$).

2.1.3 Begleitverletzungen

Weiterhin wurden die Patienten nach der Art und Anzahl ihrer Begleitverletzungen (Meniskusschaden, Seitenbandläsion etc.) kategorisiert:



*Abb. 15: Prozentuale Verteilung bzgl. der Begleitverletzungen,
 A: isolierte Kreuzbandruptur, B: ACL-Ruptur + isolierter Knorpelschaden (KS),
 C: ACL-Ruptur + 1 weitere Zusatzverletzung, D: ACL-Ruptur + mind. 2 weitere
 Zusatzverletzungen, eine davon KS, E: ACL-Ruptur + mind. 2 weitere
 Zusatzverletzungen, keine davon KS*

Es bestanden zwischen den Gruppen keine signifikanten Abweichungen ($p=0,523$).

2.2 Einschlusskriterien

2.2.1 Zur ersten Nullhypothese

Als Einschlusskriterium galt ein von Herrn PD Dr. Höher oder Herrn Dr. Klein zwischen 2005 und 2006 operativ versorgter primärer vorderer Kreuzbandriss. Es wurden nur Patienten in die Studie aufgenommen, welche in Anwesenheit von beiden Operateuren operiert wurden und entweder mittels Hamstring- oder Patellasehnentransplantat versorgt wurden. Ausgeschlossen wurden jegliche Revisionseingriffe und Rekonstruktionen bei offenen Wachstumsfugen.

2.2.2 Zur zweiten Nullhypothese

Als Einschlusskriterium galt ein von Herrn PD Dr. Höher zwischen 2005 und 2006 operativ versorgter primärer vorderer Kreuzbandriss. Alle Patienten sollten mittels Hamstringtransplantat versorgt worden sein und entweder eine individuell angepasste oder konsequent kurzzeitige (eine Übernachtung) stationäre Verweildauer erhalten haben. Auch hier wurden jegliche Revisionseingriffe und Rekonstruktionen bei offenen Wachstumsfugen ausgeschlossen.

2.3 Operation und Nachbehandlung

Vor der eigentlichen Kreuzbandrekonstruktion ist eine arthroskopische Untersuchung des Kniegelenks durchgeführt worden. Im Einzelfall konnten so bereits korrigierende Eingriffe an Knorpel und Menisken vorgenommen werden.

Das operative Vorgehen entsprach für alle Patienten den im Einleitungsteil beschriebenen Operationstechniken für Hamstring- oder Patellasehnentransplantate. Auch die Nachbehandlung beinhaltete durchweg die im Einleitungsteil beschriebenen Methoden und verfolgte für alle Patienten ein einheitliches Konzept. Abhängig von der Dauer der rein stationären Nachbehandlung wurden die Patienten angeleitet, die notwendigen postoperativen Maßnahmen (Thromboseprophylaxe, Voll- bzw.

Teilbelastung, Schmerzmedikation, Anspannungsübungen etc.) zu Hause selbständig durchzuführen und wurden zudem gebeten, sich zur späteren Wundkontrolle und Blutuntersuchung kurz ambulant vorzustellen.

2.4 Nachuntersuchung

Die Erhebung der klinischen Daten fand zwischen dem 1.07.2009 und 14.12.2009 statt. Alle Patienten wurden nach einer postoperativen Zeit von ca. 3 bis 4,5 Jahren nachuntersucht. Insgesamt wurden 83 Patienten untersucht, wobei Wert darauf gelegt wurde, die Patienten vor einer telefonischen Kontaktaufnahme schriftlich über die geplante Untersuchung zu informieren. Als Follow-up-Rate galt hierbei ein angestrebter Wert von mindestens 80%. Bei einer Gesamtzahl von 102 kontaktierten Patienten konnte eine Follow-up-Rate von ca. 81% erreicht werden. Der Großteil der Patienten wurde in den Praxisräumen in Köln Merheim bzw. Leverkusen nachuntersucht. Bei zeitlich sehr stark eingebundenen Patienten fand die Nachuntersuchung unter Inanspruchnahme einer mobilen Untersuchungsliege am Wohnort des Patienten statt, was nicht zuletzt das Erreichen der angestrebten Follow-up-Rate ermöglichte. Es wurden insgesamt 50 (ca. 60,2%) männliche und 33 (39,8%) weibliche Patienten nachuntersucht. Als Hauptgründe für eine Nichtteilnahme an der Studie ist bei den restlichen 19 Patienten neben dem erwarteten zeitlichen Aufwand vor allem eine schlechte Erreichbarkeit aufgrund Umzuges und daher teilweise nicht mehr aktueller Adressdaten zu nennen.

2.4.1 Erhobene Daten

Der Aufbau der Nachuntersuchung richtete sich nach den empfohlenen Untersuchungsmethoden und wissenschaftlichen Kriterien zur klinischen Beurteilung nach Kreuzbandoperation[60]. Die Patienten wurden zunächst mit Hilfe der verschiedenen Evaluationsbögen anamnestiziert. Als Bewertungsbögen wurden Lysholm, Tegner, IKDC (subjektiv) sowie der Flandry-Score in einer nach Höher

validierten deutschen Version verwendet. Anschließend folgte die klinische Untersuchung mit Rolimeter-Test und one-legged hop.

2.4.1.1 Flandry-Score

Der 1991 von Flandry et al. entwickelte standardisierte Fragebogen wurde 1995 von Höher et al. in den deutschen Sprachraum eingeführt und validiert. Der Flandry Evaluationsbogen erfasst mittels 28 Fragen zur Beschwerdesymptomatik und den zugehörigen visuellen Analogskalen die subjektive kniefunktionelle Selbstbeurteilung des Patienten. Jede Analogskala besteht aus zehn Markierungsfeldern, wobei jedem Markierungsfeld ein Wert von 0 bis 10 zugeordnet ist.

Die Summe aller Werte entspricht dem eigentlichen Flandry-Score. Hohe Werte korrelieren dabei mit einer guten Einschätzung, niedrige entsprechend mit einer schlechten Einschätzung des postoperativen Zustandes durch den Patienten[25].

2.4.1.2 Lysholm-Score

Der in der Klinik häufig verwendete Lysholm Evaluationsbogen dient, wie auch der Flandry Evaluationsbogen, der Erfassung der subjektiven Selbsteinschätzung. Als einzige Ausnahme lässt sich die Frage nach der Muskelatrophie nennen, welche objektiv durch den Untersucher beurteilt wird. Der Lysholm-Score setzt sich aus acht Fragen zusammen, wobei jeder Frage mehrere Antwortmöglichkeiten folgen. Abhängig von der zutreffenden Antwort wird jeder Frage eine Punktzahl zugeordnet. Aus der Summe der Punkte ergibt sich der Lysholm Score. Wie auch beim Flandry-Score geht eine hohe Punktzahl mit einer positiven, eine niedrige Punktezahl mit einer negativen Selbsteinschätzung des klinischen Zustands einher.

2.4.1.3 Tegner-Score

Der Tegner-Score dient der Beurteilung des Aktivitätsniveaus des Patienten. Auf einer Skala von null bis zehn wird mit Hilfe von Beispielen die körperliche Aktivität des Patienten festgehalten, wobei der Wert "0" für eine Arbeits- und Sportunfähigkeit, der Wert "10" hingegen für die höchste sportliche Aktivitätsstufe auf einem internationalen Spitzenniveau steht. Der Tegner-Score besteht somit aus nur einer Zahl oder Stufe. Bei der Patientenbefragung wurde neben dem aktuellen Wert das Aktivitätsniveau vor der Kreuzbandverletzung erfragt, um somit einen späteren Vergleich zwischen postoperativer und ursprünglicher Sportfähigkeit zu erstellen.

2.4.1.4 IKDC-Score und klinische Untersuchung

Der vom International-Knee-Documentation-Committee entwickelte Bewertungsbogen unterteilt sich in einen subjektiven und einen objektiven Teil. Der subjektive Teil besteht aus zehn Fragen mit teilweise vorgegebenen Antwortmöglichkeiten. Es wird unter anderem nach Einschränkungen beim Sport wie auch bei Alltagsaktivitäten gefragt. Darüber hinaus wird der Patient aufgefordert, den Zustand seines Knies auf einer Skala von null bis zehn einzuschätzen und diesen mit dem Zustand vor der Kreuzbandverletzung zu vergleichen. Der objektive Teil des IKDC-Score entspricht im Wesentlichen einer klinischen Kreuzbanduntersuchung und wird mit Hilfe eines Evaluationsbogens vom Untersucher ermittelt. Zur Beurteilung der ligamentären Stabilität werden unter anderem die bereits genannten Kreuzbandtests (Lachman-, Pivot-shift, Schubladentest) herangezogen. Zum Abschluss der Untersuchung wird mit dem one-legged hop ein Weitsprung auf einem Bein durchgeführt und die Ergebnisse beider Seiten verglichen.

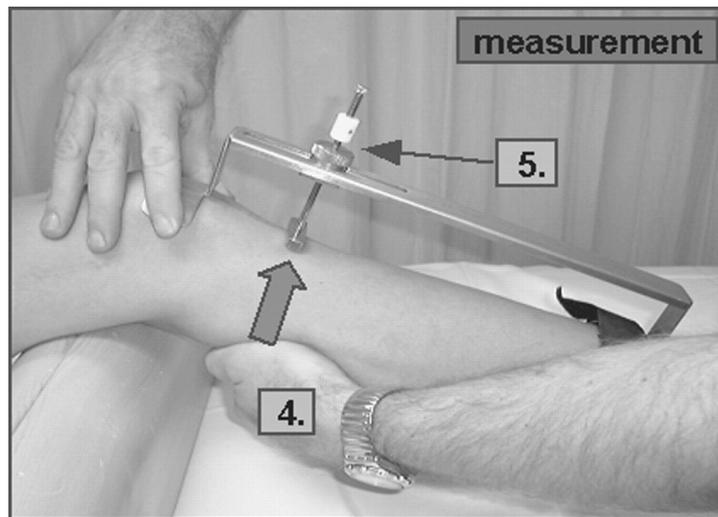


Abb. 16: Rolimeter-Messung[104]

Die instrumentelle Stabilitätsmessung wurde mit dem Rolimeter durchgeführt. Die bereits im Lachman-Test gemessene vordere Verschieblichkeit der Tibia gegen das Femur in ca. 25° Beugung kann mit Hilfe des Rolimeters genau ermittelt und im Seitenvergleich bewertet werden.

2.4.1.5 Zusätzliche Fragen

Es wurden einzelne Fragen zur Beurteilung der Zufriedenheit mit der Behandlung und dem Operationsergebnis gestellt. Darüber hinaus wurde der Patient gebeten, anhand einer visuellen Analogskala die Funktionsfähigkeit des Knies zu bewerten.

2.5 Statistische Tests und Datenauswertung

Zu Beginn der statistischen Auswertung wurde unter Anwendung des Kruskal-Wallis Tests ein Vergleich zwischen den drei Hauptgruppen durchgeführt. Der Kruskal-Wallis Test ist ein parameterfreier statistischer Test, mit welchem mehr als zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich einer ordinalskalierten Variable verglichen werden können.

Zur ersten Nullhypothese:

„Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die einen vorderen Kreuzbandersatz mit Patellasehne oder Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten.“

Die erste Nullhypothese wurde in dieser Studie anhand eines Vergleichs zwischen erster (Patellasehne- kurzstationär) und zweiter (Hamstrings- kurzstationär) Patientengruppe geprüft, da bei beiden trotz unterschiedlicher Transplantatwahl unter nahezu identischen Rahmenbedingungen operiert worden ist (OP-Saal, Nachbehandlungsschema etc.). Die statistische Auswertung erfolgte unter Anwendung des Mann-Whitney-U Tests, einem statistischen Test für die Signifikanzprüfung bei Vorliegen von genau zwei unabhängigen Stichproben.

Zur zweiten Nullhypothese:

"Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die im Rahmen der stationären Regelversorgung oder im Rahmen der integrierten Versorgung kurzstationär einen vorderen Kreuzbandersatz mit Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten.“

Für den Vergleich hinsichtlich des unterschiedlichen stationären Zeitmanagements eignete sich vor allem die Gegenüberstellung von zweiter (Hamstrings- kurzstationär) und dritter Patientengruppe (Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer), da in beiden Fällen das gleiche Transplantat verwendet wurde, das stationszeitliche Nachbehandlungskonzept jedoch prinzipiell verschieden war:

"Patellasehne- kurzstationär" - kurzstationäre Nachbehandlung

"Hamstrings- kurzstationär"- kurzstationäre Nachbehandlung

"Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" - individuelle Stationsdauer

Für die statistische Aufarbeitung wurde hier ebenfalls der Mann-Whitney-U Test angewendet. Das Konfidenzintervall lag wie auch zuvor bei 95%.

Die Auswertung erfolgte mittels PASW 18.0.0.

3. Ergebnisse

3.1 Flandry-Score

Die subjektive Beurteilung im Flandry-Score ergab die in Abb. 17 dargestellten Verteilungen.

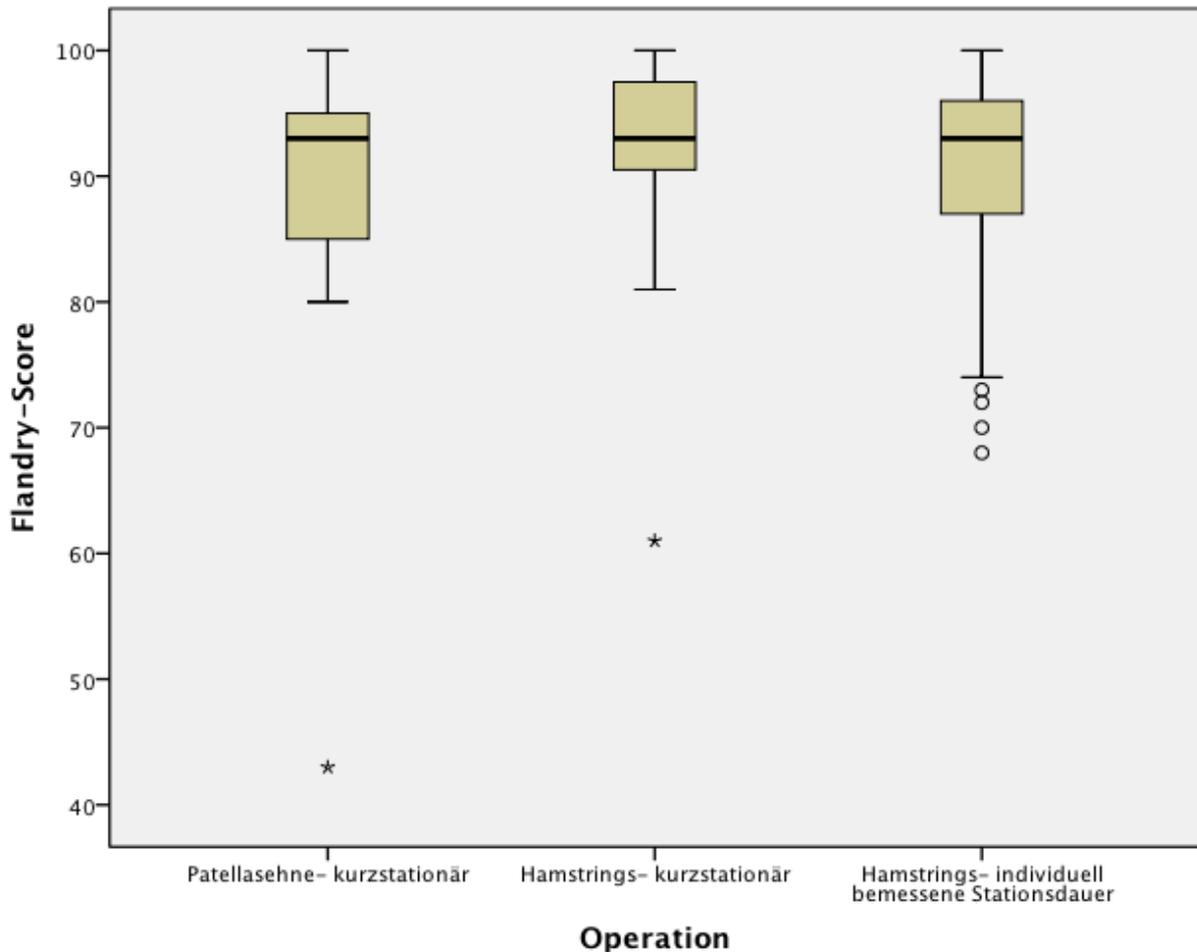


Abb. 17: Flandry Score (>3 Jahre postoperativ)

Bei einem Minimum von 43 (n=1, entspricht 4,76 %) und einem Maximum von 100 (n=2, entspricht 9,52 %) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Patellasehne-kurzstationär“ bei 89 (Standardabweichung; standard deviation: 12,1).

Für die Patientengruppe „Hamstrings-kurzstationär“ zeigte sich bei einem Minimalwert von 61 (n=1, entspricht 6,25 %) und einem Maximalwert von 100

(n=2, entspricht 12,5 %) ein Mittelwert von 91 (SD: 9,7).

Für die Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ zeigte sich bei einem Minimalwert von 68 (n=1 entspricht 2,2 %) und einem Maximalwert von 100 (n=3, entspricht 6,5%) ein Mittelwert von 90,1 (SD: 8,7).

Im Kruskal-Wallis Test konnte keine statistisch signifikante Abweichung zwischen den drei Gruppen festgestellt werden ($p=0,876$).

Im Mann-Whitney-U Test bestand sowohl für den Vergleich zwischen den Gruppen „Patellasehne- kurzstationär“ und „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,6$), wie auch zwischen „Hamstrings- kurzstationär“ und „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,693$) keine Signifikanz.

3.2 Lysholm-Score

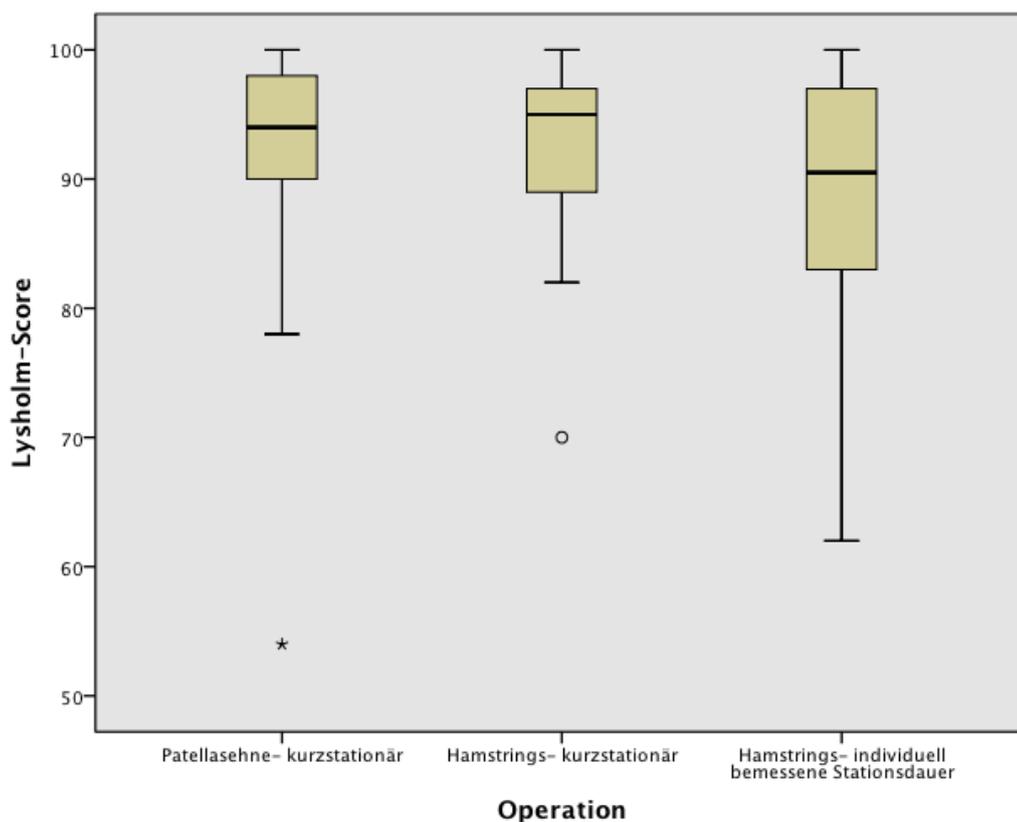


Abb. 18: Lysholm-Score (>3 Jahre postoperativ)

Die Erhebung des Score nach Lysholm und Gillequist ergab in der Patientengruppe „Patellasehne- kurzstationär“ einen Durchschnittswert von 91,9 (SD: 10,2).

Das Minimum lag bei 54 (n=1, entspricht 4,8 %), das Maximum bei 100 (n=2, entspricht 9,5 %).

In der Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ zeigte sich bei einem Minimalwert von 70 (n=1, entspricht 6,3 %) und einem Maximalwert von 100 (n=1, entspricht 6,3 %) ein Durchschnittswert von 91,4 (SD: 7,8).

In der Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ lag bei einem Minimalwert von 62 (n=1, entspricht 2,2 %) und einem Maximalwert von 100 (n=2, entspricht 4,3 %) der Durchschnittswert bei 88 (SD: 8,8).

Es fand sich im Kruskal-Wallis Test kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p=0,201$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,498$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,401$)

Die Fragen im Lysholm-Score sind unterschiedlich gewertet. Je nach Punktzahl wird das Rohergebnis einer der in Abb. 19 angeführten Gruppen zugeordnet:

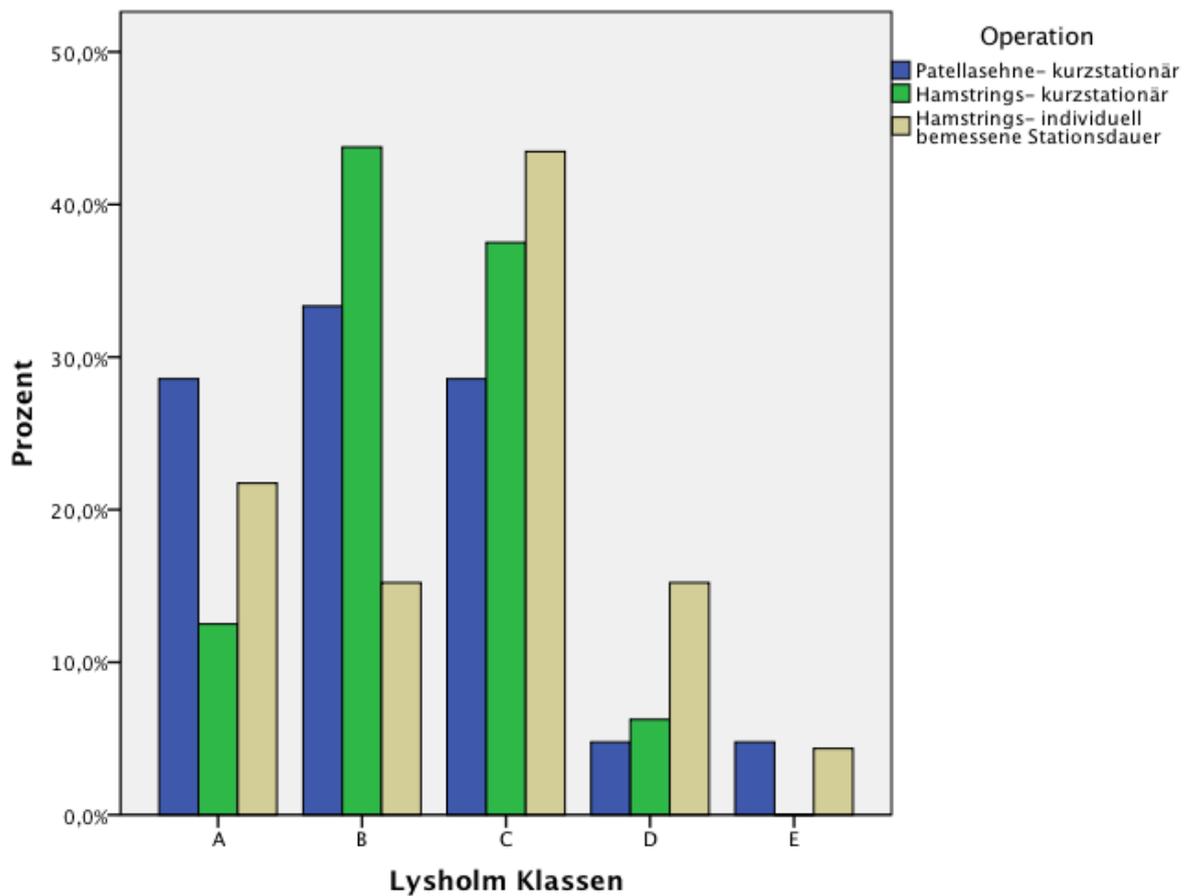


Abb. 19: Prozentuale Verteilung auf Ergebnisklassen (>3 Jahre postoperativ),

A: Hervorragend (98-100), B: Gut bis hervorragend (93-97),

C: Durchschnittlich bis gut (82-92), D: Durchschnittlich (66-81), E: Schlecht (<66)

3.3 Tegner-Score

Subjektive Beurteilung des Aktivitätsniveaus im Vergleich zwischen prätraumatischem und derzeitigem Zustand:

Die Patienten wurden gebeten, mit Hilfe des Tegner Evaluationsbogens ihren derzeitigen sowie den vor der Kreuzbandverletzung bestehenden Aktivitätsmodus auf einer Skala zwischen 0 und 10 zu benennen. Betrachtet man die Differenz zwischen prätraumatischem und aktuellem Wert, so ergibt sich die in Abb. 20 dargestellte Grafik.

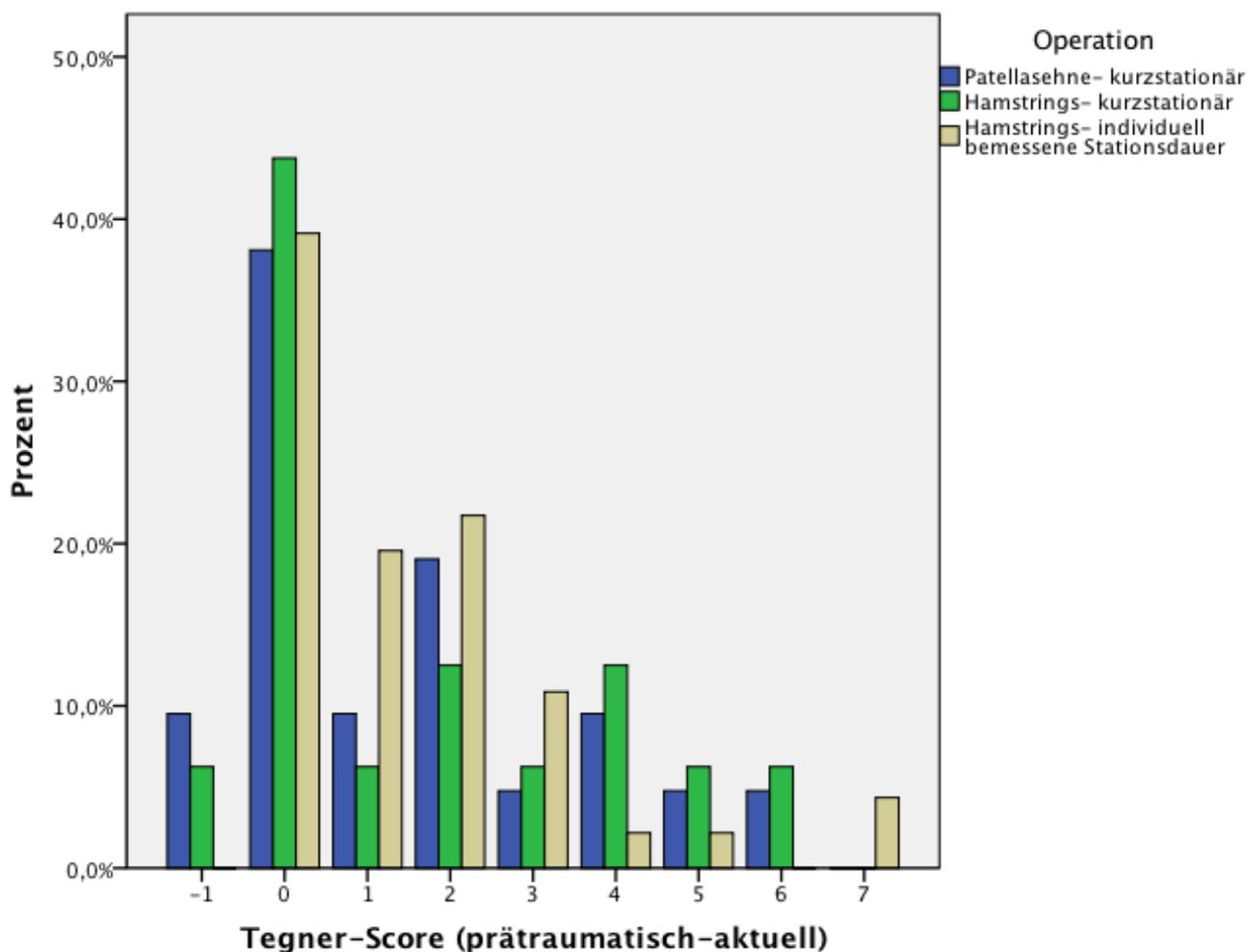


Abb. 20: Prozentuale Darstellung der Differenz zwischen prätraumatischem und aktuellem Tegner-Score (>3 Jahre postoperativ)

Bei einem Minimum von -1 (n=2, entspricht 9,5%) und einem Maximum vom 6 (n=1, entspricht 9,5%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Patellasehne- kurzstationär“ bei 1,4 (SD: 2).

Bei einem Minimum von -1 (n=1, entspricht 6,3%) und einem Maximum von 6 (n=1, entspricht 6,3%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ bei 1,6 (SD:2,2).

Bei einem Minimum von 0 (n=18, entspricht 39%) und einem Maximum von 7 (n=2, entspricht 4,3%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ bei 1,5 (SD: 1,7)

Im Kruskal-Wallis Test zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p=0,934$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,836$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,913$)

3.4 IKDC-Score (subjektiv)

Die subjektive Beurteilung im IKDC-Score ergab die im Boxplot dargestellte Verteilung.

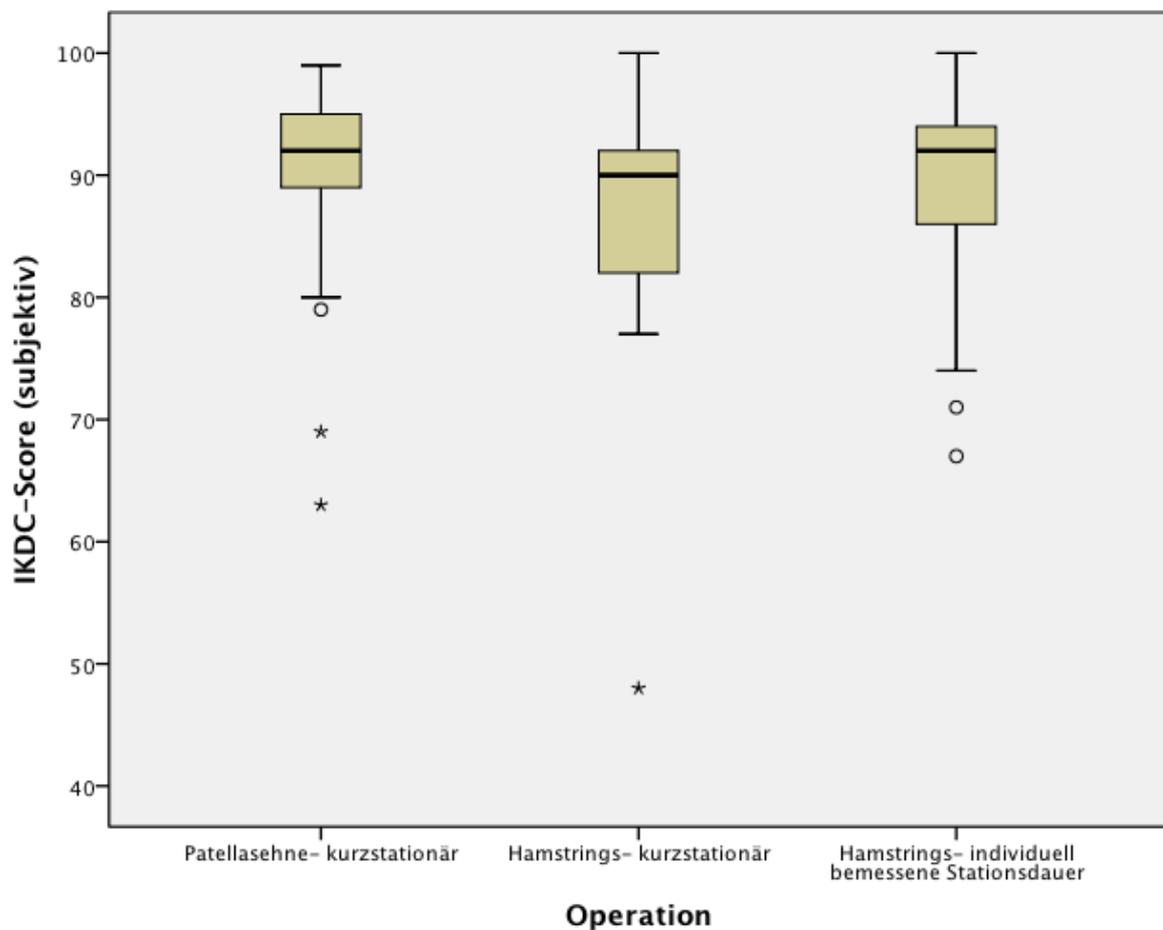


Abb. 21: Ergebnisse des subjektiven IKDC-Score (>3 Jahre postoperativ)

Bei einem Minimum von 63 (n=1, entspricht 4,8%) und einem Maximum von 99 (n=1, entspricht 4,8%) lag der Durchschnittswert für die Patientengruppe „Patellasehne- kurzstationär“ bei 89,4 (SD: 9,4).

Für die Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ ergab sich bei einem Minimalwert von 48 (n=1, entspricht 6,3 %) und einem Maximalwert von 100 (n=1, entspricht 6,3 %) ein Durchschnittswert von 86,3 (SD: 12,1).

Für die Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ zeigte sich bei einem Minimalwert von 67 (n=1, entspricht 2,2 %) und einem Maximalwert von 100 (n=2, entspricht 4,3 %) ein Durchschnittswert von 89,1 (SD 8,3).

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Patientengruppen beobachtet werden (p=0,426).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ (p=0,181)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ (p=0,302)

3.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC)

Die Daten zum subjektiven Vergleich zwischen prätraumatischer und postoperativer Funktionsfähigkeit in Bezug auf alltägliche Aktivitäten wurden dem IKDC-Score entnommen. Anhand zweier visueller Analogskalen wurde der Patient aufgefordert, zuerst die Funktionsfähigkeit vor der Knieverletzung, dann die derzeitige Funktionsfähigkeit des Knies zu bewerten. Die verwendeten visuellen Analogskalen bestanden aus elf Auswahlmöglichkeiten von 0= „Kann keine täglichen Aktivitäten ausführen“ bis 10= „Keine Einschränkung der täglichen Aktivitäten“.

Die Differenz zwischen prätraumatischem und aktuellem Zustand wurde für jeden Patienten berechnet und statistisch bewertet.

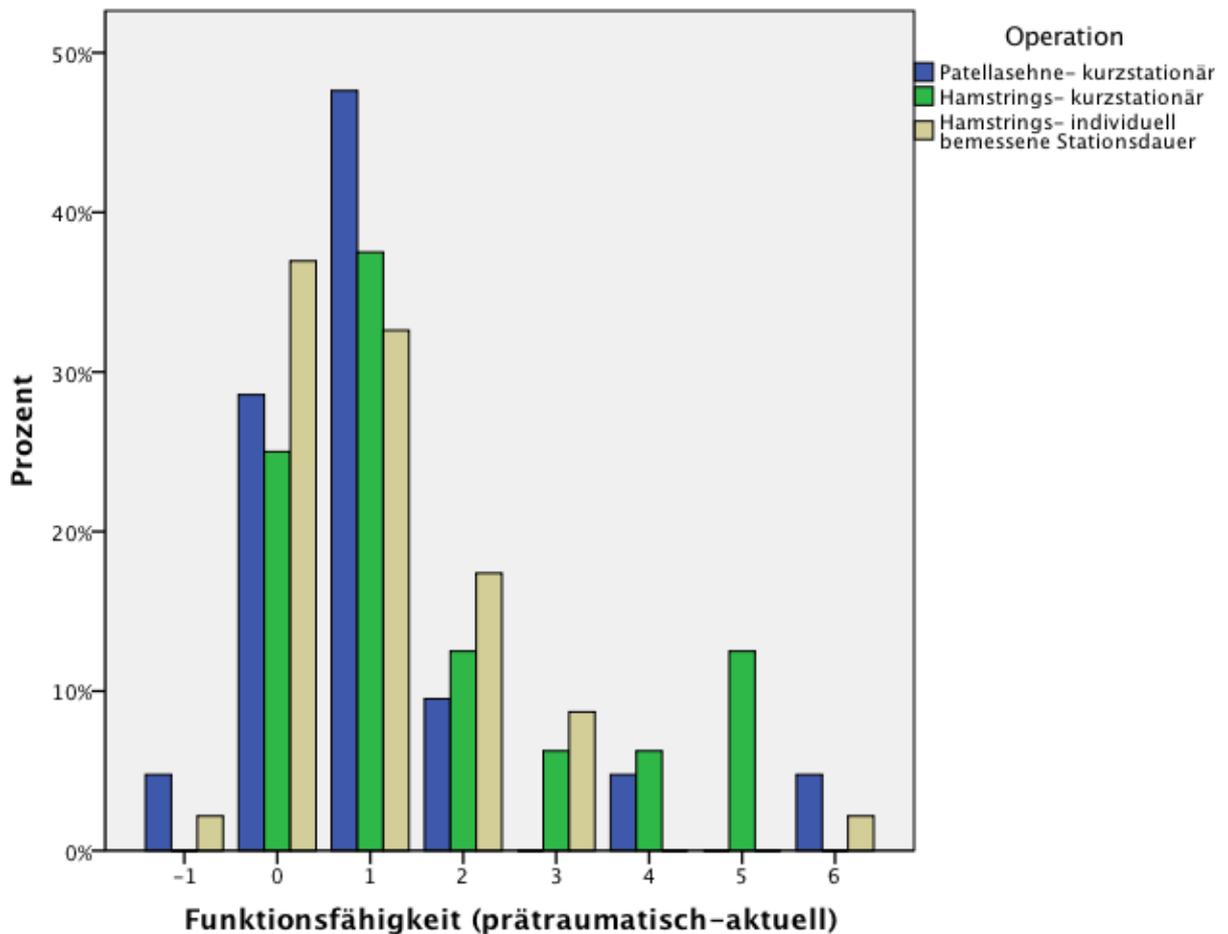


Abb. 22: Prozentuale Verteilung der Differenz zwischen prätraumatischer und aktueller Funktionsfähigkeit (>3 Jahre postoperativ)

Für die Patientengruppe „Patellasehne- kurzstationär“ lag beim Betrachten der subjektiven Funktionsdifferenz der Minimalwert bei -1 (n=1, entspricht 4,8%), der Maximalwert bei 6 (n=1, entspricht 4,8%) und der Durchschnittswert bei 1,1 (SD: 1,5).

Der Durchschnittswert für die Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ lag bei 1,7 (SD:1,7). Der Minimalwert betrug 0 (n=4, entspricht 19%), der Maximalwert 5 (n=2, entspricht 9,5%).

Die durchschnittliche subjektive Funktionsdifferenz für die Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ lag bei 1 (SD:1,2). Der Minimalwert betrug -1 (n=1, entspricht 2,2%) der Maximalwert betrug 6 (n=1, entspricht 2,2%).

Für die subjektive Funktionsdifferenz konnte im Kruskal-Wallis Test kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Patientengruppen gefunden werden (p=0,415).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ (p=0,264)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ (p=0,208)

3.6 Kniefähigkeit (nach IKDC)

Aufgrund der andersartigen Entnahmemorbidität bei der Verwendung von Patellasehnen- im Vergleich zu Hamstringtransplantaten bot es sich an, die dem subjektiven IKDC-Score zugehörige Frage nach der Kniefähigkeit gesondert zu betrachten:

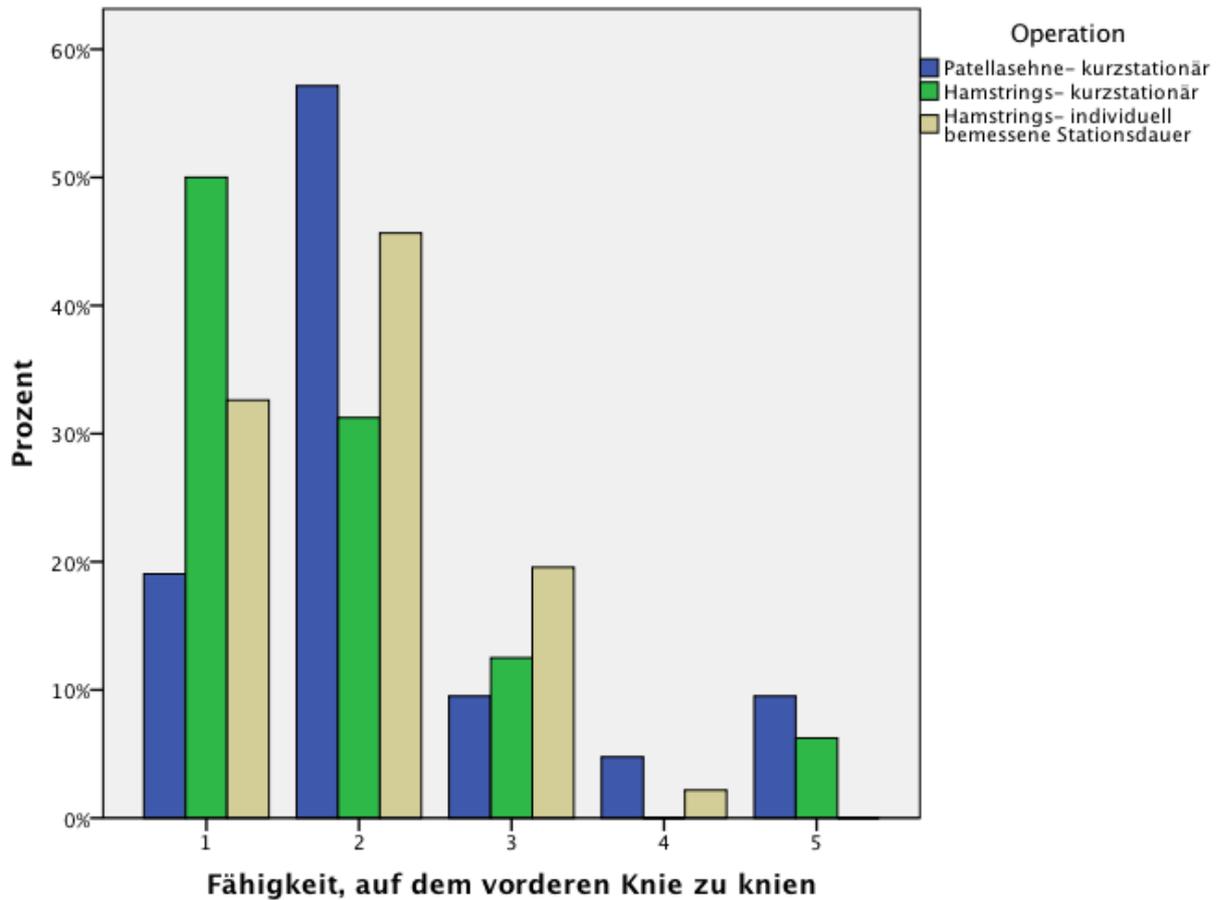


Abb. 23: Prozentuale Darstellung der Kniefähigkeit nach IKDC (>3 Jahre postop.),

1: Überhaupt nicht schwierig, 2: minimal schwierig, 3: ziemlich schwierig,

4: extrem schwierig, 5: unmöglich

Innerhalb der Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ erreichten 4 Patienten das beste Ergebnis „überhaupt nicht schwierig“ (entspricht 19%) sowie 2 Patienten das schlechteste Ergebnis „unmöglich“ (entspricht 9,5 %). Der Mittelwert lag bei 2,3 (SD: 1,1).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ erreichten 8 Patienten das beste Ergebnis „überhaupt nicht schwierig“ (entspricht 50%) sowie 1 Patient das schlechteste Ergebnis „unmöglich“ (entspricht 6,3%). Der Mittelwert lag bei 1,8 (SD: 1,1).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ erreichten 15 Patienten das beste Ergebnis „überhaupt nicht schwierig“ (entspricht 33%) sowie 1 Patient das für diese Gruppe schlechteste Ergebnis „extrem schwierig“ (entspricht 2,2%). Der Mittelwert lag bei 1,9 (SD: 0,8).

Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung zwischen den Gruppen festgestellt werden ($p=0,266$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,114$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,356$)

3.7 Rolimeter-Untersuchung

Zur Beurteilung der anterioren Translation wurde das Rolimeter verwendet und die Ergebnisse beider Knie miteinander verglichen. Analog zum IKDC Formblatt wurde der Seitenunterschied berechnet (Gegenseite - Operierte Seite) und kategorisiert.

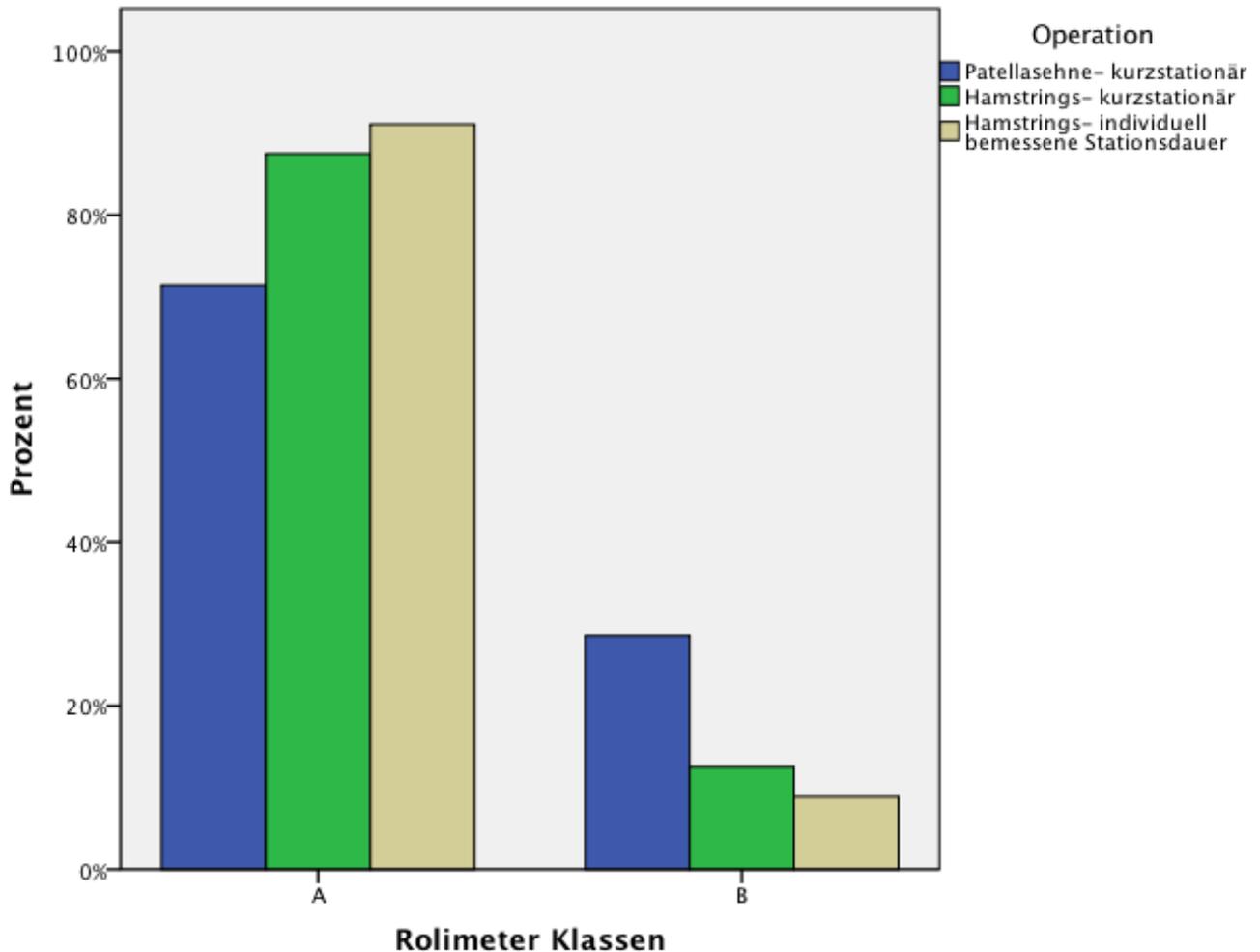


Abb. 24: Darstellung der Rolimeter-Ergebnisse in Klassen (>3 Jahre postop.)

A: -1 bis 2 mm. ; B: 3-5 mm. ; C: 6-10 mm ; D: >10 mm

Keiner der untersuchten Patienten wurde den Gruppen C oder D zugeordnet. Für einen Patienten der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ konnte kein Seitenvergleich im Rolimeter-Test durchgeführt werden, da zum Zeitpunkt der

Untersuchung der dringende Verdacht auf einen vorderen Kreuzbandriss auf der Gegenseite vorlag.

Innerhalb der Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ erreichten 15 Patienten den Gruppengrad A (entspricht 71,4%) sowie 6 Patienten den Gruppengrad B (entspricht 28,6%).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ erreichten 14 Patienten den Gruppengrad A (entspricht 87,5%) sowie 2 Patienten den Gruppengrad B (entspricht 2,5%).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ (n=47) erreichten 41 Patienten den Gruppengrad A (entspricht 91,1%) und 4 Patienten den Gruppengrad B (entspricht 8,9%).

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen festgestellt werden ($p=0,108$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,246$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,679$)

3.8 Pivot-shift-Test

Die Messung der Rotationsstabilität anhand des Pivot-shift-Tests ergab die in Abb. 25 dargestellte Verteilung.

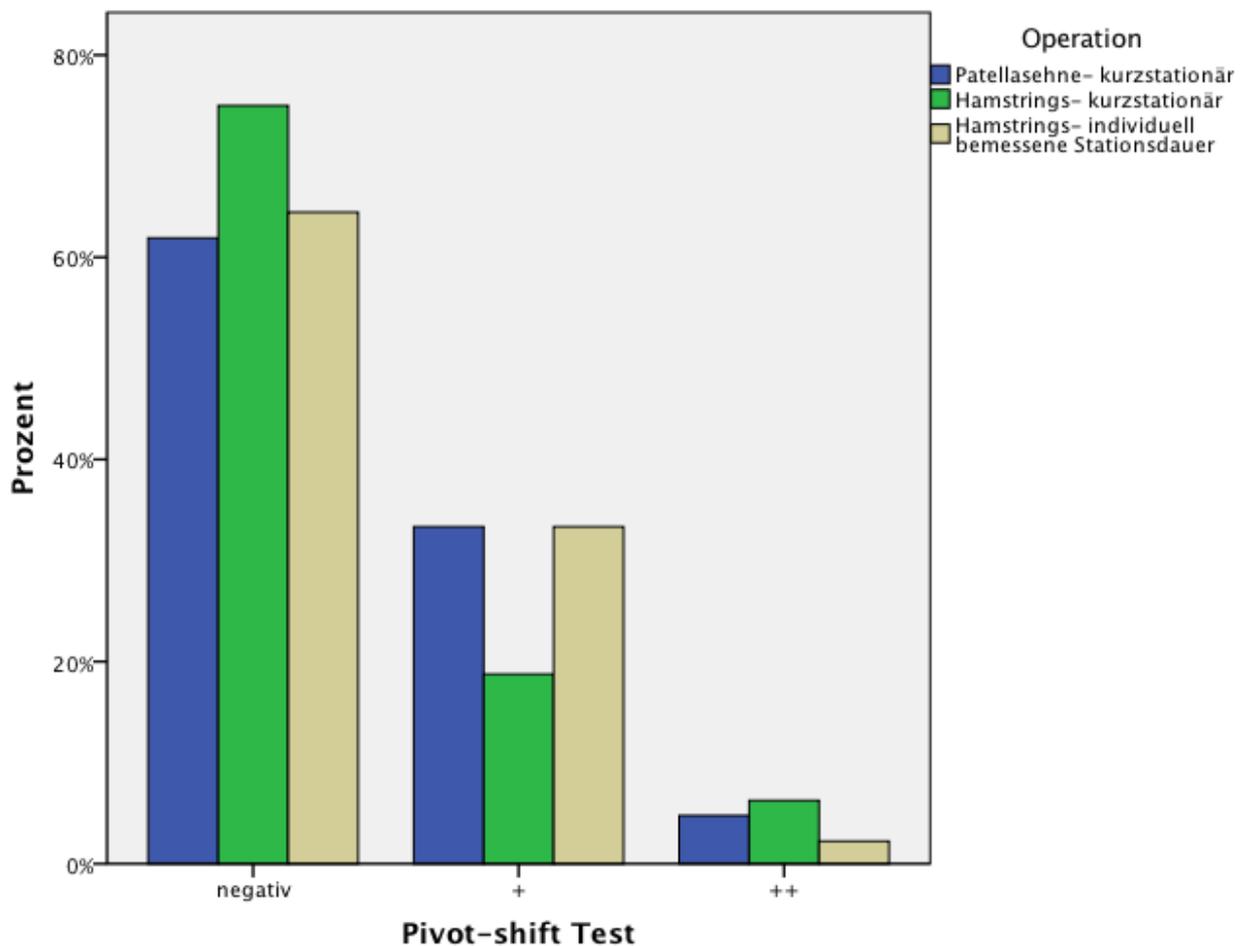


Abb. 25: Ergebnisse des Pivot-shift Tests (>3 Jahre postop.), nach Vorgaben des IKDC mit negativ, Gleiten (+), stark (++) oder ausgeprägt (+++) beurteilt.

Keiner der untersuchten Patienten wurde der Gruppe „ausgeprägt (+++)“ zugeteilt. Bei einer Patientin der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ konnte auf Grund eines stark erhöhten Muskeltonus keine verwertbare Untersuchung durchgeführt werden.

In der Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ wurde bei 13 Personen (61,9%) der Test

mit negativ, bei 7 Personen (33%) mit einfach positiv (+), sowie bei 1 Person (4,8%) mit zweifach positiv (++) bewertet.

In der Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ konnte bei 12 Personen (75%) der Test mit negativ, bei 3 Personen (18,8%) mit einfach positiv (+), sowie bei 1 Person (6,3%) mit zweifach positiv (++) bewertet werden.

In der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ konnte bei 29 Patienten (64,4%) der Test mit negativ, bei 15 Personen (33,3%) mit einfach positiv (+) sowie bei 1 Person (2,2%) mit zweifach positiv (++) bewertet werden.

Es bestand keine statistisch signifikante Abweichung zwischen den drei Gruppen ($p=0,738$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,455$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,522$)

3.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich.

Zur Beurteilung der möglichen Muskelatrophie wurde der Oberschenkelumfang auf beiden Seiten 20 cm oberhalb des medialen Gelenkspalts gemessen. Es wurde die Differenz zwischen Gegenseite und operierter Seite in cm berechnet.

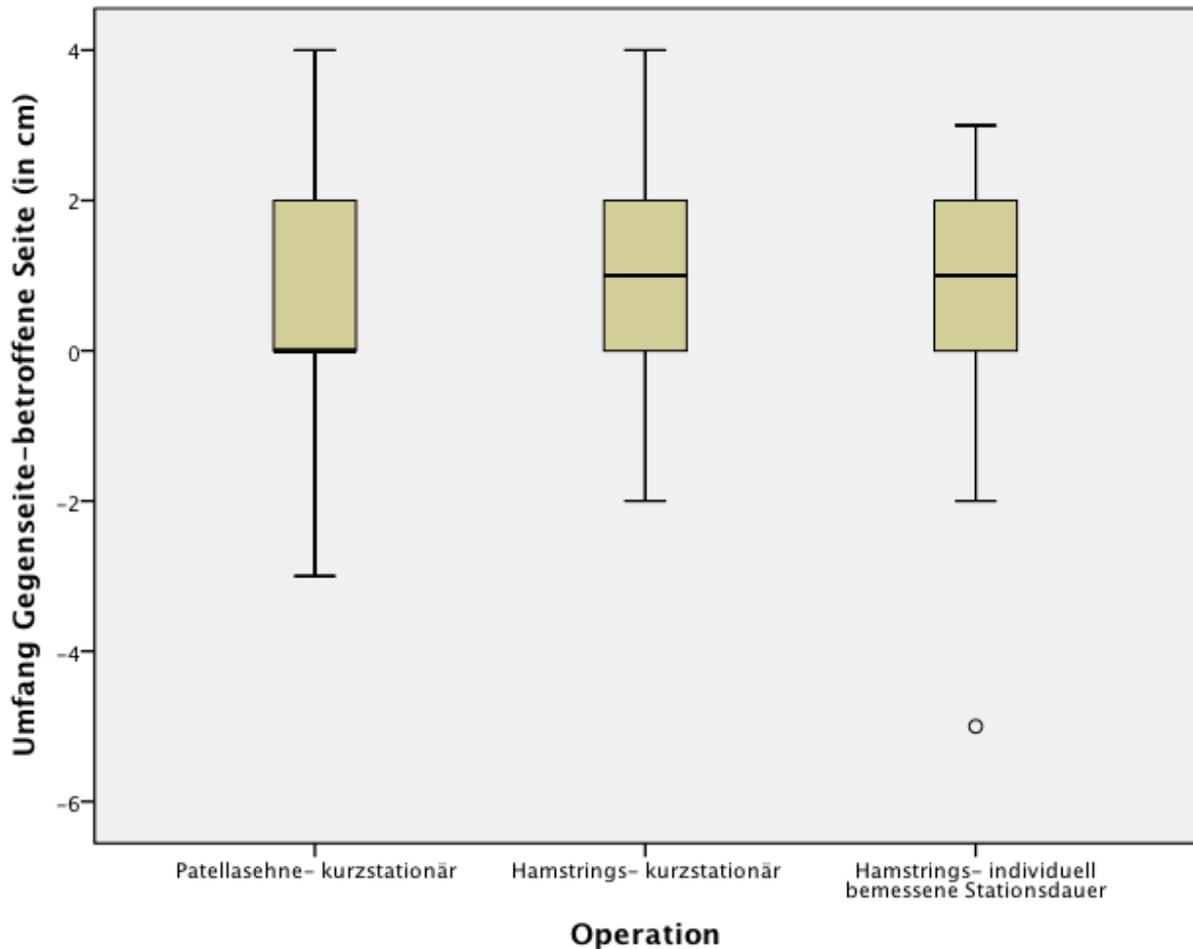


Abb. 26: Differenz des Oberschenkelumfangs in cm
(Gegenseite- betroffene Seite, >3 Jahre postoperativ)

Bei einem Minimum von -3 cm (n=1, entspricht 4,8%) und einem Maximum von 4 cm (n=1, entspricht 4,8%) lag der Mittelwert für die Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ bei 0,6 cm (SD: 1,7).

Bei einem Minimum von -2 cm (n=1, entspricht 6,3%) und einem Maximum von 4 cm (n=1, entspricht 6,3%) lag der Mittelwert für die Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ bei 1 cm (SD: 1,5).

Bei einem Minimum von -5 cm (n=1, entspricht 2,2%) und einem Maximum von 3 cm (n=6, entspricht 13%) lag der Mittelwert für die Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ bei 0,9 cm (SD: 1,6).

Im Kruskal-Wallis-Test konnte keine statistisch signifikante Abweichung innerhalb der Gruppen festgestellt werden (p=0,545).

Mann-Whitney-U Test: „Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ (p=0,420) „Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ (p=0,929)

3.10 One-legged hop

Die Patienten wurden gebeten, auf einem Bein so weit wie möglich zu springen. Auf jeder Seite wurde der weiteste von drei Sprüngen gewertet und die Sprungweite des operierten Knies mit der Gegenseite prozentuell verglichen. Zwei Patienten der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ sowie ein Patient der Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ konnten den one-legged hop wegen anderweitiger körperlicher Einschränkungen nicht durchführen.

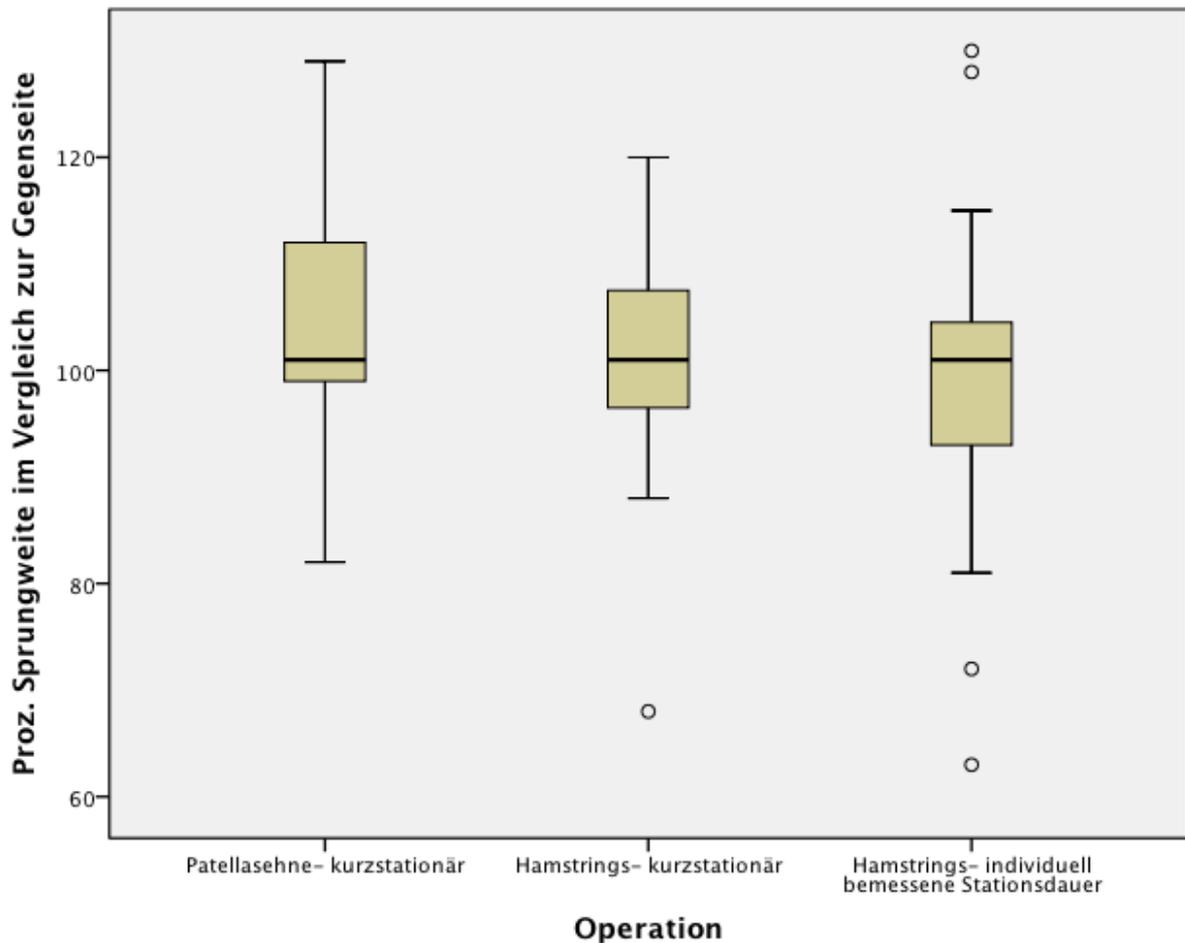


Abb. 27: Sprungweite auf der operierten Seite im Vergleich zur unverletzten Seite in Prozent (>3 Jahre postoperativ)

Bei einem Minimum von 82 (n=1, entspricht 4,8%) und einem Maximum von 129 (n=1, entspricht 4,8%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Patellasehne-kurzstationär“ bei 103,7 (SD: 10,7).

Bei einem Minimum von 68 (n=1, entspricht 6,7%) und einem Maximum von 120 (n=1, entspricht 6,7%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Hamstrings-kurzstationär“ bei 100,9 (SD: 12,7).

Bei einem Minimum von 63% (n=1, entspricht 2,3%) und einem Maximum von 130 (n=1, entspricht 2,3%) lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Hamstrings-individuell bemessene Stationsdauer“ bei 99,4 (SD: 12,1).

Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung festgestellt werden ($P=0,602$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,748$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“
($p=0,695$)

3.11 IKDC-Score (objektiv)

Für die Endbeurteilung der klinischen Untersuchung nach IKDC wurden analog zum IKDC Evaluationsblatt vier Grade für jede Beurteilungsgruppe herangezogen. Das Endergebnis entspricht dem schlechtesten Beurteilungsgrad innerhalb einer der ersten drei Beurteilungsgruppen. Neben den bereits separat behandelten Rolimeter- und Pivot-shift-Test, wurden hier u.a. Bewegungsumfang, Ergusszustand und Seitenbandstabilität beurteilt. Entsprechend den Vorgaben wurde das Ergebnis in vier Kategorien unterteilt (normal, fast normal, abnormal, deutlich abnormal).

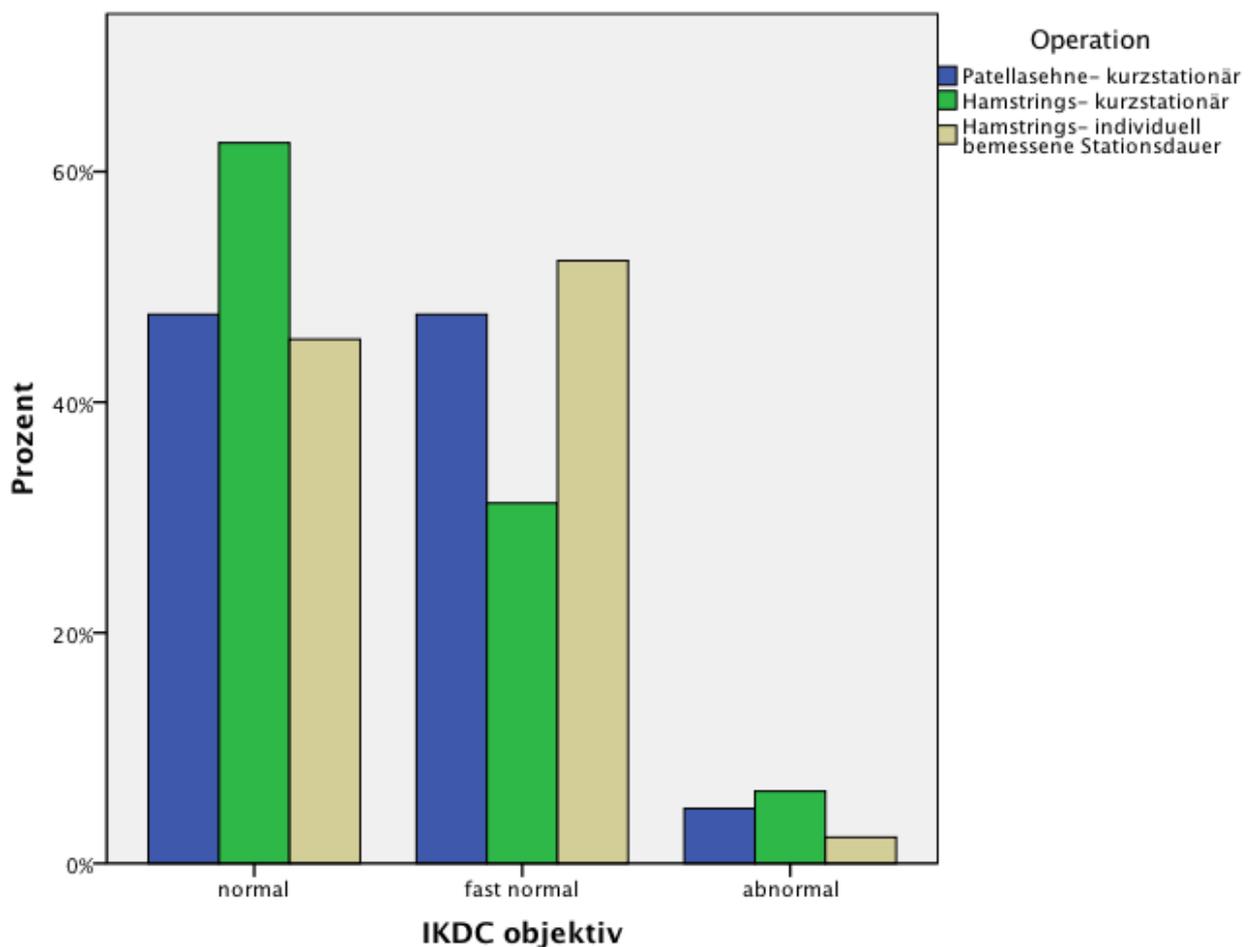


Abb. 28: Prozentuale Darstellung des objektiven IKDC Score (3 Jahre postop.)
Kategorisierung in „normal, fast normal, abnormal, deutlich abnormal“

Kein Patient wies ein deutlich abnormales Ergebnis auf. Zwei Patienten der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ konnten nicht abschließend beurteilt werden, da in einem Fall keine seitenvergleichenden Tests durchgeführt werden konnten (Verdacht auf VKB-Ruptur Gegenseite), im anderen Fall auf Grund des erhöhten Muskeltonus der Pivot-shift-Test nicht durchführbar war.

Innerhalb der Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ erreichten 11 Patienten das Ergebnis „normal“ (entspricht 52,4%), 9 Patienten das Ergebnis „fast normal“ (entspricht 42,9%) und 1 Patient das Ergebnis „abnormal“. (entspricht 4,7%). Der Mittelwert lag bei 0,571, die Standardabweichung betrug 0,6 (0=„normal“, 1=„fast normal“, 2=„abnormal“, 3=„deutlich abnormal“).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- kurzstationär“ erreichten 10 Patienten das Ergebnis „normal“ (entspricht 62,5%), 5 Patienten das Ergebnis „fast normal“ (entspricht 31,3%) und 1 Patient das Ergebnis „abnormal“ (entspricht 6,3 %). Der Mittelwert lag bei 0,438 (SD: 0,63).

Innerhalb der Gruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ (n=46) erreichten 23 Patienten das Ergebnis „normal“ (entspricht 50%), 22 Patienten das Ergebnis „fast normal“ (entspricht 47,8%) und 1 Patient das Ergebnis „abnormal“ (entspricht 2,2 %). Der Mittelwert lag bei 0,52 (SD: 0,55).

Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung zwischen den drei Gruppen festgestellt werden ($P=0,612$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,434$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,332$)

3.12 Bewertung des Operationsergebnisses

Die Patienten wurden gefragt, ob Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden sind und wurden aufgefordert, entweder „ja“ oder „nein“ anzukreuzen. Alle Patienten jeder Patientengruppe waren mit dem Operationsergebnis zufrieden.

3.13 Bewertung des OP-Teams

Die Patienten wurden gefragt, ob sie sich, falls erforderlich, erneut vom selben OP-Team operieren lassen würden. Sie wurden aufgefordert, entweder „ja“ oder „nein“ anzukreuzen. Alle Patienten gaben an, sie würden sich, falls erforderlich, erneut vom selben OP-Team operieren lassen.

3.14 Bewertung des stationären Aufenthalts

Die Patienten wurden gefragt ob sie den postoperativen stationären Aufenthalt in seiner Dauer für angemessen hielten, und ob sie sich, falls notwendig, wieder bei gleicher Stationsdauer operieren lassen würden.

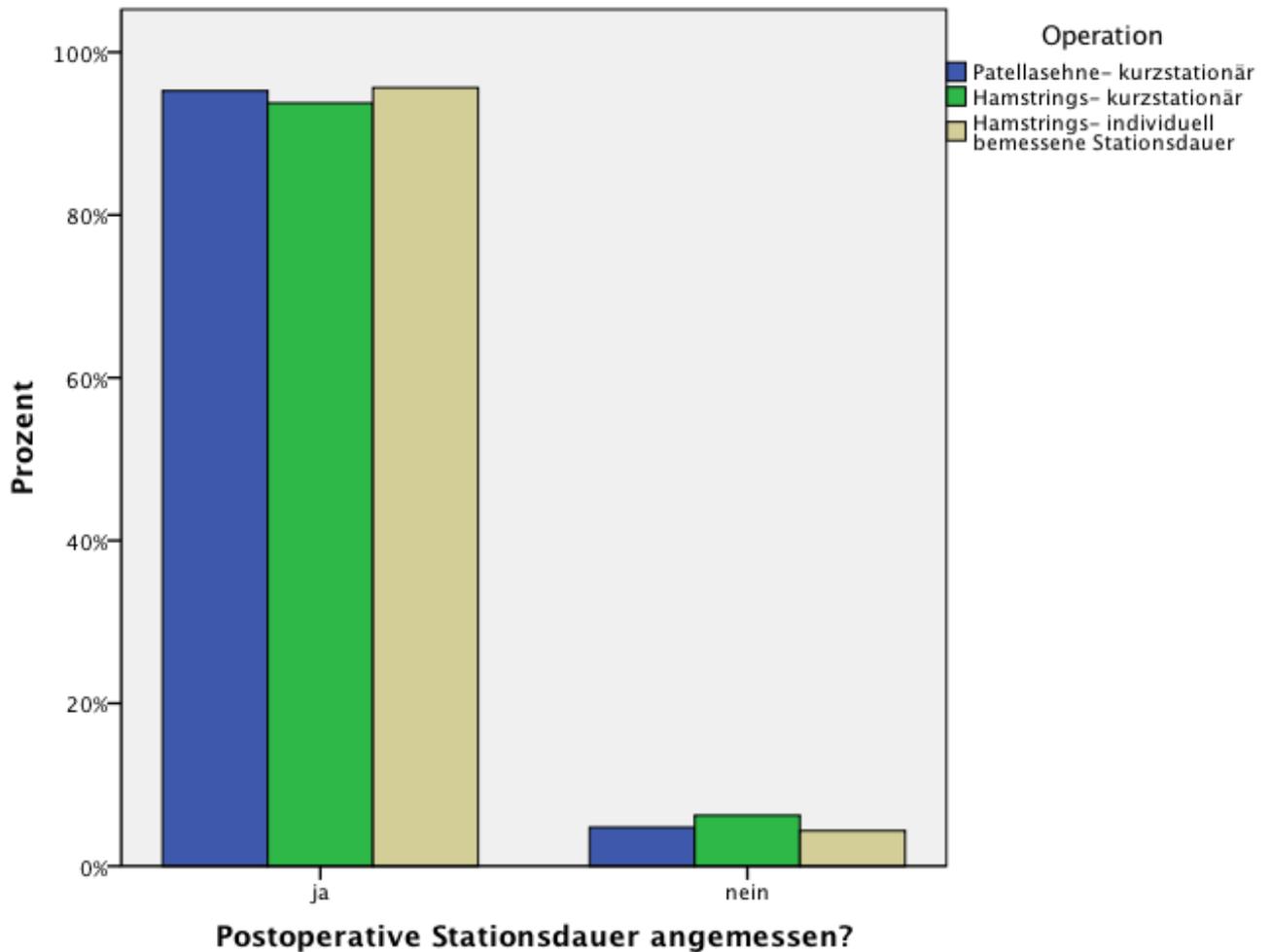


Abb. 29: Bewertung der Dauer des stationären Aufenthalts

Innerhalb der Patientengruppe „Patellasehne- kurzstationär“ würden sich 20 Patienten (entspricht 95,2%) erneut bei gleicher Stationsdauer operieren lassen. Ein Patient hielt den stationären Aufenthalt für zu kurz (entspricht 4,8%).

Innerhalb der Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ würden sich 15 Patienten (entspricht 93,6%) erneut bei gleicher Stationsdauer operieren lassen. Ein Patient hielt den stationären Aufenthalt für zu kurz (entspricht 6,25%).

Es würden sich 44 Patienten (entspricht 96%) der Patientengruppe „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ erneut bei gleicher Stationsdauer operieren lassen, wohingegen zwei Patienten den Stationsaufenthalt für zu kurz hielten (entspricht 4,3%).

Im Ergebnis konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Patientengruppen festgestellt werden ($p=0,955$).

Mann-Whitney-U Test:

„Patellasehne- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- kurzstationär“ ($p=0,845$)

„Hamstrings- kurzstationär“ vs. „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer“ ($p=0,762$)

4. Diskussion

4.1 Zur ersten Nullhypothese

„Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die einen vorderen Kreuzbandersatz mit Patellasehne oder Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten.“

4.1.1 Fragestellung, Material und Methoden

Die Inzidenz des vorderen Kreuzbandrisses wird derzeit auf etwa eine Ruptur je 3500 Einwohner geschätzt. Ist in einem vorliegenden Fall nach positiver Diagnostik die Indikation für eine operative Versorgung gegeben, stellt sich dem behandelnden Operateur die Frage nach der Wahl eines geeigneten Transplantats. Die derzeit gängigsten Verfahren beschreiben den Gebrauch von autologen Transplantaten. Hier ist neben der Patellasehne vor allem die Verwendung der am Pes anserinus ansetzenden Hamstrings zu nennen. Die Frage, welches der beiden Verfahren dem Operateur anzuraten ist, ist Gegenstand aktueller Forschung. Sowohl die mittlere Patellasehne mit anhängenden Knochenblöcken (bone-tendon-bone) als auch die Semitendinosus-/Gracilissehne (Hamstrings) werden in den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie als Transplantate der Wahl genannt[24]. Ziel dieser Studie war es, beide Verfahren hinsichtlich der Zufriedenheit des Patienten sowie subjektiven und objektiven klinischen Parametern mindestens 2 Jahre nach vorderem Kreuzbandersatz miteinander zu vergleichen.

Betrachtet man die gegenwärtige Situation in der Praxis, so lässt sich schnell erkennen, dass jeder Operateur meist eines der vorgestellten Verfahren für den Kreuzbandersatz bevorzugt. Es ist anzunehmen, dass vor allem die aufwendige Operationstechnik sowie die dadurch meist notwendige Erfahrung in der Anwendung das Beherrschen gleich beider Ersatztechniken auf demselben hohen Niveau erschwert. Daher überrascht es kaum, dass gerade unter den anerkannten Spezialisten auf dem Gebiet der Kreuzbandchirurgie, meist ein klares Bekenntnis zur jeweils

propagierten Methode erkennbar ist. Für einen aussagekräftigen Vergleich war es in dieser Arbeit somit vorgesehen, dass alle Patienten abhängig von der Wahl des Transplantats immer von dem in dem jeweiligen Operationsverfahren spezialisierten Operateur behandelt wurden. Die Tatsache, dass zum Zeitpunkt der Operation beide Operateure über eine langjährige Erfahrung in der Kreuzbandchirurgie verfügten, gewährleistete die notwendige qualitative Vergleichbarkeit. Um methodische Fehlerquellen zu beseitigen, wurde bei allen Operationen ein möglichst ähnliches operatives Vorgehen angestrebt. Sowohl unter Verwendung von Hamstrings wie auch Patellasehne wurde der femorale Tunnel über einen anteromedialen Zugang gebohrt. Ebenfalls unabhängig von der Transplantatwahl wurde jede Operation am selben Ort (St. Josef Krankenhaus, Leverkusen) mit demselben OP-Team und in Anwesenheit stets beider Operateure durchgeführt. Die Dauer der stationären Nachbehandlung betrug für beide Patientengruppen genau eine Übernachtung.

“Patellasehne- kurzstationär”- kurzstationäre Nachbehandlung

“Hamstrings- kurzstationär”- kurzstationäre Nachbehandlung

(“Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer”– individuelle Stationsdauer)

Bei der Wahl des Transplantats wurden die klinischen Aspekte sowie die zu erwartende Beanspruchung berücksichtigt. Im Falle einer diesbezüglich uneindeutigen Indikationslage wurden die Kreuzbänder des rechten Knies von Herrn Dr. Klein, die Kreuzbänder des linken Knies von Herrn PD Dr. Höher operiert. Alle Patienten wurden zwischen 2005 und 2006 in Leverkusen operiert. Von insgesamt 25 in Frage kommenden Patienten, die mittels Patellasehnentransplantat versorgt worden waren, konnten 21 für eine Nachuntersuchung gewonnen werden (Follow-Up: 84%). Für die mit Hamstringtransplantat versorgte Patientengruppe konnten 16 von insgesamt 20 in Frage kommenden Patienten gewonnen werden, was einer Follow-Up Rate von 80% entsprach. Trotz der hohen Follow-Up-Raten muss die Fallzahl als vergleichsweise gering eingestuft werden. Erklären lässt sich dieses mit der begrenzten Anzahl von Patienten, welche zum damaligen Zeitpunkt in Anwesenheit beider Operateuren operiert worden sind.

Die Nachuntersuchungen fanden ca. 3 bis 4,5 Jahre nach der Operation statt und beinhalteten neben einer klinischen Untersuchung verschiedene wissenschaftlich

anerkannte Evaluationsmethoden zur subjektiven Beurteilung. Es konnten bezüglich Begleitverletzungen, Alter zum Zeitpunkt der Operation, Zeit zwischen Verletzung und Operation sowie Unfallursache keine signifikanten Abweichungen innerhalb des Patientenguts beobachtet werden.

4.1.2 Ergebnisse

4.1.2.1 Flandry-Score

Betrachtet man die Ergebnisse des subjektiven Flandry-Score, so wird deutlich, dass die Mittelwerte der mit Hamstringtransplantat wie auch der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten sehr nahe beieinander liegen. Der Mittelwert der Gruppe "Hamstrings- kurzstationär" lag bei 91 Punkten und somit zwei Punkte über dem im Durchschnitt erreichten Wert innerhalb der Gruppe "Patellasehne- kurzstationär" (89 Punkte). Anhand der höheren Standardabweichung in der Patientengruppe "Patellasehne- kurzstationär" (SD: 12,1) lässt sich die breitere Streuung innerhalb dieser Gruppe erkennen (SD "Hamstrings- kurzstationär": 9,7), welche bereits im Boxplotdiagramm (Abb. 17) erahnt werden kann.

Die erzielten Ergebnisse lagen auf einem vergleichbar hohen Niveau. Als Beispiel sei eine von Hertel et al. 2005 durchgeführte Langzeitkontrolle an 159 Patienten 10 Jahre nach vorderer Kreuzbandoperation und Versorgung mittels Patellasehnentransplantat genannt, die einen durchschnittlichen Flandry-Score von umgerechnet 87 Punkten ergab[55]. Betrachtet man die gestellten Fragen genauer, so fällt auf, dass ein Schwerpunkt auf der Erfassung der Schmerzsymptomatik u.a. beim Knien lag („Wie oft schmerzt Ihr Knie“; „Haben Sie Probleme beim Knien?“; „Haben Sie aufgrund Ihrer Kniebeschwerden Schwierigkeiten, sich im Bett umzudrehen?“ etc.). Es ist möglich, dass vor dem Hintergrund der höheren Entnahmemorbidität[54,15] gerade diese und ähnliche Fragen ausschlaggebend für das etwas schlechtere Abschneiden der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten war. Die Abweichung zwischen den Ergebnissen kann bei einem im Mann-Whitney-U Test ermittelten p-Wert von 0,6 als unsignifikant bezeichnet werden.

4.1.2.2 Lysholm-Score

Der innerhalb der Gruppe "Hamstrings- kurzstationär" durchschnittlich erzielte Lysholm-Score lag bei 91,4 und somit lediglich 0,5 Punkte unter dem Mittelwert der Gruppe "Patellasehne- kurzstationär" (91,9). Ähnlich dem Flandry-Score konnte auch hier eine stärkere Streuung innerhalb der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patientengruppe beobachtet werden. Die Ergebnisse wiesen keine signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen auf ($p=0,498$). Taylor et al. konnten 2009 in einem Langzeitvergleich zwischen Hamstring- und Patellasehnentransplantat an 64 Patienten ebenfalls keine signifikanten Abweichungen hinsichtlich des erreichten Lysholm-Score feststellen[110]. Die Durchschnittswerte lagen hierbei für beide Gruppen leicht unterhalb der von mir ermittelten Werte (Hamstring: 90.3, Patellasehne: 90.4). Auch in einer von Pinczewski et al. 2002 durchgeführten Vergleichsstudie 2 Jahre postoperativ ergab sich zwischen beiden Gruppen keine signifikante Abweichung im Lysholm-Score[92] (Hamstring: 95, Patellasehne: 95).

4.1.2.3 Tegner-Score

Die in der Nachuntersuchung im Tegner Aktivitäts-Score ermittelten Werte wurden mit den rückblickend erfragten Werten vor der Kreuzbandverletzung verglichen und die Differenz berechnet.

Wie zu erwarten war, konnten nicht alle Patienten ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau wiedererreichen. So lag der durchschnittliche Rückgang für die mit Hamstringtransplantat versorgte Patientengruppe bei 1,6 Punkten und somit 0,2 Punkte über dem Ergebnis der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten (1,4). Es konnte keine signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen beobachtet werden ($p=0,836$). Das Ergebnis bestätigt die von Gobbi et al. 2006 zu diesem Thema durchgeführte Vergleichsstudie. Auch hier konnte im "prätraumatisch gegen Follow-up" Tegner-Score kein signifikanter Unterschied zwischen jeweils 50 mit Hamstrings bzw. Patellasehne versorgten Patienten festgestellt werden[42]. Das von mir beobachtete leicht bessere Abschneiden der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten kann möglicherweise auf die eingangs beschriebene höhere Wahrscheinlichkeit, das

ursprüngliche Aktivitätsniveau zu erreichen, zurückgeführt werden[115].

4.1.2.4 IKDC-Score (subjektiv)

Beim Betrachten der Ergebnisse des subjektiven IKDC-Score fällt auf, dass der Mittelwert der Gruppe "Hamstrings- kurzstationär" (86,3) um 3,1 Punkte unterhalb des für die Patientengruppe "Patellasehne- kurzstationär" ermittelten Wertes (89,4) liegt. Am Interquartilsabstand (Boxplotdiagramm Abb. 21) sowie an der größeren Standardabweichung (SD:12,1) erkennt man die breitere Streuung innerhalb der mit Hamstringtransplantat versorgten Patientengruppe (SD "Patellasehne- kurzstationär": 9,4). Der im Gegensatz zum Flandry-Score seltener verwendete subjektive IKDC-Score ergab in dieser Studie ein für beide Gruppen vergleichbar hohes Endergebnis. So fand sich in einer 5 Jahres Follow-up Studie von Lee et al. 2008 an 146 mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten ein durchschnittlicher subjektiver IKDC-Score von 79,5[71]. Zwischen beiden untersuchten Patientengruppen konnten keine signifikanten Abweichungen festgestellt werden ($p=0,181$). Hierin bestätigt sich erneut das Ergebnis der von Gobbi et al. verwirklichten Vergleichstudie zwischen Hamstring- und Patellasehnentransplantat, die einen auf beide Patientengruppen gesehenen durchschnittlichen subjektiven IKDC-Score von 85 ermittelten[42].

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass auch trotz des nur unsignifikanten Unterschiedes die mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten ein erkennbar besseres Durchschnittsergebnis als ihre Vergleichsgruppe erzielen konnten. Es ist anzunehmen, dass die im subjektiven IKDC-Score schwerpunktmäßig erfragte sportliche Belastbarkeit („Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?“; „Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?“) ausschlaggebend für die von mir ermittelte Differenz war. Wie bereits erwähnt beobachteten Yunes et al. 2001 eine 20% höhere Wahrscheinlichkeit für das Erreichen des früheren Aktivitätsniveaus, sofern der Patient mit einem Patellasehnentransplantat versorgt worden war[123].

4.1.2.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC)

Die letzten beiden Fragen des subjektiven IKDC-Score wurden gesondert betrachtet, da sie ähnlich dem Tegner Test den prätraumatischen mit dem derzeitigen Zustand vergleichen. Für beide Fragen wurde der Patient aufgefordert, der Funktionsfähigkeit des Knies bei alltäglichen Belastungen aufsteigend eine Zahl zwischen eins und zehn zuzuordnen. Die Differenz beider Werte wurde für jede Patientengruppe errechnet (derzeitiger Zustand - prätraumatischer Zustand). Erwartungsgemäß konnte in beiden Gruppen trotz operativer Versorgung ein Verlust der Funktionsfähigkeit ermittelt werden. Die mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten verzeichneten hier im Mittel einen Rückgang um 1,7 Punkte und lagen somit 0,6 Punkte oberhalb der mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten (1,1). Die Abweichungen waren hierfür nicht signifikant ($p=0,264$), lassen jedoch ein leicht besseres Abschneiden innerhalb der Gruppe „Patellasehne- kurzstationär“ erkennen. Erneut scheinen sich hier die von Yunes et al. 2001 gewonnenen Erkenntnisse zu bestätigen[123].

4.1.2.6 Kniefähigkeit (nach IKDC)

Die Frage nach der Fähigkeit, auf dem vorderen Knie zu knien, ist Bestandteil des subjektiven IKDC-Score und wurde gesondert betrachtet, da die höhere Entnahmemorbidity bei Verwendung der Patellasehne diesbezüglich stärkere Einschränkungen vermuten ließ[54,15,115]. Es standen fünf Antwortmöglichkeiten zur Auswahl:

IKDC-Punktzahl	Beschreibung
1	überhaupt nicht schwierig
2	minimal schwierig
3	ziemlich schwierig
4	extrem schwierig
5	unmöglich

Überraschenderweise lag der Durchschnittswert für die Patientengruppe “Patellasehne- kurzstationär” mit 2,3 um nur 0,5 Einheiten über dem im Mittel angegebenen Wert der Patientengruppe “Hamstrings- kurzstationär” (1,8). Die Abweichungen waren nicht signifikant ($p=0,114$). Hier unterschieden sich die von mir erhobenen Daten von denen einiger früherer Studien. Eriksson et al. beispielsweise konnten in ihrer 2001 durchgeführten Studie signifikant häufiger patellofemorale Schmerzen bei mit Patellasehnen- als mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten beobachten[30]. Auch Ejerhed et al. berichteten von signifikant schlechteren Ergebnissen im knee-walking für diese Vergleichsgruppe[28]. Für die alleinige Kniefähigkeit konnten Taylor et al. 2009 demgegenüber keine signifikanten Unterschiede erkennen[118].

Laut Kartus et al. korreliert der Sensibilitätsverlust nach Verletzung des Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus mit einer späteren Knieunfähigkeit, weshalb sie dem Operateur eine besondere Schonung dieses Nervenasts bei Patellasehnenentnahme nahelegen[65]. Es ist anzunehmen, dass gerade diese schonende Vorgehensweise besonders auch bei der endständigen Knochenblockentnahme ursächlich für die von mir beobachteten Ergebnisse war.

Es darf jedoch auch hier trotz der unsignifikanten Unterschiede nicht vergessen werden, dass die mittels Hamstringtransplantat versorgten Patienten ein besseres Ergebnis als ihre Vergleichsgruppe erzielten. Da dieser Unterschied abhängig von der beruflichen Tätigkeit des Patienten relevant werden kann, bleibt die vorherige Abklärung in diesem Punkt nachvollziehbar.

4.1.2.7 Rolimeter-Untersuchung

Die vergleichende Messung der vorderen tibialen Translation ist Bestandteil des objektiven IKDC-Score und wurde in dieser Studie unter Verwendung des Rolimeters durchgeführt. Die Klassifizierung entsprach den Vorgaben des IKDC Evaluationsblattes (Gegenseite-Operierte Seite: A: -1 bis 2 mm B: 3-5 mm C: 6-10 mm D: >10 mm). Zunächst ist hervorzuheben, dass alle Patienten beider Gruppen entweder Kategorie A oder B zugeordnet werden konnten, wobei innerhalb der Gruppe

“Patellasehne- kurzstationär” genau 71,4 %, innerhalb der Gruppe “Hamstrings- kurzstationär” sogar 87,5 % den Wert A erreichten. Bildet man die Mittelwerte (A=1, B=2, C=3, D=4), so ergibt sich für die mit Hamstringtransplantat versorgte Patientengruppe ein Wert von 0,1, welcher somit um 0,2 Einheiten unterhalb des Mittelwertes der Vergleichsgruppe lag (0,3).

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen konnte als nicht signifikant bezeichnet werden ($p=0,246$) und entsprach weitgehend den Erwartungen. In einer 6 Jahres Follow-up Studie untersuchten Keays et al. 2006 an jeweils 32 mit Patellasehne bzw. Hamstrings versorgten Patienten die Kniestabilität und konnten in dem Rolimeter ähnlichen KT-1000 Test ebenfalls keine signifikanten Abweichungen in der Seitendifferenz feststellen[66]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Tow et al. 2005 in einer Vergleichsstudie 2 Jahre nach vorderem Kreuzbandersatz[111]. Anders jedoch als z.B. Goldblatt et al 2005 [44,25a] beobachteten, ließ sich in den von mir ermittelten Werten ein sogar besseres Durchschnittsergebnis der mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten feststellen. Es ist davon auszugehen, dass eine besonders stabile Verankerung der Grafts dieses erfreuliche Ergebnis ermöglichte und somit ähnlich wie im vorher genannten Fall, der Operateur einen zu erwartenden Nachteil des Transplantats kompensieren konnte.

4.1.2.8 Pivot-shift-Test

Die Unterteilung der Ergebnisse des Pivot-shift-Tests erfolgte entsprechend den Vorgaben des IKDC Formblattes in vier Kategorien (negativ, Gleiten(+), stark (++) und ausgeprägt (+++)). Keiner der untersuchten Patienten musste der Kategorie "ausgeprägt (+++)" zugeordnet werden. Betrachtet man beide Gruppen im Vergleich, so erkennt man ein im Durchschnitt etwas besseres Abschneiden innerhalb der mit Hamstringtransplantat versorgten Patientengruppe. So fiel bei 75 % der Patientengruppe “Hamstrings- kurzstationär” sowie bei 61,9 % der Patientengruppe “Patellasehne- kurzstationär” der Test negativ aus. Durchschnittlich erreichten die mittels Hamstringtransplantat versorgten Patienten einen Wert von 0,3 (0: negativ; 1: Gleiten (+), 2: stark (++) , 3: ausgeprägt (+++)) und lagen somit um 0,1 Einheiten unterhalb ihrer Vergleichsgruppe (0,4). Die Unterschiede waren hierfür

nicht signifikant ($p=0,455$).

Goldblatt et al. konnten 2005 in einer Metaanalyse ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen mit Patellasehnen- bzw. Hamstringtransplantat versorgten Patienten im Pivot-shift-Test erkennen, kamen aber im Gegensatz zu mir zu der Schlussfolgerung, dass die Wahrscheinlichkeit für das Erreichen eines negativen Ergebnisses bei Verwendung der Patellasehne höher ist[44].

4.1.2.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich

Mittels einer seitenvergleichenden Bestimmung des Oberschenkelumfangs sollte in diesem Test die durch Kreuzbandriss bzw. -operation hervorgerufene Muskelatrophie beurteilt werden. Nach erlittenem vorderen Kreuzbandriss ist vor allem der Musculus quadriceps femoris hierfür anfällig[118]. In verschiedenen vorherigen Studien zu diesem Thema konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Transplantatwahl (Hamstrings oder Patellasehne) beobachtet werden[118,23,106,120]. Bei einem Durchschnittswert von 1 cm lag die Seitendifferenz der Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" in den von mir durchgeführten Nachuntersuchungen im Schnitt lediglich 4 mm oberhalb der für die Gruppe "Patellasehne- kurzstationär" beobachteten Differenz. Es konnte auch hier keine signifikante Abweichung festgestellt werden ($p=0,420$).

Das Ergebnis entsprach den Erwartungen und deutet, wenn auch nur schwach, erneut auf das etwas bessere zu erwartende sportfunktionelle Outcome bei Verwendung von Patellasehnentransplantaten hin.

4.1.2.10 One-legged hop

Der one-legged hop ist Teil des IKDC Evaluationsbogens. Mit ihm wurde die prozentuale Sprungweite des operierten Knies im Vergleich zur Gegenseite erhoben. Der Großteil aller untersuchten Patienten konnte der IKDC Kategorie A ($> 90\%$) zugeordnet werden. Kein Patient musste der Kategorie D ($< 50\%$) zugeordnet werden. Innerhalb der Patientengruppe "Patellasehne- kurzstationär" lag der Durchschnittswert

mit 103,7 % um 2,8 oberhalb des innerhalb der Vergleichsgruppe "Hamstrings-kurzstationär" erzielten Wertes (100,9 %).

Trotz dieses erkennbar besseren Ergebnisses für die mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten waren die Unterschiede zwischen beiden Gruppen nicht signifikant ($p=0,748$). Das Ergebnis entspricht den Erwartungen und bestätigt weitgehend die aus vorherigen Studien hervorgegangenen Erkenntnisse. So konnten unter anderem Dauty et al. in einer 2008 veröffentlichten Vergleichsstudie zur Transplantatwahl ebenfalls keine signifikanten Unterschiede beim one-legged hop erkennen[22,28].

4.1.2.11 IKDC-Score (objektiv)

Der objektive IKDC-Score wird mit Hilfe des IKDC Evaluationsblattes erhoben und gibt Aufschluss über den funktionellen Status der Kreuzbänder und des Knies.

Der Großteil der Patienten konnte hierbei den ersten beiden Kategorien zugeordnet werden. Kein Patient wies ein deutlich abnormales Ergebnis auf. Innerhalb der Patientengruppe "Hamstrings-kurzstationär" erreichten 62,5 % das beste Ergebnis "normal" und somit 10,1 % mehr als in der Vergleichsgruppe "Patellasehn-kurzstationär" (52,4%). Auch erreichten die mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten mit einem Durchschnittswert von 0,44 (0=normal, 1=fast normal, 2=abnormal, 3=stark abnormal) ein um 0,18 Einheiten besseres Ergebnis als ihre Vergleichsgruppe (0,62). Trotz dieses auch im Balkendiagramm deutlich erkennbaren Unterschiedes konnte zwischen beiden Gruppen keine signifikante Abweichung festgestellt werden ($p=0,434$).

Die von mir gewonnenen Daten bestätigen die von Gobbi et al. 2006 sowie Jansson et al. 2003 veröffentlichten Ergebnisse, welche im objektiven IKDC-Score ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Transplantatoptionen erkennen ließen[63,42]. Beide Autoren berichteten ebenfalls von einem leicht besseren Abschneiden bei den mit Hamstringtransplantat versorgten Patienten.

4.1.2.12 Zusätzliche Fragen

Die durchweg erfreulichen Ergebnisse der Nachuntersuchung finden sich auch bei den zusätzlich gestellten Einzelfragen wieder.

So gaben alle Patienten, sowohl der mit Hamstring- als auch mit Patellasehnen-transplantat versorgten Gruppe an, sie seien mit dem Ergebnis zufrieden und würden sich, falls notwendig, erneut vom selben Team operieren lassen. Auch hielt der Großteil der Patienten die stationäre Nachbehandlungszeit von immer genau einer Übernachtung in beiden Gruppen für ausreichend lang.

Innerhalb der Gruppe "Hamstrings- kurzstationär" gaben 93,6% der Patienten an, sie würden sich, falls notwendig, erneut bei gleicher postoperativer Stationsdauer operieren lassen. Innerhalb der Vergleichsgruppe "Patellasehne- kurzstationär" teilten 95,2% der Patienten diese Einschätzung, wobei in diesem Punkt keine signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen bestand ($p=0,845$).

4.2 Zur zweiten Nullhypothese

"Es gibt in Hinblick auf verschiedene subjektive und objektive klinische Parameter sowie Patientenzufriedenheit mind. 3 Jahre postoperativ keine Unterschiede zwischen Patienten, die im Rahmen der stationären Regelversorgung oder im Rahmen der integrierten Versorgung kurzstationär einen vorderen Kreuzbandersatz mit Pes anserinus-Sehnen (Hamstrings) erhielten."

4.2.1 Fragestellung, Material und Methoden

Die Frage, welches Nachbehandlungskonzept dem behandelnden Operateur grundsätzlich anzuraten ist, kann bis zum jetzigen Zeitpunkt nur unzureichend beantwortet werden. Während die krankengymnastischen und physiotherapeutischen Maßnahmen nach Kreuzbandersatz in der Literatur vielfach diskutiert und

weiterentwickelt wurden, gibt es hinsichtlich des Zeitmanagements der stationären Nachbehandlung weiterhin keine eindeutigen Richtlinien. Somit verwundert es kaum, dass z.B. abhängig von Klinik, Operateur und auch finanziellem Spielraum hierbei teilweise sehr unterschiedliche Konzepte verfolgt werden. Neben einer häufig zu beobachtenden individuellen Herangehensweise mit patientenspezifisch angepasster postoperativer Stationsdauer bevorzugen eine Reihe von Kliniken die unkomplizierte und möglicherweise kostengünstigere konsequent kurzstationäre Nachbehandlung. Es ist absehbar, dass auch angesichts des zunehmenden Kostendrucks im öffentlichen Gesundheitswesen die Frage nach dem stationären Zeitmanagement an Bedeutung gewinnen wird.

Wegen der Besonderheit, dass allen in Leverkusen operierten Patienten grundsätzlich immer genau eine postoperativ stationäre Übernachtung verordnet worden ist und ein längerer stationärer Aufenthalt schon auf Grund der logistischen Gegebenheiten nicht möglich gewesen wäre, bot sich dieser zusätzliche Vergleich an.

Neben den bereits beschriebenen Patientengruppen für den Vergleich zur Transplantatwahl ("Hamstrings- kurzstationär", "Patellasehne- kurzstationär") wurde hierfür eine weitere Gruppe erstellt, welche ausschließlich Patienten beinhaltete, die nach erlittenem vorderen Kreuzbandriss mittels Hamstringtransplantat versorgt wurden und deren postoperative stationäre Liegezeit im Rahmen der Regelversorgung an patientenspezifische Aspekte wie Alter Begleiterkrankungen etc. angepasst wurde ("Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer"). Diese flexible und im klinischen Alltag häufig propagierte Methode stand der etwas weniger geläufigen starr kurzstationären Herangehensweise gegenüber.

Für einen Vergleich hinsichtlich des Nachbehandlungsschemas wurden somit die Patientengruppen "Hamstrings- kurzstationär" und „Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" gegenübergestellt, da in beiden Fällen dasselbe Ersatztransplantat verwendet worden ist.

("Patellasehne- kurzstationär" – kurzstationäre Nachbehandlung)

"Hamstrings kurzstationär" - kurzstationäre Nachbehandlung

"Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" - individuelle Stationsdauer

Wichtig, vor allem vor dem Hintergrund der Kostenanalyse, ist hierbei die

Feststellung, dass die durchschnittliche stationäre Nachbehandlungsdauer innerhalb der stationszeitlich individuell nachbehandelten Patientengruppe mit ca. 2,6 Übernachtungen deutlich über jener ihrer streng kurzstationär versorgten Vergleichsgruppe lag (1 Übernachtung).

Es ist davon auszugehen, dass für diesen Vergleich vor allem die Fragen nach der Patientenzufriedenheit sowie evt. des muskulären Defizits interessant sind. Ob die Dauer der rein stationären Nachbehandlung einen bedeutenden Einfluss auf alle restlichen funktionellen Untersuchungsergebnisse 3 Jahre nach vorderem Kreuzbandersatz hat, ist zu bezweifeln. Trotzdem und gerade auch, um in diesem Punkt Klarheit zu schaffen, wurden für den zweiten Teil der Arbeit die gleichen, eingangs genannten, subjektiven und objektiven klinischen Parameter ermittelt.

Die Tatsache, dass die Patienten der Gruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" allesamt in Köln operiert wurden und somit kein gemeinsamer Operationsort für beide Gruppen bestand, hatte aus folgenden Gründen nur geringen Einfluss auf die Vergleichbarkeit. Alle Patienten beider Gruppen wurden zwischen 2005 und 2006 von Herrn PD Dr. Höher operiert, stets wurde auch hier ein antero-mediales Portal zur Anlage des femoralen Tunnels gewählt. In beiden Fällen verfolgte auch die postoperative Nachbehandlung, abgesehen von der Dauer der stationären Liegezeit, ein stets einheitliches Konzept.

Wegen der relativ großen Menge an Patienten, welche für die Gruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" potentiell in Frage kamen, war es im Gegensatz zur Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" möglich, eine deutlich höhere Anzahl an Teilnehmern zu gewinnen. Von 57 in Frage kommenden und von mir kontaktierten Patienten stimmten 46 einer Nachuntersuchung zu, was einer Follow-Up Rate von ca. 81% entsprach.

Die Vergleichsgruppe „Hamstrings kurzstationär“ beinhaltete, wie im ersten Teil dieser Arbeit bereits erwähnt, 16 von zuvor insgesamt 20 kontaktierten Patienten, welche nach Hamstringtransplantat kurzstationär nachbehandelt wurden (Follow-Up-Rate: 80%). Auch für diesen Teil der Studie muss die Fallzahl als vergleichsweise gering bezeichnet werden und dies für mögliche Schlussfolgerungen beachtet werden. Alle Nachuntersuchungen fanden ca. 3 bis 4,5 Jahre nach Operation statt und beinhalteten neben einer klinischen Untersuchung verschiedene wissenschaftlich anerkannte Evaluationsmethoden zur subjektiven Beurteilung. Es konnten auch in

diesem Fall bezüglich Begleitverletzungen, Alter zum Zeitpunkt der Operation, Zeit zwischen Verletzung und Operation sowie Unfallursache keine signifikanten Abweichungen innerhalb des Patientenguts beobachtet werden.

4.2.2 Ergebnisse

Vorab sei erwähnt, dass offenbar auf Grund der speziellen Fragestellung, aktuell keine Literatur zum behandelten Thema zu finden war. Studien, welche die ambulante und stationäre Kreuzbandoperation gegenüberstellen, bieten verständlicherweise keine sinnvolle Vergleichsgrundlage. Häufig laufen diese darüber hinaus die Gefahr einer Vorselektion des Patientengutes, da bei der Entscheidung für einen längeren oder kürzeren stationären Aufenthalt die verschiedensten klinischen Aspekte eine Rolle spielen, wodurch das spätere Outcome und damit die Validität beeinflusst werden. Es bleibt daher um so mehr zu hoffen, dass auch in zukünftige Vergleichsstudien den Einfluss von starrer und flexibler stationärer Behandlungsdauer auf die Patientenzufriedenheit und das klinische Outcome näher untersuchen.

4.2.2.1 Flandry-Score

Bei einem Mittelwert von 91 schnitt die Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" um gerade 0,9 Einheiten besser ab als ihre Vergleichsgruppe (Mittelwert "Hamstrings-individuell bemessene Stationsdauer": 90,1). Jene wies zusätzliche eine etwas höhere Streuung auf. Im Mann-Whitney-U Test konnte für die Abweichungen zwischen beiden Gruppen keine Signifikanz festgestellt werden ($p=0,693$). Das Ergebnis zeigt, dass es hinsichtlich des zu erwartenden Flandry-Score offenbar keinen Unterschied macht, welches Konzept zur postoperativen Stationsdauer verfolgt wird.

In beiden Fällen lagen die Ergebnisse auf einem vergleichbar hohen Niveau[55], die konsequent kurzstationär nachbehandelten Patienten erzielten sogar ein leicht besseres Ergebnis.

4.2.2.2 Lysholm-Score

Der Lysholm-Score lag bei einem Durchschnittswert von 91,4 innerhalb der streng kurzstationär nachbehandelten Patientengruppe um 3,4 Einheiten über dem innerhalb der stationszeitlich individuell nachbehandelten Gruppe erreichten Wert (88). Anders als im Flandry-Score wies hier die Patientengruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" eine etwas breitere Streuung (SD: 8,8) als ihre Vergleichsgruppe auf (SD: 7,8). Es konnte auch hier keine statistisch signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen beobachtet werden ($p=0,401$). Erneut erwies sich auch in diesem Fall das stationszeitliche Nachbehandlungskonzept als wenig bedeutsam für das erzielte Ergebnis. Interessant erscheint die Tatsache, dass ähnlich wie im Flandry-Score die konsequent kurzstationär nachbehandelten Patienten wider Erwarten ein leicht besseres Ergebnis erzielten.

4.2.2.3 Tegner-Score

Die subjektive Funktionsdifferenz zwischen prätraumatischem und aktuellem Zustand wurde mit Hilfe des Tegner-Score evaluiert. Die Patienten der Gruppe "Hamstrings-kurzstationär" verzeichneten einen durchschnittlichen Rückgang um 1,6 Einheiten. Dieser lag somit um lediglich 0,1 Einheiten über dem in der Vergleichsgruppe durchschnittlich erzielten Wert (1,5).

Das bessere Abschneiden der stationszeitlich individuell nachbehandelten Patienten lässt angesichts der äußerst geringen Differenz kaum Interpretationsmöglichkeiten. Die Abweichungen waren erwartungsgemäß nicht signifikant ($p=0,913$).

4.2.2.4 IKDC-Score (subjektiv)

Beim Betrachten des subjektiven IKDC Score fällt auf, dass die Patientengruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" bei einem Durchschnittswert von 89,1 um 2,8 Punkte besser abschnitt als ihre Vergleichsgruppe (86,3). Diese wies

zusätzlich eine schon im Boxplot (Abb. 21) erkennbare breitere Streuung auf. Die Ergebnisse für beide Gruppen lagen auf einem vergleichbar hohen Niveau[42]. Das leicht bessere Abschneiden der stationszeitlich individuell nachbehandelten Patienten kann möglicherweise auf eine abhängig von der Stationsdauer längere frühfunktionelle Behandlung durch geschultes Pflegepersonal zurückgeführt werden. Gerade die Fragen nach der sportlichen Betätigung („Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?“ etc.) könnten für diesen sehr geringen Unterschied im Ergebnis ausschlaggebend gewesen sein. Die Abweichungen waren erwartungsgemäß nicht signifikant ($p=0,302$).

4.2.2.5 Subjektiver Funktionsvergleich (nach IKDC)

Es fiel auf, dass die stationszeitlich individuell nachbehandelten Patienten mit einem erzielten Wert von 1,0 einen im Durchschnitt etwas geringeren Verlust der ursprünglichen Funktionsfähigkeit verzeichneten. Im Vergleich dazu lag der Mittelwert für die Patientengruppe „Hamstrings- kurzstationär“ bei 1,7, was einem Unterschied von 0,7 Einheiten entspricht.

Möglicherweise lässt sich der gemessene Unterschied mit einer, durch das Pflegepersonal lückenlos angeordneten und supervidierten Muskelbeanspruchung erklären (Anspannungsübungen, Gehversuche). Gerade die langstationär nachbehandelten Patienten laufen auf Grund dessen deutlich seltener Gefahr, einzelne frühe Belastungsübungen zu vergessen oder das Bein irrtümlicherweise übermäßig zu schonen. Trotz dieses erkennbaren Unterschiedes fand sich zwischen beiden Gruppen keine statistisch signifikante Abweichung ($p=0,208$).

4.2.2.6 Kniefähigkeit (nach IKDC)

Als mögliche Antworten standen zur Auswahl:

IKDC-Punktzahl	Beschreibung
1	überhaupt nicht schwierig
2	minimal schwierig
3	ziemlich schwierig
4	extrem schwierig
5	unmöglich

Für beide Gruppen lag der Mittelwert unterhalb 2. Die Patienten der Gruppe "Hamstrings- kurzstationär" erreichten einen Durchschnittswert von 1,8 und schnitten somit um 0,1 Einheiten besser ab als ihre Vergleichsgruppe (1,9).

Es konnte zwischen beiden Gruppen keine statistisch signifikante Abweichung beobachtet werden ($p=0,356$).

4.2.2.7 Rolimeter-Untersuchung

Wie zuvor wurde analog zum IKDC Formblatt der Seitenunterschied berechnet (Gegenseite - Operierte Seite) und kategorisiert.

Rolimeter-Wert	Klasse
-1 bis 2 mm	A
3-5 mm	B
6-10 mm	C
>10 mm	D

Alle untersuchten Patienten konnten den Kategorien A oder B zugeordnet werden. Ein Patient der Gruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" konnte wegen

eines vorliegenden vorderen Kreuzbandrisses auf der Gegenseite nicht untersucht werden. Im Vergleich der beiden Gruppen fiel auf, dass die zeitlich individuell nachbehandelten Patienten ein leicht besseres Ergebnis als ihre Vergleichsgruppe erzielten. So konnten innerhalb der Patientengruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" 91,1%, innerhalb der Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" 87,5% der Kategorie A zugewiesen werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass die Länge des stationären Aufenthaltes einen bedeutenden Einfluss auf die vordere Verschieblichkeit hat. Erwartungsgemäß ließen sich auch keine statistisch signifikanten Abweichungen zwischen beiden Gruppen erkennen ($p=0,679$).

4.2.2.8 Pivot-shift-Test

Der Pivot-shift-Test wurde nach Vorgaben des IKDC mit negativ, Gleiten (+), stark (++) und ausgeprägt (+++) beurteilt. Kein Patient musste der Kategorie „ausgeprägt“ (+++) zugeordnet werden. Ein Patient der Gruppe "Hamstrings- individuell bemessene Stationsdauer" konnte aufgrund eines erhöhten Muskeltonus nicht untersucht werden. Der durchschnittlich erreichte Wert innerhalb der Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" lag bei 0,31 (0: negativ; 1: Gleiten (+), 2: stark (++), 3: ausgeprägt (+++)). Dieses Ergebnis übertrifft nur geringfügig dasjenige der Vergleichsgruppe (0,38). Auch im Pivot-shift-Test schneiden somit die kurzstationär nachbehandelten Patienten tendenziell sogar besser ab als ihre Vergleichsgruppe.

Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen beobachtet werden ($p=0,522$).

4.2.2.9 Oberschenkelumfang im Seitenvergleich

Die seitenvergleichende Messung des Oberschenkelumfangs ergab keine signifikante Abweichung zwischen beiden Gruppen ($p=0,929$). Die stationszeitlich individuell nachbehandelten Patienten wiesen jedoch mit einem Mittelwert von 9 mm ein um

vernachlässigbare 1 mm geringeres Umfangsdefizit zur Gegenseite als ihre Vergleichsgruppe (1 cm) auf.

4.2.2.10 One-legged hop

Jeweils ein Patient beider Gruppen konnte den one-legged hop nicht durchführen. Im seitenvergleichenden Einbeinsprung erreichten die Patienten der Gruppe "Hamstrings-individuell bemessene Stationsdauer" einen Durchschnittswert von 99,4% der Gegenseite.

Bei den kurzstationär nachbehandelten Patienten lag der Mittelwert mit 100,9% sogar über dem der Gegenseite. Für die Patientengruppe, deren Stationsdauer individuell bemessen wurde, wäre hier evt. ein leicht besseres Abschneiden gegenüber der Vergleichsgruppe zu erwarten gewesen. Bei der Interpretation des one-legged hop muss jedoch immer berücksichtigt werden, dass das Endergebnis in hohem Maße davon abhängt, ob das stärkere oder schwächere Bein des Patienten operiert wurde. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($p=0,695$).

4.2.2.11 IKDC Score (objektiv)

In der Endbeurteilung der klinischen Untersuchung wurden die gewonnenen Ergebnisse nach den Vorgaben des IKDC Evaluationsblattes kategorisiert. Zwei Patienten der Gruppe "Hamstrings-individuell bemessene Stationsdauer" konnten nicht abschließend beurteilt werden. Der Durchschnittswert innerhalb der kurzstationär nachbehandelten Patientengruppe lag mit 0,44 (0= normal, 1= fast normal, 2= abnormal, 3= deutlich abnormal) um lediglich 0,08 Einheiten unterhalb des in der Vergleichsgruppe erzielten Wertes (0,52). Zwischen beiden Patientengruppen konnte keine statistisch signifikante Abweichung im objektiven IKDC-Score ermittelt werden ($p=0,332$). Die Ergebnisse zeigen, dass es für die in diesem Test untersuchte Kniestabilität keinen Anhalt für ein besseres Abschneiden bei zeitlich individuell bemessener Stationsdauer gibt. Ganz im Gegenteil erreichten die kurzstationär

nachbehandelten Patienten ein sogar besseres Durchschnittsergebnis.

4.2.2.12 Zusätzliche Fragen

Erfreulicherweise gaben erneut alle Patienten beider Gruppen an, sie seien mit dem Operationsergebnis zufrieden und würden sich, falls erforderlich, wieder vom selben OP-Team operieren lassen.

Besonders interessant für die Vergleichsstudie zum stationären Zeitmanagement war natürlich die Frage nach der Beurteilung der postoperativen Stationsdauer.

Innerhalb der Patientengruppe "Hamstrings- kurzstationär" hielten 93,6% und somit lediglich 2,4% weniger als in der stationszeitlich individuell nachbehandelten

Vergleichsgruppe (96%) die Dauer der stationären Nachbehandlung für angemessen.

Das Ergebnis überrascht insofern, als dass eine konsequent kurzstationäre Nachbehandlung in den Augen des Patienten offenbar kaum minder geschätzt wird als eine auf ihn angepasste Stationsdauer. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass sowohl eine flexible als auch eine starr kurzzeitige Stationsdauer eine vergleichbar gute Patientenzufriedenheit ermöglichen.

Auch in diesem Fall zeigten die Ergebnisse keine statistisch signifikante Abweichung ($p=0,762$).

4.3 Fazit

Für den Vergleich zwischen autologem Patellasehnen- und Hamstringgraft als Transplantat bei vorderem Kreuzbandersatz konnten im Endergebnis keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Weder hinsichtlich subjektiver und objektiver klinischer Parameter noch Patientenzufriedenheit 3 bis maximal 4,5 Jahre nach operativ versorgtem vorderem Kreuzbandriss ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die von mir ermittelten Ergebnisse entsprachen allesamt einem international vergleichbar hohen Niveau. Alle Patienten gaben unabhängig von der Transplantatwahl an, sie seien mit dem Ergebnis zufrieden. Tendenziell ließ sich für die mit Patellasehnentransplantat versorgten Patienten ein etwas höheres „sportliches“ Outcome beobachten. Diese konnten u.a. im Tegner-Score, subjektiven Funktionsvergleich, IKDC Score (subjektiv), Oberschenkelumfang im Seitenvergleich sowie one-legged hop leicht bessere Ergebnisse erzielen. Die mit Hamstringtransplantat versorgte Vergleichsgruppe erzielte tendenziell bessere Ergebnisse bei den Stabilitätstest sowie bei Befragung nach der Schmerzsymptomatik, so z.B. Flandry-Score, Kniefähigkeit, Rolimeter, Pivot-shift-Test und objektivem IKDC.

Schlussfolgernd kann somit gesagt werden, dass es in Bezug auf alle von mir geprüften Parameter keine signifikanten Unterschiede zwischen der Wahl eines der beiden Transplantate gibt, vorausgesetzt die Operation wird von einem auf das jeweilige Verfahren spezialisierten Operateur durchgeführt. Beide Transplantate bieten die Möglichkeit, ein hohes klinisches Outcome bei durchgehender Patientenzufriedenheit zu erzielen.

Die erste Nullhypothese ist somit beizubehalten.

Es ist notwendig, alle von mir ermittelten Ergebnisse vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Fallzahl zu interpretieren. Auch muss darauf hingewiesen werden, dass die Zuteilung bzgl. des Transplantats nicht randomisiert wurde. Ein Fehler zweiter Art, der durch das irrtümliche Beibehalten einer falschen Nullhypothese gekennzeichnet ist, könnte durch diese Faktoren hervorgerufen worden sein.

Für den Vergleich hinsichtlich der stationären Nachbehandlungsdauer konnte im Endergebnis ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Sowohl stationszeitlich individuell als auch konsequent kurzstationär nachbehandelte Patienten erreichten ein im Durchschnitt vergleichbar hohes klinisches Outcome. Erneut waren alle Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden. Es zeigte sich bei den Patienten, deren Stationsdauer individuell bemessen wurde, ein tendenziell besseres Abschneiden im Tegner-Score, IKDC-Score (subjektiv) sowie im subjektiven Funktionsvergleich, was vermuten lässt, dass hinsichtlich des frühen Muskelaufbaus stationszeitlich individuell nachbehandelte Patienten von einer potenziell längeren Betreuung durch das Klinikpersonal profitieren können. Auch hielten diese etwas häufiger als in der Vergleichsgruppe ihre Stationsdauer für ausreichend lang. Überraschenderweise schnitten demgegenüber die kurzstationär nachbehandelten Patienten im Flandry-Score, Lysholm-Score, IKDC Score (objektiv) sowie im one legged hop besser als ihre Vergleichsgruppe ab.

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass es hinsichtlich verschiedener subjektiver und objektiver klinischer Parameter sowie Patientenzufriedenheit keine signifikanten Unterschiede zwischen zeitlich individuell und konsequent kurzstationär nachbehandelten Patienten 3 bis maximal 4,5 Jahre nach Kreuzbandersatz mittels Hamstringtransplantat gibt. Beide Herangehensweisen ermöglichen, ein vergleichbar hohes klinisches Outcome bei durchgehender Patientenzufriedenheit zu erreichen. Die zweite Nullhypothese ist somit beizubehalten.

Auch hier ist es notwendig, die Ergebnisse vor dem Hintergrund einer vergleichsweise geringen Fallzahl zu interpretieren. Ähnlich wie zuvor wurden die Patienten bzgl. des stationären Zeitmanagements nicht randomisiert zugeteilt, sondern vielmehr nach Einzugsgebiet und möglicherweise auch persönlicher Präferenz. Diese Faktoren könnten zu einem Beibehalten einer falschen Nullhypothese geführt haben (Fehler zweiter Art).

5. Zusammenfassung

Im ersten Teil dieser Studie wurden die funktionellen Ergebnisse 3 bis 4,5 Jahre nach vorderem Kreuzbandersatz unter Verwendung von autologem Hamstring- oder Patellasehnentransplantat miteinander verglichen. Ziel war es, zu prüfen, ob die Wahl des Transplantats einen Einfluss auf das klinische Outcome und die Zufriedenheit des Patienten hat. Alle Kreuzbandoperationen wurden hierfür grundsätzlich von einem auf das jeweilige Transplantat spezialisierten Operateur durchgeführt. Das Patientenkollektiv bestand aus 37 zwischen 2005 und 2006 operierten Personen. Hiervon wurden 16 mittels Hamstringtransplantat sowie 21 mittels Patellasehnentransplantat versorgt. Die Follow-up-Rate lag bei ca. 82 %. Zwischen beiden Gruppen bestand bezüglich Begleitverletzungen, Alter zum Zeitpunkt der Operation, Zeit zwischen Verletzung und Operation sowie Unfallursache kein signifikanter Unterschied. Die Nachuntersuchung beinhaltete neben verschiedenen subjektiven und objektiven Tests (IKDC 2000, Lysholm, Flandry, Tegner, Rolimeter, one-legged hop etc.) einzelne Fragen zur allgemeinen Patientenzufriedenheit.

Für keinen der untersuchten Parameter konnte eine statistisch signifikante Abweichung zwischen den mit Hamstring- oder Patellasehnentransplantat versorgten Patienten beobachtet werden.

Im zweiten Teil der Studien wurde ein Vergleich zum zeitlichen Konzept der stationären Nachbehandlung aufgestellt. Ziel war es, ein in seiner postoperativen Stationsdauer flexibles mit einem diesbezüglich starren Modell zu vergleichen.

Es galt zu prüfen, ob es einen Unterschied im klinischen Outcome und der Zufriedenheit mindestens 3 Jahre nach vorderem Kreuzbandersatz zwischen Patienten gibt, deren postoperative Stationsdauer individuell bemessen wurde und Patienten welche konsequent kurzstationär nachbehandelt wurden.

Das Patientenkollektiv bestand aus 62 zwischen 2005 und 2006 operierten Personen. Die Follow-up-Rate lag bei ca. 81%. Alle Patienten wurden mittels Hamstringtransplantat und stets vom selben Operateur versorgt. 46 Patienten erhielten eine in ihrer Dauer individuell und flexibel bemessene Nachbehandlung, 16 Patienten erhielten eine konsequent kurzstationäre Nachbehandlung von der Dauer genau einer Übernachtung. Zwischen beiden Gruppen bestand bezüglich Begleitverletzungen,

Alter zum Zeitpunkt der Operation, Zeit zwischen Verletzung und Operation sowie Unfallursache kein signifikanter Unterschied. Wie zuvor beinhaltete die Nachuntersuchung neben verschiedenen subjektiven und objektiven Tests (IKDC 2000, Lysholm, Flandry, Tegner, Rolimeter, one-legged hop etc.) vereinzelte Fragen zur allgemeinen Patientenzufriedenheit.

Für keinen der untersuchten Parameter konnte eine statistisch signifikante Abweichung zwischen stationszeitlich individuell oder konsequent kurzstationär nachbehandelten Patienten nach vorderem Kreuzbandersatz mittels Hamstringtransplantat beobachtet werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Aichroth, Patel, Zorilla. The natural history and treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84:38-41
2. Armour, Forwell, Litchfield, Amendola, Fowler,. Isokinetic evaluation of internal/external tibial rotation strength after the use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004; 32(7): 1639-1643
3. Barrack, R.L., et al., The outcome of nonoperatively treated complete tears of the anterior cruciate ligament in active young adults. *Clin Orthop*, 1990(259): 192-199
- 3 a) Bernstein, Estes, Lachman test of the knee
<http://www.orthopaedia.com/display/Main/Lachman+test+of+the+knee>
(zuletzt abgerufen am 16.2.2010)
4. Biau, Tournoux, Katsahian, Schranz, Nizard.
Bone –Patella tendon-bone autografts versus hamstring autografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis. *BMJ* 2006;29;332(7548):995-1001
5. Boden B.P, Dean G.S, Feagin J.A, Jr, Garrett W.E., Jr Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*. 2000;23(6):537–578.
6. BONNET A. (1845): *Traité des maladies des maladies des articulations*. Baillière, Paris
7. Brück E,Ziring E,Giannadakis C,Gotzen L (1998)
Zur Morbidität nach kontralateraler Entnahme des Lig.-patellae-Transplantats

- zum Kreuzbandersatz. Unfallchirurg 101:775–778
8. Brückner H (1966) Eine neue Methode der Kreuzbandplastik. Chirurg 37: 413–414
 9. Burks, Crim, Fink, Boylan, Greis. The effects of semitendinosus and gracilis harvest in anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 2005; 21(10):1177-1185
 10. Chaudhary D, Monga P, Joshi D, Easwaran R, Bhatia N, Singh AK. J Orthop Surg (Hong Kong). 2005 Aug;13(2):147-52. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-Patella tendon-bone autograft: experience of the first 100 cases.
 11. Chen C, Chen W, Shih C (1999) Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-Patella bone autograft. J Trauma 46: 678-682
 12. CHO K.O : Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. Bone joint Surg 57A:608-612, 1975
 13. CHOULIARAS, H. PÄSSLER (2003): The history of the anterior cruciate ligament, from Galen to double-bundle acl reconstruction Atos Klinik, Center for knee and Foot Surgery, Heidelberg, Germany
 14. Cieslak, MD, K Hedberg, MD, AR Thomas, MD, MA Kohn, MD, Oregon Dept of Human Svcs. F Chai, PhD, OV Nainan, PhD, IT Williams, PhD, BP Bell, MD, Div of Viral Hepatitis, National Center for Infectious Diseases; BD Tugwell, MD, PR Patel, MD, EIS officers, CDC, Hepatitis C virus transmission from an antibody-negative organ and tissue donor-United States, 2000-2002. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2003;273-274,276
 15. Clancy WG, Ray JM, Zoltan DJ (1988) Acute tears of the anterior cruciate

- ligament.Surgical versus conservative treatment. J Bone Joint Surg [Am]
70:1483-1488
16. Clavert P, Kempf JF, Bonnomet F, Boutemy P, Marcelin L, and Kahn JL. Effects of freezing/thawing on the biomechanical properties of human tendons. Surg Radiol Anat. 23: 259-262, 2001
 17. Cooper DE, Deng XH, Burstein AL, et al The strength of the central third Patella tendon graft Am J Sports Med 21 818-824, 1993
 18. Crawford, Kainer, Jernigan et al. Investigation of postoperative allograft associated infections in patients who underwent musculoskeletal allograft implantations. Clin Infect Dis 2005;41:195-200
 19. Curran, Adams, Gill, et al. The biomechanical effects of low-dose irradiation on bone-Patella tendon-bone allografts. Am J Sports Med 2004;32:1131-1135
 20. Daniel, Stone, Dobson, Fithian, Rossman, Kaufman,. Fate of the ACL Injured patient: a prospective outcome study. Am J Sports Med 1994; 22: 632-644
 21. Daniel, Stone, Dobson, Fithian, Rossman, Kaufman. The fate of the ACL injured patient. A prospective outcome study. Am J Sports Med 2004; 32:477-483
 22. Dauty M, Le Brun J, Huguet D, Paumier S, Dubois C, Letenneur J. Return to pivot-contact sports after anterior cruciate ligament reconstruction: Patella tendon or hamstring autografts. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2008 Oct;94(6):552-60.
 23. Dawn T. Gulick, Heather N. Yoder; Review article; Anterior cruciate ligament reconstruction: Clinical Outcomes of patella tendon and hamstring tendon grafts; Journal of Sports Science and Medicine (2002) 1, 63-71

24. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie und BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg.) Leitlinien der Orthopädie. Dt. Ärzte-Verlag, 2. Auflage, Köln 2002
25. Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie
Arthroskopie 2008 21:103-111 DOI10.1007/s00142-008-0457-z©Springer
Medizin Verlag2008
- 25 a) Drogset JO, Strand T, Uppheim G, Odegård B, Bøe A, Grøntvedt T
Autologous Patella tendon and quadrupled hamstring grafts in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized multicenter review of different fixation methods. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009 Dec 3.
26. Duquin TR, Wind WM, Fineberg MS, Smolinski RJ, Buyea CM.J Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction Knee Surg. 2009 Jan;22(1):7-12.
27. Edwards AH: Rupture and repair of the ACL. Br J Surg 13 (1926) 432-438
28. Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Köhler K, Karlsson J. Patella tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized study with a two-year follow-up. J Sports Med. 2003 Jan-Feb;31(1):19-25.
29. Englund M, Guermazi A, Lohmander SL. The role of the meniscus in knee osteoarthritis: a cause or consequence? Radiol Clin North Am. 2009 Jul;47(4):703-12.
30. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Olerud P, Wredmark T.
There are differences in early morbidity after ACL reconstruction when comparing Patella tendon and semitendinosus tendon graft. A prospective randomized study of 107 patients. Scand J Med Sci Sports. 2001 Jun;11(3):170-7.

31. Feller J, Webster K, Gavin B (2001) Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: Patella tendon versus hamstring graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9: 260-266
32. Ferretti A, Conteduca F, Morelli F, Masi V. Regeneration of the semitendinosus tendon after its use in anterior cruciate ligament reconstruction: a histologic study of three cases. *Am J Sports Med* 2002;30(2):204-207.
33. Fink C, Hoser C, Benedetto KP. Development of arthrosis after rupture of the anterior cruciate ligament. A comparison of surgical and conservative therapy *Unfallchirurg* 1994;97:357–361
34. Fink C, Hoser C, et al. Long-term outcome of conservative or surgical therapy of anterior cruciate ligament rupture. *Unfallchirurg*.1996;99:964-969.
35. Friedman, Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Tech Orthop* 2 (1988), pp. 74–80
36. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1 : Biology and biomechanics of reconstruction. *AM J Sports Med* 1999;27:821-830
37. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med*. 1999 Nov-Dec;27(6):821-30. Review.
38. Fu Freddie H. (24 May 2005)
Femoral insertion site of the anterior cruciate ligament
http://www.ejbs.org/cgi/eletters/87/1_suppl_1/51 (zuletzt abgerufen am 16.2.2010)
39. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, et al. Distribution of in situ forces in the

- anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85-89
40. Galeazzi R. La ricostituzione dei legamenti crociati del ginocchio. *Atti e Memorie della Società Lombarda di Chirurgia*, 1934;XIII: 302-17.
41. Gill, M. A. Turner, T. C. Battaglia, H. T. Leis, G. Balian, and M. D. Miller Semitendinosus regrowth: biochemical, ultrastructural, and physiological characterization of the regenerate tendon. *Am J Sports Med*, 2004.32(5): p. 1173-1181.
42. Gobbi A, Francisco R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with Patella tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Oct;14(10):1021-8. Epub 2006 Feb 22.
43. Goertzen MJ, Clahsen H, Bürrig KF, Schulitz K.-P. Sterilisation of canine anterior cruciate allografts by gamma irradiation in argon. *J Bone Joint Surg* 1995;77B:205-212
44. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC: Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of Patella tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy* 21 (2005) 791-803.
45. Gorschewsky Der vordere Kreuzbandschaden und die protektive Komponente der Skibindung
http://www.sportortho.ch/en/bereiche/sportverletzungen/kreuzband_und_skibindung.htm (Zuletzt abgerufen 5.2.2009)
46. Grafe, Kurzweil. ACL reconstruction with Achilles tendon allografts in revisions and patients over 30. Presented at the 2005 meeting of the Arthroscopy Association of North America, Vancouver, BC, Canada, May, 2005

47. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, Garrick JG, Hewett TE, Huston L, Ireland ML, Johnson RJ, Kibler WB, Lephart S, Lewis JL, Lindenfeld TN, Mandelbaum BR, Marchak P, Teitz CC, Wojtys EM Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000 May-Jun;8(3):141-150.
48. Grood, Suntay, Noyes, Bulter, Biomechanics of the knee extension exercise: Effect of cutting the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:722-731
49. Guidoin MF, Marois Y, Bejui J, Poddevin N, King MW, Guidoin. R. Analysis of retrieved polymer fiber based replacements for the ACL. *Biomaterials* 2000; 21(23): 2461-2474.
50. Haas SL (1950) Restriction of bone growth by pins through the epiphyseal cartilaginous plate. *J Bone Joint Surg [Am]* 32A:338-343
51. Hama, Yamamuro, Takeda Experimental studies on connective tissue of the capsular ligament. Influence of sex hormones and ageing. *Acta Orthop Scand* 1976; 7: 21-27
52. Hame, MD*, Daniel A. Oakes, MD and Keith L. Markolf, PhD Injury to the Anterior Cruciate Ligament During Alpine Skiing, A Biomechanical Analysis of Tibial Torque and Knee Flexion Angle *Am J Sports Med* July 2002 vol. 30 no. 4 537-540
53. Hamner D, Brown C, Steiner M, Hecker A, Hayes W (1999) Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg* 81A:549–557
54. Han HS, Seong SC, Lee S, Lee MC. Anterior cruciate ligament reconstruction:

- quadriceps versus Patella autograft. Clin Orthop Relat Res. 2008;466(1):198–204
55. Hertel P, Behrend H, Cierpinski T, Musahl V, Widjaja G. ACL reconstruction using bone-Patella tendon-bone press-fit fixation: 10-year clinical results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 May;13(4):248-55.
56. Hesse E (1914) Über den Ersatz der Kreuzbänder des Kniegelenks durch freie Fascientransplantation. Verh Dtsch Ges Chir 43: 188-189
57. HEY GROVES, E.W (1917) Operation for the repair of cruciate ligament. Lancet 2:674-675,1917
58. Hinterwimmer S, Engelschalk M; Sauerland S et al (2003) Operative or conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature. Unfallchirurg 106(5):374-379
59. Hinterwimmer, Engelschalk, Sauerland, Eitel, Mutschler
Evidenzbasierte Unfallchirurgie Unfallchirurg 2002 · 105:666–674
60. Höher J, Bach T, Klein J, Neugebauer E (1994) Wissenschaftliche Kriterien zur Beurteilung von Nachuntersuchungen nach vorderer Kreuzbandoperation. Arthroskopie 7:208-214
61. Hrubesch, Rangger, Reichkandler et al. Comparison of score evaluations and instrumented measurement after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 2000; 28:850-856
62. Isaac David, Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction
[http://torbaykneesurgeon.com/procedures/Anterior%20Cruciate%20Ligament%20\(ACL\)%20Reconstruction.htm](http://torbaykneesurgeon.com/procedures/Anterior%20Cruciate%20Ligament%20(ACL)%20Reconstruction.htm) (Zuletzt abgerufen am 10.02.2010)
63. Jansson KA, Linko E, Sandelin J, Harilainen A. A prospective randomized

- study of Patella versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2003 Jan-Feb;31(1):12-18.
64. Järvelä T, Paakkala T, Kannus P, Järvinen M (2001) The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-Patella tendon-bone autograft. *Am J Sports Med* 29: 18-24
65. Kartus, M.D., Ph.D., Tomas Movin, M.D., Ph.D., Jon Karlsson, M.D., Ph.D. Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 17, No 9 (November-December), 2001: 971–980
66. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Keays AC, Newcombe PA, Bullock MI. A 6-year follow-up of the effect of graft site on strength, stability, range of motion, function, and joint degeneration after anterior cruciate ligament reconstruction: Patella tendon versus semitendinosus and Gracilis tendon graft. *Am J Sports Med.* 2007 May;35(5):729-39.
67. Kim SJ, Kumar P, Oh KS. Anterior cruciate ligament reconstruction: autogenous quadriceps tendon-bone compared with bone-Patella tendon-bone grafts at 2-year follow-up. *Arthroscopy.* 2009 Feb;25(2):137-44.
68. Kocher MS, Saxon HS, Hovis WD, Hawkins RJ (2002) Management and complications of anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature patients: survey of the Herodicus Society and The ACL Study Group. *J Pediatr Orthop* 22:452–457
69. Kocher, MD, MPH; Richard J Steadman, MD; Karen K Briggs, MBA, MPH; William I Sterett, MD; Richard J Hawkins, MD Relationships between Objective Assessment of Ligament Stability and Subjective Assessment of Symptoms and Function after ACL Reconstruction *Am J Sports Med* 2004; 32:629-634

70. Kummer B, Yamamoto Y. Funktionelle Anatomie der Kreuzbänder
Arthroskopie 1988;1:2-10.
71. Lee DY, Karim SA, Chang HC Return to sports after anterior cruciate ligament
reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up Ann
Acad Med Singapore. 2008 Apr;37(4):273-278.
72. Leitze Z, Losee RE, Jokl P, Johnson TR, Feagin JA: Implications of the pivot
shift in the ACL-deficient knee. Clin Orthop Relat Res 2005; 436:229-236
73. Levy, Meier. Approach to cartilage injury in the anterior cruciate ligament-
deficient knee. Orthop Clin North Am 2003; 34: 149-157
74. Lindemann K. Über den plastischen Ersatz der Kreuzbänder durch gestielte.
Sehnenverpflanzung. Z Orthop 1950; 79:316-334
75. Liu SH, Kabo JM, Osti L (1995) Biomechanics of two types of bone-tendon-
bone graft for ACL reconstruction. J Bone Joint Surg Br 77: 232-235
76. Marder RA, Raskind JR, Carroll M (1991) Prospective evaluation of
arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction.
Patellatendon versus semitendinosus und gracilis tendons. Am J Sports Med
19:479-484
77. McNair P.J, Marshall R.N, Matheson J.A. Important features associated with
acute anterior cruciate ligament injury. N Z Med J. 1990;103(901):537-539.
78. Meuffels DE, Favejee MM, Vissers MM, Heijboer MP, Reijman M, Verhaar
JA. Ten year follow-up study comparing conservative versus operative
treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched-pair analysis of
high level athletes. Br J Sports Med. 2009 May;43(5):347-51. Epub 2008 Jul 4.

79. Miller, Nichols, Butler. Patella fracture and proximal patella tendon rupture following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1999; 15(6): 640-664
80. Möller E, Weidenhielm L, Werner S.
Outcome and knee-related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction: a long-term follow up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Jul;17(7):786-94.
- 80 a) Müller, Rupp, Kohn, Seil Entnahmestellenproblematik nach vorderer Kreuzbandplastik mit dem mittleren Drittel der Patellasehne *Unfallchirurg* 2000 103:662–667
81. Müller, W., *Das Knie. Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie.* 1982, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- 81 a) Naranje S, Mittal R, Nag H, Sharma R. Arthroscopic and magnetic resonance imaging evaluation of meniscus lesions in the chronic anterior cruciate ligament-deficient knee *Arthroscopy.* 2008 Sep;24(9):1045-51
82. Nicoletti V (1913) *Plastiche e trapianti die tessuti in sostituzione dei ligamenti articolari.* *Gaz Isp Clin* 34: 996
83. 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 *J Bone Joint Surg Am.* 1983 Feb;65(2):154-162.
- 83 a) Noyes, Butler, Grood et al. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66 A:344-352
84. O'Donoghue D (1950) Surgical treatment of fresh injuries to the major ligaments of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 32: 721–738

85. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:257-262
86. Papageorgiou CD, Ma CB, Abramowitch SD, Clineff TD, Woo SL. A multidisciplinary study of the healing of an intraarticular anterior cruciate ligament graft in a goat model *Am J Sports Med* 29 (2001) 620–626
87. Papageorgiou CD, Ma CB, Abramowitch SD, Clineff TD, Woo SL (2001) A multidisciplinary study of the healing of an intra- articular anterior cruciate ligament graft in a goat model. *Am J Sports Med* 29(5):620–626
88. Petersen, Zantop Anatomische VKB- Rekonstruktion. *Arthroskopie* 2007; 20:132-138
89. Petersen, Zantop Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Rel Res* 2007; 454: 35-47
90. Petersen, Zantop Das vordere Kreuzband Grundlagen und aktuelle Praxis der operativen Therapie. Ärzteverlag 2009
91. Pflaster DS: Pullout test. Pinczewski endoscopic hamstring technique utilizing the DonJoy RCI ACL fixation screw. Technical Report: Biomechanic Research Laboratory. Carlsbad, CA, Smith & Nephew DonJoy Inc,1994
92. Pinczewski LA, Deehan DJ, Salmon LJ, Russell VJ, Clingeffer A five-year comparison of Patella tendon versus four-strand hamstring tendon autograft for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.*2002; 30:523 -536
93. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and Patella tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med*

- 2007;35(4):564-574.
94. Piva SR, Childs JD, Klucinec BM, Irrgang JJ, Almeida GJ, Fitzgerald GK. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Apr;39(4):278-286.
 95. Pokar S, Wissmeyer T, Krischak G, Kiefer H, Kinzl L, Hehl G. Arthroscopically- assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament with autologous Patella tendon replacement-plasty. 5 years results. Unfallchirurg. 2001;104:317-24.
 96. Povacz P, Breitfuß H, Frohlich R, Resch H (1997) Veränderungen im FemoroPatellagelenk durch Entnahme des mittleren Patellasehendrittels bei vorderer Kreuzbandplastik. Arthroskopie 10: 110–115
 97. Riel KA. Augmentend anterior cruciate ligament replacement with the Kennedy LAD (ligament augmentation device)-long term outcome. Zentralbl Chir 1998;123:1014-1018
 98. Riklund-Ahlstrom K, Jonsson H, Lind J. Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis: 63 patients followed 5-9 years after surgery. Acta Orthop Scand 2004;75: 594-599
 99. Robson AW: Ruptured crucial ligaments and their repair by operation. Ann Surg. 37: 716-718
 100. ROSENBERG TD : Technique for endoscopic method of ACL reconstruction Technical Bulletin. Mansfield. MA. Acufex Microsurgical. 1993
 101. Rubinstein RA, Shelbourne KD, VanMeter CD, McCarroll JC, Rettig AC (1994) Isolated autogenous bone-Patella tendon-bone graft site morbidity. Am J Sports Med 22:324-327
 102. Sanders, Miller. A systematic approach to magnetic resonance imaging

- interpretation of sports medicine injuries of the knee. Am J Sports Med 2005; 33(1):131-148
103. Savio L-Y Woo, Changfu Wu, Ozgur Dede, Fabio Vercillo and Sabrina Noorani Review Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2006, 1:2doi:10.1186/1749-799X-1-2
104. Schuster, Mike J. McNicholas, Stefan W. Wachtl, Douglas W. McGurty and Roland P. Jakob A New Mechanical Testing Device for Measuring Anteroposterior Knee Laxity Am J Sports Med 2004 32: 1731
105. Segawa H, Omori G, Tomita S, Koga Y. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001 Jul;9(4):206-10.
106. Shaieb MD, Kan DM, Chang SK, Marumoto JM, Richardson AB. A prospective randomized comparison of Patella tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2002 Mar-Apr;30(2):214-20.
- 106 b) Sports Medicine Institute University of Minnesota Orthopaedics
http://www.sportsdoc.umn.edu/Clinical_Folder/Knee_Folder/Knee_Exam/pivot%20shift.htm (zuletzt abgerufen am 16.2.2010)
107. Stäubli HU, Schatzmann L, Brunner P, Rincon L, Nolte LP (1996) Quadriceps tendon and Patella ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults. Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy 1996: 100-110
108. Strand T, Tyedte R, Engebretsen K, Tegnander a: Anterior cruciate ligament injuries in handball playing. Mechanism and incidence of injuries. Tidsskr Nor Laegeforen 1990; 30:222-225

109. Tashiro, Kurosawa, Kawakami, Hikita, Fukui. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2003 Jul-Aug;31(4):522-9.
110. Taylor DC, DeBerardino TM, Nelson BJ, Duffey M, Tenuta J, Stoneman PD, Sturdivant RX, Mountcastle S. Patella tendon versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial using similar femoral and tibial fixation methods. *Am J Sports Med.* 2009 Oct;37(10):1946-57.
111. Tow BP, Chang PC, Mitra AK, Tay BK, Wong MC. Comparing 2-year outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction using either patella-tendon or semitendinosus-tendon autografts: a non-randomised prospective study. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2005 Aug;13(2):139-46.
112. Verth zur Aussprache 27. Kongress, 5.-7. Sept. 1932, Mannheim. *Verh Dtsch Orthop Ges* 1933; 268-70.
113. Viola, Sterett, Newfield, Steadman, Torry (2000) Internal and external tibial rotation strength after anterior cruciate ligament reconstruction using ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon auto-graft. *Am J Sports Med* 28: 552–555
114. Weber W, Weber E (1836) *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge.* Dieterichsche Buchhandlung, Göttingen
115. Weiler · S.Scheffler · J.Höher Transplantatauswahl für den primären Ersatz des vorderen Kreuzbandes. *Orthopäde* 2002 · 31:731-740
116. West R, Harner CD. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13:197-207
117. Widuchowski W, Widuchowski J, Trzaska T (June 2007). Articular cartilage defects: study of 25124 knee arthroscopies. *The Knee* 14 (3): 177–182

118. Williams GN, Buchanan TS, Barrance PJ, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Quadriceps weakness, atrophy, and activation failure in predicted noncopers after anterior cruciate ligament injury *Am J Sports Med.* 2005;33(3):402-407
119. Wittek A. Kreuzbandersatz aus dem Lig. patellae (nach zur Verth). *Schweiz Med Wochenschau* 1935; 65:103-4
120. Witvrouw E; Bellemans J; Verdonk R; Cambier D; Coorevits P; Almqvist F Patella tendon vs. doubled semitendinosus and gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *International orthopaedics* 2001;25(5):308-11.
121. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K (1995) Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 23:706-714
122. Yasuda, Tsujino, Ohkoshi, Tanabe, Kaneda, . Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1995; 23(6): 706-714
123. Yunes M, Richmond J, Engels E, Pinczewski L (2001) Patella versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy* 17: 248-257
124. Zantop, MD, Mirko Herbort, MD, Michael J. Raschke, MD, Freddie H. Fu, MD, and Wolf Petersen, MD The Role of the Anteromedial and Posterolateral Bundles of the Anterior Cruciate Ligament in Anterior Tibial Translation and Internal Rotation *Am J Sports Med* February 2007 vol. 35 no. 2 223-227
125. Zysk SP, Refior HJ. Operative or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament in middle-aged patients. A follow-up study of 133 patients between the ages of 40 and 59 years. *Arch O T S* 2000;120:59-64.

7. Abkürzungsverzeichnis

AMB	Anteromediales Bündel
Hamstrings	Pes anserinus Sehnen (u.a.)
IKDC	International Knee Documentation Committee
PLB	Posterolaterales Bündel
VKB	Vorderes Kreuzband

8. Lebenslauf

Persönliche Daten

Robert Schöler

geboren am 30.05.1982 in Berlin

Eltern: Dres. med. Georg und Christa Schöler

Werdegang

1988-1992	Gemeinschaftsgrundschule Nesselrodestraße, Köln
1992-2001	Erich-Kästner-Gymnasium, Köln mit Abschluss Abitur
2001-2002	Zivildienst (ADiA) in Buenos Aires, Argentinien
2002-2009	Studium der Humanmedizin an der Universität zu Köln mit Abschluss Staatsexamen
2009-2010	Ärztliche Tätigkeit am Gesundheitsamt Düsseldorf sowie in der klinischen Pharmakologie

Köln, 22.03.2010