

Aus der Orthopädischen Universität- und Poliklinik Friedrichsheim
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt a. M.
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. L. Zichner)

**Langzeitergebnisse der arthroskopischen
Meniskusrefixation und der partiellen Meniskektomie unter
der speziellen Betrachtung der frühzeitigen
Arthroseentwicklung im Kniegelenk**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereiches Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Sina Eitenmüller
aus Kaiserlautern

Frankfurt am Main
2003

Aus der Orthopädischen Universität- und Poliklinik Friedrichsheim
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt a. M.
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. L. Zichner)

**Langzeitergebnisse der arthroskopischen
Meniskusrefixation und der partiellen Meniskektomie unter
der speziellen Betrachtung der frühzeitigen
Arthroseentwicklung im Kniegelenk**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereiches Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Sina Eitenmüller
aus Kaiserlautern

Frankfurt am Main
2003

Dekan: Prof. Dr. med. J. Pfeilschifter

Referent: Prof. Dr. med. L. Zichner

Koreferent: Prof. Dr. med. I. Marzi

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2004

Danksagung

Ganz herzlich möchte ich Herrn Prof. Dr. med. L. Zichner, dem ärztlichen Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim, für die Möglichkeit der Durchführung der Arbeit in seiner Klinik danken.

Herrn OA Dr. med. A. Jäger möchte ich ausdrücklich für die Überlassung der Doktorarbeit und die jederzeit freundliche Unterstützung während meiner Zeit als Doktorandin in der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt a. Main danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. J. Herresthal, Arzt der Orthopädie, Gemeinschaftspraxis Frankfurt a. Main, für die Einführung in die Problematik des Themas und Dr. med. C. Braune, Assistenzarzt in der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim für die intensive Unterstützung und Beratung bei der Arbeit.

Ebenso bedanke ich mich herzlich bei den Mitarbeitern der Röntgen- und Ambulanzabteilung für ihre freundliche Mithilfe sowie Herrn Dr. H. Ackermann, Abteilung für Biomathematik, Zentrum der medizinischen Informatik, Klinikum der J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, für die Beratung bei der statistischen Auswertung.

Für meinen Vater

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Anatomie	10
Funktion der Menisken	18
Die Bedeutung der Kniegelenksstabilität für das Auftreten von Meniskusläsionen	23
Meniskusläsionen	25
Verletzungsmechanismus und Ätiologie	25
Klassifikation	27
Diagnostik	29
Anamnese/Inspektion/Palpation/Funktionsteste	29
Röntgenuntersuchung	37
Magnetische Resonanztomographie	37
Computertomographie (CT)	39
Sonographie	39
Arthrographie/ Diagnostische Arthroskopie	40
Typische Zeichen einer Meniskusläsion	42
Differentialdiagnosen	45
Therapie	47
Konservative Therapie	47
Operative Therapie	48
Totale und subtotale Meniskektomie	48
Partielle Meniskektomie	49
Meniskusnaht	51
Operationstechnik	54
Nachbehandlung	57
Gonarthrose	59
Radiologische Bewertung der Arthrose nach Meniskektomie	62
Zielsetzung	64
Material und Methode	66
Patientengut	66
Ausschlußkriterien	69

Untersuchung	71
Datenerhebung	71
Klinische Untersuchung	72
Röntgenologische Befunde	72
Kniegelenksbewertungsscores	73
Biometrische Methoden	76
Ergebnisse	78
Ergebnisse der isolierten Meniskusnaht und der partiellen Meniskektomie nach einem mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum (NUZ I)	79
Klinische Beurteilung nach Lysholm und Tegner	79
Radiologische Beurteilung nach Fairbank	80
Ergebnisse der isolierten Meniskusnaht und der partiellen Meniskektomie nach einem langfristigen Nachuntersuchungszeitraum (NUZ II)	81
Klinische Ergebnisse nach Lysholm und Tegner	81
Radiologische Beurteilung nach Fairbank	82
Statistische Überprüfung des Einflusses des Patientenalters auf den Erfolg der Meniskusrefixation sowie der partiellen Meniskektomie im jeweiligen Nachbeobachtungszeitraum	84
Mittelfristige Ergebnisse (NUZ I) unter Berücksichtigung des Patientenalters	85
Langfristigen Ergebnisse (NUZ II) unter Berücksichtigung des Patientenalters	87
Komplikationen	90
Diskussion	91
Partielle und totale Meniskektomie und ihre Folgen	91
Gonarthrose	92
Meniskusrefixaton	94
Die Bedeutung intakten vorderen Kreuzbandes (VKB) auf den Erfolg der Meniskusrefixation	95
Eigene Ergebnisse	96
Reruptur	99
Einfluß des Alters auf den Erfolg der Meniskusrefixation und der partiellen Meniskektomie	102
Zusammenfassung	105
Literaturverzeichnis	107
Anhang	115
Ehrenwörtliche Erklärung/Lebenslauf	125

Tabellen und Abbildungsverzeichnis

Tabellen

	<u>Seite</u>
1. Meniskusfunktion	22
2. Sportarten, die häufig zu Knieverletzungen führen	25
3. Wesentliche anamnestische Fragen	30
4. Vergleichsresultate Meniskuszeichen	35
5. Sensitivität/positiver Vorhersagewert von Meniskustests	35
6. Ursache für intermittierende Einklemmungserscheinungen	44
7. Therapieempfehlungen zur Meniskuschirurgie	48
8. Häufigkeit radiologischer Veränderungen nach Meniskektomie	63
9. Gruppencharakteristika	68
10. Ausschlußkriterien	70
11. Gruppeneinteilung Ergebnisse	78
12. Ergebnisse der klinische Scores im NUZ I	80
13. Arthrosebewertung nach Fairbank im NUZ I	80
14. Ergebnisse der klinische Scores im NUZ II	82
15. Arthrosebewertung nach Fairbank im NUZ II	83
16. Gruppeneinteilung Ergebnisse unter Berücksichtigung des Alters	84
17. Präoperatives Aktivitätslevel nach Tegner im NUZ I	86
18. Präoperatives Aktivitätslevel nach Tegner im NUZ II	88
19. Aktivitätsreduktion im NUZ II	88
20. Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm	117

Abbildungen

	<u>Seite</u>
1. Articulatio genus, paramedianer Schnitt	10
2. Articulatio genus, gebeugt, Ansicht von ventral	11
3. Articulatio genus, anatomische Aufsicht	12
4. Schematischer Faserverlauf des Meniskus	14
5. Kollagenfaserverlauf des Meniskus	14
6. Blutversorgung der Menisken	15
7. Meniskusquerschnitt mit Gefäßversorgung	15
8. Lageveränderung der Menisken bei Bewegung	18
9. Lageveränderung der Menisken bei Bewegung, Aufsicht	19
10. Druckverteilung am Menisken	21
11. Meniskusrisse	27
12. Übersicht der Meniskusrißformen	28
13. Klinische Kniegelenksbandprovokationsteste	34
14. Klinische Meniskusprovokationsteste	36
15. Differentialdiagnose medialer Schmerzpunkte	46
16. Algorithmus zur Behandlung von Meniskusläsionen	53
17. Operationstechniken	55
18. Grafik der radiologischen Ergebnisse der Patienten im NUZ I	87
19. Grafik der radiologischen Ergebnisse der Patienten im NUZ II	89
20. Nachbehandlungsschema nach Meniskusnaht	115
21. Lysholm Score	116
22. Fragebogen Nachuntersuchung	118

EINLEITUNG

Die Hauptfunktion der Menisken ist die Lastverteilung und Druckübertragung sowie die sekundäre Stabilisierung im Kniegelenk.

Eine totale Entfernung der Menisci führt konsekutiv zu einer veränderten Gelenkmechanik mit resultierender Fehlbelastung der jeweils betroffenen Gelenkfläche sowie des Gelenkknorpels.

In experimentellen Studien konnte gezeigt werden, daß sich die tibiofemorale Kontaktfläche nach totaler Meniskektomie um 50-70% verringert [85] und die punktuelle Spitzenbelastung der tibiofemorale Knorpelflächen auf bis zu 235% ansteigt [9]. Als Folge dieser veränderten Gelenkmechanik kann eine frühzeitige Arthroseentwicklung im Kniegelenk auftreten.

Fairbank beschrieb als erster degenerative Kniegelenksveränderungen von 67% bei guten klinischen Ergebnissen nach totaler medialer Meniskektomie [26]. In seiner 1948 veröffentlichten Studie beobachtete er bei Patienten nach Meniskektomie randständige Osteophyten, eine Abflachung des Femurkondylus und eine Verschmälerung des Gelenkspaltes im Röntgenbild. Zahlreiche nachfolgende Studien berichten gleichfalls über hohe Arthroseraten nach Meniskektomien: Johnson et al. beobachtete bei 40% der Patienten 17 Jahre nach Meniskektomie deutliche Zeichen einer Gelenkarthrose im operierten Kniegelenk, während im nicht-operierten Kniegelenk der Gegenseite degenerative Veränderungen nur in 6% auftraten [53].

Als Folge dieser schlechten Ergebnisse nach totaler Meniskektomie entwickelte sich die partielle Meniskektomie und die Meniskusrefixation. Die randerhaltende partielle Meniskektomie führt zu geringeren Spitzenbelastungen der tibiofemorale Knorpelflächen und verringert somit das Auftreten frühzeitiger arthrotischer Veränderungen im Kniegelenk. Das Auftreten arthrotischer Veränderungen im Kniegelenk nach partieller

Meniskektomie [13;39;62;78;89;94], verhält sich dabei direkt proportional zum Ausmaß der Meniskusentfernung [19;59].

Eine Meniskuserhaltung durch Refixation des verletzten Meniskus wurde erstmalig von Annadale 1885 durchgeführt [5]. Die Etablierung der Technik der offenen Meniskusrefixation erfolgte aber erst in den frühen 80er Jahren durch DeHaven [21].

Die Einführung der arthroskopischen Technik in die Meniskus Chirurgie gelang Watanabe 1962. Er führte die erste erfolgreiche partielle arthroskopische Meniskektomie durch [116]. Als wesentliche Vorteile der Arthroskopie stellte sich dabei die bessere Visualisierung der Menisci heraus, die eine genauere Beurteilung des Schadens und gleichzeitig eine adäquate minimal invasive Therapie erlaubt. Nach Weiterentwicklung der arthroskopischen Operationstechnik am Kniegelenk durch O'Connor, Dandy und Gillquist [20; 31;80], entwickelte Henning 1988 die erste arthroskopische Nahttechnik, die sogenannte Inside-out Methode [42].

Diese Inside-out Methode ist auch heute noch, nach Einführung von anderen Nahttechniken, wie Outside-in und All-inside, für viele Chirurgen die Methode der Wahl geblieben.

Während anfänglich die Indikation einer Refixation sehr streng gestellt werden mußte, kann heute durch Verwendung weiterentwickelter Methoden, wie u.a. der Fibrinclottechnik, durch die die Gewebeadhäsion verbessert und der Heilungsprozess beschleunigt wird, eine Vielzahl von Meniskusrissen zur Einheilung gebracht werden [43;61].

Die Frage nach der resultierenden biomechanischen Qualität des refixierten Menisken in vivo und damit nach der physiologischen Meniskusfunktion des refixierten Menisken, die der frühzeitigen degenerativen Veränderung im Kniegelenk entgegenwirken soll, bleibt zu klären.

Diese Studie untersucht Langzeitergebnisse nach arthroskopischer medialer Meniskusrefixation im Vergleich zur partiellen medialen Meniskektomie im stabilen Kniegelenk. Es soll geklärt werden ob durch die aufwendigere Methode der Meniskusrefixation im Langzeitverlauf die Rate der Früharthrosen signifikant deutlicher gesenkt werden kann.

ANATOMIE

Makroskopische Anatomie

Das Kniegelenk, **Articulatio genus**, ist ein zusammengesetztes Gelenk, in dem Femur, Tibia und Patella in zwei Gelenkanteilen miteinander artikulieren (**Articulatio femoropatellaris** und **Articulatio femorotibialis**). Zwischen den beiden bikonvexen Femurkondylen und den leicht konkaven Gelenkfacetten des Tibiaplateaus besteht eine deutliche Inkongruenz. Diese Ungleichheit wird durch die beiden Menisken ausgeglichen [87].

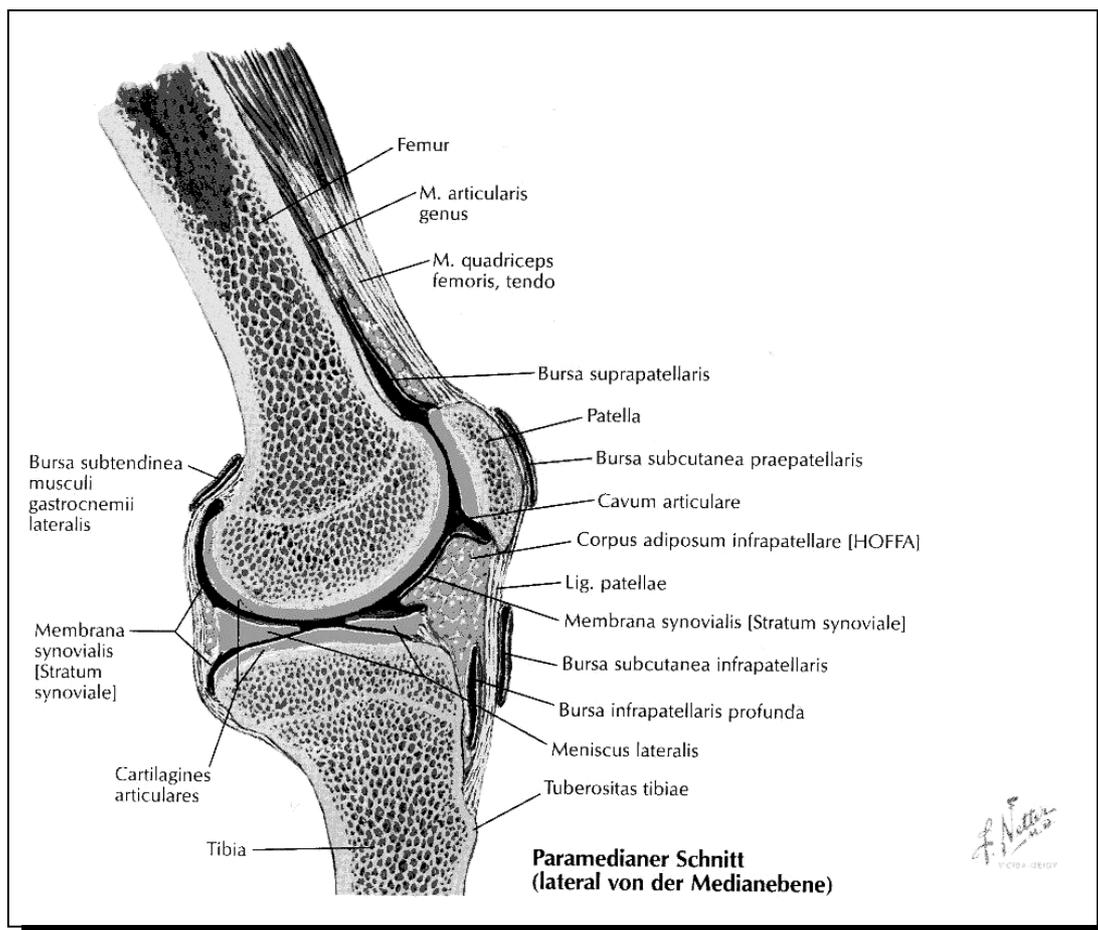


Abb. 1 [77]: Articulatio genus, paramedianer Schnitt.

Die **Menisken** schieben sich keilförmig zwischen Femur- und Tibiakondylen und sind dort im gebeugten Kniegelenk an der Basis tastbar. Femurwärts ist die Oberfläche der Menisken eher konkav, während sie tibiawärts eher flach ist [121].

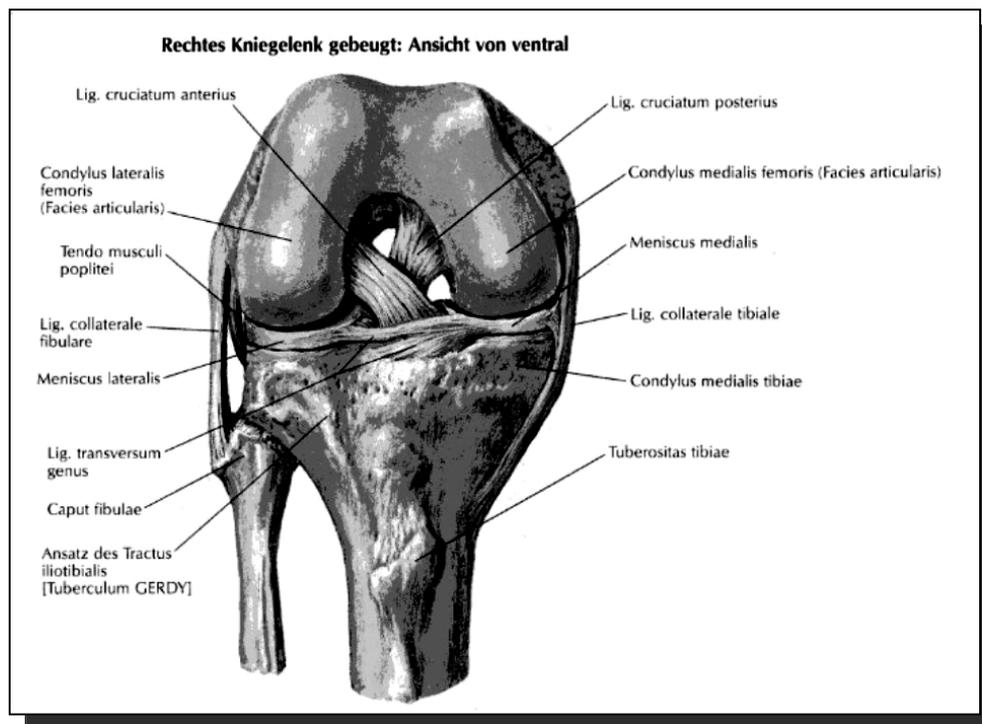


Abb. 2 [77]: *Articulatio genus; gebeugt, Ansicht von ventral.*

Medialer Meniskus

Der mediale Meniskus windet sich sichelförmig auf dem Tibiaplateau und ist auf diesem durch straffe kräftige Bänder im vorderen Bereich, dem **Vorderhorn**, mit der *Area intercondylaris anterior*, und im hinteren Bereich, dem **Hinterhorn**, mit der *Area intercondylaris posterior* verankert. Das Vorderhorn ist mit 8-9 mm deutlich dünner als das Hinterhorn (16-17mm). Die Meniskusbasis ist über seine ganze Länge fest mit der Kapsel und dem innerem Seitenband, *Ligamentum collaterale med. post.*, verwachsen und

weist zusätzlich eine starke Verbindung im dorsalen Abschnitt mit dem hinterem Schrägband, dem *Ligamentum obliquum posterior*, und dem *Musculus semimembranosus* auf (Membranosus-Eck). Diese Verwachsungen führen zur geringen Mobilität des medialen Meniskus, der so sehr deutlich verletzungsgefährdeter ist.

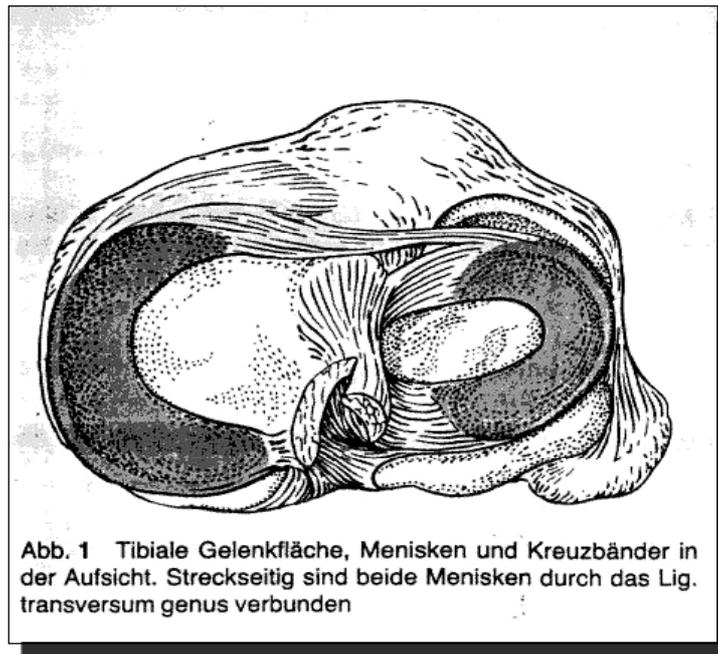


Abb. 3 [120]: Anatomische Aufsicht.

Lateraler Meniskus

Der laterale Meniskus erscheint mehr kreisförmig und ist im Radius kleiner als der mediale Meniskus. Er ist überall gleichmäßig breit (11-13mm). Vorder- und Hinterhorn des lateralen Meniskus liegen nahe beieinander und inserieren ebenfalls mit kräftigen Fasern knöchern am Tibiaplateau.

Der laterale Meniskus ist mit dem Kapsel-Band-Apparats nur vereinzelt verbunden und somit mobiler. Lateral verläuft im Hiatus popliteus die Sehne des *M. popliteus* und trennt so den lateralen Meniskus vom *Stratum synoviale*

der Gelenkkapsel und dem äußerem Seitenband (*Lig. coll. laterale*) [121]. Eine zusätzliche Verankerung des Hinterhorns durch die *Ligg. meniscofemoralia ant.* (Humphrey) und *post.* (Wrisberg), die variable über das hindere Kreuzband zum medialen Femurkondylus ziehen können, ist möglich. Weitere Fasern werden von den *Ligg. patellotibialia* zu den Vorderhörnern beider Menisci abgegeben und heißen dann *Ligg. patellomeniscalia*. Zwischen den Vorderhörnern besteht zusätzlich eine Verbindung durch das *Lig. transversum genu*.

Mikroskopische Anatomie

Die Menisken sind aus straffem kollagenem Bindegewebe aufgebaut, das von elastischen Netzen umspinnen ist. Nach der Peripherie hin sind zunehmend Chondrome zwischen die Faserbündel eingelagert. Andere wichtige Makromoleküle sind die Proteoglykane, die dem Meniskus Viskosität verleihen und so für die Druck- und Zugbeanspruchung der Menisken verantwortlich sind [49].

Eine besondere Bedeutung kommt der Faserarchitektur zu. Durch die Anordnung und den Verlauf der Kollagenfasern erhalten die Menisken ihre mechanische Festigkeit [120].

Am äußeren Rand verlaufen die Kollagenfaserbündel parallel und zirkulär, innen, am freien Rand, sind sie eher radiär ausgerichtet [63].

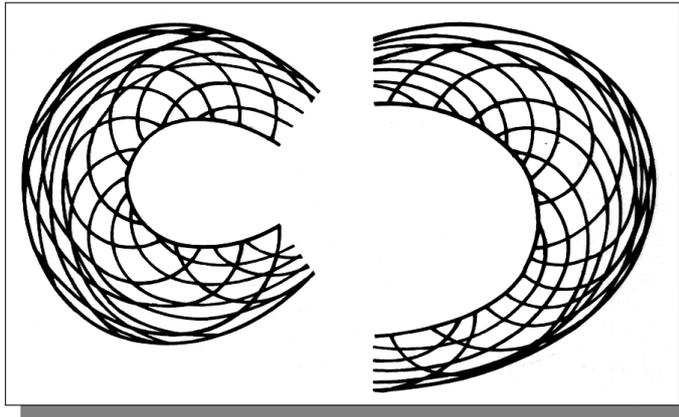


Abb. 4 [114]: Der Faserverlauf zeigt die verschiedenen Reißformen des Innen- u. Außenmeniskus sowie die Funktion des Meniskus als druckaufnehmendes Organ.

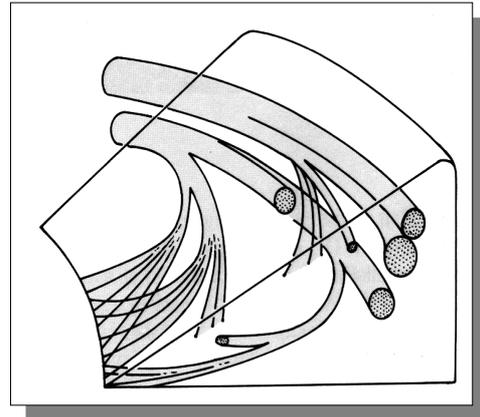


Abb. 5 [114]: Kollagenfaserverlauf im Meniskus peripher und zentral.

Durchblutung und Reparaturfähigkeit der Menisken

Die Blutversorgung der Menisken erfolgt über die Arteria genus media sowie über die Arteriae genus laterales und mediales aus der A. poplitea [64]. Die dorsalen Meniskusbereiche werden dabei direkt aus Ästen der A. poplitea versorgt.

1973 teilt Zippel den Meniskus in drei Zonen ein [122]:

- Eine stärker vaskularisierte äußere parameniskale Randzone (*rot-rote Zone*).
- Eine mittlere Zone mit vereinzelt Kapillaren (*rot-weiße Übergangszone*).
- Eine avaskuläre Innenzone (*weiß-weiße Zone*).

1982 demonstrierte Arnoczky, daß diese Gefäße die Menisken über ein Kapillarsystem versorgen, das um die Basis der Menisken lokalisiert ist [7]. Dieser perimeniskale Kapillarplexus penetriert den Innenmeniskus zu 10-30% und den Außenmeniskus zu 10-25%.

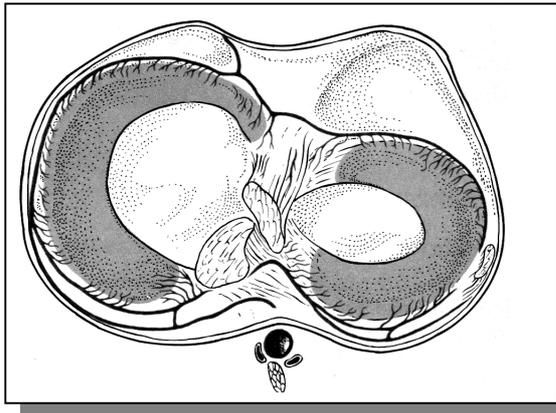


Abb. 6 [120]: Blutversorgung der Menisken über das perimeniskeale Randnetz.

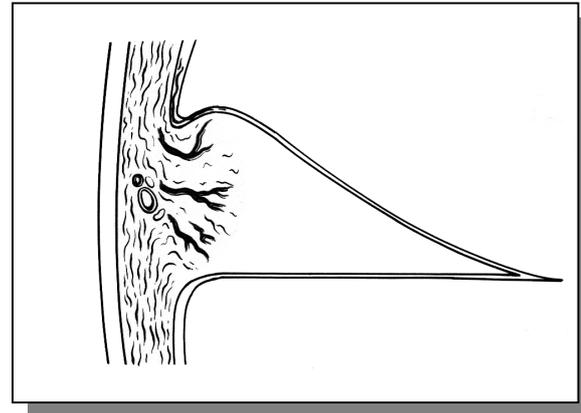


Abb. 7 [120]: Meniskusquerschnitt mit Gefäßversorgung.

Im Gegensatz zum adulten ist der fetale Meniskus noch vollständig mit Blutgefäßen durchzogen. Mit der Geburt folgt eine progrediente Reduktion des Blutgefäßnetzes, bis im Erwachsenenalter zwei Drittel des Menisken avaskulär sind.

Während der vaskularisierte Meniskusanteil direkt aus den Gefäßen versorgt wird, ist der avaskuläre Teil auf die Diffusion der Synovialflüssigkeit für seine Ernährung angewiesen.

Elektronenmikroskopisch konnte Bird kleine Meniskuskanäle nachweisen, die möglicherweise aus den Gefäßen Transudat aufnehmen und eine Ernährungsfunktion für die Menisken oder auch eine Polsterungsfunktion im Sinne eines Wasserkissen wahrnehmen könnten [12].

Das Wissen über die Blutversorgung ist wichtig, um zu bestimmen welche Risse chirurgisch refixierbar sind. Die Bedeutung der vaskulären Peripherie der Menisken für das Heilungspotential der verschiedenen Läsionen wurde schon 1936 von King experimentell an Hundemenisken vorgestellt [59]. Er beobachtete, daß Rißbildungen nicht heilten, falls der Riß nicht im Bereich des vaskularisierten Randes lag.

Ebenso wie die Heilung anderer Bindegewebsverletzungen hängt die Heilung von Meniskusrupturen von der Ausbildung eines endogenen Wundhämatoms ab [6].

Ein fibrinreiches Gerinnsel bildet sich und durch chemotaktische und resultierende mitogene Faktoren kommt es zur Proliferation von Gefäßen, die eine Anregung zur synovialen Zelleinwanderung der ortsansässigen Chondrozyten bewirken [43].

Die Deckung mit fibrovaskulärem Narbengewebe sei dabei in 10 Wochen abgeschlossen, die Remodellierung zum fibrocartilären Gewebe hingegen erst nach mehreren Monaten [6].

Bei Meniskusläsionen am freien Meniskusrand kommt es zu keiner Hämatombildung, der Heilungsprozess unterliegt schlechteren Bedingungen. Das Einbringen von exogenen Fibringerinnsel oder die Verwendung von parameniskalen synovialen Gewebebrücken verbessern das Heilungspotential im avaskulären Meniskusanteil [43]. Die Erfolgsrate der Meniskusrefixation konnte in diesem Bereich mit Hilfe dieser Techniken von 59% auf 92% gesteigert werden [105].

Innervation und Propriozeption der Menisken

Vom peripheren Ansatz der Menisken erfolgt auch die Innervation.

Die Nervenversorgung findet sich vornehmlich an der Randzone und am Übergang zum mittleren Drittel entlang der Blutgefäße.

Cerulli et al. waren die ersten, die Propriozeptoren in menschlichen Menisken nachwiesen. Ihnen gelang der Beweis von sensiblen, nozirezeptiven, Vater-Pacini Körper für die Tiefensensibilität und Wärme- und Druckrezeptoren [17].

Vorderhorn und Hinterhorn sind reichhaltiger an Propriozeptoren als der mittlere Meniskusanteil. Sie scheinen somit die neuromuskuläre Funktion und Koordination des Kniegelenkes im besonderen Maße zu unterstützen.

Degeneration und Alterungsprozesse des Meniskus

Nach Mc Murray sind die Menisken im Kindesalter elastisch und lassen sich ohne Ruptur elongieren [68]. Bereits im zweiten Lebensjahrzehnt unterliegt der Meniskus im steigendem Maße degenerativen Gewebeveränderungen, die denen der Bandscheibe ähneln. Mikroskopisch beobachtet man feintröpfige Lipoideinlagerungen in die Knorpelzellen und die Intrazellulärsubstanz sowie eine Abnahme der Grundsubstanz. Es kommt zur zunehmenden Reduktion der elastischen Fasern, die Menisken werden rigider und wegen ihrer abnehmenden Qualität verletzlicher.

FUNKTION DER MENISKEN

Das Femorotibialgelenk kann eine weitere Untergliederung in das Meniskofemoral- und das Meniskotibialgelenk erfahren.

Zwischen Femurkondylen und den Menisken, dem Meniskofemoralgelenk, findet vor allem die Roll- und Gleitbewegung in der Sagittalebene statt. Die Verschiebung in der Horizontalebene hingegen erfolgt vor allem zwischen den Menisken und dem Tibiaplateau, dem Meniskotibialgelenk. Da die Menisken nur im begrenzten Umfang im Meniskotibialgelenk verschieblich sind, im Meniskofemoralgelenk dagegen weitaus beweglicher, können sie auch als „transportable Gelenkflächen“ angesehen werden [63].

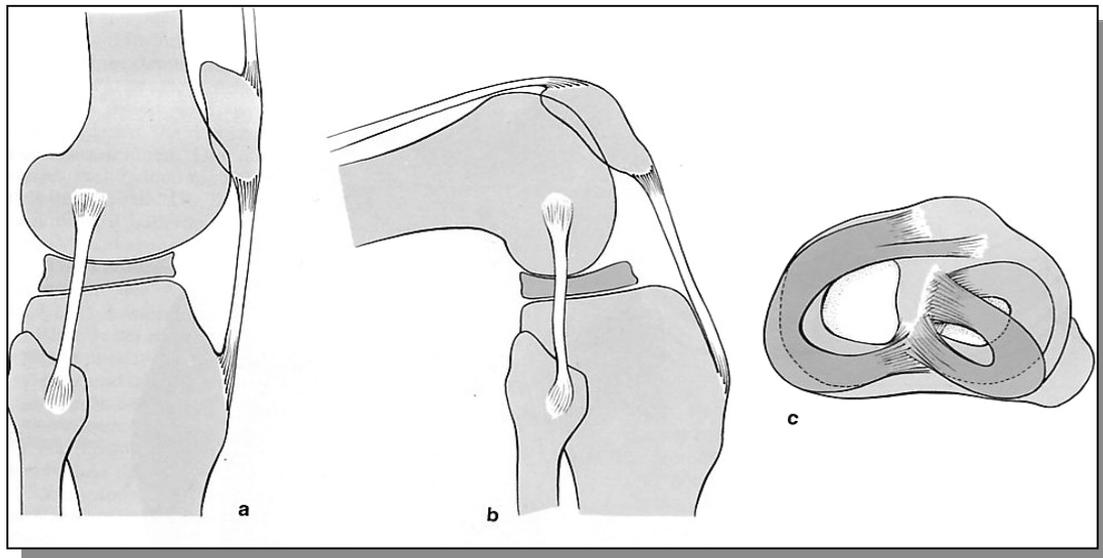


Abb. 8 [65] : Lageveränderung Menisken bei Bewegung. a In Streckstellung liegen die Menisken anterior. b In Flexion verlagern sich d. Menisken nach hinten. c Verlagerung der Menisken auf dem Tibiaplateau in Streck- (hellgrau) u. Beugstellung (dunkelgrau).

Bei vermehrter Flexion im Kniegelenk verschieben sich die Menisken einmal passiv, aber auch durch aktiven Zug des M. semimembranosus am medialen Meniskus und des M. popliteus am lateralen Meniskus nach hinten. Dabei

geraten die Hinterhörner der Menisken unter Zug. Bei Extension verlagern sich die Menisken durch aktive Mithilfe der Ligg. meniscopatellares nach vorne und die Vorderhörner der Menisken geraten unter Druckspannung.

Bei Streckbewegung besteht ein großflächiger Kontakt zwischen den Femurkondylen und den Menisken. Die stabilisierende Wirkung der Menisken ist in dieser Stellung des Kniegelenkes besonders groß und wird auch als „Hemmschuhwirkung“ bezeichnet [109].

Bei Beugung des Kniegelenkes findet sich nur eine partielle Kontaktfläche zwischen den Menisken und den zunehmend kleinerem Radius der Femurkondylen. Zusätzlich erschlafft der Kapsel-Band-Apparat in Flexion und Rotationsbewegungen werden möglich:

Bei der Innenrotation schiebt sich der mediale Meniskus nach vorne und der laterale Meniskus nach hinten. Umgekehrt gleitet der mediale Meniskus nach hinten und der laterale nach außen bei Außenrotationsbewegungen.

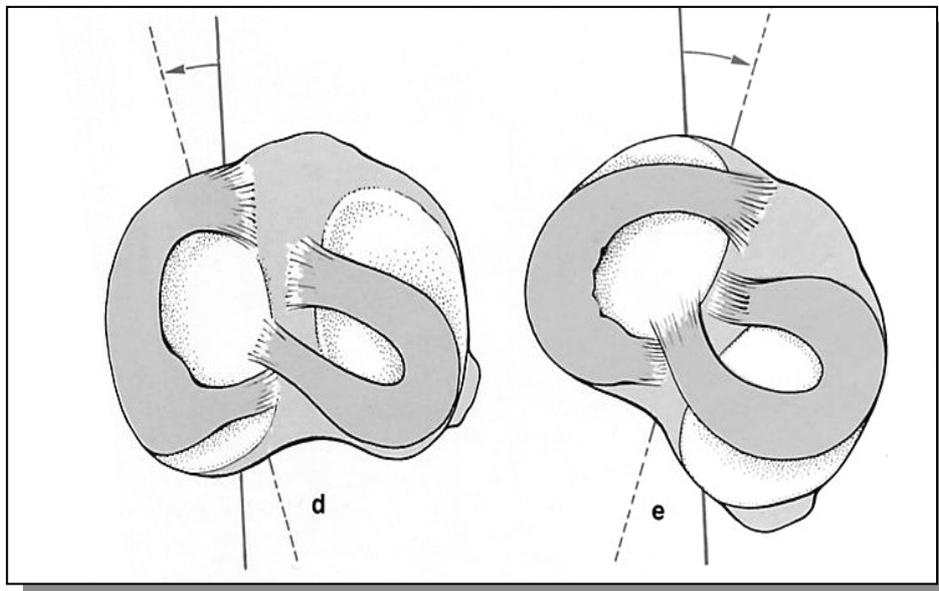


Abb. 9 [65]: Lageveränderung Menisken bei Bewegung. d Verlagerung bei Innenrotation: lat. Meniskus nach hinten, med. Meniskus nach vorn. e Verlagerung bei Außenrotation: lat. Meniskus nach vorn, med. Meniskus nach hinten.

Insgesamt ist der laterale Meniskus durch die Nähe der Befestigung seines Vorder- und seines Hinterhorns und seine weniger ausgeprägte ligamentäre Verankerungen mobiler als der mediale Meniskus.

Zusätzlich liegt die Rotationsachse mehr auf der medialen Kniegelenksseite, so daß der laterale Meniskus eine stärkere Translation bei Rotationsbewegungen erfahren muß.

Das Innenmeniskushinterhorn weist durch seine Verwachsungen an der dorsomedialen Gelenckecke mit dem M. semimembranosus die geringste Mitbewegung auf und wirkt durch seine Verbindung zum hinteren Schrägband einer forcierten Außenrotation der Tibia entgegen.

Konsekutiv wird davon ausgegangen, daß die Menisken als wesentlicher Teil der Gelenkpfanne nicht nur den Ablauf der Kniegelenksbewegungen durch Ausgleich der Inkongruenz der Gelenkpartner sichern, sondern auf diese Weise auch die Kontaktfläche des Gelenkes vergrößern und den Gelenkdruck reduzieren [63]. Baratz et al. stellten fest, daß die totale Meniskektomie die tibiofemorale Kontaktfläche um bis zu 75% verringerte und die Spitzenbelastung auf bis zu 235% steigerte [9]. Auch Bourne et al. bestätigte die wichtige gewichtsverteilende Funktion der Menisken [14].

Desweiteren wird auch die Kniegelenksstabilisation deutlich durch die Menisci beeinflusst. So zeigte sich nach Innenmeniskusresektion intraoperativ eine überwiegend anteromediale Rotationsfreiheit. Müller berichtet über eine 30% größere vordere Translation und 14% mehr Rotation nach vorausgegangener medialer Meniskektomie [75].

Auch Levy et al. wiesen auf die Bedeutung der Menisken als sekundäre Stabilisatoren im Kniegelenk hin und zeigten, daß besonders beim kreuzbandinsuffizienten Kniegelenk die vordere Schublade durch den Meniskus verringert wird [65].

Die Menisken haben auch eine bedeutende druckübertragende Wirkung. Der von den Femurkondylen auf die Menisken aufgebrachte Preßdruck wird in eine Schubkraft umgewandelt, die die Menisken peripherwärts drückt. Die knöcherne Aufhängung der Meniskusvorderhörner verhindert aber ein seitliches Herauspressen der Menisken, so daß die Schubkraft schließlich in

einen ringförmigen Streiß, also in Zugkraft umgewandelt wird. Dieser Anforderung entsprechen die an der Meniskusbasis radiär angeordneten Kollagenfasern [120].

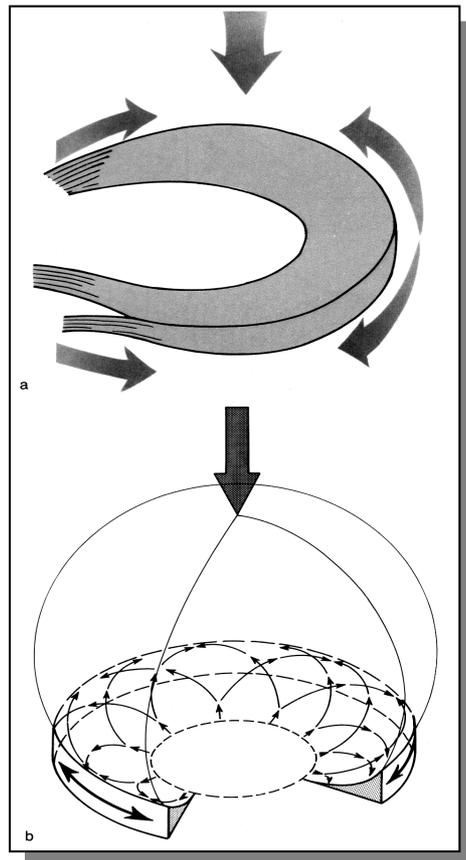


Abb. 10 a u. b [120]: Die Menisken sind an der Tibia knöchern fixiert. So sind sie im Prinzip als Ringe anzusehen, die durch Radiärkräfte auf Dehnung beansprucht werden, was sich in zirkulärer Zugspannung des Meniskusgewebes an der Basis ausdrückt.

Ein Teil des Druckes wird dabei von den Menisken, die sich aufgrund ihrer viskoelastischen Eigenschaften unter Druck verformen können, aufgenommen. Dieser Effekt wird auch als stoßdämpfende Eigenschaft der Menisken bezeichnet und ist besonders effektiv bei straffer Bandfixationen der Menisken.

Durch wechselnden Druck auf die Gelenkkompartimente fördern die Menisken zusätzlich die Diffusion und tragen zur Verteilung der Synovialflüssigkeit, also zur „Gelenkschmierung“ und Ernährung des Gelenkknorpels, bei.

Die Menisken schützen somit den Gelenkknorpel, sie vergrößern die Kontaktfläche zwischen den Gelenkflächen, reduzieren den Gelenkdruck und tragen so zum Schutz des Gelenkknorpels bei.

Tab. 1 *Meniskusfunktion [88]*

- Verbesserung der Druckverteilung und -übertragung und dadurch Druckentlastung des Knorpels
- Beitrag zur Gelenkstabilität
- Kongruenzvermehrung
- Puffer (Schock- bzw. Stoßdämpfung)
- Propriozeptive Funktion (Nervendigungen in anterior & posterior Horn)
- Mithilfe der Gelenklubrikation und Knorpelernährung

DIE BEDEUTUNG DER KnieGELENKSSTABILITÄT FÜR DAS AUF TRETEN VON MENISKUSLÄSIONEN

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, kann der Meniskus als sekundärer Stabilisator des Kniegelenkes betrachtet werden [99].

Umgekehrt schützen die Kniebänder, insbesondere das vordere Kreuzband die Menisken [73]. Artmann und Wirth demonstrierten bereits 1974, daß eine Insuffizienz des vorderen Kreuzbands zu einer Desintegration der Roll-Gleitbewegung führt [8]. Diese Beobachtungen lassen sich dadurch erklären, daß bei fehlendem vorderen Kreuzband sich die Tibia bei Flexion im Kniegelenk ungehindert nach vorne schiebt, das Hinterhorn des medialen Menisken wird dabei elongiert und durch das Auftreffen der Femurkondylen auf dem Hinterhorn verstärkt strapaziert.

In Tierexperimenten an Ziegen zeigte sich eine deutlich bessere Heilungstendenz von Meniskusläsionen bei stabilen Knieverhältnissen. Sieben von acht unbehandelten Meniskusläsionen in der rot-roten Zone heilten bei belassenem vorderen Kreuzband, während nur eine von acht Rupturen bei durchtrenntem vorderen Kreuzband heilten [71]. Meniskusläsionen in der rot-weißen Zone zeigen weder im stabilen noch im instabilen Kniegelenk eine Heilungstendenz.

Hart fand bei veralteten anteromedialen Instabilitäten eine Hinterhornläsion des medialen Menisken in 90% der Fälle gegenüber 27% bei frischen Läsionen [38]. Indelicato und Bittar kommen mit 91% Meniskusläsionen bei chronischer Instabilität zu einem ähnlichem Ergebnis [48]. Dabei ist das Auftreten einer Meniskusläsion abhängig von der Dauer der bestehenden vorderen Knieinstabilität.

Weitere Studien demonstrieren, daß eine Meniskusrekonstruktion bei fehlendem vorderen Kreuzband mit einer höheren Rerupturrate belastet

ist [37;101;103].

In der Studie von Morgan et al. waren alle 12 Rerupturen nach Meniskusrefixation auf instabile Kniegelenksverhältnisse zurückzuführen [74]. 11 Rerupturen fanden sich dabei im Hinterhorn.

Warren et al. beobachtet in seiner Studie eine 90%ige Heilung von Meniskusrefixationen in Verbindung mit vorderer Kreuzband Rekonstruktion, während er bei vorderen Kreuzbandrupturen eine Rerupturrate von refixierten Menisken in über 40% feststellen mußte [115]. Viele andere Studien bestätigen die Vorteile eines stabilen oder stabil rekonstruierten vorderen Kreuzbandes für die Meniskusrefixation [51;52;74;113].

Diese Beobachtung gewinnt besondere Bedeutung bei der Frage nach der Therapie von Meniskusrissen bei instabilen Knieverhältnissen.

MENISKUSLÄSIONEN

Verletzungsmechanismus und Ätiologie

Der Entstehungsmechanismus einer Meniskusläsion bleibt oft unklar, da häufig erst die Summe mehrerer Faktoren zu einer Verletzung der Menisken führt [100].

Als gelenkmechanisch entscheidend für das erhöhte Verletzungsrisiko der Menisken wird jedoch die Lage der Menisken zwischen den zwei langen Röhrenknochen angesehen [28].

Femur und Tibia können bei gegeneinander gerichteter Muskelreaktion als Knochenzange agieren und den Meniskus zerquetschen [36]. Da der mediale Meniskus (Innenmeniskus) durch seine Verbindung mit dem hinteren Schrägband und dem Innenband weniger beweglich ist, wird er häufiger zwischen Kondylen und Tibiakopf eingeklemmt [65].

Neben dieser gelenkmechanischen Besonderheit können auch kongenitale Anomalien der Menisken selbst, Band- und Muskellaxizitäten sowie das Genu varum bzw. valgum durch eine chronische Fehlbelastung im Kniegelenk zum Entstehungsmechanismus einer Meniskusläsion beitragen.

Auch größere sportliche Belastungen mit vermehrten Rotationsbewegungen des Kniegelenkes können zu Verletzungen im Kniegelenk führen.

Tab.2 [104] Sportarten, die häufig zu Knieverletzungen führen

1. Fußball	7. Reiten
2. Skifahren	8. Turnen
3. Leichtathletik	9. Kampfsportarten (Judo, Karate)
4. Tennis	10. Basketball
5. American Football	11. Volleyball
6. Rugby	12. Squash

Oft werden diese Sportarten von unzureichend trainierten „Freizeitsportlern“ ausgeübt, die durch ungenügende Vorbereitung, mangelhafte Bewegungskoordination bei gleichzeitig schwachen Muskelmantel, speziell des M. quadriceps, besonders verletzungsgefährdet sind [104].

Zur Vereinfachung unterscheidet man drei Formen der Meniskusläsion [121]:

- traumatisch
- degenerativ
- sekundäre Schädigung bei vorderer Knieinstabilität

Die traumatische Läsion tritt überwiegend am Innenmeniskus im 3. Lebensjahrzehnt gehäuft mit anderen Bandläsionen, wie vorderer Kreuzband- und medialer Seitenbandläsion auf [82].

Das direkte Trauma durch perforierende Gelenkverletzungen oder Tibiakopffrakturen ist selten. Weitaus häufiger ist das indirekte Trauma als Folge von hoher körperlicher, physiologischer und sportlicher Aktivität. Häufigster Unfallmechanismus ist dabei die Extension eines flektiert rotierten Kniegelenkes bei fixiertem Unterschenkel. Beim innenrotierten Kniegelenk wird der Innenmeniskus vermehrt posterior und in Gelenkmitte gedrängt. Dort kann er eingeklemmt werden und bei plötzlicher Extension im Kniegelenk zerreißen. Über denselben Mechanismus entsteht vermutlich auch der Hinterhorn- bzw. Längsriß im lateralen Meniskus [119].

Auch in extremen Streckstellungen ohne Rotationskomponente, wie z.B. beim Sprung auf das gegnerische gestreckte Knie beim Football, kann es zu Verletzung der Menikushörner kommen [119]. Häufig kommt es aber nicht zu einem klaren Meniskusriß, sondern zu kleinen Substanzschädigungen, die nach repetitiven multiplen Traumata zur verzögerten Rißbildung führt.

Mit zunehmendem Alter beobachtet man eine mukoide oder fettige Degeneration des Meniskus mit resultierend abnehmender Widerstandsfähigkeit. Durch scheinbar banale Unfallmechanismen kann es dann zur sogenannten degenerativen Meniskusläsion kommen. Eine Häufung

dieses Verletzungstyps findet sich im 4. bis 5. Lebensjahrzehnt.

Bei vorderer Knieinstabilität kommt es durch eine vermehrte anteriore Translationsbewegung zu sekundären Schädigungen der Menisken, insbesondere der Hinterhörner. (s. Kapitel Bedeutung der Kniegelenksstabilität für das Auftreten von Meniskusläsionen)

Klassifikation

Nach einer Theorie von Trillat haben alle Läsionen des Innenmeniskus ihren Ursprung am Übergang vom mittleren 1/3 zum Hinterhorn, da dort der Meniskus mit dem hinterem Schrägband fest verwachsen und entsprechend weniger beweglich ist [112]. Aus diesem Anfangsriß entwickeln sich dann die verschiedenen klassischen Rißformen.

Die häufigste verwendete Klassifikation von Meniskusrisen bezieht sich auf die intraoperativ beobachteten Rißformen:

- Längsrisse
- Horizontal- und Schrägrisse
- Kombinations- oder Komplexrisse

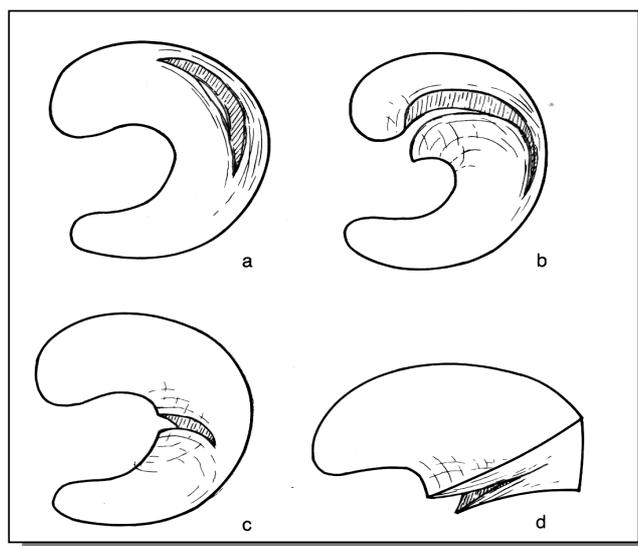


Abb. 11 [120]: a periphere Längs- u. Korbhenkelrisse, b lappenförmige Risse der Mittelzone, c radiäre am freien Rand, d horizontale Risse des Hinterhorns liegen im Verlauf der Fasernstruktur des Meniskus.

Der Längsriß ist der häufigste Rißtyp. Er kann sich zum Lappen- oder Korbhenkelriß entwickeln und durch Luxation des zentralen Anteils in die Fossa interkondylaris zur Blockierung im Kniegelenk führen.

Die Rißform folgt dabei der Faserstruktur der Menisken. Während die Längsrisse mit ihren Sonderformen (Korbhenkel- und Lappenriß) vorwiegend an der Meniskusbasis anzutreffen sind, finden sich Radiär- und Horizontalrisse fast ausschließlich am freien Rand.

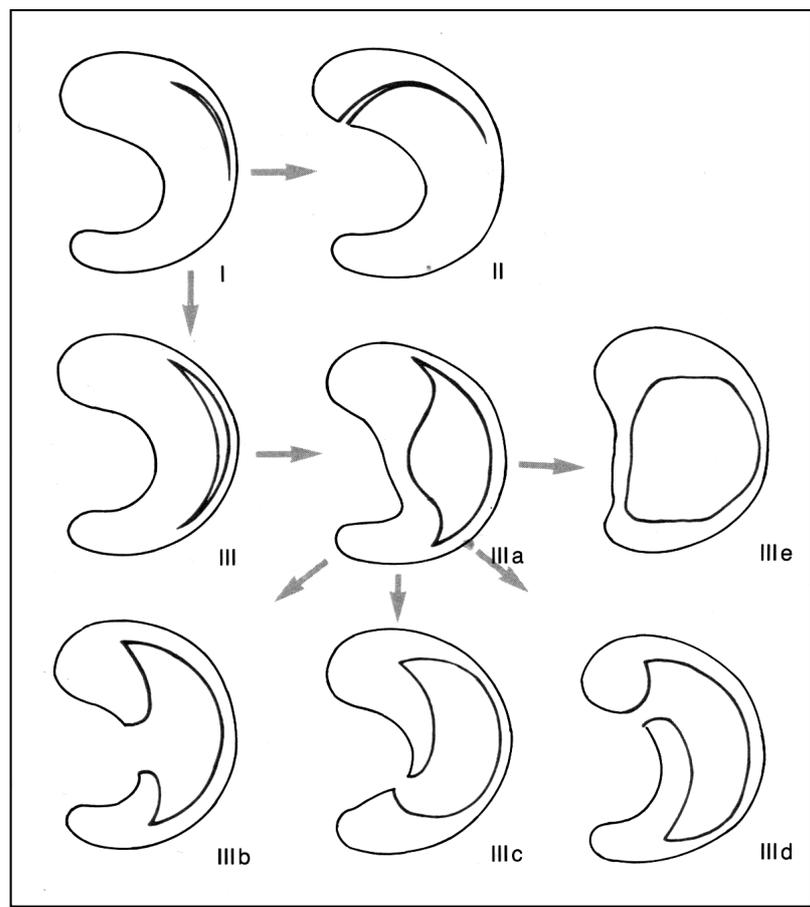


Abb. 12 [120].: Übersicht der Meniskusrißformen. Der häufigste Rißtyp (I) kann sich nach Trillats Theorie als Lappen (II) oder Korbhenkel (IIIa) entwickeln u. dieser dauernd luxiert bleiben (e), oder in seinem Verlauf zerreißen (b,c,d).

Als Komplexläsionen werden Längs- in Kombination mit Horizontal- oder Schrägrissen bezeichnet. Sie sind selten und treten bevorzugt am degenerativen Meniskus auf.

DIAGNOSTIK

Die Diagnosestellung einer Kniegelenksbinnenläsion ist oft schwierig. Eine ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung sowie Nativröntgenaufnahmen des Kniegelenkes in a.-p. und seitlichem Strahlengang gehören zum Diagnosestandard. Spezielle bildgebende Verfahren wie z.B. die Sonographie oder die Magnetresonanztomographie können zusätzliche Hinweise, insbesondere bei unklarer Klinik, geben. Die rein diagnostische Arthroskopie ist als invasives Verfahren nur noch selten nötig.

Die klinische Diagnostik gliedert sich in:

I. Anamnese

II. Allgemeine klinische Diagnostik

- Inspektion
- Funktionsprüfung
- Palpation

III. Spezielle klinische Diagnostik

- Kapsel-Band-Apparat
- Meniskus
- Femoropatellargelenk

Anamnese

Die anamnestische Erhebung von meniskalen Schädigungen ist nur eingeschränkt möglich, allerdings können genaue Angaben zum Schmerzort, -art, seine Dauer bzw. der Zeitpunkt seines Auftretens richtungsweisend sein. Angaben zum Unfallhergang, zur Vorschädigung des Kniegelenkes, die Beruf- und Freizeit-Anamnese sind zusätzlich wichtige Hinweise.

Tab.3 [104] Wesentliche anamnestische Fragen

1. Unfallzeitpunkt
2. Unfallmechanismus
3. Verhalten nach dem Unfall (Geh-; Sportfähigkeit; Auftreten einer Schwellung)
4. Schmerzen (Seit wann; Lokalisation; erstes Auftreten)
5. Jetzige Beschwerden (Schmerzen; Giving-way; Blockierung; Schnappen; Reibegeräusche)
6. Bisherige Behandlung nach der Verletzung (Immobilisation; Operation)
7. Frühere Kniegelenkverletzungen (Operation; frühere Beschwerden)

Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung setzt sich aus Inspektion, Palpation und spezifischen Funktionstest zusammen.

Inspektion

Die seitenvergleichende Inspektion des verletzten Kniegelenkes und der Beinachse im Gehen, Stehen und Liegen sind ebenso wie die Beurteilung von Prellmarken, Rötungen und Schwellungen wichtige Anhaltspunkte bei der Diagnosefindung.

Palpation

Bei der Palpation sollte vor allem der Muskeltonus des M. quadriceps, die Ergußbildung, Schmerzdruckpunkte, der Bewegungsumfang sowie die Achsenabweichung verifiziert und dokumentiert werden.

Funktionstests

Tests in Form von statischen und dynamischen Gelenkbewegungen nennt man Funktionstest.

Zur differentialdiagnostischen Abklärung der Meniskusläsion müssen

insbesondere arthrotische Veränderungen des Femoropatellargelenkes, Verletzungen von Kapsel-Band-Strukturen, wie Kreuz- und Seitenbandrupturen, ausgeschlossen werden. Hierbei sind folgende Funktionstest hilfreich:

- Patellatests
- Kniegelenksstabilitätstests
- Menikustests

Patellatests

Ziel der Diagnostik des Femoropatellargelenkes ist die Diagnose oder der Ausschluß von anterioren Knieschmerzen. Häufig ist das sogenannte femoropatellare Schmerzsyndrom, das nach Munzinger ein Ungleichgewicht zwischen Belastung und Belastbarkeit am retropatellaren Knorpel darstellt [76].

Es kann zur frühzeitigen arthrotischen Veränderungen im Femoropatellargelenk führen.

Anatomische Varianten, wie z.B. Patelladysplasien, Dysplasien im femoropatellaren Gleitlager und Beinachsenfehlstellungen, sowie Band- und Muskelinsuffizienzen können zur Schmerzsymptomatik beitragen bzw. ursächlich dafür verantwortlich sein.

Wie bei jedem anderen Test auch deutet ein positiver Patellatest nicht zwangsweise auf retropatellare Knorpelschäden hin, kann jedoch in Kombination mit anderen Tests ein erster Hinweis dafür sein. Nachfolgende Tests werden in unserer Studie durchgeführt:

- **Patellaverschiebetest:** Hierbei wird die Patellamobilität durch Verschiebung der Patella nach medial und lateral bei gestreckten und leicht gebeugten Bein geprüft. Eine erhöhte Mobilität kann durch permanente Subluxationstendenzen zu Mikrotraumata, eine verminderte Mobilität der Patella durch Knorpelernährungsstörungen zu Knorpelschäden führen.

- **Facettendruckschmerz:** Bei gestrecktem Kniegelenk wird die Patella nach lateral bzw. medial aufgekippt und die mediale bzw. laterale Facette palpirt. Eine Synovialitis, eine Insertionstendinose sowie eine Chondromalazie können ursächlich verantwortlich für Schmerzen bei der Palpation sein.
- **Zohlen-Zeichen:** Bei gestrecktem Kniegelenk zieht der Untersucher die Patella nach kaudal während der Patient gebeten wird, seinen M. quadriceps anzuspannen. Ein positiver Test kann mit dem provozierten Schmerz ein Hinweis auf retropatellare Knorpelschäden sein, ist jedoch auch bei einem Großteil des Normalkollektiv positiv.
- **Fründ-Test:** Durch Klopfen auf die Patella in unterschiedlichen Flexionsgraden können retropatellare Knorpelschäden Schmerzen auslösen.

Kniegelenksstabilitätstests

Menisken, Kapsel-Band-Apparat und Muskulatur bestimmen die Stabilität des Kniegelenkes. Menisken wirken als primäre Stabilisatoren durch Inkongruenzausgleich der Gelenkflächen und bei vorderer Kreuzbandinsuffizienz als sekundäre Stabilisatoren einer vorderen Translation und vermehrten Rotation entgegen. Der Kapsel-Band-Apparat und die Muskulatur limitieren als statische bzw. dynamische Strukturen das Bewegungsausmaß des Kniegelenkes.

Verletzungen dieser Strukturen führen daher zu geraden oder rotatorischen Instabilitäten im Kniegelenk.

Bei der Untersuchung wird das pathologische Bewegungsausmaß der Tibia gegenüber dem Femur folgendermaßen dokumentiert:

Eine vermehrte Aufklappbarkeit bzw. Schubladenbewegung von 3-5 mm wird als 1+, von 5-10 mm als 2+ und von über 10 mm als 3+ beschrieben. Der fehlende harte oder auch weiche Anschlag deutet dabei auf eine Bandverletzung hin.

Dabei ist immer die seitenvergleichende Beurteilung wichtig.

Folgende Test zur Beurteilung einer Instabilität im Kniegelenk werden verwendet:

- **Abduktions-Adduktionstest:** Bei gestrecktem Bein bzw. bei 20° flektierten Bein wird die seitliche Aufklappbarkeit untersucht. Während bei gestreckten Kniegelenk eine vermehrte Aufklappbarkeit durch intakte Kapselverhältnisse verhindert werden kann, ist der Kapselapparat bei 20° flektierten Bein erschlafft, so daß eine vermehrte Aufklappbarkeit auf eine Läsion des lateralen bzw. medialen Seitenbandes hindeutet.
- **Schubladentest:** Beim Schubladentest wird am aufgestelltem 90° flektierten Kniegelenk die Integrität des vorderen bzw. des hinteren Kreuzbandes durch die anteriore bzw. posteriore Subluxationstendenz der Tibia beurteilt. Bei außen- bzw. innenrotierten Fuß können komplexe Rotationsinstabilitäten in antero- bzw. posteromedialer und posterolateraler Richtung diagnostiziert werden. Dieser Test ist allerdings nur vom erfahrenen Untersucher zu beurteilen.
- **Lachmann-Test:** Bei 15-30° flektiertem Kniegelenk wird der Femur von der einen Hand des Untersuchers gehalten, während die andere Hand die Tibia nach vorne zieht. Ein positiver Test ist ein deutlicher Hinweis auf eine Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes.
- **Pivot-Shift-Test:** Bei gestrecktem Knie wird der Unterschenkel in Innenrotation unter Valgus-Stress gebracht. Bei Flexionsbewegung folgt eine Subluxation der Tibia bei vorderer Kreuzbandinsuffizienz und intakten medialen Seitenband. Durch den **Reversed Pivot-Shift-Test** kann das hintere Kreuzband geprüft werden. Der Patient muß dazu allerdings genügend entspannt sein, sonst führt dieser Test zu falsch-negativen Ergebnissen.

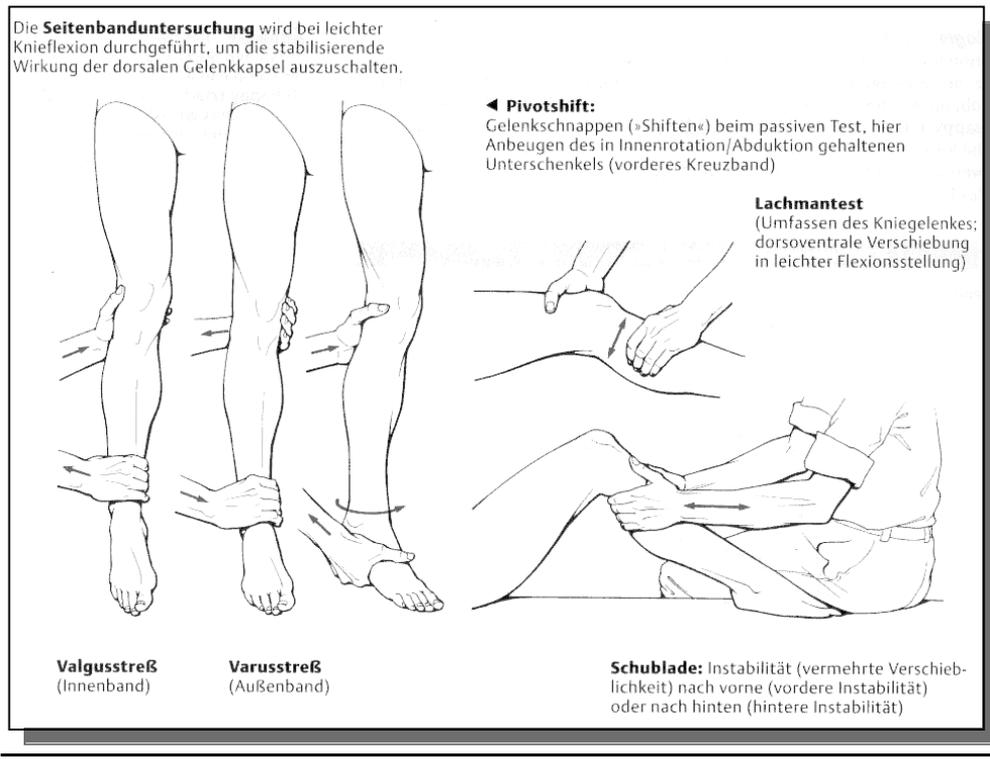


Abb. 13 [79]: Klinische Kniegelenksbandprovokationsteste

Meniskustests

Die Meniskuszeichen beruhen auf einem schmerzprovozierenden Manöver, verursacht durch Druck-, Kompression- oder Rotationsbewegungen. Da der Meniskus nur in der Peripherie Nervenendigungen besitzt, wird die Schmerzempfindung häufig durch die eine Meniskusläsion begleitende Synovialitis oder Kapsel-Band-Verletzungen ausgelöst. Dies erklärt die unterschiedliche Aussagekraft einzelner Funktionstests.

Die Aussagefähigkeit der Funktionstests wird in der Literatur unterschiedlich bewertet und hängt entscheidend von der Erfahrung des Untersuchers ab. Nach Zippel liegt die diagnostische Trefferquote zwischen 60-95% [122]. Schmerz bei forcierter Beugung (Steinmann) zeigte nach Fowler und Lubinger eine Sensitivität von 50%, bei einer Spezifität von 68,2% [30]. Bei geringerer Sensitivität zeigte sich beim Mc Murray und für ein Streckdefizit eine Spezifität

von 95,3% und 84,7%. Als sehr unzuverlässig wurde der Apley-Grinding Test beurteilt.

Tabelle 4: Vergleichsresultate Meniskuszeichen (aus [92]).

	Richtig positiv	falsch positiv	falsch negativ
mod. Apley	87.6%	7.3%	5.0%
McMurray	74.2%	10.4%	15.4%
Steinmann I	64.1%	19.4%	16.4%
Bragard	35.4%	60.3%	6.7%

Tabelle 5: Sensitivität/positiver Vorhersagewert in Prozent von Meniskustests (aus [22]).

Steinmann I:	42/51
Steinmann II:	13/76
Payr:	39/53
Apley:	46/55
McMurray:	35/55
Druckschmerz med. GS	74/48

Im Wesentlichen wird die Sensitivität der jeweiligen Meniskustests maßgeblich von der Erfahrung des Untersuchers mitbestimmt. Die sinnvolle Kombination verschiedener Tests ermöglicht eine höhere Aussagekraft der klinischen Diagnose.

Wir haben nachfolgende Test verwendet:

- **Druckschmerz im Gelenkspalt:** Druckschmerz im medialen oder lateralen Gelenkspalt kann auf einen medialen bzw. lateralen Meniskusschaden hinweisen.
- **Federnde schmerzhaftige Streckhemmung:** Kann bei eingeschlagenem Korbhenkel in der Fossa intercondylaris entstehen.
- **Apley-Grinding Test:** Durch axiale Kompression unter gleichzeitiger Innen- bzw. Außenrotation des Unterschenkels kann ein Schmerz

ausgelöst werden. Wird statt Druck Zug ausgeübt, kann zusätzlich ein Kapsel-Band Schaden ausgeschlossen bzw. diagnostiziert werden.

- **Steinmann I:** Innen- bzw Außenrotation des Unterschenkels bei verschiedenen Beugegraden des Kniegelenkes führt zur Schmerzauslösung bei Vorliegen eines Meniskusschadens.
- **Steinmann II:** Der Schmerz wandert bei zunehmenden Beugegraden von ventral nach dorsal.
- **Payr-Zeichen:** Durch Abduktion im Bein und Außenrotation im Unterschenkel kann durch Hinunterdrücken des Kniegelenkes durch Kompression des Innenmeniskus Schmerz ausgelöst werden.
- **McMurray Zeichen:** Tastbares „Klicken“ bei passiver Streckung des Kniegelenkes aus maximaler Flexion unter gleichzeitiger Außen- bzw. Innenrotation.

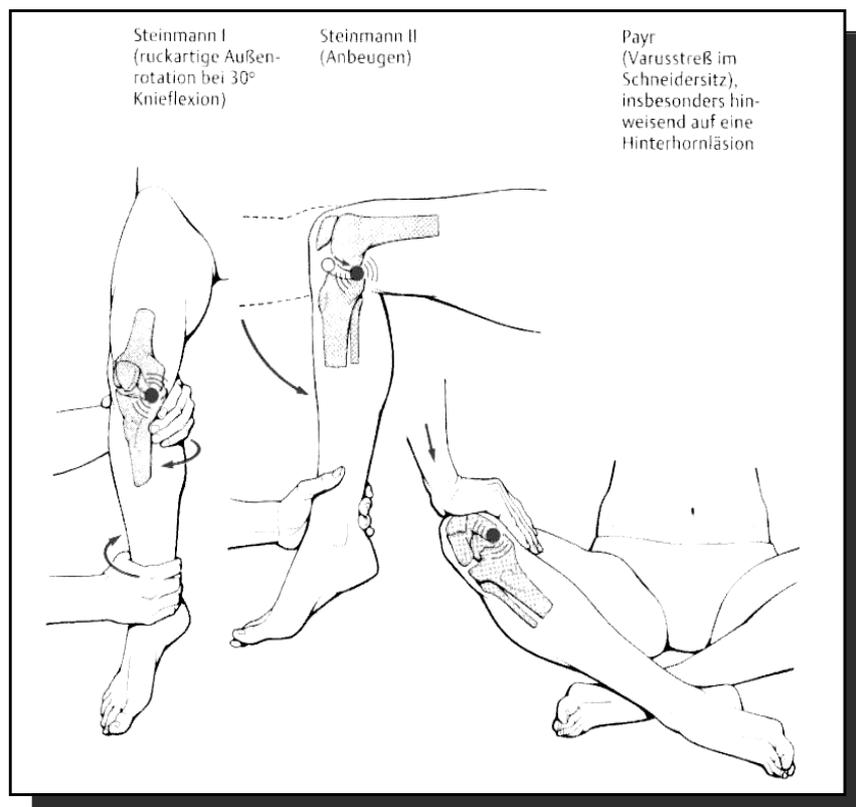


Abb. 14 [82]: Klinische Meniskusprovokationsteste

Röntgenuntersuchung

Die Röntgendiagnostik kann die klinische Untersuchung nicht ersetzen. Sie ist aber zur Vervollständigung der Untersuchungen und zum Ausschluß von frischen Frakturen unbedingt nötig.

Nativröntgenaufnahmen in zwei Ebenen sowie eine Patellatangentiaufnahme gehören zur Standarddiagnostik. Zusätzlich können spezielle Patella-Defilee-Aufnahmen, Tunnel- oder Einblickaufnahmen der Fossa intercondylaris oder auch Einbeinaufnahmen bei speziellen Fragestellungen, die die Beinachse betreffen, angefertigt werden.

Röntgenaufnahmen können nicht zur Diagnose der Meniskusläsion beitragen, sind jedoch unerlässlich, da sie wichtige differentialdiagnostische Hinweise auf Frakturen, freie osteokartilaginäre Gelenkkörper, Tumore sowie eine Osteochondrosis dissecans liefern [79].

Die in dieser Studie verwendeten radiologischen Zeichen einer Kniegelenksarthrose nach Meniskektomie nach Fairbank werden im Kapitel „Gonarthrose“ ausführlich beschrieben.

Magnetische Resonanztomographie

Die Magnetische Resonanztomographie (MRT) des Kniegelenks zeichnet sich durch gute Weichteilkontraste unter Verwendung nicht-ionisierender Strahlung aus.

Im magnetischen Feld werden Protonen angeregt und die Signale aufgezeichnet. Wasserstoffreiche Gewebe sind stark protonenhaltig und daher signalreich, während wasserstoffärmere Gewebe, wie u.a. der Knochen signalarm sind. Standardsequenzen in der MRT sind T1 und T2 gewichtete Relaxationszeiten, die eine Aussage über die Rückkehr zum Gleichgewichtszustand nach magnetischer Anregung geben. In T1 gewichteten Bildern stellt sich Fett signalreicher (=hell) und Flüssigkeiten

signalärmer (=dunkel) dar. In der T2 Sequenz sind ödematöse Gewebe und Flüssigkeiten enthaltene Massen signalreicher [79].

Das Meniskusgewebe enthält nur eine geringe Anzahl von freien Protonen, der Großteil der Protonen im intakten Menisken liegt gebunden an Makromoleküle vor. Erst durch Aufbrechen der Kollagenstruktur durch degenerative Veränderungen kommt es zu einer höheren Zahl mobiler Protonen, der Meniskus stellt sich inhomogen und signalreicher in der T2 Zeit dar [104].

Zur Standarddiagnostik der Menisken zählen die T1 gewichteten Bilder in sagitaler Richtung und die T2 gewichteten Bilder in koronarer Richtung.

Eine spezielle Untersuchung in der MRT stellen die Gradientenechosequenzen dar, die durch Änderungen der Echo-, Repetitionszeiten und Winkels entstehen und den Vorteil der kürzeren Untersuchungszeit und der Möglichkeit dreidimensionaler Darstellung besitzen [110].

Diese Gradientenechosequenzen eignen sich zur Rekonstruktion radiärer Meniskusläsionen [110].

Man unterscheidet vier verschiedene Meniskussignale im MRT [25] :

- 0: Homogener signalarmen Menisken (=normaler Meniskus)
- 1: Inhomogen erscheinender Meniskus
- 2: Meniskus mit einer linearer Signalanreicherung, die streng intrameniscal liegt und nicht die Oberfläche des Menisken erreicht
- 3: Meniskus mit bis an die Oberfläche reichender Signalanreicherung, die als einzige eine chirurgische Signifikanz besitzt und mit dem Arthroskop als makroskopische Läsion zu erkennen ist [57]

Die Sensibilität des MRT liegt in der Literatur zwischen 67-97% und die Spezifität zwischen 37-98% [121].

Von S. Högerle et al. konnten 1994 in einer arthroskopisch kontrollierten prospektiven Blindstudie von 84 Patienten eine Sensibilität von 91% und eine Spezifität von 93% für die dreidimensionale Kernspintomographie zeigen [38]. Auch Polly et al. konnte in seiner prospektiven Studie durch Korrelation von

MRT- zu Arthroskopieergebnissen eine Treffsicherheit der Kernspintomographie bei Meniskusläsionen von 98% für Innenmeniskus- und von 90% für Außenmeniskusrisse feststellen [83].

Die gezielte Anwendung des MRT als Ergänzungsuntersuchung bei unklarer Diagnosestellung kann die diagnostische Arthroskopie ersetzen sowie zur verbesserten präoperativen Planung beitragen und somit bei kritischer Anwendung zur Kostenreduktion beitragen.

Computertomographie (CT)

Bei der CT wird die darzustellende Körperregion von einer Röntgenröhre kreisförmig umfahren.

Bei der Beurteilung von Kniebinnenschaden besitzt die CT vor allem bei Tibiakopf- und Femurkondylenfrakturen einen festen Platz [79].

Bei Meniskusläsionen wird nach Einsatz von hochauflösenden Doppelkontrastmitteltechnik eine Treffsicherheit von 85% angegeben [97]. Manco et al. beschreibt eine Sensibilität von 96,5%, eine Spezifität von 81,3% bei einer Treffsicherheit von 91% [67].

Trotzdem zählt die Computertomographie bei der Diagnostik einer Meniskusläsion nicht zum Standardverfahren, da sie in der Darstellung von Weichteilen der MRT unterlegen ist und mit zunehmender Verbreitung der MRT an Bedeutung verloren hat.

Sonographie

Die Sonographie ist neben der MRT das einzige nicht auf ionisierender Strahlung beruhende bildgebende Verfahren. Die Sonographie ist schnell verfügbar, kostengünstig und nicht-invasiv für den Patienten und wird heute als wichtige Ergänzung zur klinischen Untersuchung bei Verdacht auf Meniskusschäden angesehen [35].

Mit einem Sektorschallkopf von 5- 7,5 MHz können insbesondere die dorsalen

Meniskusanteile sowohl des medialen wie auch des lateralen Menisken beurteilt werden.

In der Literatur wird der diagnostische Wert der Sonographie zur Auffindung von Meniskusläsionen kontrovers beurteilt. So schätzt Friedburg ihre Bedeutung als gering ein [29], während Grifka et al. die Meniskussonographie aufgrund ihrer schnellen Verfügbarkeit, Nichtinvasivität und den geringen Untersuchungskosten als wertvolles Diagnostikum bezeichnet [35]. In seiner Studie zeigte er in Abhängigkeit der Rißart und –lokalisierung eine Sensibilität der Ultraschalluntersuchung von 81% bei Meniskusläsionen des Innenmeniskus und von 40% des Außenmeniskus bei ausgezeichneter Spezifität (>90%). Die höchste Sensibilität für Meniskusläsionen ergab sich dabei im Bereich des Innenmeniskushinterhorns. Allerdings ist die Sonographie des Meniskus erheblich von der Erfahrung des Untersuchers abhängig.

Arthrographie

Die Arthrographie ist ein invasives Diagnostikum, das heute weitgehend wegen des Risikos der intraartikulären Infektion und Strahlenbelastung zugunsten der MRT verlassen worden ist.

Meniskusläsionen werden bei der Arthrographie durch intraartikuläre Injektion von Kontrastmittel und nachfolgender Röntgenaufnahme dargestellt. Noch 1974 beschrieben Rüttimann und Kieser die Arthrographie als technisch einfache und praktisch komplikationslose Untersuchungsmethode, die in der Regel eine außerordentlich zuverlässige Information über die Räume und Strukturen des Kniegelenkes bietet [95].

Durch Verbesserung der nicht-invasiven bildgebenden Verfahren, wie dem MRT, wird die Arthrographie nur noch in Ausnahmen bei Patienten, die für die MRT Einrichtung zu groß sind oder unter klaustrophischen Symptomen leiden, verwendet [25].

Diagnostische Arthroskopie

Die diagnostische Arthroskopie wird von vielen Studien als zuverlässigste Methode zur Beurteilung einer Meniskusläsion angesehen. Bei der Korrelation zu anderen Methoden wird die diagnostische Arthroskopie dabei häufig als „Goldstandard“ bezeichnet [83].

Als invasives Verfahren wird heute die Indikation zur reinen diagnostischen Arthroskopie streng gestellt. Erst wenn klinische und andere bildgebende Verfahren bei einem symptomatischen Kniegelenk zu keiner Diagnosesicherung führen, sollte ihre Anwendung unter gleichzeitiger Option der therapeutischen Intervention in Betracht gezogen werden.

TYPISCHE ZEICHEN EINER MENISKUSLÄSION

Bei der Meniskusläsion gilt folgende Symptomtriade als bedeutend:

- Schmerz
- Blockierung
- Schwellung

Diese Symptome gelten vor allem für die frische traumatische Verletzung, treffen aber auch bedingt für degenerative Meniskusläsionen zu.

Schmerz

Nach einer frischen Meniskusläsion wird der Schmerz lokalisiert in einem Kniegelenkskompartiment angegeben. Ein Druckschmerz in Höhe des jeweils betroffenen Gelenkspaltes ist dabei hinweisend für die stattgehabte Meniskusläsion. Eine Meniskushinterhornläsion imponiert durch Schmerzen bei der Kniegelenksbeugung, während Schmerzen bei der Extension auf eine Verletzung des Meniskusvorderhorns hinweisen.

Zwischen Schmerzintensität, Lokalisation und Ausdehnung der Meniskusläsion konnte jedoch kein Zusammenhang nachgewiesen werden [104].

Blockierung

Blockierungs- oder Einklemmungserscheinungen können bei luxierten Längsriß vorkommen und sollten immer im Seitenvergleich überprüft werden. Eine endphasig schmerzhaft federnde Streckhemmung oder seltener eine

endgradig limitierte Beugung erklären den Verdacht auf einen Meniskusriß. Unterscheidet werden dauerhafte oder intermittierende Einklemmungserscheinungen. Verschiedene Ursachen für die intermittierende Einklemmung sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Von einem schnappenden Kniegelenk spricht man wenn das Kniegelenk kurzzeitig in Beuge- oder Streckstellung blockiert, die Blockade aber durch ein Knacken oder Schnappen überwunden werden kann. Die klinische Reproduzierbarkeit dieses „Knacken“ bzw. „Schnappen“ durch manipulative Manöver ist ein zusätzlicher Hinweis für eine Meniskusläsion.

Schwellung

Schwellungen im Bereich der Kniescheibe und im Bereich des oberen Recessus sind Hinweise auf einen Gelenkerguß. Nach stattgehabter Meniskusläsionen kommt es mit einer Latenz von mehreren Stunden bis zu einem Tag zu einer Erguß- oder eine Hämarthrosbildung. Zum „trockenen Gelenk“ kann es bei Verletzung der dorsalen Kapsel, durch welche die Flüssigkeit extraartikulär in die Weichteile austreten kann, kommen [112].

Weitere Zeichen

Giving way: Giving way bezeichnet ein spontanes Weg- bzw. Einknicken im Kniegelenk. Ohne erkennbaren Grund knicken die Patienten ein und stürzen dabei sogar manchmal zu Boden [104]. Ein Giving way bei Richtungswechsel mit kurzer Einklemmung kann auf eine Band- oder Meniskusläsion hinweisen. Dabei ist das Unsicherheitsgefühl im Kniegelenk der Patienten häufig auch ein Zeichen für eine vordere Kreuzbandinsuffizienz.

Atrophie des Quadriceps: Zippel bezeichnet die Atrophie des M. quadriceps,

besonders des Vastus medialis, als wichtigstes und zugleich häufigstes Merkmal einer älteren Meniskusläsion [122]. Auch längere Immobilisationszeiten bei Bandläsionen des Kniegelenkes können zu einer muskulären Atrophie führen.

Degenerative Läsionen

Patienten mit Rissen in degenerativ veränderten Menisken klagen häufig über rezidivierende leichte Einklemmungssymptome, die häufig durch Stehenbleiben und Ausschüttelung des betroffenen Kniegelenkes reversibel sind. Auch über ein „schnappendes Gelenk“ und ausgeprägte „Knackgeräusche“ wird berichtet. Bei auftretenden Reißausdehnungen kann es zu stärkeren Symptomen wie „giving way“ und Blockierungen kommen.

Differentialdiagnosen

Tabelle 6: Ursache für intermittierende Einklemmungserscheinungen [103]

1. Meniskuläsion (Korbhenkel)
2. Freier Gelenkkörper (Knorpel, osteochondrales Fragment)
3. Vergrößerte Zotte des Hoffa-Fettkörpers
4. Arthrotischer Exophyt (selten)
5. Komplet- oder Teilruptur des VKB
6. Patellasubluxation
7. Plicasyndrom (hypertrophierte Plica mediopatellaris)
8. Chondromatose
9. Villonoduläre Synovialitis
10. Anomalie des Außenmeniskus (Scheibenmeniskus)

Schmerz in Höhe des Gelenkspaltes kommt auch bei anderen Verletzungen vor. Ventral kann eine Irritation des Hoffa'schen Fettkörpers, lateral eine Verletzung der Sehne des M. popliteus eine Meniskuläsion vortäuschen. Ein Plicasyndrom, eine Bursitis oder eine Kapsel-Band-Verletzung, insbesondere eine Innenbandläsion können ebenfalls mit einer Meniskusverletzung verwechselt werden.

Als weitere intraartikuläre Ursachen müssen ein Meniskusganglion oder osteoarthrotische Veränderungen differentialdiagnostisch in Erwägung gezogen werden.

Auch eine retropatellare Schädigung kann zu Schmerzen und zum Giving way führen und sollte ausgeschlossen werden.

Hüfterkrankungen, Tumore und Affektionen an der Wirbelsäule können als extraartikuläre Ursache eine Meniskuläsion vortäuschen [60].

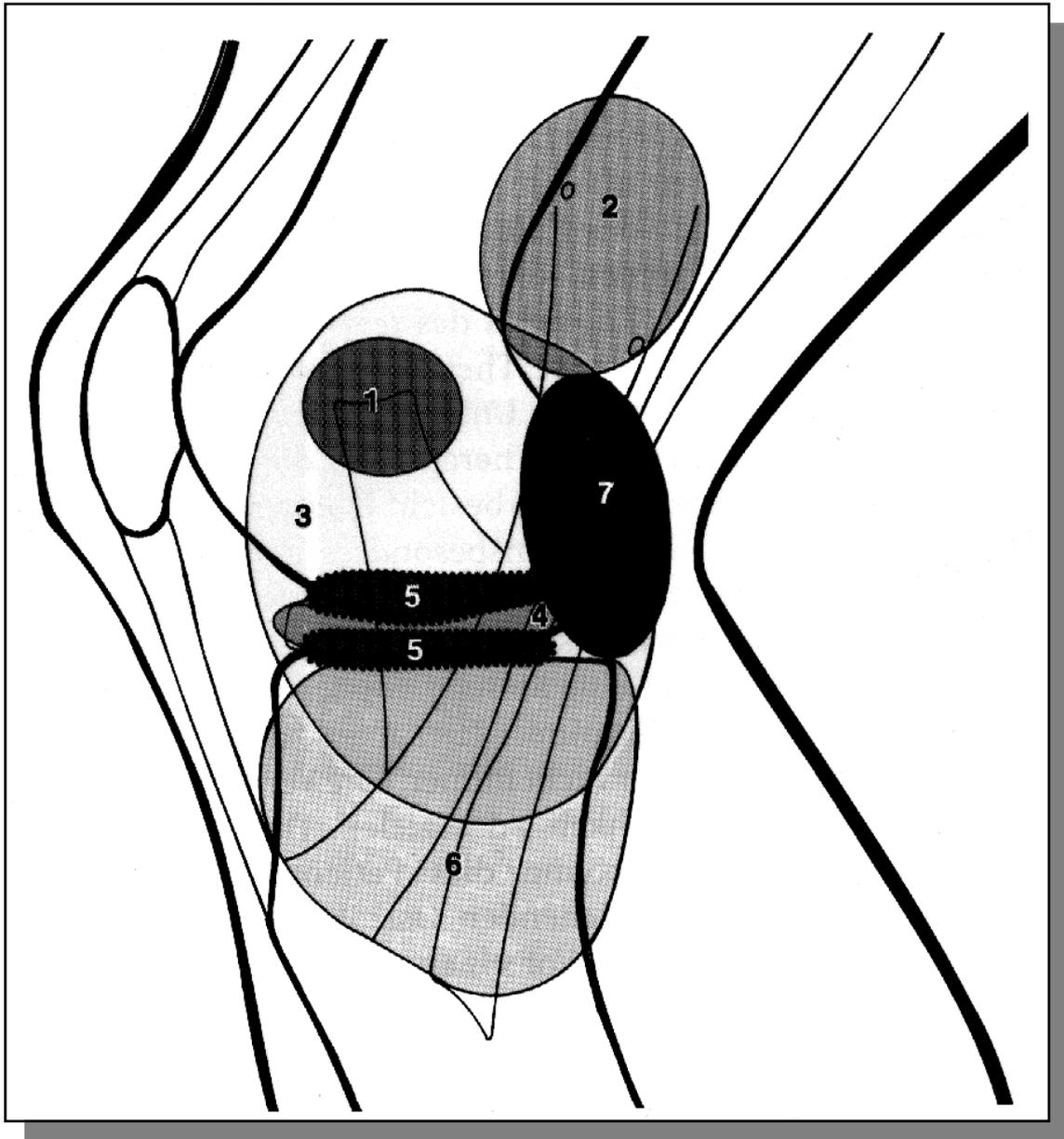


Abb. 15 [104]: Differentialdiagnose mediale Schmerzpunkte

- 1 med. Femurepikondylus (Läsion, Verkalkung d. med. Seitenbandes, Stieda-Pelligrini Erkrankung)
- 2 prox. des med. Femurepikondylus (Saphenussyndrom etc.)
- 3 mediale Gelenkseite (Läsion d. med. Seitenbandes, Osteonekrose med. Femurkondylus, Schwimmerknie etc.)
- 4 medialer Gelenkspalt (Meniskusläsion, VKB-Läsion, Degenerat. Veränderung)
- 5 prox.-distal des Gelenkspalt (Läsion mediales Kapselband)
- 6 Medialer Tibiakopf (Läsion d. med. Seitenbandes, Fraktur etc.)
- 7 dorsomed. Bereich (Läsion Semimembranosus etc.)

THERAPIE

Symptomatische Meniskusläsionen sollten operativ-chirurgisch versorgt werden. Die arthroskopische Technik wird heute als Standardverfahren angesehen.

Konservative Therapie

Die nicht operative Therapie einer symptomatischen Meniskusläsion ist selten. Als nicht behandlungsbedürftige Rissformen nennt DeHaven den stabilen partiellen Längsriß sowie Längs- und Radiärrisse von <5 mm. Voraussetzung ist dabei die arthroskopische Palpation des zentralen Meniskusanteils, der sich als stabil erweisen muß [22].

Auch Meniskusläsionen, mit infrequenten oder minimal symptomatischen Beschwerden bei Patienten, die eine Operation ablehnen oder bei denen eine Operation aus anderen Gründen kontraindiziert ist, können konservativ behandelt werden.

Konservative Maßnahmen beinhalten Kühlung, Hochlagerung, Verabreichung von nichtsteroidalen Antiphlogistika und krankengymnastische Übungsbehandlungen. Bei erneuten Beschwerden sollte eine definitive chirurgische Versorgung allerdings nicht verzögert werden, da unbehandelte, instabile Meniskusrisse zur Knopelschädigung im Kniegelenk führen [18]. Eine vorübergehende Immobilisation in einem Oberschenkelgehrgips kann nicht als Therapie der Wahl angesehen werden.

Operative Therapie

Die operative Meniskusresektion unterscheidet zwei Standardverfahren:

- Subtotale/totale Meniskektomie
- Partielle Meniskektomie

Tab . 7	Therapieempfehlungen zur Meniskuschirurgie (modifiziert nach Messner-Sommerlath) [69]
konservativ	kurze stabile Längsrisse <1/3 Meniskusbreite
Meniskusnaht	periphere Längsrisse: einschließlich Korbhenkelrisse
evt. Naht	zentrale Längsrisse
Resektion	Lappenrisse; Horizontalrisse; Risse bei zentraler Gewebedegeneration

Totale und subtotale Meniskektomie

Bei der totalen Meniskektomie wird der gesamte Meniskus bis zur synovialen Grenze entfernt, bei der subtotalen Meniskektomie wird die periphere Ansatzzone belassen, mindestens 50% der Meniskusbreite aber reserziert [121]: Vor der Einführung der arthroskopischen operativen Technik erfolgte die totale bzw. die subtotale Meniskektomie aufgrund der schlechten intraoperativen Beurteilbarkeit des Meniskushinterhorns zum Ausschluß eines präexistenten gleichseitig bestehenden Hinterhorndefektes.

Partielle Meniscektomie

Die Entfernung von Meniskusgewebe im Bereich der Läsion wird als partielle Meniscektomie bezeichnet. Während Sir Robert Jones und King bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts dieser Technik gegenüber der totalen bzw. subtotalen Meniscektomie den Vorzug gaben [55;59], sahen die Verfechter der Totalentfernung die Nachteile in der fehlenden Bildung von Meniskusregeneraten sowie in dem oben beschriebenen Risiko des Übersehens von Rißbildungen insbesondere im Hinterhornbereich.

1975 konnten Cox und Mitarbeiter feststellen, daß bei Hunden der Gelenkknorpel nach partieller Meniscektomie 3-10 Monate postoperativ normal bis leicht geschädigt war, nach totaler Meniscektomie aber milde bis schwere Gelenkveränderungen aufwies [19]. Auch die Beobachtung, daß das Auftreten arthrotischer Veränderungen abhängig vom Ausmaß der Meniskusresektion sowie dem präoperativem Knorpelbefund ist, spricht für die sparsame Resektion eines verletzten Meniskus [59].

Weitere Vorteile der partiellen Meniscektomie sind geringere postoperative Nachblutung und Operationstraumen sowie die schnellere Rehabilitation [121].

Metcalf publizierte 1996 folgende Richtlinien zur arthroskopischen partiellen Meniskusresektion bei Meniskusläsionen [70]:

1. Alle mobilen Meniskusfragmente sollten entfernt werden.
2. Die verbleibende Meniskuskante sollte geglättet werden, um weitere Rißmöglichkeiten bei Konturunregelmäßigkeiten vorzubeugen.
3. Vollständige Glättung ist unnötig, da eine physiologische Glättung in 6-9 Monaten spontan erfolgt.
4. Mit dem Tasthäkchen sollte wiederholt die Mobilität des verbleibenden Meniskus getestet werden.
5. Der meniskokapsuläre Übergang sollte geschont werden, da er besonders wichtig für die lastübertragenden Eigenschaften des Menisken ist.

6. Bei der partiellen Meniskektomie sollten manuelle und motorisierte Instrumente ergänzend verwendet werden.
7. Bei unklaren Verhältnissen sollte lieber mehr als zu wenig Meniskusrand belassen werden, um der subtotalen Resektion vorzubeugen.

Diese Richtlinien sollen helfen bei nicht reparaturfähigen Rissen so viel gesunden Meniskus wie möglich zu erhalten.

Vorteile der Arthroskopie im Vergleich zur Arthrotomie

Mit Einführung der arthroskopischen Meniskusoperation durch Watanabe 1962 verdrängte die geschlossene die offene Operationstechnik zunehmend [116]. In Nordamerika wurde die arthroskopische Technik durch O'Connor und Jackson weiterentwickelt [80], in Europa verfeinerten Dandy und Gillquist die arthroskopischen Instrumentarien [20; 31].

Die Arthroskopie bietet gegenüber der offenen chirurgischen Technik einige Vorteile. Dandy und Tregonning zeigen eine deutlich kürzere Rehabilitationszeit der Arthroskopie im Vergleich zur Arthrotomie [20;111]. Prietto et al. beobachteten eine weniger stark ausgeprägte Muskelatrophie und Bewegungseinschränkung nach arthroskopischer Meniskusoperation und Lysholm beschrieb eine äußerst geringe Traumatisierung (intakter Kapsel-Band-Apparat) [66;83a]. Als weitere Vorteile werden eine kürzere stationäre Verweildauer mit verkürzter Arbeits- und Sportunfähigkeit festgestellt. Desweiteren zeichnet sich die minimal-invasiv Operationstechnik durch eine deutlich reduzierte postoperative Schmerzphase im Rahmen der geringeren Gewebetraumatisierung aus.

Prozentuale Angaben der verschiedenen Komplikationen sind aufgrund von stark gestreuten Werten in der Literatur kaum möglich. Als häufigste

Komplikation nach einer arthroskopischen Operation werden jedoch Infektionen und kurzzeitige Nervenläsionen, insbesondere des sensiblen R. infrapatellaris nervi sapheni [34], in einstelligem Prozentzahlbereich angegeben. Eine weitere seltene Komplikation nach arthroskopischer Technik ist ein Hämarthros oder eine Thromboembolie [104].

Zusammenfassend besteht zunehmend die Ansicht, daß die arthroskopische Technik eindeutige Vorteile gegenüber der Arthrotomie besitzt [120].

Während die Frühresultate der arthroskopisch operierten Kniegelenkes bessere Ergebnisse als nach offener Operation aufweisen [121], fällt der Vergleich nach Auswertung von Langzeitergebnissen allerdings weniger offensichtlich aus. Einige Autoren wie Wirth beschreiben identische Resultate [122], andere wie Altenburger sehen nur geringe Unterschiede [4].

Meniskusnaht

Die Refixation einer Meniskusläsion ist heute bei geeigneter Rupturform die Methode der Wahl [61;102;113]. Eine Teilentfernung von Meniskusgewebe ist nur bei nicht-refixierbaren Läsionen indiziert.

Die Entscheidung zur Refixation einer Meniskusläsion wird intraoperativ durch den Operateur getroffen. Beurteilt werden dabei die Lokalisation, die Ausdehnung, der Typ und die Stabilität des Risses [61].

Die Stabilität des Kniegelenkes infolge von Kombinationsverletzungen des Kapsel-Band-Apparates sowie Patientenfaktoren, wie das Alter und die Akzeptanz des Patienten zur postoperativen Aktivitätsmodifikation, beeinflussen ebenfalls die Entscheidung Refixation versus partieller Resektion.

Die besten Ergebnisse nach Meniskusrefixation zeigen periphere longitudinale Läsionen, die innerhalb von 0-3mm vom meniskosynovialen Übergang

lokalisiert sind. (Rot-rote Zone) [21].

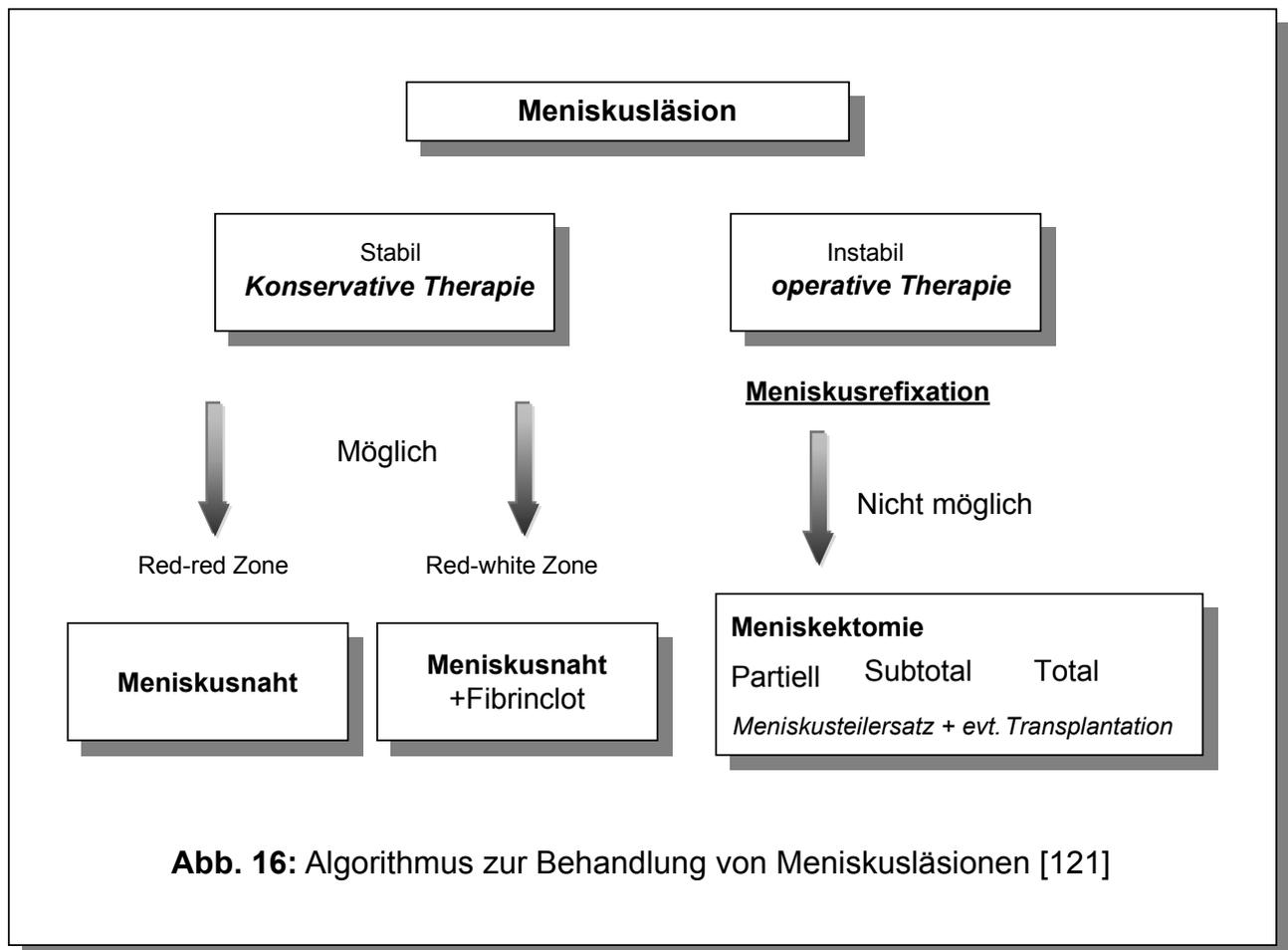
Nach offener und arthroskopischer Meniskusrefixation dieser Läsionen werden gute Frühresultate von 80-90% beschrieben [22;37]. Nach 5 Jahren zeigte DeHaven eine Erfolgsrate refixierter Longitudinalrisse in der rot-roten Zone von 89% und 10 Jahren postoperativ lag ein stabiler Meniskus noch bei 79% der Patienten vor [22].

Bei jungen Patienten, bei denen der Meniskus noch besser vaskularisiert ist und bei denen eine Teilentfernung von Meniskusgewebe aufgrund von Alter und höherer Aktivität zu ausgeprägteren frühzeitigen Arthroseentwicklung führen kann, sollte auch eine longitudinale Läsion in der rot-weißen Zone (4-6 mm vom meniskosynovialen Übergang) refixiert werden [61;121].

Die Entwicklung von verschiedenen operativen Techniken, wie zusätzliche Gefäßzugangswege, synoviale Abrasion sowie das Einbringen von exogenen Fibrinclots, sollen die Heilung stimulieren und beschleunigen, so daß auch Läsionen in der rot-weißen Zone zur Einheilung gebracht werden können [92]. Henning et al. berichten über eine gesteigerte Heilungstendenz bei isolierten Meniskusrissen in Verbindung mit der Fibrin-Clot Technik [42]. Seine Erfolgsrate bei refixierten Menisken steigerte sich mit Einbringen eines Fibringerinnsels von 59% auf 92%.

Neben der Anregung der synovialen Zelleinwanderung wird auch die direkte Beschleunigung der Heilung über Wachstumsfaktoren und Fibrin auf die ortsansässigen Chondrozyten diskutiert [118]. Tierversuche und klinische Nachuntersuchungen bestätigen dieses Therapiekonzept [92;28].

Andere Rissformen wie Lappenrisse, Komplex-, Radiär- und Horizontalrisse werden meist nicht refixiert, da das dort gebildete Narbengewebe nur eingeschränkt belastbar ist und der Meniskus deswegen häufiger rerupturiert [16].



Ein wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Einheilung der Meniskusrefixation ist das stabile Kniegelenk. Zahlreiche Studien zeigen bei stabilem Kniegelenk bessere Ergebnisse der Meniskusnaht [22;23;47;52;74].

Artmann und Wirth demonstrierten bereits 1974, daß eine Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes zu einer Desintegration der Roll-, Gleitbewegung führt [8]. Bei Fehlen des vorderen Kreuzbandes (VKB) können insbesondere anteriore Subluxationstendenzen der Tibia den Meniskus verstärkt strapazieren. Der mediale Meniskus ist dabei aufgrund seiner ligamentären Verbindungen weniger mobil und so verletzungsgefährdeter.

Die Inzidenz von Meniskusläsionen steigt beim chronisch vorderen Kreuzband insuffizienten Kniegelenk. In einer Studie von Morgan et al. traten alle 12 Rerupturen des refixierten Menisken bei instabilen Knieverhältnissen auf [74].

Meniskusläsionen im VKB-insuffizienten Kniegelenk sind häufig komplex und zeigen degenerative Eigenschaften des Meniskusgewebe und eignen sich nicht für eine Refixation [25].

Bei kombinierter VKB-Verletzung wird deshalb die Meniskusrefixation bei geeigneter Rupturform mit gleichzeitig frühzeitiger VKB-Plastik empfohlen [25;61].

Operationstechnik

Bei der arthroskopischen Operationstechnik unterscheidet man nachfolgende Basisnähte:

1. Inside-out Technik:

Henning et al. entwickelte 1980 diese Technik, die auch heute noch die meist verwendete Nahtform darstellt [121]. Dabei werden Fäden mit doppelt-armierter Nadel unter arthroskopischer Sicht durch das Meniskusgewebe blind von innen nach außen durchgeführt. Durch eine Inzision über dem verletzten Meniskus kann dieser bis zur Kapsel frei präpariert werden und schließlich die Nahtenden unter direkter Visualisation über der Kapsel geknotet werden.

Dabei werden multiple Nähte ober- und unterhalb der Läsion gesetzt.

Nahtmaterial ist entweder resorbierbarer oder nicht-resorbierbarer Faden der Stärke 2-0.

Die am meisten gefährdeten Strukturen bei der Inside-out Technik des medialen Menisken sind die Äste des N. saphenous [61]. Verletzungen dieser Äste können zu persistierenden lokalem Sensibilitätsverlust oder zu Schmerzen durch Bildung eines Neuroms führen. Selten sind Verletzungen der Poplitealgefäße.

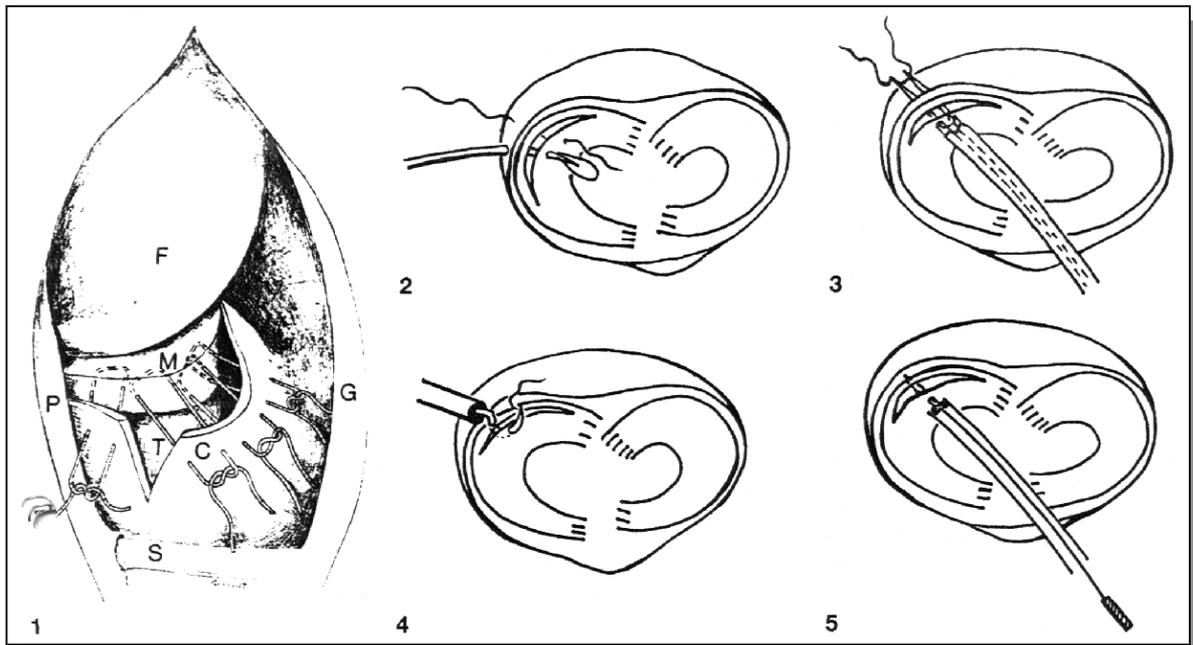


Abb. 17 [69]: Operationstechniken

1 Offene Meniskusnaht; 2 Outside-in-Technik; 3 Inside-out-Technik; 4 All-in-Methode nach Morgan; 5 All-in-Methode mit resorbierbaren Tacks nach Albrecht-Olsen

2. Outside-in Technik:

Bei der Outside-in Technik wird die Nadel von außen nach innen durchstoßen und die Fäden anschließend mit der Hand geknüpft. Neurovaskuläre Komplikationen sind selten, der postoperative Verlauf kann jedoch durch Einknüpfen von Gewebeanteile in die Naht beeinträchtigt werden. Weit posteriore Risse im Hinterhorn sind mit dieser Technik schwerer zu versorgen.

3. All-in Technik:

Die All-inside Technik ist nur bei peripheren Rissen des Meniskushinterhorns anwendbar. Bei dieser Technik ist nur ein arthroskopischer Zugang nötig, die Nähte werden dabei unter arthroskopischer Nahttechnik über der Meniskusrißstelle fixiert [33].

Andere Refixationsverfahren sind die kombinierte offen-arthroskopische Technik, bei der innen liegende Rißanteile durch die inside-out oder die outside-in Technik behoben, während der äußere Anteil über einen offenen Zugang angegangen wird.

Eine neuartigere Technik ist die nahtlose Meniskusrefixation [34]. Dabei werden die Meniskusrisse im Hinterhornbereich in Form der all-inside Technik über einen arthroskopischen Zugang mit „Anchors“ oder „Arrows“ fixiert. Initiale klinische Studien zeigen äquivalente Wirksamkeit zu den Nahttechniken, ob die „Anchors“ die konventionelle Methode langfristig ablösen kann, bleibt Gegenstand weiterer Studien [3].

NACHBEHANDLUNG

Die postoperative Rehabilitation in der von uns durchgeführten Studie erfolgte nach einem standardisierten physiotherapeutischen Behandlungsregim (s. Anhang; Abb. 23). Dabei war in der ersten postoperativen Woche nach Meniskusrefixation Teilbelastung an Unterarmgehstützen sowie isometrisches Muskeltraining in Streckstellung ohne Belastung erlaubt. Ab der zweiten postoperativen Woche wurde die aktive Bewegung bis 90/0/0 freigegeben, der Patient sollte sein Bein in Streckung voll belasten und in einem geschlossenen System Muskelaufbau betreiben. Ab der 4. Woche war eine aktive Beugung bis 120 Grad erlaubt und schließlich ab der 7. postoperativen Woche die Limitierung der Bewegung aufgehoben. Uneingeschränkte sportliche Aktivität wurde ab der 16. Woche postoperativ freigegeben.

Nach partieller Meniskusresektion wurde die Vollbelastung des Kniegelenkes direkt postoperativ erlaubt, spezielle Übungen dem Patienten empfohlen und diese individuell nach Schwellung und Schmerzen dosiert.

Nachbehandlungsschemen stellen Leitlinien zur Rehabilitation dar, die den individuellen Gegebenheiten der unterschiedlichen Patienten angepaßt werden sollten. So erfolgt die Nachbehandlung eines jungen sportlichen Patienten aggressiver als die eines älteren, ängstlichen und untrainierten Patienten. Reizzustände wie Schwellung und Schmerzen werden als Warnsignale verstanden und das Niveau der Nachbehandlung, insbesondere die Physiotherapie, daran angepaßt.

Es gibt derzeit kein einheitlich akzeptiertes Schema für die Nachbehandlung einer Meniskusrefixation [32].

Einige Autoren empfehlen eine postoperative Immobilisation für einen Zeitraum von bis zu 8 Wochen [46]. Diese Immobilisation wird zumeist in voller Extension durchgeführt. Die Empfehlung der Ruhigstellung des Kniegelenkes

in Extension basiert auf der Beobachtung, daß das Meniskushinterhorn sich in Flexion von der Kapsel entfernt, was unerwünscht ist [74].

Wiederum andere Autoren befürworten eine limitierte frühzeitige Bewegung [16]. Kontrovers wird auch die Vollbelastung des Kniegelenkes beurteilt. Ob das Kniegelenk postoperativ vollständig entlastet werden soll, eine frühzeitige Teilbelastung oder eine sofortige Vollbelastung stattfinden soll, bleibt unklar. Befürworter der frühzeitigen Belastung sehen eine Parallele zur Frakturheilung, die durch funktionalen Streß beschleunigt wird [10].

Eingeschränkter Bewegungsumfang, eine Teilbelastung für mehrere Wochen oder auch eine vollständige Immobilisation des Beines sowie langfristige Restriktionen sportlicher Betätigungen mindern die Attraktivität der Meniskusrefixation für den Patienten, der einem längeren stationären Aufenthalt mit Arbeits- und Sportausfall entgegenseht.

Aufgrund fehlender Beweise für die Effektivität der restriktiven Nachbehandlung entwickelt sich eine zunehmende Tendenz für unlimitierte frühfunktionelle Konzepte zur Rehabilitation nach Meniskusrefixation.

Die von Barber 1997 veröffentlichte Studie, in der er eine 92%ige Heilungsrate von Meniskusrefixationen drei Jahre postoperativ bei aggressiver Nachbehandlung, bei der eine sofortige unlimitierte Belastung, der volle Bewegungsumfang sowie intensive Übungen mit keiner Einschränkung für Pivotsportarten erlaubt war, stützen die frühfunktionelle Nachbehandlung nach Meniskusrefixation [10].

Prospektive Studien mit großen Fallzahlen wären wünschenswert, um definitive Empfehlungen aussprechen zu können und einen größeren Konsens in der postoperativen Nachbehandlung von Meniskusrefixationen zu ermöglichen [32].

GONARTHROSE

Die Osteoarthrose ist eine degenerative Gelenkerkrankung resultierend aus der Zerstörung des Gelenkknorpels mit nachfolgendem Knochenumbau und Kapselfibrose [84]. Pathophysiologisch besteht bei der Arthrosis deformans ein Mißverhältnis zwischen Belastung und Belastungsfähigkeit des Gelenkes.

Die primäre Osteoarthrose entwickelt sich bei präexistenter Minderbelastung des Knorpelgewebes aus ungeklärter Ursache.

Sekundäre Arthrosen entstehen durch punktuelle Spitzenbelastungen des Knorpels infolge früherer Traumata mit Störung der Gelenkmechanik. Auch kongenitale Gelenkdeformitäten, Infektionen und metabolische Stoffwechselstörungen können Ursache sekundärer Arthrosen sein.

Die Arthrosis deformans am Kniegelenk wird als Gonarthrose bezeichnet. Achsenfehlstellungen (Varus,- Valgusfehlstellung) haben einen großen Anteil bei der Entstehung derselbigen. Aufgrund der veränderten Belastungsachse resultiert eine vermehrte Druckübertragung im medialen bzw. im lateralen Kniegelenkskompartiment. Auch Instabilitäten infolge traumatisch bedingter Läsionen im Kapsel-Band-Apparat sowie der Menisken sind häufig und bedingen Fehlbelastungen im Sinne präarthrotischer Deformitäten.

Pathophysiologisch läuft die Arthrose in vier morphologischen Stadien ab [79]:

1. Zu Beginn der Erkrankung (Stadium 1) kommt es zur Aufrauhung und Ausdünnung des Gelenkknorpels durch Aufbrechen des Kollagennetzwerkes.
2. Im 2. Stadium bilden sich Knorpelfissuren und -ulzerationen.
3. Dadurch kommt es zur Proliferation der restlichen Chondrozyten und des Bindegewebes, so daß der hyaline Knorpel im 3. Stadium durch minderwertigen Ersatzknorpel (=Faserknorpel) und Granulationsgewebe ersetzt wird.

Durch den Knorpelschaden entstehen Schub- und Scherkräfte, die zu

belastungsabhängigen Umbauvorgängen am Knochen mit Bildung von Pseudozysten (aus nekrotischen Knorpel-, Knochengewebe) und Ausbildung von wulstartigen Knochenvorsprüngen (Exophyten, Osteophyten) führen.

4. Im letzten Stadium (Stadium 4) kommt es schließlich zum Knochenabschliff mit Abflachung der Knochenplatte und Verschmälerung des Gelenkspaltes.

Klinisch wird im ersten Stadium über belastungsabhängige diffuse Schmerzen geklagt [79]. Diese Schmerzen können im Gelenkraum lokalisiert sein, oder aber als reflektorische Muskelverspannungen verspürt werden. Diese Muskelverspannung dient der Schonung des Gelenkes und wird häufig als primärer Muskelschmerz verkannt. Im zweiten Stadium der Arthrose kommt es zum Bewegungsschmerz, der typisch als morgendliche Steifigkeit und als sogenannter Anlaufschmerz beschrieben wird. Ein dumpfbohrender Ruheschmerz folgt im dritten und schließlich im letzten Stadium die Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit, die zu Bewegungs- und Aktivitätsreduktion führt. Ursächlich für die Gelenkeinstellung ist zum einen die zunehmende Deformität der Gelenkkörper und zum anderen die reflektorisch funktionellen Kontraktionen der umgebenden Weichteile [84].

Die Diagnose der Gonarthrose ist häufig nicht eindeutig, so daß neben der Anamnese und der Klinik das Röntgenbild in der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung einen hohen Stellenwert hat. (s. Kapitel Diagnostik; bildgebende Verfahren)

Die Behandlung der Gonarthrose erfolgt individuell. Alter, Begleiterkrankungen, berufliche und sportliche Aktivitäten sowie lokale Entzündungszeichen bestimmen die Intensität der Therapie [84]. Grundsätzlich ist die Therapie symptomatisch und umfaßt medikamentöse und nicht-medikamentöse Behandlungsverfahren.

Analgetika und Antiphlogistika bilden die Grundlage der Pharmakotherapie. Nicht-steroidale Antiphlogistika (NSAR) mindern den Gelenkschmerz und

hemmen zusätzlich entzündliche Begleitsymptome. Hochselektive COX 2 Hemmstoffe stellen eine Alternative mit reduzierten gastrointestinalen Nebenwirkungen zu NSAR dar.

Nicht-medikamentöse Behandlungsmaßnahmen sind Reduktion von Körpergewicht, Benutzung eines Stockes und Tragen von geeignetem Schuhwerk. Bandagen können eine Gelenkkompression und Wärmewirkung am Kniegelenk erzeugen, die subjektiv vom Patienten als schmerzlindernd empfunden werden können. Eine gelenkführende bzw. gelenkentlastende Wirkung besitzen sie jedoch nicht. Physiotherapie ist eine weitere wichtige symptomatische Behandlung. Ziel der Physiotherapie und des regelmäßigen Trainings ist die Muskelkräftigung und Verbesserung der Beweglichkeit, muskuläre Dysbalancen und Weichteilverkürzungen können so entgegengewirkt werden.

Chirurgisch bestehen verschiedene Interventionsmaßnahmen die bei therapieresistenten symptomatischen Kniegelenkes angewandt werden: Bei der arthroskopischen Gelenklavage soll durch Spülung und Entfernung von Enzymen und Knochenabrieben, der irritative Effekt dieser Substanz auf die Synovialis reduziert werden. Auch das arthroskopische Debridement mit Entfernung von Osteophyten, Knorpelfragmenten und Meniskusläsionen kann symptombefreiend sein [50]. Einseitig degenerativ veränderte Kniegelenkskompartimente bei Varus- oder Valgusfehlstellung können durch eine Umstellungsosteotomie, die eine frühzeitige Entlastung des betroffenen Kompartiments bewirkt, therapiert werden.

Bei schwerer symptomatischer therapieresistenter Gonarthrose bleibt schließlich nur die Totalendoprothese als Therapieoption.

Wichtig ist jedoch zu erkennen, daß eine Gonarthrose nicht lebensbedrohlich ist, aber die Lebensqualität erheblich senken kann und deshalb präarthrotische Deformitäten, angeboren oder erworben, frühzeitig operativ behandelt werden sollten.

Die Prävention der degenerativen Gelenkserkrankung ist die einzige kausale Therapie der Gonarthrose.

Radiologische Bewertung der Arthrose nach Menishektomie

In der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung von Gonarthrosen hat die Röntgenaufnahme einen hohen Stellenwert und ist derzeit das wichtigste Follow-up Kriterium [84].

Voraussetzung für eine möglichst hohe Reproduzierbarkeit radiologischer Befunde ist eine standardisierte Aufnahmetechnik. Zur validen Beurteilung des Kniegelenkes muß eine Aufnahme in anterior-posteriorem und seitlichem Strahlengang durchgeführt werden. Die belastete Aufnahme im Stehen und 30° Beugung (Aufnahme nach Rosenberg) ermöglicht eine verbesserte Einschätzung von Art und Ausmaß degenerativer Veränderungen in den relevanten Gelenkabschnitten.

Typische radiologische Zeichen der Arthrose sind die Gelenkverschmälerung, Sklerose und Verdichtung der subchondralen Spongiosa, Geröllzysten, Osteophyten sowie Gelenkdeformitäten und Ankylose.

Fairbank beschrieb als erster Arthroseraten von 67% bei guten klinischen Ergebnissen nach totaler medialer Menishektomie [26]. In seiner 1948 veröffentlichten Studie untersuchte er 107 Kniegelenke in einem Zeitraum von drei Monaten bis vierzehn Jahren nach Menishektomie. Er verglich präoperative Röntgenaufnahmen mit den im Nachuntersuchungszeitraum angefertigten Röntgenbildern und stellte fest, daß rund 67% aller medial Menishektomierten und gut die Hälfte aller lateral menishektomierten Patienten arthrotische Veränderungen aufwiesen.

Seine Befunde teilte er in folgende Schweregrade ein:

- 0 : keine arthrotischen Veränderungen
- 1 : Formation einer anterior-posterioren Knochenausziehung von der Femurkondylkante über der alten Meniskusstelle hinunterziehend
- 2 : Generalisierte Abflachung der entsprechenden Femurkondylenoberfläche

3 : Gelenkspaltverschmälerung der entsprechenden Seite, teilweise mit einer Weitung des kontralateralen Kniekompartiments

Tabelle 8: Häufigkeit radiologischer Veränderungen nach totaler Meniscektomie nach Fairbank [26].

	Anzahl	0	1	2	3
Med. Meniscektomie	80	33%	43%	32%	18%
Lat. Meniscektomie	27	50%	7%	40%	17%

Diese von ihm aufgestellte radiologische Klassifikation zur Arthrosebeurteilung nach Meniscektomie, wird auch heute noch als Bewertungsgrundlage von Meniskusfolgetraumen verwendet.

ZIELSETZUNG

Ziel der rekonstruktiven arthroseprotektiven Chirurgie des Kniegelenkes ist eine möglichst vollständige Erhaltung sowie Wiederherstellung von intakten, biomechanisch wirksamen Meniskusgewebe.

Mit dem Wissen, daß die frühzeitige Arthroseentwicklung im Kniegelenk nach Meniscektomie direkt proportional zum Ausmaß der Meniskusentfernung ist, erfolgt heute bei nicht refixierbaren Läsionen die sparsame Entfernung von geschädigtem Meniskusgewebe, im Sinne einer partiellen Meniscektomie [19;26;56;59].

Dabei zeigt sich, daß nach partieller Meniscektomie wesentlich weniger Folgeschäden nachweisbar sind, als nach subtotaler oder totaler Meniscektomie [90].

Die vorliegende retrospektive Untersuchung überprüft die mittel- und langfristigen Ergebnisse nach partieller Meniscektomie sowie nach Meniskusrefixation medialer Menisken im stabilen Kniegelenk.

Ziel der Arbeit ist der direkte Vergleich der postoperativ erzielten Ergebnisse nach arthroskopischer Meniskusrefixation und nach partieller Meniskusresektion.

Es soll geklärt werden, ob die aufwendigere postoperative Nachbehandlung und der größere operative Aufwand einer Meniskusnaht gerechtfertigt ist.

Von besonderem Interesse ist hierbei die nativradiologische Verlaufskontrolle unter Berücksichtigung der Kriterien für eine etwaig auftretende Früharthrose im betroffenen Kniegelenkskompartiment.

Dahingehend wird das betroffene Kniegelenk mit Hilfe des Fairbank-Scores im Verlauf beurteilt. Klinisch erfolgt die Bewertung unter Berücksichtigung von subjektiver Zufriedenheit und wieder erreichter sportlicher Aktivität. Dazu

werden der Tegner- und der Lysholm-Score verwendet.

Unter der Annahme, daß ältere Patienten einen höheren präoperativen Arthrosegrad aufweisen, wird eine Gruppe mit Patienten über 30 Jahren getrennt betrachtet und verglichen.

MATERIAL UND METHODE

Patientengut

Die vorliegende retrospektive Studie untersucht 81 Patienten, die im Zeitraum von 1986-98 an der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim in Frankfurt am Main arthroskopisch am Innenmeniskus (IM) operiert wurden. Bei 42 Patienten erfolgte therapeutisch die Naht des rupturierten Menisken, wohingegen bei 39 Patienten der geschädigte Meniskus partiell reserziert werden mußte.

Meniskusrefixation

Die folgenden Angaben beziehen sich auf 42 Patienten, die alle eine asymptotische Meniskusnaht des medialen Meniskus im Kapsel-Band suffizienten Kniegelenk aufwiesen.

Die 42 Patienten wurden anhand des Nachuntersuchungszeitraumes (NUZ) in eine Gruppe mit einem mittelfristigen NUZ von 2-5 Jahren (16 Pat.) und eine Gruppe mit einem langfristigen NUZ von über 5 Jahren (26 Pat.) eingeteilt. Unter der Annahme, daß ältere Patienten (n=17) einen höheren präoperativen Arthrosegrad aufweisen, wurde eine Gruppe mit Patienten über 30 Jahren (≥ 30 J.) getrennt betrachtet und verglichen.

Das Durchschnittsalter der 42 Patienten zum Operationszeitpunkt betrug 31,2 Jahre. Der jüngste Patient war 13 Jahre alt, der älteste 58 Jahre.

Der Nachuntersuchungszeitraum (NUZ) aller Patienten lag durchschnittlich bei 6,6 Jahren, mit einer Spanne von 2-15 Jahren.

26 der 42 Patienten waren Männer und 16 Frauen. 25 mal war das rechte und 17 mal das linke Kniegelenk betroffen.

Das durchschnittliche präoperative Aktivitätslevel nach Tegner lag bei 6, der präoperative Arthrosegrad nach Fairbank bei 0,3 Punkten.

Kein Patient hatte eine beidseitige Knieverletzung oder frühere Knieoperationen. Eine gleichzeitige Refixation von Innen- und Außenmeniskus kam nicht vor.

Bei allen refixierten Meniskusläsionen handelte es sich um periphere longitudinale Risse in der rot-roten Zone. Zwei Patienten zeigten einen Korbhenkelriß.

Die Menisken wurden in der Inside-out Technik in arthroskopischer Methode mit resorbierbarem Nahtmaterial der Stärke PDS 2-0 versorgt. Multiple Nähte wurden in obiger standardisierter Technik superior und inferior der Meniskusläsion platziert, die Enden unter direkter Visualisation über der Kapsel von außen geknotet. Der Eingriff erfolgte in Blutleere bei 10-20° flektiertem Kniegelenk, teilweise unter Valgus- oder Varusstress.

Die postoperative Rehabilitation erfolgte nach einem standardisierten physiotherapeutischen Behandlungsregim. In den ersten vier Wochen postoperativ erhielten die Patienten dabei eine Gips-Hinterschiene in voller Streckung. Ab der 2. postoperativen Woche war die Vollbelastung des Beines in Streckung erlaubt, ab der 7. Woche die Limitierung der Flexion vollständig aufgehoben und ab der 16. Woche die uneingeschränkte sportliche Aktivität erlaubt.

Muskeltraining, als isometrische Übungen oder im geschlossenen System, wurden individuell nach Belastbarkeit ausgeübt.

Tab. 9	Gruppencharakteristika		
	Refixationsgruppe (n= 42)	Resektionsgruppe (n= 39)	<i>p</i>
	<i>Mittelwert (SD)</i>	<i>Mittelwert (SD)</i>	
Alter [Jahre]	31,3 (11,5)	33,7 (10,5)	0,48
NUZ [Jahre]	6,6 (3,3)	6,4 (3,5)	0,6
Präop. Aktivitätslevel [Tegner]	5,8 (1,5)	6 (1,5)	1
Präop. Arthrosegrad [Fairbank]	0,3 (0,5)	0,4 (0,5)	0,69
	<i>n</i>	<i>n</i>	
Weiblich	16	12	0,31
Männlich	26	27	0,54
Rechtes Kniegelenk	25	24	0,56
Linkes Kniegelenk	17	15	0,48

Partielle Meniskektomie

Als Vergleichskollektiv zur ausgewählten Refixationsgruppe werden Patienten mit partieller Meniskektomie, die im Zeitraum von 1984 bis 1998 an der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim in Frankfurt am Main operiert wurden, ausgewählt.

Insgesamt waren 39 Patienten korrelierbar. Alle 39 Patienten zeigten negative Meniskuszeichen in einem vorderen Kreuzband suffizienten Kniegelenk. Die Patienten wurden wie zuvor die Refixationspatienten anhand ihres Beobachtungszeitraums in einen mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum von 2-5 Jahren (n= 19 Patienten) und einen langfristigen Nachuntersuchungszeitraum von über 5 Jahren (n= 20 Patienten) eingeteilt. Eine weitere Unterteilung in ältere (>=30J) und jüngere Patienten erfolgte ebenfalls.

Die 39 Patienten waren durchschnittlich 33,7 Jahre zum Operationszeitpunkt alt. (16-53 Jahre) Der Nachuntersuchungszeitraum lag durchschnittlich bei 6,4 Jahren mit einer Spanne von 2-14 Jahren.

27 der 39 Patienten waren Männer, 12 Frauen. 15 mal war das linke Kniegelenk und 24 mal das rechte Kniegelenk betroffen.

Das durchschnittliche präoperative Aktivitätslevel nach Tegner lag bei 6, der präoperative Arthrosegrad nach Fairbank bei 0,4 Punkten. Bei 31 der Patienten führte eine Sportverletzung zu der Meniskusruptur. Häufigste Sportart war dabei Fußball, nachfolgend von Handball und Skifahren. Andere Ursachen für die Meniskusruptur waren Verletzungen im Alltag und Haushalt (n= 6). 2 mal war kein adäquates Trauma rememberlich.

Frühere Operationen am Kniegelenk, beidseitige Knieverletzungen oder eine gleichzeitige partielle Resektion des medialen und lateralen Menisken kam nicht vor. Kein Patient hatte Begleitverletzungen am Kapsel-Band-Apparat des Kniegelenkes.

Alle partiellen Meniskusresektionen wurden in arthroskopischer Technik operiert. Longitudinalläsionen in der rot-weißen Zone lagen 39 mal vor, davon 4 Korbhenkel- und 2 Lappenrisse.

Ein spezielle postoperative Rehabilitation wurde nicht durchgeführt. Sofortige postoperative Vollbelastung war erlaubt. Spezielle Übungen dem Patienten empfohlen und die Belastung individuell nach Schwellung und Schmerzen dosiert.

Ausschlußkriterien

31 Patienten mußten aus der Studie ausgeschlossen werden.(s. Tabelle)

Die Gründe für den Ausschluß waren eine erworbene oder angeborene präarthrotische Deformität, die eine Langzeitbeurteilung der degenerativen Veränderungen nach Meniskusrefixation verfälscht hätten.

Solche präarthrotischen Deformitäten waren habituelle Patellaluxationen (n=3), eine Tibiakopffraktur (n= 1), Verletzungen des Kapsel-Band-Apparates mit resultierenden Kniegelenkinstabilitäten und frühere Knieoperationen (n=11) sowie eine schwere präoperative Arthrose (n=1).

Kein Patient hatte eine beidseitige Knieverletzung oder eine gleichzeitige Refixation des Innen- und Außenmenisken.

Bei 6 Patienten (n=6) kam es zur Reruptur des refixierten Meniskus mit nachfolgend erneuter Refixation (n=2) sowie partieller Resektion (n=4). (s. Komplikationen)

Patienten (n=7), die innerhalb der letzten 24 Monate postoperativ nachuntersucht wurden, sind aufgrund des kurzen Intervalls, ebenfalls nicht berücksichtigt in dieser Studie.

Tab. 10	Ausschlußkriterien
	<u>Patienten (n=31)</u>
Nachuntersuchungszeitraum < 2Jahre	7
Patellaluxation	2
Tibiakopffraktur	1
schwere präoperative Arthrose	2
Rerupturen des Meniskus	6
Instabiles Kniegelenk	11

UNTERSUCHUNG

Datenerhebung

Zusammen mit dem Anfragebogen auf einen Nachuntersuchungstermin in der Klinik wurde ein Fragebogen versandt, der Fragen zum Unfall, dem Aktivitätsniveau, der Nachbehandlung und der aktuellen Kniegelenksfunktion klären sollte.

Der Fragebogen (s. Anhang; Abb. 25) war folgendermaßen aufgeteilt:

1. **Unfall**beschreibung, –zeitpunkt, diagnostischem Intervall, betroffenes Kniegelenk
2. **Aktivitäts**beschreibung, vor und nach der Verletzung, Sportarten, berufliche Belastung
3. **Subjektive Beurteilung der Kniegelenksfunktion** (u.a. Schmerzen, Instabilitäten, Blockierungen, Entzündungszeichen, Bewegungseinschränkungen)
4. **Nachbehandlung und weiterer Verlauf** (Reoperationen, Punktionen, Rückkehr zur sportlichen Aktivität, subjektive Beurteilung des Nachuntersuchungsschema, Zufriedenheit)

Weitere Informationen zur Unfallsanamnese, der Operation und des Operationsbefundes sowie des Nachbehandlungsschemas konnten der archivierten Patientenakte entnommen werden.

Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung gliederte sich in folgende Bereiche:

1. Inspektion (seitenvergleichend, Gangbild, Beinlänge, Varus- und Valgusfehlstellungen, allgemeine Bandlaxizität, Entzündungszeichen)
2. Palpation (Überprüfung des Muskeltonus, Umfangmessung des Ober- und Unterschenkels, Schwellung- und Ergußbeurteilung, Bewegungsumfangmessung, Druckschmerzpunkte, Narbenempfindlichkeit, Sensibilitätsstörungen)
3. Beurteilung des femoropatellaren Gleitlagers (Fründtest, Facettendruckschmerz, Mobilität, Krepitationen)
4. Beurteilung der Seitenbänder (Valgus- und Varusstresstests)
5. Beurteilung der Kreuzbänder (Lachmantest, Endpunkt Beurteilung, Vordere Schublade in Neutralrotation, in Außenrotations- und Innenrotationsstellung, hintere Schublade, Pivot Shift Test, Reversed Pivot Test)
6. Beurteilung der Menisken (Steinmann I, II, Payr Zeichen, Mc Murray, Apley-Grinding Test)
7. Einbeinfunktionstest

Röntgenologische Befunde

Während der Nachuntersuchung wurde zur Beurteilung des Arthrosegrades eine Röntgenaufnahme, nach erfolgter Aufklärung des Patienten mit dessen Einwilligung, des betroffenen und des nicht-verletzten Kniegelenkes in zwei Ebenen (a.-p., seitlich) in 30° Stellung im Stehen angefertigt. Die Aufnahmen wurden mit den präoperativen Röntgenaufnahmen verglichen und nach dem Fairbank Score bewertet.

KNIEGELENKSBEWERTUNGSSCORES

Die Verwendung von Bewertungssystemen erfolgt zur besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Behandlungsmethoden. Eine Vielzahl von Symptomen und nicht einzelne Parameter (Ausnahme IKDC) bestimmen das Scoreergebnis. Zahlreiche Bewertungssysteme zur Evaluation von Verletzungen der Kniegelenksstrukturen sind in der Literatur beschrieben. Es wurden folgende Scores zur Auswertung aus nachfolgenden Gründen verwendet:

- IKDC Score
- Lysholm Score
- Tegner Aktivitätsskala
- Fairbank Score

Alle 81 Patienten wurden klinisch beurteilt und nach den obengenannten Scores evaluiert.

Der **IKDC Score** ist ein von internationalen Experten der Kniegelenkschirurgie entworfenes Bewertungssystem (International Knee Documentation Committee). Er eignet sich zur Dokumentation von prä- und postoperativen Kontrollen und späterer Nachuntersuchungen. Er besteht aus einem Dokumentationsteil, in dem Patienten-, Unfall-, Aktivitäts- und Operationsdaten notiert werden sowie aus einem Qualifikationsteil. Der Qualifikationsteil setzt sich aus vier evaluierbaren und aus vier nicht-evaluierbaren Parametern zusammen.

Die nicht-evaluierten Parameter werden dokumentiert, tragen aber nicht zum Endergebnis bei.

Die evaluierbaren Parameter werden mit „normal“, „fast normal“ und „abnormal“ in ihren Gruppen bewertet und das Endergebnis durch das

schlechteste Gruppenergebnis bestimmt. Dabei sollen die klinischen Befunde immer mit der Gegenseite korreliert werden. Ist auch die Gegenseite erkrankt, werden die Befunde im Vergleich zu den angenommenen Normalwerten notiert.

Hintergrund dieser Auswertungsmethode ist die Ansicht, daß nicht-quantifizierbaren Parametern (z.B. Kniegelenksstabilität, Schmerzen) keine numerischen Werte beigemessen werden können und daher der Versuch zu einer gewissen Willkürlichkeit führt.

Ein Kniegelenk, das in einer Gruppierung mit einer „fast normal“ oder einem „abnormal“ bewertet wird, soll im Endergebnis nicht zu einem „normal“ gelangen können.

Die klinische Untersuchung beinhaltet keinen Meniskustest, wird jedoch in vielen Studien zur Beurteilung der operativen Meniskustherapie verwendet, da ein nicht funktionstüchtiger Meniskus die Kniegelenksstabilität erheblich beeinflussen kann.

Alle Patienten dieser Studie hatten stabile Kniegelenke und erreichten alle gute bis sehr gute Ergebnisse im IKDC Score. Eine Listung im Ergebnisteil entfällt, da die Bewertung nicht zur Beantwortung der Studienfrage beiträgt.

Lysholm-Score (s. Anhang; Abb. 24): In dem von Lysholm und Gillquist 1982 vorgestellten numerischen Score wird das intakte Kniegelenk mit 100 Punkten bewertet [58]. Die Beurteilung des operierten Kniegelenkes erfolgt in den Abstufungen sehr gut (95-100 Punkte) , gut (94 –84 Punkte), befriedigend (83-65 Punkte) und schlecht (<65 Punkte).

Bewertet werden beim Lysholm Score spezifische Symptome, wie Schmerzen, Schwellneigung sowie Einschränkungen bei sportlichen Aktivitäten und im Alltagsleben.

Ursprünglich wurde der Lysholm-Score zur Evaluation von vorderen Kreuzbandläsionen konzipiert. Vergleichende Studien haben aber ergeben, daß er sensitiver und aussagekräftiger für Meniskusläsionen ist [11].

Nachteilig ist, das Schonverhalten des Patienten zu guten Ergebnissen im Lysholm Score führen kann. Um Fehlbeurteilungen zu vermeiden, ist eine Korrelation des Lysholm Scores mit der Tegner Aktivitätsskala nötig [122].

Tegner Aktivitätsskala (s. Anhang; Tab. 21): Die von Tegner und Lysholm 1985 publizierte Aktivitätsskala gliedert Arbeit und Sport im jeweilig ausgeübten Niveau innerhalb von 10 Punkten. Ein Berufsfußballspieler erhält die höchste Stufe (10 Punkte), während in die niedrigste Stufe (0 Punkte) ein Patient, der aufgrund des schlechten Zustandes seines Kniegelenkes bettlägerig ist, eingeteilt wird. Ein Vorteil dieses Scores liegt in einem schnellen Vergleich des prä- und postoperativen Aktivitätsniveaus.

Zur Bewertung der radiologischen Arthrose wurde der **Fairbank-Score** verwendet (s. Kapitel; Gonarthrose). Prä- und postoperative Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes und Aufnahmen des unverletzten kontralateralen Kniegelenkes wurden verglichen und evaluiert.

BIOMETRISCHE METHODEN

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte in Kooperation mit der Abteilung für Biomathematik des Zentrums der medizinischen Informatik des Klinikums der J.W. Goethe Universität Frankfurt am Main.

Zur Analyse der etwaig bestehenden Gruppenunterschieden erfolgte die Durchführung des nicht-parametrischen Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test).

Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test dient dem Vergleich von zwei Gruppen bei Vorliegen von wenigstens ordinalskalierten Merkmalen [1].

Die Nullhypothese lautet dabei: „Es besteht kein Unterschied in Bezug auf die Arthroseentwicklung im betroffenen Kniegelenk nach erfolgter Meniskusnaht oder partieller Meniskusresektion.“

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurden ordinale Scores verwendet (Tegner, Lysholm, Fairbank) und die Ergebnisse der Refixationspatienten mit den Ergebnissen der Resektionspatienten verglichen.

Die geprüfte Größe wird auch U oder Z genannt und der Moses Konfidenzintervall zur Beurteilung des Ergebnisses herangezogen.

Um eine Aussage über die Signifikanz des Ergebnisses zu machen, muß $p < \alpha$ ($\alpha = 1 - P$) sein ($\alpha = 0,05$ oder $0,01$ oder $0,001$). Nimmt α einen dieser Werte an, dann ist das Ergebnis signifikant und ein Zufallsergebnis weitgehend ausgeschlossen.

Eine 100% Sicherheit für die Ablehnung oder Annahme der Nullhypothese besteht jedoch nicht: Bei $p=0,95$ kann die Nullhypothese zu 95% bewiesen werden, bei $p=0,001$ zu 99,9% abgelehnt werden.

Bei Vorliegen von Nominaldaten wurde der Chi-Quadrat-Vierfeldertafeltest,

als Fisher Test, bestimmt. Er dient vorwiegend dem Vergleich zweier Gruppen.

Zum Vergleich von Scorewerten vor und nach der Therapie wurde der Wilcoxon-matched-pairs-Test verwandt. Pro Merkmalsträger werden zwei Werte bestimmt und deren Paardifferenz ausgewertet.

Alle statistischen Ergebnisse werden im Ergebnisteil aufgeführt und später diskutiert.

ERGEBNISSE

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der 81 Patienten vorgestellt, die im Zeitraum von 1984-96 arthroskopisch am Innenmeniskus operiert wurden. Die Aufteilung des Gesamtkollektivs (n=81) erfolgt in zwei Studiengruppen: Studiengruppe I (n=42) umfaßt alle Patienten bei welchen der geschädigte Meniskus wieder genäht werden konnte und Studiengruppe II (n=39) diejenigen Patienten bei welchen operativ der geschädigte Meniskus nicht genäht werden konnte und teilentfernt werden mußte.

Es erfolgt der direkte Vergleich der postoperativ erzielten Ergebnisse der Studiengruppe I mit der Studiengruppe II.

Zur Beurteilung von Kurz- und Langzeitergebnissen erfolgte zusätzlich innerhalb der Studiengruppen eine Unterteilung anhand des Nachuntersuchungszeitraum (NUZ). Als mittelfristiger NUZ (NUZ I) wird dabei das Intervall von 2-5 Jahren postoperativ und als langfristiger NUZ (NUZ II) ein Zeitraum von mehr als 5 Jahren postoperativ festgelegt.

Tab.11		<u>Studiengruppe I</u>	<u>Studiengruppe II</u>
		Refixationspat. [n]	Resektionspat. [n]
NUZ I	(2-5 J.)	16	19
NUZ II	(>5J.)	26	20
Alle		42	39

Themen:

Ergebnisse der Patienten nach NUZ I

Ergebnisse der Patienten nach NUZ II

Einfluß des Alter auf den Erfolg der Therapie

Ergebnisse der isolierten Meniskusnaht und der partiellen Meniskektomie nach einem mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum

Vorge stellt werden die Ergebnisse der Patienten der Studiengruppe I (Refixationsgruppe; n=16) sowie die Ergebnisse der Patienten der Studiengruppe II (Resektionsgruppe; n=19) nach 2-5 Jahren postoperativ (=NUZ I). Anhand des Lysholm, Tegner und Fairbank Score werden die Resultate evaluiert und miteinander verglichen.

Alle Patienten zeigten stabile Knieverhältnisse, die initialen Gruppencharakteristika der beiden Studiengruppen, wie u.a. Alter, Nachuntersuchungsintervall und sportliches Aktivitätslevel, waren nicht signifikant unterschiedlich.

Klinische Beurteilung nach Lysholm und Tegner

Die 16 Patienten der Studiengruppe I konnten nach durchschnittlich 3,4 Jahren zu 93,8% ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau wieder aufnehmen. Der Tegner Score lag bei ihnen vor der Meniskusverletzung bei 6,2 und im NUZ fast unverändert bei 6,1 Punkten.

Die 19 Patienten der Studiengruppe II erlangten ihr Tegner-Aktivitätslevel nach durchschnittlich 3,4 Jahren zu 90% wieder. Der Tegner Score vor der Verletzung lag dabei bei ihnen bei 5,7 Punkten und im NUZ bei 5,6 Punkten. Die statistische Auswertung nach dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test als auch nach dem Wilcoxon-matched-pairs-Test ergaben keine Signifikanz sowohl im Verlauf der jeweiligen Gruppen als auch im Vergleich der beiden Patientengruppen (Korrelationskoeffizient = $p < 0,1-0,44$).

Die Evaluation des Lysholm Scores zeigte sowohl bei der Studiengruppe I mit 92,8 Punkten wie auch bei der Studiengruppe II mit 91,5 Punkten gute

Ergebnisse (Standardabweichung = SD: 6,4-6,9).

Tab. 12		Ergebnisse der klinischen Scores im NUZ I			
		<u>Tegner Score</u>			<u>Lysholm</u>
		Mittelwert (SD [+/-])		Korrelations- koeffizient (p)	Mittelwert (SD [+/-])
		präop.	postop.	präop./ postop	
Studiengruppe I	(Refix.)	6,2 (1,3)	6,1 (1,2)	0,1	92,8 (6,4)
Studiengruppe II	(Resekt.)	5,7 (1,4)	5,6 (1,3)	0,2	91,5 (6,9)

Radiologische Beurteilung nach Fairbank

Die radiologische Auswertung nach Fairbank konnte nur geringe, nicht signifikante arthrotische Veränderungen im Kniegelenk im Verlauf bei beiden Studiengruppen im NUZ I feststellen (p 0,7-0,9; Studiengruppe I zu II = p I zu II = 0,4).

Der Mittelwert des präoperativen Fairbank Score lag bei der Studiengruppe I bei 0,5 Punkten und war im NUZ unverändert. Bei der Studiengruppe II zeigte ein Patient eine progrediente Degeneration im Röntgenbild. Der Mittelwert des Fairbank Score stieg in dieser Gruppe von 0,5 Punkten präoperativ auf 0,9 postoperativ an (p=0,7).

Tab. 13		Arthrosebewertung nach Fairbank im NUZ I			
		<u>Fairbank Score</u>			
		Mittelwert (SD[+/-])			p I zu II
		präop.	postop.	p	
Studiengruppe I		0,5 (0,5)	0,5 (0,5)	0,9	0,4
Studiengruppe II		0,5 (0,5)	0,9 (0,5)	0,7	

Ergebnisse der isolierten Meniskusnaht und der partiellen Meniskektomie nach einem langfristigen NUZ (NUZ II)

Vorgelegt werden die Ergebnisse der Studiengruppe I (Refixationspatienten, n=26) und die Ergebnisse der Studiengruppe II (Resektionspatienten, n=20) nach über 5 Jahren postoperativ (= NUZ II; Intervall von 6-15 Jahre). Der durchschnittliche NUZ lag bei der Gruppe I bei 8,6 Jahren (Standardabweichung = SD 2,6) und in der Gruppe der Gruppe II bei 9,2 Jahren (SD 2,5).

Anhand des Lysholm, Tegner und Fairbank Score werden die Resultate evaluiert und miteinander verglichen.

Klinische Ergebnisse nach Lysholm und Tegner

Die 26 Patienten der Studiengruppe I erreichten nach durchschnittlich 8,6 Jahren zu 96,2 % ihr ursprünglicher Tegneraktivitätslevel wieder. Der Mittelwert des Tegner Scores lag in dieser Gruppe präoperativ bei 5,5 Punkte und im NUZ II unverändert bei 5,5. Ein Patient mußte in dieser Gruppe seine sportliche Aktivität aufgrund von belastungsabhängigen Schmerzen vermindern. (p=0,57)

In der Studiengruppe II (n=20) lag der Mittelwert des Tegner Scores bei 6,3 Punkten. Im NUZ II nach durchschnittlich 9,2 Jahren reduzierte sich dieser Mittelwert auf 5,3 Punkte. Insgesamt verminderten 10 von 20 Patienten in der Gruppe II ihre sportliche Aktivität (=50%).

Hauptgründe für diese Sparteinschränkung waren belastungsabhängige Schmerzen und eine reduzierte Kniegelenksfunktion.

Die Evaluation des postoperativ erzielten Leistungsniveau anhand des erzielten Tegner Aktivitätslevel zeigte bei dem direkten Vergleich zwischen der

Gruppe I und der Gruppe II ein signifikant schlechteres Abschneiden der Patienten der Gruppe II ($p=0,0003$).

Die Evaluation nach dem Lysholm Score ergab einen guten Mittelwert in der Studiengruppe I mit 91,5 Punkten. Die Patienten der Studiengruppe II erlangten durchschnittlich 88,4 Punkte und bewerteten ihr Kniegelenk nach reduzierter Sportaktivität ebenfalls mit gut. (Gruppe I zu Gruppe II: $p=0,1$)

		Tegner Score			Lysholm
		Mittelwert (SD [+/-])		Korrelations- koeffizient (p)	Mittelwert (SD [+/-])
		präop.	postop.	präop./ postop	
Studiengruppe I	(Refix.)	5,5 (1,5)	5,5 (1,5)	0.57	91,5 (8,8)
Studiengruppe II	(Resekt.)	6,3 (1,5)	5.3 (0,9)	0.005	88,4 (9,1)

Radiologische Beurteilung nach Fairbank

Die radiologische Auswertung nach Fairbank ergab, daß morphologisch, radiologisch erfassbare, degenerative Veränderungen nach Meniskusteilresektion vermehrt beobachtet werden konnten. Die Patienten der Studiengruppe II wiesen in 60% (12 von 20) eine Verschlechterung nach Fairbank im NUZ auf. Der Mittelwert des Fairbank Score erhöhte sich dabei von 0,55 präoperativ auf 1,15 postoperativ ($p=0,01$). Bei den Patienten der Studiengruppe I konnte bei 19% (5 von 26) eine Progression der arthrotischen Zeichen im Röntgenbild festgestellt werden. Der präoperative Mittelwert des

Fairbank Score lag bei diesen Patienten bei 0,3 und der postoperative Score bei 0,5 Punkten ($p=0,11$).

Im direkten Vergleich der postoperativen radiologischen Arthroseentwicklung nach Fairbank zeigte sich eine statistisch signifikante Verschlechterung der Patienten der Studiengruppe II gegenüber den Patienten der Studiengruppe I ($p=0,001$).

	Fairbank Score			p I zu II
	<i>Mittelwert (SD[+/-])</i>			
	präop.	postop.	p	
Studiengruppe I	0,3 (0,5)	0,5 (0,5)	0,11	0,001
Studiengruppe II	0,55 (0,4)	1,15 (0,6)	0,01	

Statistische Überprüfung des Einflusses des Patientenalters auf den Erfolg der Meniskusrefixation sowie der partiellen Meniskektomie im jeweiligen Nachbeobachtungszeitraum

Zur Überprüfung der Einflußnahme des Patientenalters auf das Ergebnis der Meniskustherapie, erfolgte die Aufteilung im jeweiligen NUZ (mittelfristig zu langfristig = NUZ I zu NUZ II) sowohl in der Refixations- (Studiengruppe I) als auch der partiellen Meniskektomiegruppe (Studiengruppe II), in zwei Patientenkollektive. Die Gruppe a bildeten die jüngeren Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation jünger als 30 Jahre alt waren. Die Gruppe b wird von den Patienten gebildet, die zum Zeitpunkt der Operation 30 Jahre und älter gewesen sind:

Unter Berücksichtigung des Alters im NUZ I bzw. NUZ II wurde nachfolgende Gruppeneinteilung durchgeführt:

Tab. 16	Studiengruppe I [n]		Studiengruppe II [n]	
	< 30 Jahre (a)	>= 30 Jahre (b)	< 30 Jahre (a)	>= 30 Jahre (b)
NUZ I (2-5 J)	9	7	8	11
NUZ II (>5J.)	16	10	12	8

Mittelfristige Ergebnisse (NUZ I) unter Berücksichtigung des Patientenalters

Klinische Ergebnisse nach Lysholm und Tegner

Im NUZ I fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den jüngeren und den älteren Patienten.

Die jüngeren Patienten der Studiengruppe I waren durchschnittlich 23 Jahre (SD 5,7) alt und erreichten fast vollständig ihren ursprünglichen Tegnerlevel von 7 Punkten (SD 0,8) nach einem NUZ von 3,6 Jahren wieder (89%).

Die jüngeren Patienten der Studiengruppe II waren durchschnittlich 23,5 Jahre (SD 4,9) alt und zeigten im NUZ von 3,4 Jahren einen Mittelwert im Tegner Score von 6,6 Punkten. Präoperativ lag der Mittelwert des Tegner Scores bei ihnen bei 6,9 Punkten (SD 0,9).

Die älteren Patienten der Studiengruppe I waren durchschnittlich 42 Jahre (SD 7,7) zum Operationszeitpunkt alt. Nach einem NUZ von durchschnittlich 3,3 Jahren war der Tegner Mittelwert bei ihnen mit 5,1 Punkten unverändert (SD 1,0). Bei den älteren Patienten der Studiengruppe II lag das durchschnittliche Alter bei der Operation bei 43 Jahren (SD 6,5). Nach durchschnittlich 3,4 Jahren war der Tegner Mittelwert bei ihnen (präoperativ 4,9 /postoperativ 4,8 Punkten; SD jeweils 1,0) nahezu unverändert.

Insgesamt läßt sich jedoch eine altersentsprechende Reduktion der sportlichen Aktivität präoperativ in den einzelnen Gruppen feststellen.

Die geringere präoperative sportliche Aktivität der jüngeren Patienten im Vergleich zu den älteren Patienten der Studiengruppe I ist mit $p=0,004$ signifikant. Bei der Studiengruppe II ist der Unterschied der präoperativen Aktivität zwischen den älteren und jüngeren Patienten mit $p=0,001$ noch eindeutiger.

Gruppen	Ia	Ib	p (Ia zu Ib)	IIa	IIb	p (IIa zu IIb)
Tegner präop.	7	5,1	0,004	6,9	4,9	<0,001

Alle Patienten, sowohl der Studiengruppe I als auch aus der Gruppe II erreichten insgesamt gute Werte bei der klinischen Untersuchung und subjektiven Einstufung nach Lysholm (91-93 Punkte).

Radiologische Ergebnisse nach Fairbank

In der radiologischen Auswertung nach Fairbank traten sowohl in der jüngeren wie auch der älteren Patientengruppe I und II keine signifikante Progression der Degenerationszeichen auf. Auch der präoperative Arthrosegrad der älteren und jüngeren Patienten in den beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant

(p (Gruppe I)= 0,24; p (Gruppe II)= 0,18).

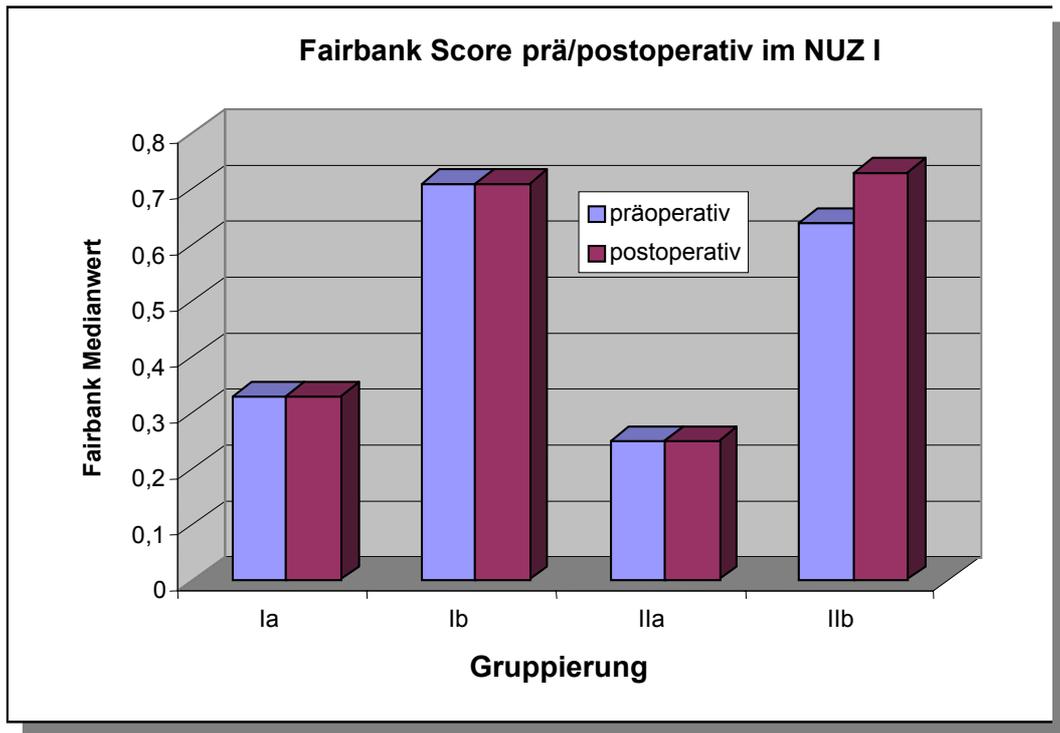


Abb. 18: Grafik der radiologischen Ergebnisse der Patienten im NUZ I (2-5 Jahre)
 (Ia: Refixationspatienten <30J. / Ib: Refixationspatienten >=30J. / IIa: Resektionspatienten <30J. / IIb: Resektionspatienten >=30J.)

Langfristigen Ergebnisse (NUZ II) unter Berücksichtigung des Patientenalters

Klinische Ergebnisse nach Lysholm und Tegner

Im langfristigen Nachuntersuchungszeitraum waren die jüngeren Patienten der Studiengruppe I durchschnittlich 23,5 Jahre alt (SD 4,2) und erlangten größtenteils ihr ursprüngliches Tegneraktivitätslevel (Ø5,9 zu Ø 5,8 Punkten) nach einem NUZ von 8,3 Jahren (6-12 Jahre; SD 2,4) zurück. Die jüngeren Patienten der Studiengruppe II waren durchschnittlich 23,8 Jahre alt (SD 3,3) und mußten ihre sportliche Aktivität von einem Tegner Mittelwert von 6,8

Punkten präoperativ auf einen postoperativen Wert von 5,6 Punkten verringern ($p=0,01$).

Der direkte Vergleich des postoperativ erzielten Aktivitätsniveau zeigte für die Patienten der Gruppe II eine signifikante Reduktion des sportlichen Leistungslevels im Vergleich zu den Patienten der Gruppe I ($p=0,001$).

Die älteren Patienten der Studiengruppe I waren durchschnittlich 43 Jahre (SD 7,8) alt und erreichten ihren präoperativen Tegner Mittelwert vollständig wieder (4,9 Punkte). Die älteren Patienten der Studiengruppe II waren durchschnittlich 41 Jahre (SD 5,5) alt. Der Tegner Mittelwert verringerte sich postoperativ bei ihnen im NUZ von 10 Jahren um 0,5 auf 4,9 Punkte. ($p=0,5$).

Gruppen	Ia	Ib	p (Ia zu Ib)	IIa	IIb	p (IIa zu IIb)
Tegner präop.	5,9	4,9	0,1	6,8	5,4	0,01

Gruppen	Ia	IIa	p (Ia zu IIa)	Ib	IIb	p (Ib zu IIb)
Tegnerverschlechterung	0,1	1,2	0,001	0	0,5	0,1

(Ia: Refixationspatienten <30J. / Ib: Refixationspatienten >=30J. / IIa: Resektionspatienten <30J. / IIb: Resektionspatienten >= 30 J.)

Im Lysholm Score erreichten ältere wie jüngere Patienten beider Studiengruppen gute Ergebnisse (86-90 Punkte).

Radiologische Ergebnisse nach Fairbank

Die radiologische Auswertung nach Fairbank zeigte im Hinblick auf das

Patientenalter bei 50% der jüngeren Patienten der Studiengruppe II degenerative Veränderungen im Kontrollröntgenbild. Patienten der selben Altersgruppe der Studiengruppe I hingegen weisen in der selben Altersgruppe nur zu 13% arthrotische Veränderungen auf ($p = 0,001$).

Bei den älteren Patienten der Studiengruppe I traten bei 20% der Patienten radiologische Degenerationszeichen nach Fairbank auf, bei den älteren Patienten der Gruppe II zeigten 63% der Patienten eine progressive Arthroseentwicklung. In dieser Gruppe stieg der Fairbank-Score von 0,6 präoperativ auf 1,4 im NUZ an ($p = 0,002$).

Der präoperative Arthrosegrad zwischen den älteren und jüngeren Patienten war dabei nicht signifikant unterschiedlich ($p = 0,1 - 0,15$).

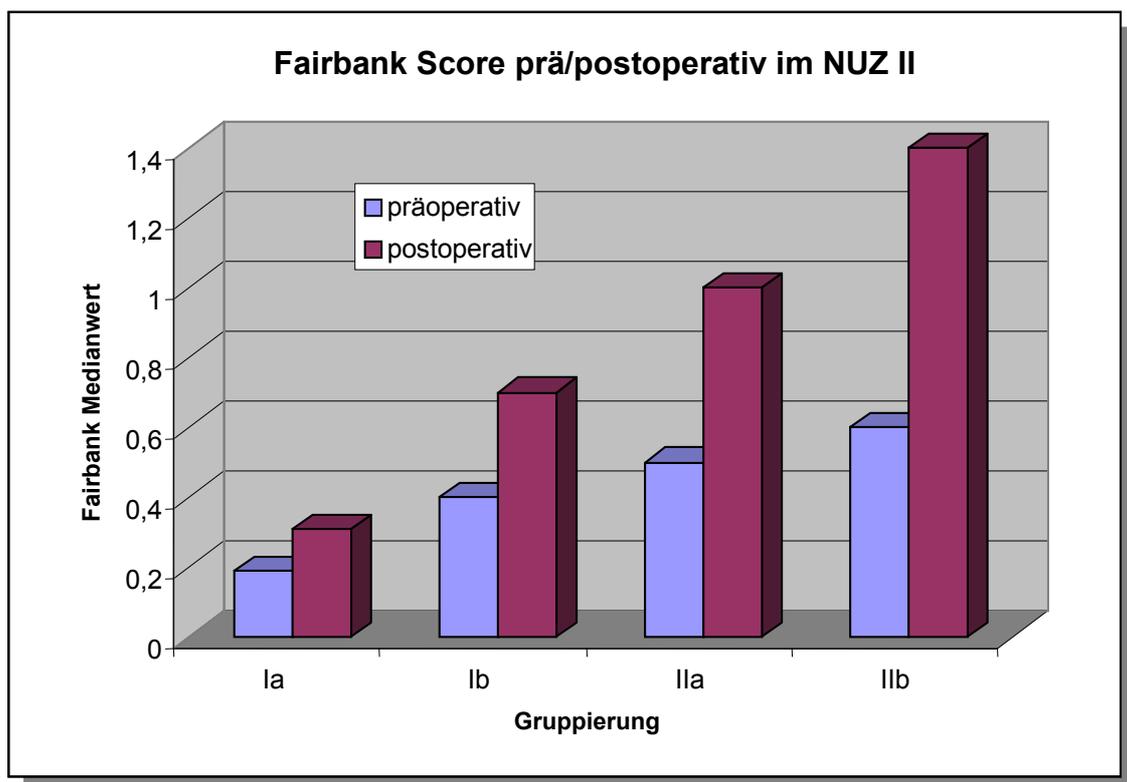


Abb. 19: Grafik der radiologischen Ergebnisse der Patienten im NUZ II (> 5 Jahre)
(Ia: Refixationspatienten <30J. / Ib: Refixationspatienten >=30J. / IIa: Resektionspatienten <30J. / IIb: Resektionspatienten >= 30 J.)

Komplikationen

In der Gruppe der Refixationspatienten kam es bei 6 Patienten (12%) nach durchschnittlich 13 Monaten zu einer Reruptur des fixierten Menisken.

Ursache war bei 2 Patienten ein Nicht-Verheilen der Naht und bei 4 Patienten ein erneutes Trauma. 2 mal konnte eine erneute Refixation erfolgen, 4 mal mußte der Meniskus teilreseziert werden.

Bei der klinischen Nachuntersuchung erzielten alle Patienten gute Ergebnisse.

In der Gruppe der Resektionspatienten erhielten 4 Patienten eine Revision des operierten Meniskus innerhalb der ersten 3 Jahre (10%). Zwei der Patienten zeigten einen erneuten Riß des belassenen restlichen Meniskus, bei den anderen zwei Patienten hatte eine unzureichende Erstresektion zur erneuten Symptomatik geführt.

4 weitere Patienten der Resektionsgruppe erlitten im Nachuntersuchungszeitraum ein erneutes Trauma des Gegenkniegelenkes. Persistierende Sensibilitätsstörungen des N. saphenous traten bei einem Patienten der Refixationsgruppe auf.

DISKUSSION

Partielle und totale Meniscektomie und ihre Folgen

Die Funktion der Menisken ist die Lastverteilung und Druckübertragung sowie die sekundäre Stabilisation im Kniegelenk.

Durch Kongruenzvermehrung zwischen Femur und Tibia vergrößern die Menisken die Kontaktfläche des Gelenkes und reduzieren somit den Gelenkdruck [63]. Die totale Entfernung der Menisci führt konsekutiv zu einer veränderten Gelenkmechanik mit resultierender Fehlbelastung der jeweils betroffenen Gelenkfläche sowie des Gelenkknorpels. Experimentelle Studien zeigen, daß die Menisken in aufrechter Position 30-55% der Last übertragen und nach totaler Meniscektomie die punktuelle Lastübertragung auf bis zu 235% ansteigen kann [9;85].

Auch die Kniegelenksstabilität wird durch die Menisci beeinflusst. Nach totaler Meniscektomie entsteht eine vergrößerte Translations- und Rotationsfreiheit des Tibiaplateaus [75].

Die Konsequenz einer vermehrten Instabilität und Druckbelastung im Kniegelenk nach Meniscektomie ist die frühzeitige Arthroseentwicklung. Fairbank war der erste, der 1948 auf resultierende Folgen der totalen Meniscektomie hinwies [26].

Nachfolgende Langzeitstudien bestätigen Fairbanks Ergebnisse und zeigen frühzeitig degenerative Kniegelenksveränderungen in der Höhe von 60-90% [19;39;89;96].

Als Folge der schlechten Ergebnisse nach totaler Meniscektomie entwickelte sich die menikuserhaltende Chirurgie.

Die partielle Meniscektomie ist die Entfernung von Meniskusgewebe im

Bereich der Läsion. Cox et al. zeigte 1975 in seiner experimentellen Studie, daß bei Hunden der Gelenkknorpel nach partieller Meniskektomie 3- 10 Monate postoperativ normal bis leicht geschädigt war, nach totaler Meniskektomie aber milde bis schwere Gelenksveränderungen aufwies [19]. Das Auftreten der arthrotischen Veränderungen zeigt sich dabei abhängig vom Ausmaß der Meniskusresektion [19;59].

Während die Folgen der totalen Meniskektomie ausreichend untersucht und dokumentiert worden sind, bleibt das Risiko des Patienten nach partieller Meniskektomie unklarer. Erste Kurzzeitstudien nach partieller Meniskusresektion waren vielversprechend mit bis zu 80% guten klinischen Ergebnissen [27;86]. Langzeituntersuchungen nach Meniskusteilresektion zeigten jedoch degenerative Veränderungen im operierten Kniegelenk von bis zu 50% [22].

Gonarthrose

Die Gonarthrose entsteht durch die Zerstörung des Gelenkknorpels bei einem Mißverhältnis von Belastung und Belastungsfähigkeit des Gelenkes [84].

Die Entfernung oder Teilentfernung der Menisken führt über eine vermehrte Belastung des Gelenkknorpels zur sekundären Arthroseentwicklung im Kniegelenk [9].

Pathophysiologisch läuft die Arthroseentwicklung in aufeinanderfolgenden Stadien ab, die radiologische und klinische Korrelate besitzen.

Im Röntgenbild können eine knöcherne Ausziehung über der Meniskektomiestelle, ein belastungsabhängiger Knochenumbau wie Osteophyten oder Pseudozysten sowie eine abgeflachte Femurkondyle und eine Verschmälerung des Gelenkspaltes sichtbar werden. Fairbank teilte die radiologischen Schweregrade der resultierenden degenerativen Gelenkveränderungen nach Meniskektomie in drei verschiedene Stadien bereits 1948 ein [26].

Wichtigstes klinisches Zeichen der Arthrose im Kniegelenk ist der Schmerz. Über belastungsabhängige diffuse Schmerzen führt die Knorpelzerstörung zu typischen Anlaufschmerzen, zum dumpfbohenden Ruheschmerz und schließlich zu Bewegungseinschränkungen und Kontrakturen der Weichteile. Dieser Funktionsverlust des Gelenkes und damit die objektivierbaren Befunde werden von den pathomorphologischen Veränderungen bestimmt. Die subjektiven Beschwerden gehen allerdings keineswegs mit dem röntgenologischen Bild parallel [79].

Eine Korrelation von klinischen und radiologischen Befunden ist häufig schwierig.

Studien nach partieller Meniskektomie zeigten häufig gute Ergebnisse von 86-91% trotz vorhandener radiologischer Degenerationszeichen von 38-67% [27;86;13;41].

Fauno und Nielsen stellten bei 53% der teilmeniskektomierten Kniegelenke 8 Jahre postoperativ osteoarthrotische Zeichen im Röntgenbild fest, während beim unbehandelten Kniegelenk die radiologischen Arthrosezeichen nur bei 27% lagen [27]. Ranger et al. beobachtete nach durchschnittlich 4 Jahren postoperativ bei 38% seiner Patienten und Bolano et al. sogar bei 67% seiner Patienten nach partieller medialer Meniskektomie randständige Osteophyten sowie eine Verschmälerung des Gelenkspaltes im Röntgenbild [86;13].

Die klinische Bewertung der Patienten war mit 86-91% dabei gut.

Diese Studien belegen, dass die partielle Meniskektomie die frühzeitige Arthroseentwicklung im Kniegelenk nicht verhindern kann, bestenfalls verzögern und auch noch nach 12 Jahren bei Patienten mit radiologischen Degenerationszeichen in großen Prozentzahlen zu asymptomatischen Kniegelenken führt [96].

Klinisch symptomatische Gonarthrosen können die Lebensqualität stark reduzieren.

Die medikamentöse Therapie der Schmerzen und das Muskeltraining können nur symptomlindernd sein. Chirurgische Interventionen, wie die Gelenklavage und schließlich der Gelenkersatz sind Endpunkte der Therapie [84].

Die allogene Meniskustransplantation, die in den letzten Jahren laut Literatur gute Ergebnisse bei geeigneter Anwendung erzielen konnte, ist in fortgeschrittenen Stadien der Gonarthrose nicht mehr indiziert, so daß auch heute noch die kausale Therapie der Gonarthrose die Prävention darstellt [61].

Meniskusrefixaton

Die besten Ergebnisse nach Meniskusrefixation zeigen periphere Longitudinalläsionen innerhalb der rot-roten Zone [21]. Einige Autoren erweitern die Indikation der Meniskusrefixation gerade bei jungen Patienten auf Longitudinalläsionen der Rot-weißen Zone [61;92]. Gerade bei jungen Patienten ist die Kombination von ausgedehnter Meniskusresektion bei hohem Aktivitätsniveau ein bedeutender Risikofaktor für die frühzeitige Arthroseentwicklung im Kniegelenk.

Verschiedene operative Techniken, wie u.a. das Einbringen von exogenem Fibrin, sollen die Heilung auch in der rot-weißen Zone stimulieren und beschleunigen [92]. Henning et al. berichtet über eine gesteigerte Heilungstendenz bei refixierten Menisken nach Einbringen eines Fibringerinnsels von 59% auf 92% [42].

Rissformen, wie komplexe-, transverse-, horizontale- und ausgedehnte Longitudinalrisse (Lappenrisse) eignen sich nicht für die Refixation, da nach Bildung von eingeschränkt belastbarem Narbengewebe hohe Rerupturraten bestehen [16].

Den arthroseprotektiven Effekt der Meniskusnaht zeigen radiologische Studien. Johnson et al. konnte bei nur 8% seiner Patienten nach Meniskusrefixation eine radiologische Veränderung im Röntgenbild 10 Jahre postoperativ feststellen [53]. De Haven beobachtete radiologische Zeichen bei 15% seiner meniskusrefixierten Patienten, bei Patienten mit partieller Meniskektomie lag die Prozentrate bei 57% [22].

Die verschiedenen Techniken der Meniskusnaht scheinen bei geeigneter Indikation in etwa gleich wirksam zu sein [94]. Die offene Naht zeigt im

Langzeitverlauf ähnliche Heilungstendenzen wie die arthroskopische Technik ist jedoch in der frühen postoperativen Phase der Arthroskopie deutlich unterlegen, die sich durch eine reduzierte Schmerzphase im Rahmen der geringeren Gewebetraumatisierung und somit einer schnelleren Rehabilitation auszeichnet [41;45;121].

Die Bedeutung intakten vorderen Kreuzbandes (VKB) auf den Erfolg der Meniskusrefixation

Entscheidend für den Erfolg der Meniskusrefixation ist das stabile Kniegelenk [22;23;47;52;74]. Die Insuffizienz des VKB führt zu anterioren Subluxationen der Tibia, die insbesondere das Hinterhorn des stark fixierten medialen Menisken, betreffen. In Tierexperimenten zeigte sich eine eindeutig bessere Heilungstendenz von Meniskusläsionen bei VKB suffizientem Kniegelenk. Sieben von acht Läsionen heilten bei belassenem VKB; während nur eine von acht Läsionen bei durchtrenntem VKB Heilungstendenzen aufwies [71]. In einer Studie von Morgan et al. waren alle Rerupturen nach Meniskusrefixation auf stabile Kniegelenkverhältnisse zurückzuführen [74]. Bei chronischer Instabilität des Kniegelenkes berichten Hart et al. und Indelicato et al. von Meniskusläsionen von 90% [38;48]. Diese Läsionen sind zumeist degenerative Komplexrisse und eignen sich nicht für eine Refixation. Diese Beobachtungen gewinnen insbesondere Bedeutung bei der Frage nach der Therapie von Meniskusrissen bei instabilen Kniegelenken. Viele Autoren empfehlen derzeit bei kombinierter VKB- und Meniskusläsion die gleichzeitige frühzeitige Rekonstruktion des VKB [61].

Eigene Ergebnisse

Ziel dieser Studie war der direkte Vergleich der Ergebnisse nach arthroskopischer Meniskusrefixation mit den Ergebnissen der arthroskopischen partiellen Meniskektomie im stabilen Kniegelenk. Schwerpunkt der Arbeit war dabei die Untersuchung einer frühzeitigen und längerfristigen Arthroseentwicklung nach durchgeführter Meniskusoperation im Kniegelenk im mittelfristigen Nachuntersuchungszeitraum (NUZ), von 2-5 Jahren, und im langfristigen NUZ von 6-14 Jahren. Patienten mit einem NUZ von unter 2 Jahren wurden nicht berücksichtigt, da bei Kurzzeituntersuchungen Komplikationen unterschätzt werden können und eine valide Auswertung unmöglich wird [34].

In der von uns durchgeführten Studie zeigten alle Patienten eine gute bis exzellente Kniegelenksfunktion (Lysholm-Score) bei nahezu unverändertem sportlichen Aktivitätsniveau (Tegner-Score) im mittleren Nachuntersuchungszeitraum. Auch bei der radiologischen Auswertung nach Fairbank konnte weder in der Refixationsgruppe noch in der partiellen Meniskektomiegruppe eine signifikante Progression der Degenerationszeichen im operierten Kniegelenk festgestellt werden. Beide Operationsmethoden erbrachten fast äquivalente Resultate, ein signifikanter Unterschied des Erfolges nach Meniskusrefixation im Vergleich zur partiellen Meniskektomie konnte somit im mittleren Nachuntersuchungszeitraum von uns nicht festgestellt werden.

In der Langzeituntersuchung, die in beiden Gruppen im Mittel fast 9 Jahre betrug, zeigte sich die Refixationsmethode der partiellen Meniskektomie eindeutig überlegen.

Während die Patienten der Refixationsgruppe weitestgehend unveränderte Werte im Tegner-Score erreichten, mußte die Hälfte der Patienten in der partiellen Meniskektomiegruppe ihre sportliche Aktivität reduzieren. Gute

Werte im Lysholm Score waren bei ihnen, nur nach verringertem Leistungsniveau zu bestimmen.

Diese guten Werte im Lysholm-Score sind durch Schonverhalten des Patienten durch Reduktion stärkerer Belastung erklärbar.

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, muß eine Korrelation zwischen Lysholm und Tegner Score vorgenommen werden [122]. Diese Korrelation relativiert die guten Ergebnisse der Resektionsgruppe in unserer Studie, von einer zufriedenstellenden Kniefunktion kann bei diesen Patienten nur nach Einschränkung der Kniebelastung gesprochen werden.

Die radiologische Auswertung nach Fairbank erbrachte bei den partiell menispektomierten Patienten eine Progression der Kniegelenksdegenerationszeichen von 60%. Bei der Gruppe der Refixationspatienten lag die Arthroseentwicklung im Langzeitverlauf bei 19% und somit signifikant niedriger als bei der Resektionsgruppe.

In der Literatur wird die postoperative Arthroseentwicklung nach partieller Meniskusresektion kontrovers beurteilt. Während viele Studien radiologische Degenerationszeichen von 38-67% bei guter klinisch subjektiver Bewertung (86-91%) durch den Patienten nach 4-8 Jahren postoperativ zeigen [13;27;41; 86], berichtet Burks et al. nur von minimalen degenerativen Veränderungen im Röntgenbild [15]. Er untersuchte Patienten mit isolierter partieller Meniskusresektion 15 Jahre postoperativ und fand gute klinische Ergebnisse von 88% bei meist unveränderten Röntgenbildern des operierten im Vergleich zum kontralateralen, unbehandeltem Kniegelenk. Zu Berücksichtigen ist das relativ hohe Durchschnittsalter von 36 Jahren zum Operationszeitpunkt in Burks Studie. Das hohe Alter seiner Patienten korrelierte mit einer abnehmenden Sportaktivität und verringerte somit das Risiko für die Patienten degenerative Veränderungen im Kniegelenk zu erleiden.

Unsere Ergebnisse zeigen nur eine minimale radiologische Arthroseprogression der partiell menispektomierten Patienten in einem Nachuntersuchungszeitraum von fast 4 Jahren. Nach durchschnittlich 9

Jahren hingegen ist bei 60% der Patienten eine Verschlechterung im Fairbank Score eingetreten. Diese Progression spricht gegen einen langzeitarthroseprotektiven Effekt der partiellen Meniskektomie und korreliert mit den Ergebnissen der meisten Studien. So fand auch De Haven 1995 bei 57% seiner partiell meniskektomierten Patienten bei stabilen Knieverhältnissen 10 Jahre postoperativ eine degenerative Veränderung im Röntgenbild [23]. Nach Meniskusrefixation lag die Inzidenz der frühzeitigen Arthrose bei ihm bei nur 15%.

Diese Ergebnisse verdeutlichen den günstigen Einfluß der Meniskusrefixation bei Verletzungen des medialen Meniskus im stabilem Kniegelenk, auf den subjektiven, klinischen und radiologischen Verlauf und unterstützen so die größtenteils akzeptierte Meinung, daß ein refixierter Meniskus zur langfristigen Arthroseprävention beiträgt.

Über sehr gute Langzeitergebnisse nach Meniskusrefixation berichtet auch Sommerlath und folgert daraus ebenso wie Villinger, daß bei kapselnahen Längsrissen die arthroskopische Meniskusnaht der partiellen Meniskektomie im Sinne einer Arthroseprävention vorgezogen werden sollte [102;113]. Sommerlath beschrieb in seiner 1991 veröffentlichten Studie gute Resultate im Lysholm Score (Ø 96) bei degenerativen radiologischen Zeichen von 25% 7 Jahre nach Meniskusrefixation. Nach partieller Meniskektomie erreichten die Patienten signifikant schlechtere Lysholm Werte (Ø 91) bei radiologischen Arthrosezeichen von 52%.

Auch Johnson et al. bewies den arthroseprotektiven Effekt der Meniskusnaht. Er publizierte 1999 eine Studie, die bei 92% der meniskusrefixierten Patienten nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 10 Jahren keine degenerativen Veränderungen im Röntgenbild nachweisen konnte [53]. Eine weitere Langzeituntersuchung veröffentlichte Rockborn 2000 [91]. Er beschrieb mittelfristige Ergebnisse nach fast 7 Jahren bei meniskektomierten und meniskusrefixierten Patienten und langfristige Ergebnisse nach fast 13 Jahren in der selben Patientenpopulation.

Nach 13 Jahren fand er bei 43% der Refixationspatienten und bei 50% der Resektionsgruppe arthrotische Zeichen im Röntgenbild.

Gelenkspaltverschmälerungen zeigten sich bei 10% der Patienten nach Refixation und bei 27% der Patienten nach Meniskusresektion. Alle Patienten konnten auch nach 13 Jahren postoperativ gute Werte im Lysholm Score erzielen, der Aktivitätslevel nach Tegner lag in der Refixationsgruppe allerdings deutlich höher.

Die Patienten der Meniskusrefixationsgruppe erreichten auch bessere Resultate im Langzeitverlauf, die Spätkomplikationsrate von 23% Rerupturen minderte aber die deutliche Überlegenheit der Naht gegenüber der Resektion in dieser Studie.

Mit einer frühzeitigen Arthroseentwicklung nach Meniskusrefixation von 19% bei gleichbleibend hoher Aktivität zeigte die Refixationsmethode in unserer Studie deutlich bessere Ergebnisse als nach partieller Meniskektomie.

Zusammenfassend kann so bestätigt werden, daß nach Meniskusrefixation bei geeigneter Rupturform im Langzeitverlauf deutlich geringere degenerative Veränderungen auftreten und sie somit der partiellen Resektion überlegen ist und trotz aufwendigerer Operation und Rehabilitation die Methode der Wahl sein sollte.

Reruptur

Die Rerupturrate bei durchgeführter Meniskusnaht lag in unserer Studie bei 12% innerhalb der ersten 13 postoperativen Monate. Spätkomplikationen an unserem Patientengut konnten nicht beobachtet werden.

Nach partieller Meniskektomie mußten innerhalb der ersten 3 Jahre 10% der Patienten reoperiert werden. Zwei der Patienten zeigten einen erneuten Riß des belassenen restlichen Meniskus, bei den anderen zwei Patienten hatte

eine unzureichende Erstresektion zur erneuten Symptomatik geführt.

Die Angaben über Rerupturen nach Meniskusrefixation in der Literatur sind unterschiedlich. Villinger beobachtete eine Rate von 14,8% nach fast 4 Jahren Nachbeobachtung [113]. Johnson et al. beschreibt eine Rerupturrate von 24% und Egli et al. sogar von 27%. Seine Patienten zeigten alle Frühkomplikationen und mußten innerhalb der ersten 6 Monate reoperiert werden [24;53].

Sommerlath fand Rerupturen bei 16% seiner meniskusrefixierten Patienten und bei 16% seiner partiell meniskektomierten Patienten [102]. Auch Rockborn berichtet über eine Komplikationsrate von 20% bei meniskektomierten Patienten nach 13 Jahren [91].

Eine Ablehnung der Meniskusrefixation erfolgt auch heute noch bei geeigneter Meniskusläsion aufgrund der Rerupturgefahr. Die Ergebnisse unserer und auch der anderen Studien belegen jedoch, daß die Komplikationsrate nach partieller Meniskektomie vergleichbar ist.

Komplikationen, wie Kniegelenksinfektionen, die tiefe Venenthrombose, postoperativer Kniebewegungseinschränkungen, Schmerzen und Hämarthros, sind mögliche Komplikationen der arthroskopischen Meniskus Chirurgie und können sowohl nach Meniskusrefixation als auch nach partieller Meniskektomie auftreten.

Spezifische Komplikationen der Meniskusrefixation sind das Nicht-Verheilen der Ruptur, sowie eine intraoperative Schädigung des N. saphenous bzw. des N. peroneus nach medialer bzw. lateraler Meniskusrefixation. Das Risiko der N. saphenous Schädigung nach arthroskopischer Refixation des medialen Meniskus beträgt etwa 1% [99a].

Nachbehandlung

Eine weitere Einschränkung der Akzeptanz der Meniskusrefixation durch den Patienten liegt in der relativ langen Nachbehandlungszeit. Die Motivation des Patienten einer verlängerten postoperativen Modifikation seines Aktivitätslevel ist gerade bei jungen aktiven Patienten gering [102;113].

Sommerlath fand, daß ein Drittel seiner refixierten Patienten sich retrospektiv gegen eine Meniskusnaht entschieden hätten, selbst mit dem Wissen über die bessere Langzeitprognose [102].

Sommerlaths Patienten mußten postoperativ eine Immobilisation in Gips ihres operierten Kniegelenks für 4 Wochen hinnehmen, erst in der 5. postoperativen Woche wurde langsam mit progressiver Bewegung, Belastung und dem Muskeltraining begonnen.

Es gibt derzeit kein einheitlich akzeptiertes Schema für die Nachbehandlung einer Meniskusrefixation [32].

Ob das Kniegelenk postoperativ vollständig entlastet werden soll, eine frühzeitige Teilbelastung oder eine sofortige Vollbelastung stattfinden soll, bleibt unklar.

Eingeschränkter Bewegungsumfang, eine Teilbelastung für mehrere Wochen oder auch eine vollständige Immobilisation des Beines sowie langfristige Restriktionen sportlicher Betätigungen mindern die Attraktivität der Meniskusrefixation für den Patienten, der einem längeren stationären Aufenthalt mit Arbeits- und Sportausfall entgegenseht.

Aufgrund fehlender Beweise für die Effektivität der restriktiven Nachbehandlung entwickelt sich eine zunehmende Tendenz für unlimitierte frühfunktionelle Konzepte zur Rehabilitation nach Meniskusrefixation.

Die von Barber 1997 veröffentlichte Studie, in der er eine 92%ige Heilungsrate von Meniskusrefixationen drei Jahre postoperativ bei aggressiver Nachbehandlung, bei der eine sofortige unlimitierte Belastung, der volle Bewegungsumfang sowie intensive Übungen mit keiner Einschränkung für

Sportarten erlaubt war, stützen die frühfunktionelle Nachbehandlung nach Meniskusrefixation [10].

Die aggressive verkürzte Rehabilitation in Barbers Studie führte zu keiner Beeinträchtigung im Heilungsverlauf der Meniskusrefixation.

Die Nachbehandlung der Meniskusrefixationspatienten unserer Studie war restriktiver. Nach anfänglicher Einschränkung der Bewegung und Belastung erfolgte die Aufhebung der Bewegungs- und Belastungslimitierung ab der 7. postoperativen Woche. Die uneingeschränkte sportliche Aktivität war erst nach 16. postoperativen Woche möglich. Die Akzeptanz der Aktivitätsmodifikation der Patienten war insbesondere bei den jüngeren aktiveren Patienten gering. Eine möglichst aggressivere Nachbehandlung mit schnellerer postoperativer Rehabilitation würde die Attraktivität der Meniskusnaht erhöhen und wäre bei gleichbleibendem Erfolg wünschenswert.

Prospektive Studien mit großen Fallzahlen sollten folgen, um definitive Empfehlungen aussprechen zu können und einen größeren Konsens in der postoperativen Nachbehandlung von Meniskusrefixationen zu bewirken [32].

Einfluß des Alters auf den Erfolg der Meniskusrefixation und den Erfolg der partiellen Meniskektomie

Unter der Annahme, daß ältere Patienten einen höheren präoperativen Arthrosegrad und eine abnehmende Knorpelqualität aufweisen, erfolgte in unserer Studie eine getrennte Evaluation der älteren Patienten (>30 Jahre zum Operationszeitpunkt) jeweils im mittel- und langfristigen Nachuntersuchungszeitraum (NUZ).

Im mittelfristigen NUZ konnte kein Unterschied des postoperativen Ergebnisses zwischen älteren und jüngeren Patienten von uns festgestellt werden. Einziger Unterschied war mit zunehmendem Alter eine signifikant

abnehmende sportliche Aktivität sowohl in der Gruppe der Refixationspatienten als auch in der Gruppe der meniskektomierten Patienten ($p=0,009/p=0,001$).

Im langfristigen NUZ erzielten alle Patienten gute Werte im Lysholm-Score. In der Gruppe der jüngeren Refixationspatienten konnten zudem fast alle Patienten ihr ursprüngliches Tegneraktivitätsniveau wieder erlangen. Die jüngeren partiell meniskektomierten Patienten hingegen reduzierten ihren Tegner-Wert im NUZ von präoperativen 6,8 auf 5,6 Punkte. Das Ergebnis der jüngeren Resektionspatienten war somit im Vergleich zu den jüngeren Refixationspatienten signifikant schlechter ($p=0,001$).

Die radiologische Auswertung nach Fairbank bei der Patientengruppen zeigte eine progressive arthrotische Entwicklung im Röntgenbild bei 13% der Refixationspatienten, bei den Resektionspatienten waren es 50% ($p=0,001$).

Bei den älteren Patienten unterschied sich das Ergebnis im Tegner-Score nicht zwischen der Refixations- und der Resektionsgruppe. Das präoperative Leistungsniveau der älteren Patienten war in beiden Gruppen niedriger als bei den jüngeren Patienten und konnte im Langzeitverlauf beibehalten werden.

Radiologische Degenerationszeichen nach Fairbank zeigten 20% der älteren Refixations- und 63% der älteren Resektionspatienten ($p=0,002$).

Als wichtigster Risikofaktor für Langzeitergebnisse nach Meniskusoperationen wird häufig die abnehmende Knorpelqualität bei älteren Patienten beschrieben [13;34; 58; 86; 90]. Rockborn fand, daß das Risiko für eine frühzeitige Arthroseentwicklung nach partieller Meniskektomie bei Patienten über 30 Jahren gegenüber den jüngeren Patienten um den Faktor 2,75 erhöht war [90].

Eine Erklärung dafür ist die abnehmende mechanische Eigenschaft von Knorpelgewebe mit zunehmender Alterung, die das Knorpelgewebe anfälliger für Schädigungen durch die gesteigerte Lastübertragung nach Meniskusresektion macht [9;58].

In unserer Studie zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der Ergebnisse nach partieller Menishektomie im Vergleich zu den Ergebnissen nach Meniskusrefixation bei den älteren Patienten. Die Meniskusrefixation zeigt somit auch bei höherem Patientenalter (>30 Jahre) eindeutig bessere Ergebnisse in Bezug auf den arthroseprotektiven Effekt.

Aber auch die jüngeren Patienten konnten von der Meniskusrefixation deutlich profitieren. In der Langzeitprognose nach partieller Menishektomie der jüngeren Patienten zeigten sich eindeutig häufiger radiologische Degenerationszeichen, die eine verminderte Belastung mit folgender Reduktion des sportlichen Leistungslevels zur Folge hatten.

Den Risikofaktor 2,75, den Rockborn in seiner Studie bestimmte, konnten wir jedoch nicht bestätigen [90]. Ursache dafür könnte das höhere Leistungsniveau der jüngeren Patienten gewesen sein. Mit zunehmendem Alter sank in unserer Studienpopulation das Aktivitätsniveau.

Ein weiterer Risikofaktor für eine frühzeitige Arthroseentwicklung im Kniegelenk ist jedoch auch die hohe Belastung des Kniegelenkes. Eine ausgeprägte Resektion von geschädigtem Meniskusgewebe in jungen Jahren bei unverändert hohem Leistungsniveau stellt einen bedeutenden Risikofaktor für das Auftreten einer frühzeitigen Arthroseentwicklung dar [61].

ZUSAMMENFASSUNG

Degenerative Veränderungen im Röntgenbild nach totaler Meniskektomie sind zahlreich beschrieben worden [19;26;39;89;106].

Aber auch nach der partiellen Meniskektomie wird über eine progressive Arthroseentwicklung berichtet [13;27;39;86].

In der vorliegenden retrospektiven Studie werden die Langzeitergebnisse der arthroskopischen Meniskusrefixation im Kniegelenk unter spezieller Betrachtung der frühzeitigen Arthroseentwicklung den Ergebnissen nach partieller Meniskusresektion gegenübergestellt.

Im Zeitraum von 1984-96 wurden 81 Patienten arthroskopisch am Innenmeniskus (IM) operiert. 42 Patienten erhielten eine Naht in Inside-out Technik, bei 39 Patienten, mit gleichen präoperativen Kriterien (Alter, Nachbeobachtungszeitraum, Arthrosegrad) wurde der IM partiell reserziert. Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum (NUZ) betrug 6,5 Jahre. 35 Patienten wurden mittelfristig in 3,4 J. (NUZ 2-5J.) und 46 Patienten längerfristig in 8,8 J. (NUZ >5J.) nachuntersucht. Aufgrund des zu erwartenden höheren präoperativen Arthrosegrades bei Pat. über 30J., wurden diese getrennt beurteilt. Alle Kniegelenke waren klinisch stabil. Die Evaluation erfolgte mit dem Lysholm, dem Tegner und dem Fairbank Score (Fb).

Die Analyse nach Fairbank zeigte, daß bei mittelfristigem NUZ bei allen Patienten nur geringe radiologische Veränderungen auftreten. Längerfristig sind arthrotische Erscheinungen im KG nach partieller Resektion eindeutig häufiger: 50% der Patienten < 30 J. und 63% der älteren Patienten (>=30 J.) zeigen eine Verschlechterung im Fb Score. Nach IM-Refixation traten degenerative Veränderungen bei 13% der Patienten < 30 J. und bei 20% der älteren Patienten (>=30 J.) auf. Ihr ursprüngliches Tegneraktivitätsniveau

erlangten im Langzeitverlauf 96,2% der Patienten der Refixationsgruppe und 50% der Patienten der Resektionsgruppe wieder. Im Lysholm Score erzielten die Patienten der Refixationsgruppe 91,5 Punkte, die Patienten der Resektionsgruppe 88,4 Punkte im NUZ.

Die Ergebnisse zeigen, daß nach Meniskusrefixation bei geeigneter Rupturform im Langzeitverlauf deutlich geringere degenerative Veränderungen auftreten und sie somit der partiellen Resektion überlegen ist und trotz aufwendigerer Operation und Rehabilitation die Methode der Wahl sein sollte.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Ackermann H (1995): Biometrie. Epsilon-Verlag Hochheim-Darmstadt
2. Aglietti P, Zaccherotti G, De Biase P, Taddei I (1994) A comparison between medial meniscus repair, partial meniscectomy, and normal meniscus in anterior cruciate ligament reconstructed knees. Clin. Ortho. 307: 165-73
3. Albrecht-Olsen P, Kristensen G; Burggaard P; Joergensen U; Toerholm C (1999): The arrow versus horizontal suture in arthroscopic meniscus repair: A prospective randomized study with arthroscopic evaluation. Knee Surg Sports traumatol Arthrosc 7: 268-273
4. Altenburger R, Heller G (1998) Langzeitergebnisse nach arthroskopischer und offener Operation einer isolierten traumatischen Meniskusläsion junger Erwachsener. Arthroskopie 11: 86-93
5. Annadale T (1885): An operation for displaced semilunar cartilage. Br J Surg. 1: 799
6. Arnoczky SP, Warren RF (1983) Microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. Am. J. Sports Med. 11: 131-41
7. Arnoczky S., Warren R. (1982): Mikrovascular of the human meniscus. Am J Sports Med 10: 90
8. Artmann M, Wirth CJ (1974) Untersuchung über den funktionsgerechten Verlauf der vorderen Kreuzband-Plastik. Z Orthop 112: 160-165
9. Baratz ME, Fu FH, Mengato R (1986) Meniscal tears: The effect of meniscectomy and repair on intra-articular contact areas and stress in the human knee. Am J Sports Med 14: 270-75
10. Barber FA, Click AD (1997) Meniscus repair rehabilitation with concurrent anterior cruciate reconstruction. Arthroscopy 13-4: 433-37
11. Bengtsson J, Möllberg J, Werner S (1996) A study for testing the sensitivity and reliability of the Lysholm knee scoring scale. Knee Surg. Sports Traumatol., Arthroscopy 4: 27-31
12. Bird MD; Sweet MB (1988): Canals in the semilunar meniscus:brief report. J Bone Joint Surg Br. Nov (5): 39

13. Bolano LE, Grana WA (1993) Isolated arthroscopic partial meniscectomy. Functional radiographic evaluation at five years. *Am J Sports Med* 21: 432-437
14. Bourne RB, Finlay JB, Papadopoulos P, Andrae P (1984): The effect of medial meniscectomy on strain distribution in the proximal part of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 66A: 1431-1437
15. Burks TR; Metcalf MH; Metcalf RW (1997): Fifteen-Year Follow-up Arthroscopic Partial Meniscectomy. *Arthroscopy*, Vol 13; No 6 (December): pp 673-679
16. Cannon WD, Vittori J (1992) The incidence of healing in arthroscopic meniscal repairs in anterior cruciate ligament-reconstructed knees versus stable knees. *Am. J. Sports Med.* 20-2: 176-181
17. Cerulli G; Ceccarini A; Alberti P; Caraffa A (1985): Study of the mechanoreceptors in the human menisci. *Amer. J. Sports Med.* 13: 442
18. Cotta H; Puhl W (1976): Pathophysiologie des Knorpelschadens. *Heft Unfallheilk.* 127: 1
19. Cox JS, Nye CE, Schaeffer WW, Wodstein IJ (1975): Degenerative effects of partial and total resection of the medial meniscus in dog's knees. *Clin Orthop.* 109: 178-183
20. Dandy DJ (1984): Arthroscopic surgery. *J Bone Jt Surg* 66B: 627
21. DeHaven KE (1981) Peripheral meniscus repair: An alternative to meniscectomy. *J Bone Jt Surg* 63B: 463-67
22. DeHaven KE (1994) Meniskusentfernung versus Meniskusrefixation. *Orthopädie* 23: 133-36
23. DeHaven KE, Lohrer WA, Lovelock JE (1995) Long-term results of open meniscal repair. *Am. J. Sports Med.* 23-5: 524-30
24. Egli S, Wegmüller H, Kosina J, Huckell C, Jakob P (1995) Long-term results of arthroscopic meniscal repair. *Am. J. Sports Med.* 23-6: 715-20
25. Ehd Rath, John C Richmond (2000): The menisci: basic science and advances in treatment. *Br J Sports Med* 34: 252-257
26. Fairbank TJ (1948) Knee joint changes after meniscectomy. *J. Bone Jt. Surg.* 30B: 664
27. Fauno P; Nielsen AB (1992): Arthroscopic partial meniscectomy: A long-term follow-up. *Arthroscopy* 8: 345-349
28. Ficat P (1962) *Pathologie des menisque et des ligaments du genou.* Masson, Paris
29. Friedburg H (1996) Diagnostische und bildgebende Verfahren und ihre Wertigkeit. *TW Sport und Medizin* 8-6: 326-35

30. Fowler PJ; Lubliner JA (1989): The predictive value of five clinical signs in the evaluation of meniscal pathology. *Arthroscopy* 5: 184-186
31. Gillquist J; Hageberg G (1978): Findings at arthroscopy and arthrography in knee injuries. *Acta Orthop Scand* 49: 398-402
32. Goodyear-Smith F, Arroll B (2002): Rehabilitation after arthroscopic meniscectomy: a critical review of the clinical trials. *Intern Orthop (SICOT)* 24: 350-353
33. Greis PE; Bardana DD; Holmstrom MC; Burks RT (2002): Meniscal injury: I. Basic Science and Evaluation. *J Am Acad Orthop Surg*. May-Jun: 10(3): 167-176
34. Greis PE; Holmstrom MC; Bardana DD; Burks RT (2002): Meniscal injury: II. Management. *J Am Acad Orthop Surg*. May-Jun: 10(3): 177-87
35. Grifka J, Richter J, Gumtau M (1994) Klinische und sonographische Meniskusdiagnostik. *Orthopädie* 23: 102-111
36. Groh H (1954) Der Meniskusschaden des Kniegelenks als Unfall- und Aufbauchfolge. Enke, Stuttgart
37. Hanks GA, Gause TM, Hansdal JA, Kalenack A (1990) Meniscus repair in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 18: 606-611
38. Hart JAL (1982): Meniscal injury associated with acute and chronic ligamentous instability of the knee joint. *J Bone Jt Surg* 64B: 119
39. Hede A, Larsen E, Sandberg H (1992): The long term outcome of open total and partial meniscectomy related to the quantity and site of the meniscus removed. *International Orthopaedics* 16: 122-125
40. Hede A; Svalastoga E; Reimann I (1991): Repair of three month-old experimental meniscal lesions in rabbits. *Clin Orthop* 266: 238-243
41. Henche HR (1990) Die arthroskopische Meniskusresektion. *Orthopädie* 19: 77-81
42. Henning CE; Clark JR; Lynch MA; Stallbaumer R; Yearout KM; Vequist SW (1988): Arthroscopic meniscus repair with a posterior incision. *Intr. Course Lec* 37:209-221
43. Henning CE; Lynch MA; Yearout KM; et al. (1990): Arthroscopic meniscal repair using an exogenous fibrin clot. *Clin Orthop* 252: 64-72
44. Högerle S; Sievers KW; Albrecht T; Letsch R; Löhr E (1994): Hochauflösende 3-D-Bildgebung in der kernspintomographischen Kniegelenksdiagnostik: Korrelation zur Arthroskopie. *RöFo* 161: 341-348
45. Holder J (1988) Endoskopische Operationstechnik am Meniskus. *Arthroskopie* 1: 38-44

46. Horibe S, Shino K, Maeda A, Nakamura N, Matsumoto N, Ochi T. (1996): Results of isolated meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Arthroscopy*. Apr;12(2):150-5.
47. Ihara H, Miwa M, Takayanagi K, Nakayama A (1994) Acute torn meniscus combined with acute cruciate ligament injury. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 307: 146-154
48. Indelicato PA; Bittar ES (1985): A perspective of lesions associated with ACL insufficiency of knee. A review of 100 cases. *Clin. Orthop.* 198: 77
49. Insall JN: *Surgery of the knee*. Churchill Livingstone; New York
50. Jackson RW (1998): Osteoarthritis of the knee. *T Am J of Knee Surg* Winter Vol 11; no 1
51. Janousek A, Beer T, Pelinka H, Hertz H (1998) Langzeitergebnisse nach Meniskusrefixation. *Arthroskopie* 11: 94-97
52. Jensen NC, Riis J, Robertson K, Holm AR (1994) Arthroscopic repair of the ruptured meniscus: One to 6.3 years follow-up. *Arthroscopy* 10-2: 211-14
53. Johnson MJ, Lucas GL, Dusek JK, Henning CE (1999) Isolated arthroscopic meniscal repair: a long-term outcome study. *Am. J. Sports Med* 27-1: 44-49
54. Jones R (1909): Notes on derangement of the knee. *Ann Surg* 50: 969
55. Jones RE; Smith EC; Reisch JS (1978): Effects of medial meniscectomy in patients older than forty years. *J Bone Jt Surg.* 60A: 783
56. Jorgenson U; Sonne-holms S; Lauridsen F et al. (1987): Long-term follow-up of meniscectomy in athletes. A prospective longitudinal study. *J Bone Joint Surg [Br]* 69: 80
57. Kelly MA, et al. (1991): MR imaging of the knee: classification of its role. *Arthroscopy* 7: 78-85
58. Kempson GE (1982): Relationship between the tensile properties of articular cartilage from the human knee and age. *Ann Rheum Dis* 41:508-11
59. King D (1936): The healing of semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg* 18: 333-42
60. Kitzinger KJ, DeLee JC (1990) Failed partial meniscectomy. *Clin. Sports Med.* 9: 641-90
61. Klimkiewicz JJ; Shaffer B (2002): Meniscal surgery 2002 update: indications and techniques for resection, repair, regeneration, and replacement. *Arthroscopy* Nov-Dec 18(9 Suppl 2): 14-25.

62. Krüger-Franke M (1999): Late results alter arthroscopic partial medial meniscectomy. *Knee Surgery* 7: 81-84
63. Kummer B (1994) Biomechanik des Meniskus. *Orthopädie* 23: 90-92
64. Lanz v. T; Wachsmuth W (1972): *Praktische Anatomie*. Bd I/4. Bein und Statik; Springer, Berlin.
65. Levy IM, Torzelli PA, Warren RF (1982): The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion on the knee. *J Bone Joint Surg Am* 64A: 883-888
66. Lysholm J, Gillquist J (1982) Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am. J. Sports Med.* 10: 150-53
67. Manco LG; Karanaugh ICH; Ray II; Bielfield BS (1986): Meniscal tears of the knee; prospective evaluation with CT. *Radiology* 159: 147
68. Mc Murray TP (1942) The semilunar cartilages. *Brit J Surg* 29: 407
69. Messner-Sommerlath K (1994) Die Meniskusrefixation. *Orthopädie* 23: 93-97
70. Metcalf RW; Burks RT; Metcalf MS; McGinty JB (1996): Arthroscopic meniscectomy in McGinty JB; Caspari RB; Jackson RW; Poehling GG (eds) *operative Arthroscopy*, ed. 2. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven, pp 263-297
71. Miller MD, Ritchie JR, Gomez BA, Royster RM, DeLee JC (1995) Meniscal repair. *Am. J. Sports Med.* 23-1: 124-128
72. Miller GK (1996) A prospective study comparing the accuracy of the clinical diagnosis of meniscus tear with magnetic resonance imaging and its effect on clinical outcome. *Arthroscopy* 12-4: 406-13
73. Mooney MF, Rosenberg TD (1994) Arthroskopische Refixation des Meniskus. *Orthopädie* 23: 143-52
74. Morgan CD, Wojtys EM, Casscells CD, Casscells SW (1991) Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Am. J. Sports Med.* 19-6: 632-638
75. Müller W (1994) Menisken und Knieinstabilität. *Orthopädie* 23: 93-97
76. Munzinger U; Dubs L; Buchmann R (1985): Das femoropatellare Schmerzsyndrom. *Orthopädie* 14: 247-260
77. Netter (1994, 1995): *Atlas der Anatomie des Menschen*. Ciba-Geigy AG, Basel, Schweiz.
78. Newman AP, Anerson DR, Daniels AU, Dales MC (1989): Mechanics of the healed meniscus in a canine model. *Am J Sports Med* 17: 164-175

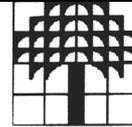
79. Niethard FU; Pfeil J (1997): Orthopädie. 3. Auflage, Hippokrates Verlag Stuttgart.
80. O'Connor's textbook of arthroscopic surgery (1984) Shahriaree H (ed) Lippincott; Philadelphia
81. Perdue PS, Hummer CD, Colosimo MD, Heidt RS, Dormer SG (1996) Arthroscopy 12-6: 694-98
82. Poehling GG, Ruch DS, Chalsan SJ (1990) The landscape of meniscal injuries. Clin. Sports Med. 9: 539-50
83. Polly DW Jr; Callaghan JJ; Sikes RA; McCabe JM; McMahon K; Savory CG (1988): The accuracy of selective magnetic resonance imaging compared with the findings of arthroscopy of the knee. J Bone Joint Surg Am. Feb; 70 (2):192-8
- 83a. Prietto CA; Caiozzo VJ; Prietto PP; McMaster WC (1983): Closed versus open partial meniscectomy. Postoperative changes in the force-velocity relationship of muscle. Amer. J. Sports Med. 11:189
84. Puhl W; Bernau A; Böhle E; Brune K; Gerhardt P; Greitemann B; Günther KP; Heber F; Hof N; Holfelder G; Noack W; Zeilhofer HU (2000): Ambulante Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. Z Orthop 138: 85-93
85. Radin EL, De Lamotte F, Maquet P (1984) Role of menisci in the distribution of stress in the knee. Clin. Orthop. Rel. Res. 185: 290-94
86. Ranger C; Klestil T; Gloetzer W; Kemmler G; Benedetto KP (1995): Osteoarthritis after arthroscopic partial meniscectomy. Am J Sports Med 23: 240-244
87. Rauber; Kopsch (1987): Anatomie des Menschen, Bewegungsapparat Band I. Thieme Verlag.
88. Rispoli DM; Miller MD: Clinics in Sports Medicine, Volume 18; M1: Complex topic in knee surgery.
89. Rockborn P, Gillquist J (1995): Outcome of arthroscopic meniscectomy. A 13 year physical and radiographic follow-up of 43 patient under 23 year of age. Acta Orthop Scand 66: 115-117
90. Rockborn P, Gillquist J (1996) Long term results after arthroscopic meniscectomy. Int. J. Sports Med. 17: 608-13
91. Rockborn P; Messner K (2000): Long-term results of meniscus repair and meniscectomy: A 13-year functional and radiographic follow-up. Knee Surg. Sports Traumatol.; Arthrosc. 8: 2-9
92. Roeddecker K, Nagelschmidt M, Koebke J, Guensche K. (1983): Meniscal healing: a histological study in rabbits. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.1(1):28-33.

93. Rodriguez M, Hauser R (1985) Der umgekehrte Apley-Test. SGO-Kongress, Interlaken
94. Rosenberg TD, Paulos LE, Wnorowski DC, Gurley WD (1990) Arthroskopische Chirurgie: Meniskusrefixation und Meniskusheilung. Orthopädie 19: 82-89
95. Rüttimann A; Kieser Ch (1974): Die Bedeutung der Arthrographie nach Traumen des Kniegelenkes. Orthopäde 3: 166
96. Schimmer RC, Brülhat KB, Duff C, Glinz W (1993) 14 Jahre arthroskopische Meniskus Chirurgie. Arthroscopie 6: 228-33
97. Schuler M; Naegele M, Lienemann A; Münch O; Sinda S, Hahn D; Lissner J (1987): Die Wertigkeit der HRCT und der KST im Vergleich zu den Standardverfahren bei der Diagnostik von Meniskusläsionen. Fortschr. Röntgenstr.
98. Shelbourne KD, Patel DV (1995) Timing of surgery in anterior cruciate ligament-injured knees. Knee Surg. Sports Traumatol., Arthroscopy 3: 148-56
99. Shoemaker SC, Markolf KL (1986) The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee: Effects of partial versus total excision. J Bone Joint Surg [Am] 68: 71-79
- 99a. Small NC (1990) Complications in arthroscopic meniscal surgery. Clin Sports Med. 9: 609-617
100. Smillie IS (1978) Injuries of the knee joint. Churchill Livingstone, Edinburgh, London New York
101. Sommerlath C, Hamberg P (1989) Healed meniscal tears in unstable knees. Am. J. Sports Med. 17-2: 161-63
102. Sommerlath KG (1991): Results of meniscal repair and partial meniscectomy in stable knees. International Orthopaedics (SICOT) 15: 347-350
103. Stone RG, Frewin PR, Gonzales S (1990) Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two- to six- year follow-up study. Arthroscopy 6-2: 73-78
104. Strobel M, Stedtfeld HW, Eichhorn HJ (1995) Diagnostik des Kniegelenkes. Springer Verlag
105. Swenson TM, Harner C (1995) Knee ligament and meniscal injuries. Sports Med. 26-3: 529-46
106. Tapper EM, Hoover NW (1969) Late results after meniscectomy. J. Bone Jt. Surg. 51A: 517-26

107. Tegner Y, Lysholm J (1985) Rating system in the evaluation of knee ligament injuries. Clin. Orthop. 198: 43-49
108. Tillmann B. (1987): Untere Extremität. S. 445-651; In: Leonhart H.; Tillmann B.; Töndury G., Zilles K.: Anatomie des Menschen. Thieme, Stuttgart
109. Tillmann B, Töndury G, Zilles K (1991) Rauber/Kopsch. Anatomie des Menschen. Thieme, Stuttgart
110. Träger JS, Weinhart H, Grünzinger W, Plötz W, Rechl H, Hipp E (1995): Kernspintomographie des Kniegelenks. Sportorthopädie-Sporttraumatologie 11.1: 11-16
111. Tregonning RJA (1983): Closed partial meniscectomy. Early results for simple tears with mechanical symptoms. J Bone Jt Surg. 65B: 378
112. Trillat A (1962) Lesions traumatiques du menisque interne du genou. Classiments anatomique et diagnostique clinique. Rev. Chir. Orthop. 48: 551
113. Villiger A, Mayer M (1997) Mittelfristige Resultate nach arthroskopischer Meniskusnaht. Swiss Surg 3: 149-53
114. Wagner M (1987) Funktionelle Anatomie des Kniegelenkes. Orthopädie 16: 88-99
115. Waren RF; Levy IM (1983): Meniscal lesions associated with anterior cruciate ligament injury. Clin. Orthop. 172: 32
116. Watanabe MS, Takeda H, Ikeuchi H (1970) Atlas of arthroscopy. Springer, Berlin
117. Webber RJ, Harris MG, Hough AJ Jr (1985) Cell culture of rabbit meniscal fibrochondrocytes: Proliferative & synthetic response to growth factors and ascorbate. J Orthop. Re 36-42
118. Webber RJ, York JL, Vanderschelden JL, Hough AJ Jr. (1989):An organ culture model for assaying wound repair of the fibrocartilaginous knee joint meniscus. Am J Sports Med. May-Jun;17(3):393-400.
119. Weber M (1994) Die Beurteilung des Unfallzusammenhangs von Meniskusschäden. Orthopädie 23: 171-78
120. Wirth CJ, Rodriguez M, Milachowski KA (1988) Meniskusnaht – Meniskusersatz. Thieme Verlag
121. Wirth CJ, Peters G (1997) Die Meniskusläsion. Orthopädie 26: 191-208
122. Zippel H (1973) Meniskusverletzungen und Meniskusschäden. Barth, Leipzig

ANHANG

Orthopädische Universitätsklinik
Frankfurt a.M. · Stiftung Friedrichsheim
Ärztl. Direktor Prof. Dr. med. L. Zichner



Nachbehandlungsschema nach Mensikus-Naht

0 - 1. Woche postoperativ:

- Gips-Hinterschiene in voller Streckung
- Unterarmgehstützen
- Abrollen
- Aktive Bewegung 60/0/0 Grad ohne Belastung!
- Isometrisches Muskeltraining

2 - 4. Woche postoperativ:

- Gipshinterschiene in voller Streckung, dabei Vollbelastung erlaubt!
- Aktive Bewegung 90/0/0 Grad ohne Belastung
- Muskeltraining im geschlossenen System
- Bewegungsbad (Aquajogging)

5 - 6. Woche postoperativ:

- Vollbelastung
- Limitierung bis 120/0/0 Grad
- Legpress und isokinetisches Training Strecker und Beuger
- keine Rotationsbewegungen bzw. Varus- und Valgusstress

ab 7. Woche postoperativ:

- Keine Limitierung im Bewegungsausmaß

ab 16. Woche postoperativ:

- Keine sportlichen Einschränkungen

Abteilung für Physiotherapie

Stand: 08.11.99, B_SCHEMA_2, HBT

Abbildung 20 : Nachbehandlungsschema nach Meniskusnaht

Funktion	Punkte
1. Hinken (5Pkt)	
Nein	5
Leicht oder ab und zu	3
Sehr und immer	0
2. Gehhilfen (5Pkt)	
Nein	5
Stock oder Gehstütze	3
Keine Belastung möglich	1
3. Blockierungen (15Pkt)	
Keine Blockierungen oder Einklemmungen	15
Einklemmungen, aber keine Blockierungen	10
Blockierungen gelegentlich	6
Blockierungen häufig	2
Blockierungen während der Untersuchung	0
4. Instabilität (25Pkt)	
Keine "Giving way" Attacken	25
Selten bei Sport oder schwerer Arbeit	20
Oft bei Sport oder schwerer Arbeit	15
Gelegentlich im Alltag	10
Oft im Alltag	5
Bei jedem Schritt	0
5. Schmerzen (25Pkt)	
Keine	25
Zeitweise bei schwerer Tätigkeit	20
Merklich bei schwerer Tätigkeit	15
Merklich bei >2km Gehstecke	10
Merklich bei <2km Gehstecke	5
Immer	0
6. Schwellungen (10Pkt)	
Keine	10
Bei schwerer Tätigkeit	6
Bei normaler Tätigkeit	3
Immer	0
7. Treppensteigen (10Pkt)	
Keine Probleme	10
Leichte Beeinträchtigung	6
Ständige Beeinträchtigung	3
Unmöglich	0
8. In die Hocke gehen (5 Pkt)	
Keine Probleme	5
Leichte Beeinträchtigung	4
Nicht über 90°	2
Unmöglich	0
Gesamtpunktzahl	
Abb. 21: Lysholm-Score	Sehr gut 95-100 Gut 84-94 Befriedigend 65-83 schlecht <64

Tabelle 20 [107]: Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm

0.	Sick leave or disability pension because of knee problems
1.	Work: light labor Walking on even ground possible
2.	Work: light labor Walking on uneven ground possible but impossible to walk in forest
3.	Work: light labor (e.g., nursing) Competitive and recreational sports: swimming Walking in forest possible
4.	Work: moderately heavy labor (e.g., truck driving, heavy domestic work) Recreational sports: cycling, cross-country skiing, Jogging on even ground at least twice weekly
5.	Work: heavy labor work (e.g., building, forestry) competitive sports:cycling, cross-sountry skiing Recreational sports: jogging on uneven ground at least twice weekly
6.	Recreational sports: tennis and badminton, handball, basketball, downhill skiing, Jogging at least five times per week
7.	Competitive sports: tennis, athletics (running), motorcross, speedway, handball, basketball Recreational sports: soccer, bandy and ice hockey, squash, athletics (jumping) Cross-country track findings both recreational and competitive
8.	Competitive sports: bandy, squash or badminton, athletics (jumping, etc.), downhill skiing
9.	Competitive sports: soccer, lower divisions, ice hockey, wrestling, gymnastics
10.	Competitive sports: soccer - national and international elite

FRAGEBOGEN MENISKUSLÄSION

Name, Vorname:

1. Wie ist es damals zu Ihrer Knieverletzung gekommen? Skizzieren Sie bitte kurz den Unfallhergang.

(BEISPIELE: „Beim Weitsprung bin ich mit dem rechten Bein falsch aufgekommen und dabei mit dem Knie nach innen umgeknickt“ ODER auch „Beim Skifahren habe ich mir das rechte Bein nach innen verdreht.“ ODER auch „Ich habe extreme O-Beine und habe jetzt Kniebeschwerden entwickelt“)

2. Wann etwa war der Unfallzeitpunkt? (Falls Sie mehrere hatten, geben Sie bitte alle an)

3. Wieviel Zeit verging zwischen Ihrem Unfall (Unfälle) und der Operation ?

Abbildung 22: Fragebogen Nachuntersuchung (S. 118-124)

4. Welches Knie ist betroffen?

rechts links beide

5. Haben Sie vor Ihrer Verletzung Sport getrieben?

nein gelegentlich regelmäßig/häufig leistungsmäßig

6. Treiben Sie momentan Sport?

nein gelegentlich regelmäßig/häufig leistungsmäßig

7. Welche Sportarten?

8. Üben Sie diese Sportarten wieder problemlos aus?

ja nein, wenn nein, warum nicht? _____

9. Geben Sie bitte Ihr Aktivitätsniveau vor, nach dem Unfall und nach der Operation auf einem

Diagramm von 1-7 an.

(1 = keinen Sport; 2 = etwa 1-2mal im Monat (selten); 3= 3-4mal im Monat; 4= 1-2mal pro Woche (regelmäßig) 5= 3mal pro Woche (häufig); 6= etwa jeden 2.Tag; 7= jeden Tag auf einem hohen Niveau

- Vor dem Unfall:
- Nach den Unfall:
- Nach der Operation:

10. Beeinflusst Ihr Knie Ihre Aktivität?

nein etwas deutlich stark

11. Was machen Sie beruflich? (Geben Sie bitte an, ob sie häufig Knien/Hocken, viel Stehen, etc müssen.) _____

12. Sind Sie beruflich seit Ihrer Verletzung/Operation auf irgendeine Weise eingeschränkt?

Wenn ja, wie? _____

13. Wie würden Sie Ihre jetzige Kniefunktion beurteilen? (Falls Ihr Gegen-Knie unverletzt ist, dient es im Vergleich als „normal“ (=100%).)

- normal (100%) fast normal(70-90%) befriedigend (50-70%)
 abnormal (<50%) stark abnormal (<20%)

Einige detaillierte Angaben zur Kniefunktion:

14. Hinken Sie?

- nein leicht/manchmal stark/konstant

15. Gebrauchen Sie Gehhilfen?

- nein ja

16. Haben Sie manchmal das Gefühl Ihr Knie würde blockieren?

- nein gelegentlich häufig

17. Haben Sie manchmal das Gefühl, daß Sie sich „nicht auf Ihr Kniegelenk verlassen“ können? (Instabilitätsgefühl?)

- nein gelegentlich häufig konstant;

-falls ja, knickt es Ihnen weg? ja nein Geben Sie bitte an, in welchen Situationen, falls Sie dies können! (Beispiel: „beim Bergablaufen“ oder „nach 10km Dauerlauf“, etc.) _____

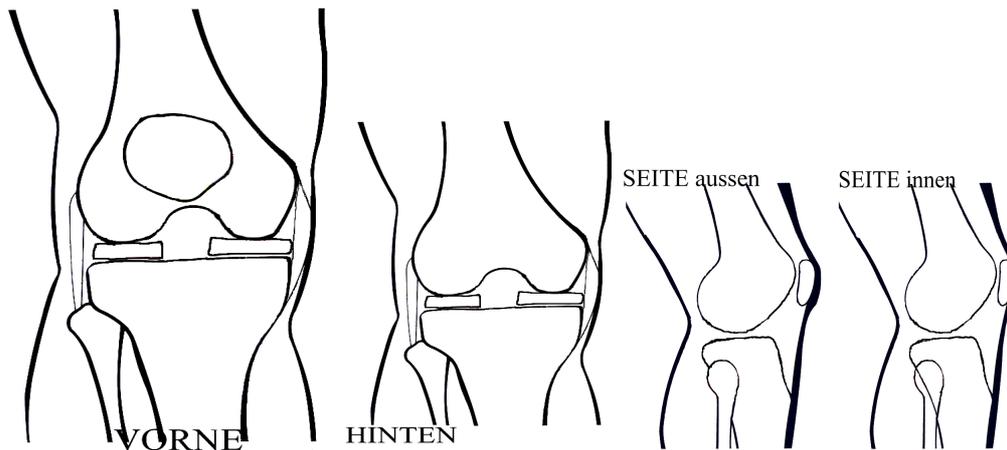
18. Schmerzt Ihr Knie noch?

nein gelegentlich häufig/konstant

-falls ja, bei welchen Gelegenheiten? (hier sind mehrere Angaben möglich)

- beim Sport
- beim Treppensteigen
- beim Einsteigen ins Auto
- beim normalen Gehen
- bei längerem Sitzen
- beim Aufstehen aus der Hocke
- Ruheschmerz
- sonstige Gelegenheiten:

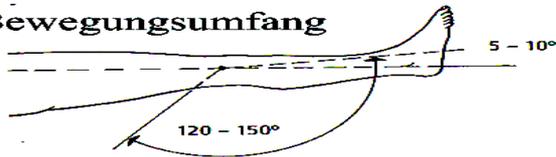
19. Können Sie Schmerzpunkte an Ihrem Knie angeben und sie in den folgenden Schaubildern einzeichnen?



20. Ist die Beweglichkeit Ihres Knies eingeschränkt?

nein ja, falls ja, wie? (liegt eine Streck-/ Beugungseinschränkung vor oder auch beides?)

Bewegungsumfang



5-10° bedeutet eine Überstreckung, d.h. mehr als volle Streckung.
0° bedeutet vollständige Streckung.
120-150° bezeichnet die Beugungsfähigkeit des Beines.

Wichtig ist es Bewegungseinschränkungen im Bezug auf das gesunde Bein anzugeben. Kann das operierte Bein weniger stark gebeugt oder gestreckt werden?

21. Haben Sie das Gefühl Ihre Muskulatur am verletzten Bein sei weniger stark ausgebildet, im Vergleich zum anderen Bein? _____

22. Haben Sie ausgeprägte O- oder auch X-Beine? (d.h. eine stark nach außen oder nach innen gebogene Beinachse) _____

23. Ist eine allgemeine Bandschwäche bei Ihnen bekannt? (allgemeine Gelenküberstreckbarkeit?)

nein ja weiß nicht

24. Haben Sie einige Veränderungen an Ihrem Knie bemerkt, wie Rötung, Überwärmung oder Hautveränderungen? _____

25. Sind die Operationsnarben schmerzempfindlich?

nein ja

26. Schwillt Ihr Knie manchmal an?

nein ja, falls ja, wann? (bei starken sportlichen Belastungen?)

27. Wurde Ihr Knie zu irgendeinem Zeitpunkt nach der Operation punktiert, um Flüssigkeit daraus zu entfernen?

nein ja, falls ja, wie oft?, blutig oder durchsichtige Flüssigkeit? _____

28. Wurde Ihr Knie nochmals operiert?

nein je, falls ja, was wurde gemacht und wann? (lag vielleicht ein weiterer Unfall vor?)

29. Wird oder wurde Ihr Knie anderweitig behandelt?

nein ja, falls ja wie?

**30. Wie sind Sie mit Ihrem Behandlungsschema nach der Operation zurechtgekommen?
Konnten Sie sich an die Vorgaben halten (d.h. den vorgegebenen Bewegungsbereich, die
Teilbelastungen, die Übungen....?)**

Falls Sie damit Probleme hatten schildern Sie bitte weshalb und womit!

31. Hatten Sie auch außerhalb des Krankenhauses krankengymnastische Betreuung? Für wie lange und wie oft etwa pro Woche?

32. Fühlten Sie sich längere Zeit nach der Operation schmerzbedingt stark beeinträchtigt? Wenn ja, inwiefern?

33. Wann fühlten Sie sich wieder uneingeschränkt belastungsfähig? (in Wochen/ Monaten nach der Operation)

34. Wann haben Sie Ihre sportlichen Aktivitäten wieder aufgenommen? (Joggen, Krafttraining, Schwimmen, Radfahren, etc.)

35. Falls Sie sogenannte Risikosportarten betreiben (Fußball, Tennis, Kampfsportarten, Leichtathletik, Skifahren); wann konnten Sie damit wieder beginnen?

36. War der Zustand Ihres Knie 1-2 Jahre nach der Operation besser als heute?

37. Waren /Sind Sie mit der Operation und der Nachbehandlung zufrieden?

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, daß ich die dem Fachbereich Medizin zur Promotion eingereichte Arbeit mit dem Titel „Langzeitergebnisse der Meniskusrefixation und partiellen Meniskektomie unter spezieller Betrachtung der frühzeitigen Arthroseentwicklung“ in der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim unter Leitung von Prof. Dr. med. L. Zichner mit Unterstützung durch OA Dr. med. A. Jäger, Dr. med. J. Herresthal und Dr. med. C. Braune ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Eine Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit ist derzeit in Bearbeitung.

Frankfurt am Main, den 25. Mai 2003

LEBENS LAUF

Ich, Sina Eitenmüller, geborene Khoudeir, wurde am 24. Januar 1975 in Kaiserslautern geboren. Grundschul- und Gymnasialausbildung erhielt ich in Frankfurt am Main. 1994 legte ich am Freiherr-vom-Stein Gymnasium das Abitur ab und nahm mein Studium der Humanmedizin im Oktober des selben Jahres an der Johann-Wolfgang-Goethe Universität in Frankfurt am Main auf.

Meine ärztliche Vorprüfung bestand ich 1996, den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung 1997, den zweiten 2000 und den dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im Juni 2001.

Im Juli 2001 erhielt ich eine Stelle als Ärztin im Praktikum in der Darmstädter Kinderklinik Prinzessin Margaret. Nach 10 Monaten Ausbildung wechselte ich ins Klinikum Hanau und schloß dort meine AiP Zeit in der Anästhesie im Januar 2003 ab. Seit April bin ich als Assistenzärztin in der pädiatrisch-neurologischen Abteilung der Asklepios Kliniken in Königstein-Falkenstein tätig.

Frankfurt am Main, den 25.Mai 2003