

Kreuzband- chirurgie UPDATE

Mit der vorderen Kreuzbandruptur sind häufiger intraartikuläre Begleitverletzungen wie Meniskusrupturen und Knorpelfrakturen vergesellschaftet. In Abhängigkeit vom Unfallhergang liegen weitere Begleitverletzungen wie eine periphere Kapselbandverletzung vor. Leitsymptom der Bandverletzung ist neben dem Hämarthros die schmerzbedingte Bewegungseinschränkung. **Von Karl P. Benedetto***

Einleitung

Die Entwicklung der Kreuzbandchirurgie bis zu ihrem heutigen Standard wurde geprägt durch den jeweiligen Kenntnisstand der funktionellen Anatomie, die wissenschaftlichen Vernetzungen der verschiedenen Studiengruppen und insbesondere die technisch operativen Möglichkeiten der verschiedenen Zeitschnitte.

In der Medizingeschichte finden sich erste Publikationen über die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes 1917 von Hey-Groves, als ein Tractusstreifen zur Stabilisierung des instabilen Kniegelenkes verwendet wurde. Limitierende Faktoren für die Kreuzband-Rekonstruktion waren damals einerseits das Infektionsrisiko als auch die limitierte Anästhesiemöglichkeit. Für die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes erfolgte damals eine große Arthrotomie des Kniegelenkes, da arthroskopische Instrumente noch nicht entwickelt worden waren.

Das erste Arthroskop wurde in Japan von Professor Watanabe 1918 vorgestellt und auch der Schweizer Chirurg Eugen Bircher begann 1921 in Aarau mit der Inspektion von Hohlräumen durch das Arthroskop.

Vordere Kreuzbandrekonstruktion

Die allgemeine Verbreitung sportlicher Aktivität zur Freizeitgestaltung führte zu einer stetigen Zunahme von Kniebandverletzungen. Das American Football stellt durch den intensiven Körperkontakt der Spieler neben den Kopfverletzungen ein hohes Risiko für Knieverletzungen dar, so dass die Inzidenz der Kreuzbandverletzungen in den 1950er und 1960er Jahren signifikant anstieg.

Es waren zu dieser Zeit vorwiegend extraartikuläre, nicht anatomische Rekonstruktionsverfahren, welche von verschiedenen Kniechirurgen entwickelt wurden, um die Stabilität des Kniegelenkes wiederum herzustellen. Besonders bekannt war zu dieser Zeit die „five-one procedure“ nach Nicholas, bei der nach Resektion des medialen Meniskus und Versetzung des medialen Knieseitenbandes und Straffung der medialen Kapsel das Kniegelenk stabilisiert wurde. Slocum versuchte, durch Umlenkung des Pes anserinus und anschließender Gipsimmobilisierung in 60 Grad Beugstellung die vermehrte Translation der Tibia nach vorderer Kreuzbandruptur zu reduzieren. O'Donoghue straffte die dorsale Gelenkkapsel

an der Tibia durch Ausziehnähte infrakondylär und limitierte so die Streckung des Kniegelenkes. Langfristig gesehen führten viele dieser operativen Rekonstruktionen zwar zu einer verbesserten Stabilität des Kniegelenkes, jedoch um den Preis einer Bewegungseinschränkung bei einer frühzeitigen arthrotischen Degeneration des operierten Kniegelenkes.

Die laterale Tenodese wie sie von Losee in den USA und von Lemaire in Frankreich nahezu zeitgleich und unabhängig voneinander entwickelt wurde, verhinderte die Subluxation des lateralen Tibia-Plateaus durch die anterolaterale Fesselung mit gutem Erfolg. Dennoch kam es bei diesem Verfahren – insbesondere bei gleichzeitiger lateraler Meniskus-Teilresektion – zu einer Hyperkompression des Knorpels im lateralen Femurotibialgelenk und zu einer zunehmenden Valgusarthrose des Kniegelenkes im Langzeitverlauf.

Bahnbrechende Arbeiten über die Pathomechanik des Kniegelenkes als Folge der Ruptur des vorderen Kreuzbandes wurden von Werner Müller in der Schweiz publiziert – insbesondere beeinflusst durch die funktionellen Arbeiten von Menschik, welcher die Funktion des vorderen und hinteren Kreuzbandes als resultierendes Gelenk mit einer überschlagenen Viergelenkkette verglich.

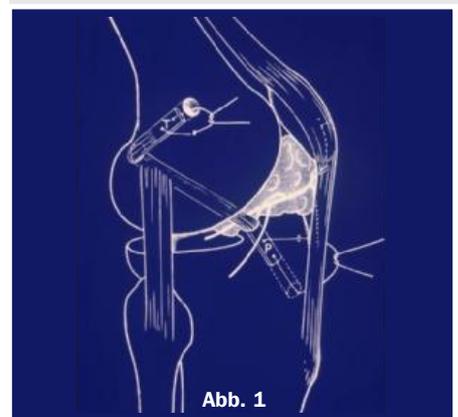
Experimentelle Arbeiten sowohl an Kadavern als auch im Tierexperiment befassten sich mit der Auswirkung der Positionierung eines vorderen Kreuzbandtransplantates auf die Funktion und die Zug- und Reißfestigkeit derselben. Die Basis für diese funktionellen Arbeiten wurde durch anatomische Vorstudien über das Ursprungs- und Insertionsareal des vorderen Kreuzbandes von den verschiedensten Autoren in Europa und den USA gelegt.

Durch die Entwicklung des Stablinsensystems für das Arthroskop in den 1970er Jahren wurde eine Revolution in der Kniechirurgie eingeleitet. Mussten bis dahin alle chirurgischen Eingriffe durch mehr oder weniger große Eröffnung des Gelenkes durchgeführt werden, konnte nun schritt-

weise und parallel mit der Entwicklung der verschiedensten Operationsinstrumente der Eingriff minimal-invasiv über mehrere Stichinzisionen erfolgen.

Dies war das Zeitfenster, mit der die intraartikuläre Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes die extraartikulären Verfahren ersetzte. Nach klinischer und vor allem arthroskopischer Evaluierung der Verletzungsform des vorderen Kreuzbandes wurden die Nahttechnik und Reinsertion arthroskopisch oder mini-open durchgeführt und somit wiederum die Stabilität des Kniegelenkes hergestellt. Dieses Verfahren wurde vor allem von John Feagin in den USA, aber auch von Werner Müller in Europa propagiert.

Allerdings zeigten die mittelfristigen Ergebnisse im Gegensatz zu den guten Frühergebnissen ein schlechtes Outcome durch die hohe Inzidenz an Re-Rupturen des vorderen Kreuzbandes. Dies führte dazu, dass der Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch ein autologes Sehnenstransplantat – damals Ligamentum patellae als Knochenband-Knochenstransplantat – Einzug in den chirurgischen Alltag fand. Unter arthroskopischer Kontrolle wurde ein Bohrkanaal an der Tibia und anschließend transtibial am Femur der zweite Knochenkanal angelegt und das Sehnenstransplantat eingezogen. Die korrekte Lage der Bohrkanaäle, in denen das Kreuzbandstransplantat verankert ist, stellt nach ►►



Technik des vaskulär gestielten Lig. patellae des VKZB-Ersatzes

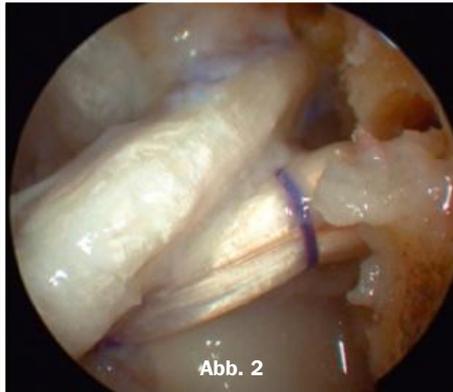


Abb. 2
arthroskopische VKZB-Doppel-
bündelrekonstruktion

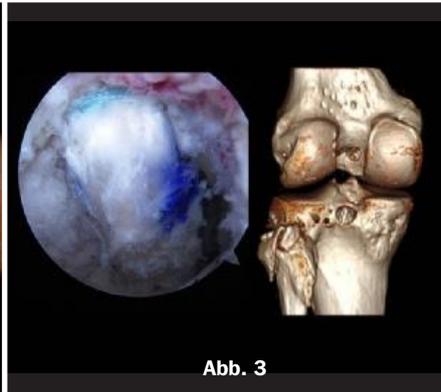


Abb. 3
HKZB –
arthroskopische Inlay-Technik



Abb. 4
Postoperatives Röntgen HKZB
transtibiale Technik versus offene Inlay-Technik

» wie vor die Basis für ein gutes Outcome bezogen auf Stabilität und Beweglichkeit dar.

Anfang der 1980er Jahre wurden von der Industrie verschiedene Kunststoffimplantate entwickelt (Gore-Tex, Trevira, Carbonfasern), um die Spendermorbidity durch Entnahme des autologen Sehnen- gewebes zu minimieren. Wenn auch die biomechanischen ausführlichen Test- serien vielversprechende Ergebnisse im Labor aufwiesen, zeigte sich im Rahmen der klinischen Anwendung, dass der viel- fältige Bewegungsablauf im täglichen Leben nicht mit den biomechanischen Untersuchungsreihen verglichen werden kann. Frühzeitige Rupturen des Kunst- stoffmaterials, verbunden mit Abrieb innerhalb des Gelenkes sowie Osteolysen im Knochen durch ein anderes Elastizi- tätsmodul waren die Folge, so dass bis zum heutigen Tag alle Kunststofftrans- plantate für den Ersatz des Kreuzbandes vom Markt verschwunden sind.

Die Entnahme der Semitendinosus- Sehne, die gegen Ende der 1980er Jahre propagiert wurde, ermöglichte durch die verminderte Entnahmemorbidity, den Eingriff als kurz stationären oder auch tageschirurgischen Aufenthalt arthrosko- pisch assistiert durchzuführen.

Ab Ende der 1990er Jahre wurde ver- sucht, durch optimierte Tunnelplatzie- rungen die Ergebnisse der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes zu verbessern. In dieser Phase der technischen Entwick-

lung wurde die femorale Bohrung durch einen separaten anteromedialen Zugang entwickelt. Der Nachteil dieser Technik beruht in der Notwendigkeit, das Knie- gelenk intraoperativ bis mindestens 120 Grad flektieren zu können und führt auch zu einer kürzeren Tunnellänge zur Trans- plantatverankerung.

In den vergangenen zehn Jahren wur- de durch den technischen Fortschritt eine besondere Bohrtechnik entwickelt. Dabei wird ein Bohrer unter arthroscopischer Kontrolle – tibial unabhängig vom femo- ralen Bohrer – in das Gelenk eingebracht. Nach anatomischer Positionierung im Ansatz- oder Ursprungsareal erfolgt eine retrograde Bohrung, welche die tibiale und femorale Kortikalis stehen lässt. Die- se Bohrtechnik führt zu einer optimierten Tunnelplatzierung bei gleichzeitigem Er- halt von mehr Knochen femoral und tibial und reduzierter Hämatomentwicklung.

Die Doppelbündeltechnik – propagiert von Freddie Fu in Pittsburgh – erlaubt eine im Ursprung und Ansatzareal ovaläre Imitation des Bandknochenüberganges. Diese komplexe Technik führte jedoch in Händen von Nicht-Experten zu einer er- höhten Komplikationsrate.

Hinteres Kreuzband

Dem hinteren Kreuzband wurde über lange Jahre nur wenig Bedeutung zuge- standen; zum einen, weil es selten dia- gnostiziert wurde und zum anderen weil es in der Rekonstruktion viel komplexer ist

und damit häufig mit einem schlechteren Outcome im Vergleich zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes behaftet ist. Dennoch hat sich in den letzten 20 Jah- ren ein deutlich besseres Verständnis für die Pathomorphologie der hinteren Kreuz- bandverletzung und insbesondere für die Begleitstrukturen entwickelt.

Im Rahmen der Rekonstruktionstechnik unterscheidet man die transtibiale Tunnel- technik und die Inlay-Technik. Der Nachteil der Inlay-Technik bestand darin, dass sie lange Zeit nur als offene Technik durchge- führt werden konnte, da das Transplantat jeweils nach Ausmeißeln einer kleinen Grube an der dorsalen Insertion des Schienbeines fixiert wurde. Die Entwick- lung des Retrodrill-Bohrsystems hat jedoch dazu geführt, dass auch die Inlay-Technik heute arthroscopisch minimal-invasiv ein Rekonstruktionsverfahren darstellt.

Krankheitsbilder

Die frische Ruptur des vorderen und hinteren Kreuzbandes geht immer einher mit einem posttraumatischen Hämarthros, welcher – in Abhängigkeit vom Ausmaß der Schwellung – zu einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung führt. Weitere Leitsymptome sind die vermehrte Trans- lation der Tibia nach ventral bei Ruptur des vorderen Kreuzbandes sowie die ver- mehrte Translation der Tibia nach dorsal bei Ruptur des hinteren Kreuzbandes. In- traartikuläre Begleitverletzungen wie Me- niskusrupturen und Knorpelfrakturen sind häufiger mit der vorderen Kreuzbandruptur

vergesellschaftet. In Abhängigkeit von der Pathomechanik des Unfallherganges liegen weitere Begleitverletzungen wie periphere Kapselbandverletzungen vor.

Neben dem Hämarthros ist die schmerzbedingte Bewegungseinschränkung und die eingeschränkte Funktion – häufig kombiniert mit einer subjektiven Instabilitätssymptomatik – das Leitsymptom der Bandverletzung.

Diagnostik

Die primäre Diagnostik erfolgt durch eine subtile klinische Untersuchung mit Evaluierung des Bewegungsausmaßes sowie der vermehrten Translation nach ventral oder dorsal kombiniert mit der Evaluierung einer allfälligen Rotationsinstabilität.

Je komplexer die Bandinstabilität ist – vorderes Kreuzband plus mediales Knieseitenband – desto höher ist das Ausmaß der Instabilität.

Die klinische Stabilitätsuntersuchung und die Klassifikation ist für den Ungeübten häufig schwierig, da einerseits die Untersuchungstechnik lange Erfahrung voraussetzt und zum anderen die muskuläre Verspannung des Patienten nach dem Unfall eine falsche Stabilität vortäuschen kann. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, im Rahmen der klinischen Untersuchung diese zuerst am unverletzten Kniegelenk durchzuführen, da damit dem Patienten eine gewisse Angst vor der klinischen Untersuchung genommen werden kann.

Zur Objektivierung des klinischen Befundes wird heute – auch aus juristischen Gründen – eine MRT-Untersuchung zur objektiven Dokumentation angeschlossen.

Operationsindikation

Die Indikation zur operativen oder konservativen Behandlung wird individuell gestellt und hängt ab:

- 1) vom Ausmaß der objektiven Instabilität – isolierte versus kombinierte Instabilität;
- 2) von der Intensität der weiteren sportlichen Aktivitäten in Zukunft;

3) von der Art der sportlichen Aktivität – beruhend auf der sports knee-rating scale;

- a) non-risk pivoting Sportart (Radfahren, klassisches Langlaufen, Kraulen und Rückenschwimmen)
- b) low-risk pivoting Sportart oder
- c) high-risk pivoting Sportart (Kontaktsportarten, extremes Schifahren etc.)

4) Auch die Beanspruchung im Alltagsleben ist zu evaluieren (Dachdecker versus Büroarbeiter) und muss als Kriterium für das Behandlungsschema berücksichtigt werden.

Bei der Indikation zur operativen Rekonstruktion der hinteren Instabilität stellt die Evaluierung folgender Faktoren ein zusätzliches Kriterium dar:

- a) objektives Ausmaß der dorsalen Tibiatranslation (gemessen durch Stress-Aufnahmen);
- b) die Beinachse;
- c) der Slope (Winkel zwischen Tibiaschaft und Tibiaplateau);
- d) das Ausmaß der begleitenden posterolateralen oder posteromedialen peripheren Instabilität. Dies muss sowohl durch detaillierte klinische als auch radiologische Untersuchung abgeklärt werden.

Kreuzbandrekonstruktion

State of the Art der heutigen vorderen Kreuzbandrekonstruktion stellt die antero-mediale sowie die Retrodrill-Bohrtechnik dar. Als Transplantate werden im Wesentlichen autologe Sehnenstransplantate wie Hamstrings – Ligamentum patellae oder Quadrizepssehne – verwendet, welche sich alle gut und stabil verankern lassen, sodass eine funktionelle Nachbehandlung möglich ist. Zu berücksichtigen ist das unterschiedliche Risiko der Ruptur sowie die unterschiedliche Spendermorbidity.

Ergebnisanalysen der OP-Techniken

Die postoperativen CT-Analysen der anteromedialen Bohrung zeigen im Vergleich zur transtibialen Tunneltechnik zwar eine verbesserte anatomische Platzierung

vor allem am femoralen Tunnel. Jedoch ist die intraossäre Tunnelstrecke häufig kurz für die Verankerung des Transplantates und gelegentlich ein Blow out der dorsalen Femurwand nachzuweisen.

Die retrograde Bohrtechnik führte zu einer sogenannten All-Inside-Technik, bei der jeweils der tibiale und der femorale Tunnel unabhängig voneinander gebohrt werden, aber die periphere Kortikalis nicht durchbrochen wird. Der Nachteil dieser Technik liegt im Wesentlichen im wirtschaftlichen Bereich, da es sich jeweils um single-use-Instrumente handelt, welche im Vergleich zu den konventionellen Bohrern nur einmal verwendet werden können.

ALL – das neue Band im Knie

Die intraartikuläre Verletzung des vorderen Kreuzbandes ist – abhängig von der resultierenden Pathomechanik des Verletzungsherganges – häufig vergesellschaftet mit extraartikulären Begleitmorphologien. Dies führte in den klinischen, MR-tomographischen und anatomischen Untersuchungen von Steven Klees zur Erfindung des sogenannten „anterolateralen Ligaments“. Es handelt sich dabei jedoch nicht um eine neue anatomische Struktur des Kniegelenks, sondern um eine immer schon vorhandene anterolaterale Begleitstruktur, der unter der Entwicklung der rein arthroskopischen Chirurgie zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. ◀◀

**) Univ. Prof. Dr. Karl P. Benedetto, ehemaliger Leiter der Abteilung für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie/ LKH Feldkirch, Carinagasse 47, 6800 Feldkirch; E-Mail: karl.benedetto@gmail.com*

Lecture Board

Ass. Prof. Dr. Christian Fink, Priv. Doz. Dr. Christian Hoser, beide: Unfallchirurgie und Sporttraumatologie/ Privatklinik Hochrum bei Innsbruck

Ärztlicher Fortbildungsanbieter Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie

