Knöcherner vorderer Kreuzbandausriss

■ Christian Schoepp, Wolfgang Martin, Dieter Rixen

Zusammenfassung

Die knöchernen Ausrissverletzungen des vorderen Kreuzbands betreffen in aller Regel den Ausriss aus ihrer tibialen Insertion. Nach der AO-Klassifikation handelt es sich um Tibiakopffrakturen, biomechanisch steht jedoch die Bandverletzung im Vordergrund. Die Ausrissverletzung des vorderen Kreuzbands betrifft überwiegend das wachsende Skelett, während nach abgeschlossener Skelettreife die rein ligamentären Verletzungen überwiegen. Wie bei allen Frakturen wird eine anatomische Fragmentretention mit dem Ziel angestrebt, eine stabile Bandführung des Kniegelenks mit den körpereigenen Kreuzbandstrukturen zu erhalten. Gängige Osteosyntheseverfahren sind einerseits die direkte Bruchfixierung mit Kompressions-Schraubenosteosynthese und andererseits die indirekten Fixierungstechniken über Ausziehnähte. Letztere bieten sich bei kindlichen Verletzungen (offene Wachstumsfugen) und bei mehrfragmentären Verletzungen an. Eine Materialentfernung entfällt bei letztgenanntem Verfahren. Dank technischer Hilfsmittel kann ein Großteil der Verletzungen heute arthroskopisch kontrolliert operiert werden.

Arthroscopic Joint Reconstruction – Bony Avulsion Fractures of the Anterior Cruciate Ligament

Bony avulsion fractures of the anterior cruciate ligament (ACL) are usually related to the tibial insertion. Although these injuries are defined as tibial plateau fractures according to the AO classification, the ligament injury remains in the foreground from a biomechanical point of view. Bony avulsion fractures are predominantly related to skeletal age, whereas ACL ruptures are typical seen in the elderly. The aim of treatment is an anatomic fracture retention to preserve a stable knee with its original ligament structures. Both direct compression screws and indirect fracture retention by suture methods are well-established. The latter is preferred in children (open growth plates) and in cases of multifragment avulsions. Suture removal is not necessary. With the use of modern technical aids, most avulsion fractures can now be treated arthroscopically.

Abb. 1 Knöcherner Ausrissverletzung der Eminentia intercondylaris.

den typische Begleitverletzungen wie Meniskusrisse und Verletzungen des Gelenkknorpels in bis zu 40% der Fälle gefunden [7]. Isolierte knöchernen VKB-Verletzungen im Erwachsenenalter stellen eher die Ausnahme dar und sind häufig mit komplexen Tibiakopffrakturen assoziiert.

Klassifikation

Die knöchernen VKB-Ausrissverletzungen werden nach Meyers und McKeever in 3 Typen eingeteilt [8] (**Tab. 1**). Während der nicht dislozierte Frakturtyp I durch Ruhigstellung auch ohne Operation mit günstigem Ergebnis zur Ausheilung kommen kann, findet man bei den partiell dislozierten Ausrissen (Typ II) eine ventrale Fragmentabhebung, die häufig zu einer Interposition des Lig. transversum genus oder von Meniskusvorderhornanteilen führt [5]. In diesen Fällen ist eine operative Strategie angezeigt. Bei der Typ-III-Verletzung findet man eine vollständige Dislokation, u.U. auch eine Fragmentierung der Eminentia intercondylaris. Alle

Einleitung

Verletzungen des vorderen Kreuzbands (VKB) treten in jedem Lebensalter auf. Weitaus am häufigsten sind die ligamentären Bandzerreißen, häufig ansatznah am Femurkondylus lokalisiert.

Knöcherne Ausrissverletzungen des VKB sind selten und betreffen häufig Kinder und Heranwachsende, bei denen die Skelettreife noch nicht abgeschlossen ist [3].

Das vordere Kreuzband reißt mitsamt seiner tibialen Insertion aus dem Schienbeinkopf aus (**Abb. 1**). Der eigentliche Verletzungsmechanismus beruht auf einer Hyperextension des Kniegelenks oder einer Innenrotation der Tibia gegenüber dem Femur [14] und entspricht damit dem Mechanismus der ligamentären Kreuzbandverletzungen. Daher wer-

Abb. 2 Röntgenbild in 2 Richtungen mit Eminentia-Ausriß.

Abb. 3 Sagittales MRT-Bild mit disloziertem Eminentia-Fragment.

Abb. 4 CT-Rekonstruktion mit disloziertem Eminentia-Fragment.

Tab. 1 Einteilung der Eminentia-Ausrisse nach Meyers und McKeever [8].

	Dislokationsgrad	Therapie
Typ I	undisloziert	konservativ
Typ II	partiell disloziert	konservativ/ operativ
Typ III	vollständig disloziert/ mehrfragmentär	operativ

Typ-III-Verletzungen sollten operativ behandelt werden.

Diagnostischer Algorithmus

Erste Hinweise auf die Art der Verletzung gibt die Anamnese des Patienten. Kinder und Jugendliche verletzen sich häufig bei Trendsportarten, aber auch Freizeitaktivitäten (z.B. Sturz beim Fahrradfahren oder Trampolinspringen) können mit schweren Kniedistorsionen und Eminentia-Ausrissverletzungen einhergehen.

In der Akutphase ist eine umfassende körperliche Untersuchung des verletzten Kniegelenks häufig nicht möglich, sodass einer guten Bilddiagnostik die entscheidende Bedeutung zukommt.

Neben dem initialen Röntgenbild (**Abb. 2**) gilt hierbei die Kernspintomografie als das Untersuchungsverfahren der Wahl (**Abb. 3**).

Durch sie kann neben der knöchernen Ausrissverletzung des VKB auch das Ausmaß der intraartikulären Begleitverletzungen umfassend diagnostiziert werden [9]. In bestimmten Fällen ist für die Therapieplanung eine ergänzende Computertomografie sinnvoll (**Abb. 4**), ggf. auch eine 3-dimensionale Rekonstruktion [4]. Aufgrund der Strahlenbelastung sollte die Indikation jedoch streng gestellt werden.

Konservative Therapie

Nicht dislozierte knöchernen VKB-Ausrissverletzungen Typ 1 nach Meyers und McKeever ohne therapiebedürftige intraartikuläre Begleitverletzungen können konservativ behandelt werden.

Entscheidend ist eine Entlastung an Unterarmgehstützen für mindestens 4 Wochen und eine Immobilisation des Kniegelenks in strecknaher Stellung (Gips-

tutor oder Knieimmobilisationsschiene). Aus der Schiene heraus erfolgt eine physiotherapeutisch geführte Beübung des Gelenks. Hierbei sollte eine engmaschige bildgebende Kontrolldiagnostik zur frühzeitigen Erfassung einer zunehmenden Fragmentdislokation erfolgen. Mit Einschränkung gilt dies auch für nur gering dislozierte Typ-II-Verletzungen mit ventraler Fragmentabhebung. Allerdings kommt es bei größerer Dislokation regelmäßig zu einer Interposition des Lig. transversum genus oder von Meniskusvorderhornanteilen [5] und somit zu einem Repositionshindernis (**Abb. 5**), sodass im Zweifelsfall eher zu einer operativen Behandlung der Typ-II-Verletzung geraten wird. Spätestens bei misslungener geschlossener Fragmentreposition muss von einem anatomischen Repositionshindernis ausgegangen werden und die OP-Indikation gestellt werden [10].

Operative Strategie

Ein großer Teil der Typ-II- und sämtliche Typ-III-Verletzungen sollten operativ behandelt werden.

Hierfür stehen unterschiedliche operationstechnische Alternativen zur Ver-

Abb. 5 Eminentia-Fragment nach Reposition unter das Lig. transversum genus.

fügung [1,7,11]. Dabei wird zwischen einer direkten Fragmentrefixation durch Kompressionsschrauben und indirekten Retentionstechniken (Ausziehnähte, früher auch Drahtcerclagen) unterschieden. Die Wahl des operativen Verfahrens scheint dabei keinen signifikanten Einfluss auf das Endresultat zu haben [10, 11]. Ausziehnähte bieten sich v.a. bei noch offenen Wachstumsfugen sowie bei mehrfragmentären Eminentia-Ausrissen an. Grundsätzlich können alle genannten Verfahren sowohl offen chirurgisch als auch arthroskopisch angewendet werden.

Die arthroskopisch gestützte Frakturversorgung hat gegenüber der konventionell offenen Vorgehensweise den entscheidenden Vorteil, dass potenzielle Begleitverletzungen sicher erkannt und mitbehandelt werden können und darüber hinaus das operationsbedingte Trauma minimiert wird.

Andererseits darf aber der Wunsch nach Minimalinvasivität nicht zulasten der Versorgungsqualität gehen. Bei schlechter Übersicht sollte dann eher konvertiert und der Eingriff offen weitergeführt werden.

OP-Lagerung

Wir lagern das verletzte Bein in einem elektrischen Beinhalter mit hängendem Unterschenkel (**Abb. 6**). Dadurch ist es möglich, die gewünschte Knieflexion jederzeit unproblematisch einzustellen. Intraoperative Durchleuchtungskontrollen sind sowohl a.-p. als auch im seitlichen Strahlengang möglich. Alternativ bietet sich eine Rückenlagerung mit Seitenstütze und Fußkeil an, um eine störungsfreie OP-Position zu erreichen. In diesem Fall wird eine Absenkung des gesunden Beines empfohlen, um bei Durchleuchtung im seitlichen Strahlengang störende Überlagerungen zu vermeiden.

Abb. 6 Lagerung im elektrischen Beinhalter.

Abb. 7 Tibiales Kreuzbandzielgerät mit 1. Führungsdraht.

Abb. 8 Fragmentretention über 2 Zielführdrähte.

OP-Technik

Nach der Narkoseuntersuchung erfolgt die diagnostische Arthroskopie des verletzten Kniegelenks. Zunächst wird das häufig sehr ergiebige intraartikuläre Hämatom ausgespült. Erst dann ist ein adäquater diagnostischer Rundgang durch das Gelenk möglich. Begleitverletzungen wie Meniskus- oder Knorpelschäden werden behandelt, bevor der knöcherne Kreuzbandausriss therapiert wird.

1. Schraubenosteosynthese

Die Schraubenosteosynthese bietet sich in Situationen mit einem großen dislozierten Eminentia-Fragment an. In dem von uns favorisierten arthroskopischen Vorgehen erfolgt zunächst die Beseitigung von Repositionshindernissen (Spongiosafragmente, Lig. transversum genus, Meniskusanteile) und anschließend die Fragmentreposition. Hierzu nutzen wir das tibiale Kreuzbandzielinstrument, mit dessen Hilfe das Fragment in die gewünschte Position reponiert und dann gehalten wird (**Abb. 7**). Danach folgt die passagere Retention

über 2 mit dem Kreuzbandzielinstrument eingebrachte K-Drähte (**Abb. 8**).

Anschließend erfolgt in etwa 100–120° Kniebeugung die Platzierung von Führungsdrähten für die kanülierte Schraubenosteosynthese (3,0 mm; **Abb. 9a** und **b**). Die Draht- bzw. Schraubenlage sollte in jedem Fall intraoperativ fluoroskopisch in 2 Richtungen kontrolliert werden. Bei offenen Wachstumsfugen kann eine rein epiphysäre Schraubenlage angestrebt werden [12].

Alternativ kommen 3,5-mm-Kleinfragment-Spongiosaschrauben zur Anwendung (**Abb. 10**). Sofern ein Gewindeschneider verwendet wird, muss streng darauf geachtet werden, die ligamentären Bandstrukturen nicht zu schädigen.

2. Ausziehnacht

Bei mehrfragmentären Eminentia-Ausrissen und bei offenen Wachstumsfugen bieten sich indirekte Retentionstechniken an. Die Vorgehensweise entspricht zunächst der bei der direkten Verschraubung: es erfolgt die Fragmentreposition

Abb. 9a und b
a Intraoperative Durchleuchtung nach Schraubenosteosynthese und vor Entfernung der beiden Zieldrähte. **b** Postoperative Röntgenkontrolle, gleicher Fall.

Abb. 10 Intraoperativer Situs nach Kleinfragmentschraubenosteosynthese (3,5 mm Titan).

Abb. 11 Angeschlossene VKB-Strukturen.

und anschließend die passagere Retention mithilfe der Kreuzbandzieldrähte.

Im Unterschied zur Fragmentverschraubung bleibt das Eminentia-Fragment bei der Ausziehnäht unangetastet, und lediglich die intakten ligamentären Kreuzbandstrukturen werden mit Fadenmaterial angeschlungen (**Abb. 11**).

Das Fadenmaterial wird dann über 2 Bohrkanäle nach prätibial ausgeleitet und über einer Knochenbrücke zwischen

den beiden tibialen Bohrkanaleingängen miteinander verknötet (**Abb. 12a–c**).

Im Vergleich beider OP-Techniken sollte bedacht werden, dass nach Schraubenosteosynthese regelhaft ein Folgeeingriff zur Metallentfernung erforderlich wird. Darüber hinaus konnte in einer biomechanischen Arbeit gezeigt werden, dass mit Ausziehnähten im Vergleich zur Schraubenosteosynthese eine stabilere Fixierung möglich war [2].

Eigene Ergebnisse

Bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen verwenden wir unabhängig von der Morphologie des Eminentia-Ausrisses Ausziehnähte. Wir konnten in den letzten 2 Jahren 11 Kinder mit einem mittleren Alter von 13,3 Jahren bei Typ-II- und Typ-III-Verletzungen nach Meyers und McKeever operativ behandeln. Zwölf Monate postoperativ fanden wir bei allen Kindern ein frei bewegliches Kniegelenk und nur sehr gute und gute Ergebnisse im IKDC-Score. In

Abb. 12a bis c **a** Über einen tibialen Bohrkanal nach intraartikulär eingebrachter Ösendraht. **b** Ausleitung der Armierungsfäden nach prätibial mithilfe des Ösendrahts. **c** Zustand nach prätibialer Verknötung der Ausziehnähte mit stabilem Endzustand.

2 Fällen zeigte sich eine verbliebene erstgradige vordere Schublade bei negativem Pivot-Shift-Test und ohne subjektives Instabilitätsgefühl. Als mögliche Ursache der verbliebenen Bandlaxizität kommt – bei anatomischer Reposition – eine Überdehnung der Kreuzbandfasern im Rahmen der Primärverletzung infrage. Dies wird auch von anderen Autoren als mögliche Ursache angeführt [6, 13].

Nachbehandlung

Wir empfehlen den Patienten eine 6-wöchige Entlastung an Unterarmgehstützen sowie eine initiale Ruhigstellung in Streckstellung für 2 Wochen. Anschließend sollte die Beugung für weitere 4 Wochen bei 90° Beugung limitiert werden. Nach 6 Wochen ist von einer Fragmenteinheilung auszugehen. Die Wiederaufnahme sportlicher Betätigung sollte erst nach adäquatem Muskelaufbau erfolgen.

Schlussfolgerung

Knöcherne vordere Kreuzbandausrisse sind insgesamt selten und treten häufig im Kindes- und Jugendalter vor Abschluss der Skelettreife auf. Im Erwachsenenalter treten sie überwiegend bei komplexen Tibiakopffrakturen und seltener isoliert auf. Bei dislozierten Frakturfragmenten besteht in der Regel die OP-Indikation. Dabei können sowohl mit Kompressionsschrauben als auch Aus-

ziehnähten gute Ergebnisse erzielt werden.

Die arthroskopischen OP-Techniken haben sich bewährt und ermöglichen die vollständige Erfassung und Mitbehandlung artikulärer Begleitverletzungen.

Literatur

- ¹ Ahn JH, Lee YS, Lee DH et al. Arthroscopic physeal sparing all inside repair of the tibial avulsion fracture in the anterior cruciate ligament: technical note. Arch Orthop Trauma Surg 2008; 128: 1309–1312
- ² Eggers AK, Becker C, Weimann A et al. Biomechanical evaluation of different fixation methods for tibial eminence fractures. Am J Sports Med 2007; 35: 404–410
- ³ Enderle E, Frosch KH. Arthroskopisch unterstütztes Frakturmanagement am Kniegelenk. Unfallchirurg 2013; 116: 311–317
- ⁴ Griffith JF, Antonio GE, Tong C et al. Cruciate ligament avulsion fractures. Arthroscopy 2004; 20: 803–812
- ⁵ Kocher MS, Micheli LJ, Gerbino P et al. Tibial eminence fractures in children: prevalence of meniscal entrapment. Am J Sports Med 1991; 19: 217–225
- ⁶ Kocher MS, Foreman ES, Micheli LJ. Laxity and functional outcome after arthroscopic reduction and internal fixation of displaced tibial spine fractures in children. Arthroscopy 2003; 19: 1085–1090
- ⁷ LaFrance RM, Giordano B, Goldblatt J et al. Pediatric tibial eminence fractures: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg 2010; 18: 395–405
- ⁸ Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J Bone Joint Surg [Am] 1959; 41: 209–220
- ⁹ Osti M, Benedetto KP. Arthroskopisch assistierte Refixation von Frakturen der Eminencia intercondylaris. Arthroscopie 2010; 23: 92–96
- ¹⁰ Osti M, Benedetto KP. Ergebnisse der arthroskopisch assistierten Refixation von Frakturen der Eminencia intercondylaris. Z Orthop Unfall 2010; 148: 288–291
- ¹¹ Seon JK, Park SJ, Lee KB et al. A clinical comparison of screw and suture fixation of anterior cruciate ligament tibial avulsion fractures. Am J Sports Med 2009; 37: 2334–2339
- ¹² Sommelfeldt DW. Die arthroskopisch assistierte Refixation bei knöchernen Ausrisse des vorderen Kreuzbands im Kindes- und Jugendalter. Oper Orthop Traumatol 2008; 20: 310–320
- ¹³ Welsch F, Mehling AP, Stein T et al. Arthroskopische Verfahren am Kniegelenk. Trauma Berufskrankh 2012; 14: 34–45
- ¹⁴ White EA, Patel DB, Matcuk GR et al. Cruciate ligament avulsion fractures: anatomy, biomechanics, injury patterns, and approach to management. Emerg Radiol 2013; 20: 429–440

Dr. med. Christian Schoepp

Leitender Arzt

Sektion Arthroskopische Chirurgie
und Sporttraumatologie

Dr. med. Wolfgang Martin

Assistenzarzt

Prof. Dr. med. Dieter Rixen

Ärztlicher Direktor

Chefarzt

Klinik für Orthopädie und

Unfallchirurgie

Berufsgenossenschaftliche

Unfallklinik Duisburg

Großenbaumer Allee 250

47249 Duisburg

christian.schoepp@bgu-duisburg.de