

## VORDERES KREUZBAND OP-INDIKATION

Gerhard Bauer, Matthias Buchner, Holger Schmitt, Martin Engelhardt,  
 Michael Krüger-Franke, Karl-Peter Benedetto, Hermann Mayr, Andree Ellermann,  
 Oliver Miltner

Trotz der stetig steigenden Zahlen an VKB-Ersatzplastiken nach primärer VKB-Ruptur gibt es weiterhin Patienten, welche konservativ therapiert werden und subjektiv zufrieden sind.

Ziel dieses Artikels ist es einen Überblick über Einflussfaktoren zu geben, welche das Outcome bei konservativer Therapie positiv bzw. negativ beeinflussen und daraus einen Leitfaden an die Hand zu geben, um die Entscheidung im klinischen Alltag zu erleichtern.

### Natürlicher Verlauf des instabilen Kniegelenkes

Eine der wichtigsten Fragen, die sich nach einer vorderen Kreuzbandruptur stellt ist, wie sich das instabile Kniegelenk ohne operative Versorgung entwickelt. Wie wir heute wissen kommt es durch die erhöhten Scherkräfte in einer hohen Anzahl zu Meniskusläsionen. Die Inzidenzen liegen nach einem Jahr bei 40%, nach 5 Jahren bei 60% und nach 10 Jahren bei 80% [Levy und Meier 2003].

Bislang liegt jedoch noch keine Studie vor, welche belegt, dass es bei allen Patienten mit vorderer Kniegelenksinstabilität zu Sekundärschäden oder degenerativen Veränderungen kommt.

Es konnten einige wenige Parameter als Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Sekundärschaden beim instabilen Knie evaluiert werden. Hierzu zählt unter anderem die Aktivität und die ausgeübte Sportart. Insbesondere für „high-risk pivoting sports“ wurden im Verlauf radiologische Veränderungen des Kniegelenkes gefunden [Fink et al. 2001].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass je aktiver der Patient mit insta-

bilem Kniegelenk ist, umso häufiger treten sekundäre Läsionen auf.

### Probleme der Studienlage

Die aktuelle Studienlage zur Arthroseentwicklung nach VKB-Ruptur und VKB-Rekonstruktion ist mit Vorsicht zu betrachten. Es liegen nur wenige und v. a. ältere Studien vor, welche die Ergebnisse nach heute nicht mehr verwendeten Operationsverfahren darstellen.

Eine Metaanalyse aus 2004 mit 33 klinischen Studien zeigte eine Osteoarthrosebildung nach VKB-Ruptur trotz operativer Rekonstruktion [Lohmander et al. 2004]. Limitierend ist hierzu anzumerken, dass v. a. ältere Studien ohne moderne Operationsprinzipien eingeschlossen wurden. Hierzu zählen offene Rekonstruktionen, isolierte VKB-Rekonstruktionen bei multiligamentären Verletzungen und die postoperative Gipsimmobilisation.

Bei Patienten mit früher Rekonstruktion (<12. Woche) konnte eine geringere Arthroserate von 11% im Vergleich zur späten Rekonstruktion (median 5,6 Jahre) mit 50% gefunden werden [Johma et al. 1999].

Eine Cochran-Analyse von 2005 zum Vergleich operativ vs konservativ fand lediglich 2 Studien, welche jedoch ältere OP-Verfahren und Rehabilitationsmaßnahmen verwendeten und aufgrund fehlender kontrolliert-randomisierter Studien keine Evidenz nachwies [Linko et al 2005]. In einem 10-Jahres-Follow-up konnten Engebretsen et al. 2009 eine Arthrose-Inzidenz von 13% bei isolierter VKB-Ruptur und von 48% bei zusätzlicher Meniskusläsion zeigen. Somit stellt die Meniskusläsion eine wichtige Sekundärverletzung im Entstehungsmechanismus der Osteoarthrose dar.

### VKB-Trauma Kaskade

Das primäre Trauma, welches in der Regel durch einen Varusstress-/Innenrotationsmechanismus entsteht, führt nicht selten auch zu initialen Verletzungen der Menisken und des Gelenkknorpels. Die Inzidenz der primären Meniskusverletzung begleitend zur VKB-Ruptur wird in der Literatur mit 15–50% angegeben [Levy und Meier 2003, Lohmander et al. 2007]. Bezogen auf die Lokalisation fanden Spindler et al. [1993] in 56% ihrer Patienten laterale Meniskusverletzungen und in 37% mediale Meniskusverletzungen.

Chondrale Defekte können in 23% bei akuter VKB-Ruptur und in 54% bei chronischer vorderer Instabilität gefunden werden [Shelbourne et al. 2003]. Diese Defekte bestehen v.a. an der lateralen Femurkondyle. Die Studienergebnisse bezüglich des Outcomes der Patienten mit begleitendem chondralen Defekt im Rahmen der VKB-Ruptur sind widersprüchlich. Während Shelbourne et al. 2003 einen signifikant schlechteren IKDC-Score 6 Jahre nach Trauma im Vergleich zu einer Kontrollgruppe sieht, konnte Wu et al. 2002 keine Differenz in einem 10-Jahres-Follow-up feststellen. Ge-

zeigt werden konnte jedoch durch mehrere Autoren, dass ein initialer posttraumatischer Knorpelschaden im Follow-up zu einer vermehrten Osteoarthrosebildung führt.

Diese Arthroseentwicklung lässt sich auch durch eine erfolgreiche VKB-Ersatzplastik nicht vollends verhindern. Wie Johma et al. 1999 in einem prospektiven 7-Jahres-Follow-up gezeigt hat bestanden bei 66% der Patienten mit VKB-Rekonstruktion und Menisektomie eine Arthrose. Im Vergleich hierzu lag die Rate bei VKB-Rekonstruktion und intaktem Meniskus in selbiger Publikation bei 11%.

Ein häufiges Sekundärzeichen im MRT bei akuter traumatischer VKB-Ruptur ist das Bone bruise im posterolateralen Tibiaplateau und der anterolateralen Femurkondyle. Die Inzidenz wird in der Literatur mit über 80% angegeben [Speer et al. 1992]. Dieses Bone bruise ist in einem Zeitraum von Monaten bis zu 6 Jahren rückläufig. Im mittelfristigen Verlauf von bis zu 6 Jahren zeigen sich bei 57–66% der Fälle im Bereich der lateralen Femurkondyle eine lokalisierte Chondromalazie [Faber et al. 1999, Vellet et al. 1991]. Ein Einfluss des Bone bruise oder der nachfolgenden

chondralen Veränderungen auf das klinische Outcome konnten nicht gezeigt werden.

Petersen et al. veröffentlichten 2005 eine vordere Kreuzband-Verletzungskaskade, welche den Verlauf zwischen primärer VKB-Ruptur und der Entwicklung einer Osteoarthrose deutlich machen soll (Abb. 1).

### Risikofaktoren der Instabilität und Osteoarthrose

Die größte Gefahr unter konservativer Therapie liegt in der Entwicklung einer Instabilität sowie einer Osteoarthrose. Anhand einiger Studien wurden Risikofaktoren erarbeitet, welche die Entwicklung dieser beiden Folgen negativ beeinflussen.

Daniel et al. (1994) führten 3 Risikofaktoren an, welche im Follow-up vermehrt zu einer operativen Versorgung führen. Dies sind die passive Instabilität (gemessen mit dem KT-1000), die sportliche und berufliche Aktivität sowie das Alter (Abb. 2). Hieraus wurde die surgical risk factor (SURF)-Einteilung (Abb. 3) entwickelt. Diese hilft anhand der passiven Instabilität und der Sportaktivität das Risiko für eine operative

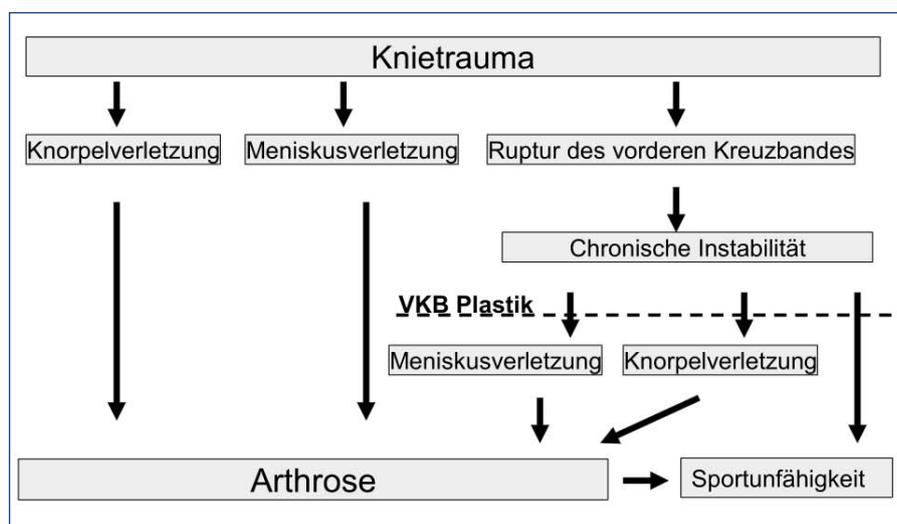


Abbildung 1 Vordere Kreuzband-Verletzungskaskade [aus Petersen/Zantop 2010].

Risikofaktoren für spätere operative Intervention	
■ passive Stabilität (KT 1000)	
■ sportliche Aktivität	
Level I	Sprungsportarten, schnelle Richtungswechsel
Level II	Seitbewegungen
Level III	Andere Sportarten – Jogging, Schwimmen
■ berufliche Aktivität	
Level I	Wie Level I Sport
Level II	Schwere körperliche Arbeit, unebene Böden
Level III	Leichte körperliche Arbeit
■ Alter	

Abbildung 2  
Risikofaktoren für eine spätere operative Intervention [modifiziert nach Daniel et al. 1994].

Meniskus- oder VKB-Versorgung im Verlauf anzuzeigen. Wie einige Autoren gezeigt haben liegt kein Zusammenhang zwischen der passiven ap-Laxität und den meisten klinischen Scores vor [Hrubesch et al. 2000, Leitze et al. 2005]. Auszunehmen ist hier der IKDC-Score, da dieser die ap-Laxität als Komponente enthält. Der Pivot shift hingegen zeigt eine sehr gute Korrelation mit der subjektiven Patientenzufriedenheit [Kocher et al. 2002, Leitze et al. 2005]. Leitze et al. (2005) konnten jedoch auch zeigen, dass zwischen Pivot-shift und der Osteoarthrose-

Progression bei Patienten nach VKB-Rekonstruktion kein signifikanter Zusammenhang besteht.

### Coper vs non-coper

Individuen mit VKB-Ruptur lassen sich auch in sogenannte Copers und Non-copers einteilen. Hierzu existieren verschiedene Definitionen. Snyder-Mackler et al. (1997) definierten erstmalig Copers als Pat. mit vordegener Instabilität die ohne chirurgische Intervention zu voller sportlicher Leistungsfähigkeit zurückkehrten.

KT 1000	Sportstunden pro Jahr (Level I und II)		
	<50	50–199	>200
<5	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Mittel</i>
5–7	<i>Gering</i>	<i>Mittel</i>	<i>Hoch</i>
>7	<i>Mittel</i>	<i>Hoch</i>	<i>Hoch</i>

Abbildung 3  
SURF-Einteilung [Daniel et al. 1994].

Daniel et al. (1994) erweiterten den Begriff auf Patienten, die eine im Seitenvergleich vermehrte ap-Laxität von >3 mm ohne subjektive Instabilität hatten.

In einer klinischen Studie konnte man für die Coper im Vergleich signifikant höhere Werte im Global knee rating score, Lysholm, KOS-ADL und KOS-Sport zeigen [Eastlack et al. 1999]. Ebenfalls zeigte sich ein besserer Quadrizeps Index und bessere Einbeinsprungtests. Lediglich in der ap-Laxität und im IKDC konnte keine Differenz gefunden werden.

Die dynamische Stabilität gemessen mittels dynamisch klinischer Tests zeigt als objektives Testverfahren die beste Korrelation mit der subjektiven Stabilität. Hierzu sind insbesondere die Sprungtests (Hop-test) zu erwähnen. Die Arbeitsgruppe um Noyes et al. zeigten in ihren beiden Studien (1987 und 1991) hohe Spezifitäten für den single-leg hop test (97%) und den timed hop test (94%). Für diese Tests konnte ebenfalls eine gute Korrelation zu isometrischen Laxitätstests festgestellt werden. Ein pathologischer Hop-test wurde von der Arbeitsgruppe bei <85% im Seitenvergleich festgelegt. Beim single-leg hop-test wird die Strecke gemessen die mit einem Einbeinsprung mit Absprung und Landung auf dem selben Bein zurückgelegt werden kann. Beim timed-hop-test werden in selbiger Art und Weise 6 m mit Sprüngen in Serie überwunden und die Zeit gemessen. Erweitert werden können die Sprungtests noch um einen Triple hop-test und einen Cross-over hop-test.

Die Sprungtests zeigen sich als geeignetes klinisches Instrument, um die dynamische Stabilität zu evaluieren.

Fitzgerald et al. (2000) legten anhand einer prospektiven Studie 4 Indikatoren für ein operatives Vorgehen fest (Abb. 4). Ist nur einer dieser Indikatoren vorliegend ist ein

Indikatoren für operative Intervention
Timed hop-test <80% der Gegenseite
>1 Giving way Ereignis
<80% im Activities of Daily Living Scale
Global rating knee scale <60%

Abbildung 4  
Indikatoren für operatives Vorgehen [Fitzgerald et al. 2000].

schlechteres Outcome bei konservativer Therapie zu erwarten.

### Einflussfaktoren für konservatives vs operatives Vorgehen

Anhand der bekannten und gesicherten Risikofaktoren für ein schlechteres Outcome nach VKB-Ruptur unter konservativer Therapie haben die Autoren einen einfachen klinischen Score entwickelt, um die Entscheidungsfindung zwischen operativer und konservativer Therapie zu erleichtern (Abb. 5).

Hierin enthalten ist die ausgeübte Sportart. Patienten, welche Sportarten mit erhöhtem Risiko für Rotationsstress wie z. B. Football, Fußball oder Basketball ausüben, sollten eher einer operativen Versorgung zugeführt werden, da es hier eher zu Begleitverletzungen bei instabilem Kniegelenk kommen kann [Daniel et al. 1994]. Neben der Sportart wurde auch der Valderrabano-Score für das Sportlevel einbezogen. Das Risiko für Sekundärläsionen im instabilen Knie ist bei Leistungssportlern mit hoher sportlicher Aktivität deutlich gegenüber dem Freizeitsportler erhöht.

Initiale Begleitverletzungen, wie in Abbildung 4 aufgelistet, sind dringliche OP-Indikationen, zu denen begleitend auch die Versorgung der VKB-Ruptur erfolgen sollte. Weiter-

hin eingehend in den Score sind die subjektive und objektive Instabilität. Die subjektive Instabilität in Form von Giving-way-Phänomenen, welche vom Patienten geäußert werden, und die objektive Instabilität in Form der ap-Laxität und des Auftretens eines Pivot-shift. Die subjektive Instabilität ist hierbei höher zu bewerten, da sie wie bereits erwähnt vermehrt mit der Entwicklung von Sekundärläsionen assoziiert ist.

Die berufliche Belastung zählt ebenso wie die sportliche Belastung zu den Bewertungskriterien, wobei Patienten mit kniebelastenden Berufen tendenziell eher operativ versorgt werden sollten [Daniel et al. 1994].

Des Weiteren finden internistische Faktoren wie der BMI, die Compliance sowie der Gelenkstatus Beachtung. Fehlende internistische Probleme und eine gute Compliance beeinflussen das Ergebnis positiv [Lohmander et al. 2007]. Achsdeformitäten oder Bandlaxitäten unabhängig von der Verletzung wirken sich nachgewiesen auf die Entwicklung einer Osteoarthrose bei konservativer Therapie aus und müssen bei operativer Versorgung mit berücksichtigt werden.

### Nicht-operative Therapie

Ist die Entscheidung zur konservativen Therapie gefallen, ist die Durch-

führung einer suffizienten Behandlung eminent für das Outcome. Hierzu gehören initial nach Trauma abschwellende Maßnahmen wie Manuelle Lymphdrainage und Cryotherapie. Im weiteren Verlauf sollte ein gezieltes koordinatives sowie muskelaufbauendes physiotherapeutisches Training erfolgen, um eine suffiziente muskuläre Kompensation der vorderen ligamentären Instabilität zu erreichen. Abhängig von der individuellen Belastung kann auch die Verordnung einer stabilisierenden Orthese ohne Bewegungslimitierung erfolgen.

Sehr wichtig erscheint auch die regelmäßige klinische fachspezifische Kontrolluntersuchung. Wir empfehlen dies nach 6 Wochen, 3 Monaten, 6 Monaten und dann jährlich durchzuführen. Bei Auffälligkeiten ist selbstverständlich auch eine Kontrolle zwischen diesen Intervallen ratsam. Im Rahmen dieser Nachuntersuchungen sollte jeweils eine Reevaluation der Einteilung (operativ vs nicht-operativ) erfolgen. Bei Befundänderung sollte auch nach längerem Zeitraum die Zuführung zur operativen Therapie erfolgen.

### OP-Zeitpunkt/Voraussetzungen

Für den Zeitpunkt post-trauma, zu dem die operative Versorgung erfolgen sollte, gibt es keine exakten Zeitvorgaben. Der OP-Zeitpunkt kann individuell mit dem Patienten abgestimmt werden. Sollte sich jedoch für eine Akutversorgung entschieden werden, ist zur Minimierung des Arthrofibrosierisikos ein Zeitraum von 48 h anzusetzen. Danach sollte frühestens nach 4–6 Wochen bei reizlosem Lokalbefund ein Eingriff statt finden.

Ein wichtiger Faktor für den frühesten möglichen OP-Zeitpunkt ist der lokale Reizzustand des Gelenkes. Zeigt sich das Knie ohne Schwellung und mit einer Beweglichkeit nahe der des

GOTS VKB Indikationswert				
	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
<b>Initiale Begleitverletzung</b>	Per se OP-Indikation		Per se keine OP-Indikation	Keine Begleitverletzung
<b>Sportart</b> (Innsbruck scale)		High risk pivot	Pivot	Low risk pivot
<b>Zeit sportliche Aktivität/Woche</b> (Valderrabano scale)		Hoch, Leistungssport, (>5 Std.)	Normal (1-5 Std.)	Gering (<1 Std.)
<b>Subjektive Instabilität</b>		ja		nein
<b>Objektive Instabilität</b>			ja	nein
<b>Gelenkstatus:</b> Beinachse, Degeneration, Bandlaxizität			Pathologien vorhanden	unauffällig
<b>Internistische Risikofaktoren</b>			ja (BMI hoch)	Nein (BMI normal)
<b>Berufliche Aktivität</b>			Kniebelastend	Nicht kniebelastend
<b>Compliance</b>			ja	nein
<b>Punktwert</b>	<b>&gt; 9 Punkte OP-Indikation</b> <b>6-8 Punkte Individuelle Gewichtung</b> <b>0-5 Punkte Tendenz konservativ</b>			

Abbildung 5  
GOTS VKB Indikationswert.

kontralateralen Beines ist das postoperative Arthrofibrosierisiko deutlich reduziert [Mayr et al. 2004]. In manchen Fällen ist aufgrund einer Begleitverletzung ebenfalls eine zeitnahe operative Versorgung anzustreben. Diese Indikationen sind Abbildung 6 zu entnehmen. Soweit dies möglich ist, ist bei Kombinationsverletzungen eine „All in One Surgery“ anzustreben. Hierbei sollte der Patient jedoch ausdrücklich auf das erhöhte Arthrofibrosierisiko sowie möglich Folgeoperationen aufgeklärt werden.

Indikatoren für frühe operative Intervention
Komplexe Bandläsion (hochgradige Seitenbandläsion)
Dislozierte Menisken
Neurovaskuläre Problematik
Fragmentfrakturen

Abbildung 6  
Indikatoren für frühes operatives Vorgehen.

## Zusammenfassung

Prinzipiell ist auch nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht bei jedem Individuum mit einer VKB-Ruptur die operative Versorgung notwendig. Jedoch sollten die Patienten, welche konservativ therapiert werden, genau ausgesucht werden. Einige Faktoren, wie die Aktivität des Patienten können bei konservativer Therapie zu schlechterem Outcome führen.

Die VKB-Ruptur an für sich stellt schon ein Risikofaktor für die Entstehung einer Osteoarthritis dar. Verschlechtert wird diese Entwicklung insbesondere durch initiale Meniskus- und Knorpelläsionen. Auch eine operative Versorgung der VKB-Ruptur kann die Osteoarthritisbildung letzten Endes nicht verhindern.

Die Entscheidung zwischen operativer und konservativer Therapie bleibt eine individuelle Entscheidung und erfordert vom Behandler eine genaue Erhebung und Analyse der Verletzung sowie der Anamnese. Auch eine rezidivierende Reevaluation kann v. a. bei konservativer Therapie von Nöten sein. Zur Unterstützung der Therapieentscheidung bestehen Scores, wie z. B. der in dieser Publikation veröffentlichte.

## Literatur

- Beynonn BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med* (2005); 33(10): 1579–1602.
- Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient: a prospective outcome study. *Am J Sports Med* (1994); 22: 632–644.
- Daniel DM, Stone ML, Sachs R, Malcom L. Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. *Am J Sports Med* (1985); 13: 401–407.
- Drogset JO, Grøntvedt T. Anterior cruciate ligament reconstruction with and without a ligament augmentation device. *Am J Sports Med* (2002); 30: 851–856.
- Faber KJ, Dill JR, Amendola A, Thain L, Spouge A, Fowler PJ. Occult osteochondral lesions after anterior cruciate ligament rupture: six-year magnetic resonance imaging follow-up study. *Am J Sports Med* (1999); 27: 489–494.
- Fairbanks TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg* (1948); 30-Br: 664–670.
- Fink C, Hoser C, Hackl W, Navarro RA, Benedetto KP. Long-term outcome of operative or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture: is sports activity a determining variable? *Int J Sports Med* (2001); 22: 304–309.
- Fink C, Hoser C, Benedetto KP. Development of arthrosis after rupture of the anterior cruciate ligament: a comparison of surgical and conservative therapy. *Unfallchirurg* (1994); 97: 357–361.
- Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2000); 8(2): 76–82.
- Hrubesch R, Rangger C, Reichkendler M, Sailer RF, Gloetzer W, Eibl G. Comparison of score evaluations and instrumented measurement after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* (2000); 28: 850–856.
- Johnson DL, Urban WP, Caborn DNM, Vanarathos WJ, Carlson CS. Articular cartilage changes seen with magnetic resonance imaging detected bone bruises associated with acute anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med* (1998); 26: 409–414.
- Jomha NM, Borton DC, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Long-term osteoarthritic changes in anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Clin Orthop Relat Res* (1999); 358: 188–193.
- Leitze Z, Losee RE, Jokl P, Johnson TR, Feagin JA. Implications of the pivot shift in the ACL-deficient knee. *Clin Orthop Relat Res* (2005); 436: 229–236.
- Levy AS, Meier SW. Approach to cartilage injury in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Orthop Clin North Am* (2003); 34: 149–157.
- Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, Seitsalo S. Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* (2005); 2: CD001356.
- Lohmander LS, Östenberg A, Englund M, Roos H. High Prevalence of Knee Osteoarthritis, Pain, and Functional Limitations in Female Soccer Players Twelve Years After Anterior Cruciate Ligament Injury. *Arthritis & Rheumatism* (2004); 50: 3145–3152.
- Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med* (2007); 35(10): 1756–1769.
- Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee, part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg Am* (1983); 65: 154–162.
- Noyes FR, Matthews DS, Mooar PA, Grood ES. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee, part II: the results of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg* (1983); 65: 163–174.
- Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry. *Am J Sports Med* (1991); 19: 513–518.
- Noyes FR, Barber-Westin SD. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft in patients with articular cartilage damage. *Am J Sports Med* (1997); 25: 626–634.
- Petersen W, Zantop T, Rosenbaum D, Raschke M. Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 2: Präventionsstrategien und Präventionsprogramme. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* (2005); 56: 156–164.
- Petersen W, Zantop T. Das vordere Kreuzband. *Deutscher Ärzteverlag, Köln* 2010.
- Roos H, Adalberth T, Dahlberg L, Lohmander LS. Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age. *Osteoarthritis Cartilage* (1995); 3: 261–267.
- Shelbourne KD, Wilkens JH. Intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction in the symptomatic arthritic knee. *Am J Sports Med* (1993); 21: 685–688.
- Shelbourne KD, Stube KC. Anterior cruciate ligament (ACL)-deficient knee with degenerative arthrosis: treatment with an isolated autogenous patellar tendon ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (1997); 5: 150–156.
- Shelbourne KD, Gray T. Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. *Am J Sports Med* (2000); 28: 446–452.
- Shelbourne KD, Jari S, Gray T. Outcome of untreated traumatic articular cartilage defects of the knee. *J Bone Joint Surg Am* (2003); 85(suppl2): 8–16.
- Speer KP, Spritzer CE, Bassett FH, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Osseous injury associated with acute tears of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* (1992); 20: 382–389.
- Wu WH, Hackett T, Richmond JC. Effects of meniscal and articular surface status on knee stability, function, and symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* (2002); 30: 845–850.