

Arthroskopie 2024 · 37:36–46
<https://doi.org/10.1007/s00142-023-00656-5>
 Angenommen: 19. Dezember 2023
 Online publiziert: 28. Dezember 2023
 © The Author(s) 2023, korrigierte Publikation 2024



Press-Fit-Hybrid®-Technik in der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands

Eine fast implantatfreie anatomische und biologische Methode

R. Volz¹ · G. H. Borchert² · M. V. Neumann-Langen¹

¹ Zentrum für spezielle Gelenkchirurgie, Dres. med. Renz, Volz, Loewe & Kollegen, Überlingen, Deutschland

² Dr. Borchert Medical Information Management, Langen, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Das Ziel der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) ist die möglichst anatomische und biologische Wiederherstellung der Kniefunktion, um ein Fortschreiten degenerativer Gelenkveränderungen zu vermeiden. Die *Press-Fit-Hybrid*®(PFH)-Technik ist eine biologische Alternative zur konventionellen Interferenzschrauben(IF)-Technik und kann zur Fixation von Hamstringsehnen- bzw. rein tendinösen Quadrizepssehnen-transplantaten angewandt werden.

Fragestellung: Führt die PFH-Technik zu einer geringeren Rerupturrate und zu weniger sekundären Meniskusverletzungen im Vergleich zur IF-Technik?

Material und Methoden: Retrospektive Auswertung von 200 Patienten mit VKB-Rekonstruktionen (100 Patienten in IF-Technik, 100 Patienten in PFH-Technik). Bei der PFH-Technik werden mit einer Diamant-Hohlfräse zeitgleich ein Tunnel und ein Knochenzylinder generiert. Die Herstellung optimaler Press-Fit-Konditionen durch die Anwendung standardisierter Dilatationsschritte erlaubt eine Press-Fit-Fixierung mittels femoralen und tibialen Knochenzylindern sowie zusätzlich femoral mit einem justierbaren Fixationsbutton und tibial mit einer Ankerschraube. Es wurden die Rerupturrate und die sekundären Meniskusverletzungen postoperativ sowie klinische Stabilitäts- und Bewegungsumfänge ermittelt.

Ergebnisse und Schlussfolgerung: Die Rerupturrate betrug in der IF-Gruppe 9 % ($n = 9$, nach 5,3 Jahren) und in der PFH-Gruppe 4 % ($n = 4$, nach 4,2 Jahren; $p < 0,0001$). Postoperative Meniskusverletzungen fanden sich 9 % in der IF-Gruppe und 6 % ($p = 0,59276$) in der PFH-Gruppe. Postoperativ war die klinische Funktion signifikant besser in der PFH-Gruppe, die Gelenkstabilität war in beiden Gruppen gleich. Die PFH-Technik erzielt im Vergleich mit der IF-Technik eine geringere Rerupturrate und eine geringere Rate sekundärer Meniskusläsionen.

Schlüsselwörter

Kniegelenk · Rerupturrate · Meniskus · Rolimeter · Neutral-0-Methode



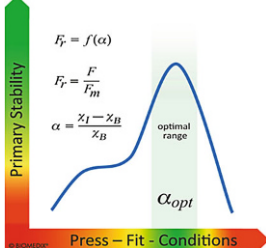


QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Die Verankerung des Transplantats im Knochen stellt bei der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) einen wesentlichen Faktor dar. Bei der extrakortikalen gelenkfernen Fixation kann es zu Tunnelaufweitungen kommen. Bei der gelenknahen Fixation mit Implantaten, beispielsweise Interferenzschrauben, kann es durch die Implantate zur

mechanischen Schädigung des Transplantats kommen, und die Kontaktfläche zwischen Transplantat und Knochen ist reduziert. In beiden Fällen kann die Einheilung des Transplantats im Knochen gestört sein.

Aus diesem Grund wurde mit der *Press-Fit-Hybrid*®-Technik eine Fixationsmetho-

Tab. 1 Standardisiertes Dilatationsschema												
												
												
Press-Fit-Hybrid® – femorale Dilatation												
Folded Diameter (mm)	7,5	ASY1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	8,0	ASY1	ASY2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	8,5	ASY1	ASY2	ASY3	–	–	–	–	–	–	–	–
	9,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	–	–	–	–
	9,5	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	–	–	–
	10,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	–	–
	10,5	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	ASY7	–
	11,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	ASY7	ASY8
Press-Fit-Hybrid® – tibiale Dilatation												
Folded Diameter (mm)	7,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	8,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	8,5	ASY1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	9,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	–	–	–	–
	9,5	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	–	–	–
	10,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	–	–
	10,5	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	ASY7	–
	11,0	–	–	–	SYM_A	SYM_B	SYM_C	ASY4	ASY5	ASY6	ASY7	ASY8
ASY asymmetrische Dilatation, 1–8 Instrumentengröße, SYM symmetrische Dilatation, A–C Instrumentengröße												

de etabliert, welche die Vorteile der extrakortikalen Technik mittels femoraler Buttonfixation und tibialer Fixation durch Ankerschrauben mit denen der gelenknahen Technik kombiniert, indem die gelenknahen Fixation durch Knochenzylinder erfolgt, welche mittels Diamant-Hohlfräsen (*AlphaLock® Turbo Cutter*, *BIOMEDIX®*, Heusenstamm, Deutschland) im Rahmen der Tunnelanlage gewonnen werden, ohne dass es hierbei zu Knochennekrosen kommt.

Hintergrund

Das Ziel der VKB-Rekonstruktion ist die Reintegration des Patienten in den sportlichen Alltag, vergleichbar dem prätraumatischen Level, und die Reduktion des Risikos degenerativer, posttraumatischer Gelenkveränderungen [1]. Die richtige Indikationsstellung und die chirurgische Technik sind entscheidend für den postoperativen Erfolg und die Kniegelenkstabilität

[2]. Die Wiederherstellung der ursprünglichen Kinematik des Kniegelenks reduziert deutlich das Risiko folgender Meniskusverletzungen und verbessert die Heilungschancen nach Meniskusrefixation [3, 4]. Bis heute gibt es keinen Konsensus über die beste Methode der VKB-Rekonstruktion. Am populärsten ist die Interferenzschrauben(IF)-Technik, obwohl Risiken intraoperativer Transplantatschäden durch Schraubenfehlage beschrieben worden sind [5], und die extrakortikale Fixation, obwohl hier insbesondere bei transtibialer Bohrung Tunnelaufweitungen aufgrund des Bungee- und Scheibenwischer-Effekts beobachtet wurden [6].

» Zur Absicherung der Belastbarkeit erfolgt zusätzlich eine extrakortikale Hybridfixation

Eine Alternative ist die vorwiegend ohne Fremdmaterial auskommende Press-Fit-Fixation [1, 5–13]. Bei den bisher publi-

zierten Techniken zur Press-Fit-Fixation, welche die Entnahmestellenmorbidity und Arthroserate reduzierten, aber hohe Rerupturraten aufwiesen [6, 9, 13], werden biomechanische Zusammenhänge nicht berücksichtigt. Die hier vorgestellte *Press-Fit-Hybrid®*-Technik hingegen berücksichtigt diese Zusammenhänge, ermöglicht geringere Rerupturraten [14] und ist eine eigenständige, zur Fixierung von Ligamenten etablierte Technologie. Bei der *Press-Fit-Hybrid®*-Technik erfolgt die simultane Herstellung des Tunnels und Knochenzylinders (femoral und tibial) unter Verwendung von Diamant-Hohlfräsen und Zielgeräten mit integrierter Anschlagtechnik, zur Sicherstellung präziser Bohrtiefen. Auf Grund des strukturviskosen Verhaltens der reinen Sehnentransplantate ist die Zugbelastung der Press-Fit-Fixierung begrenzt. Hier muss zur Absicherung der Belastbarkeit zusätzlich eine extrakortikale Hybridfixation erfolgen. Bei der *Press-Fit-Hybrid®*-Methode nimmt der

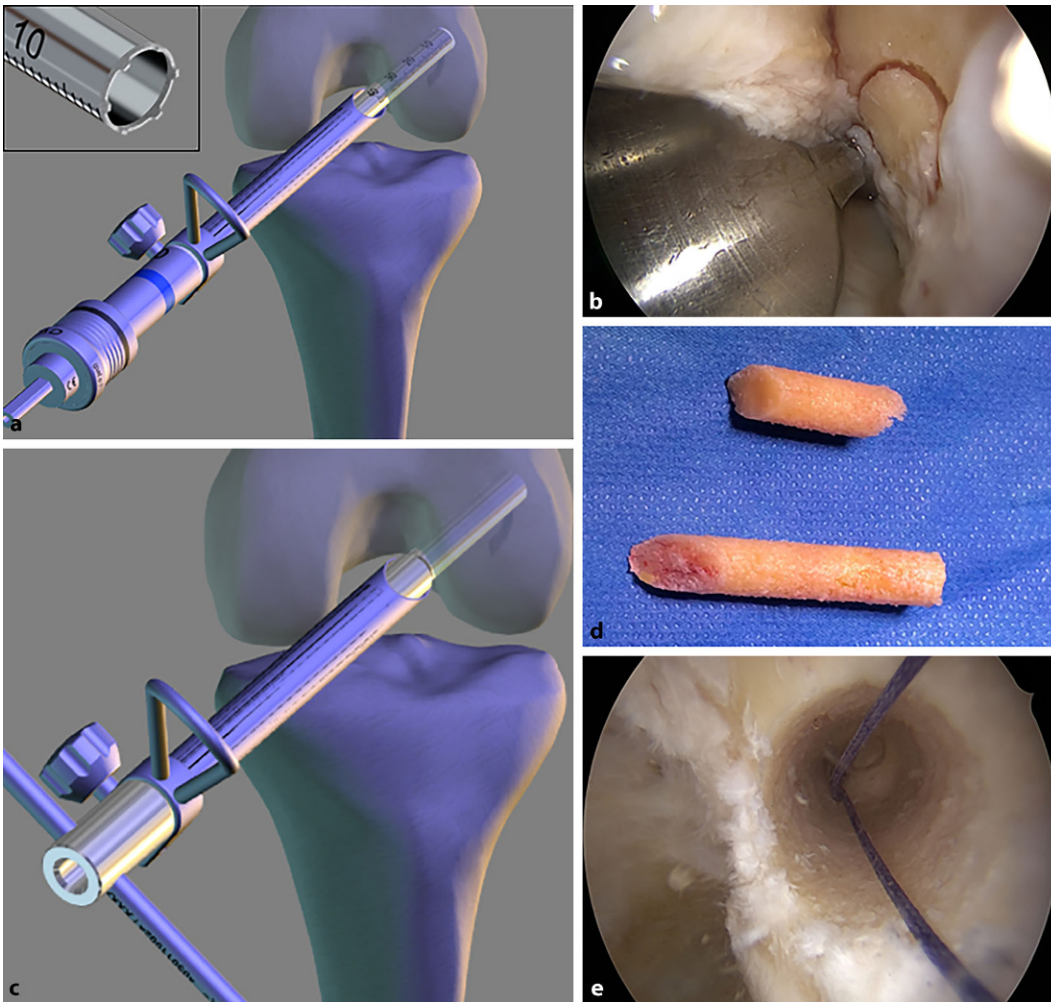


Abb. 1 ◀ Anlegen des femoralen Bohrkanals. **a** Diamant *AlphaLock*[®] Turbo Cutter, Insert: Diamantspitze. **b** Nach dem Bohren. **c** Extraktor für den Knochenzylinder. **d** Extrahierte Knochenzylinder. **e** Bohrkanal ohne jegliche Nekrose

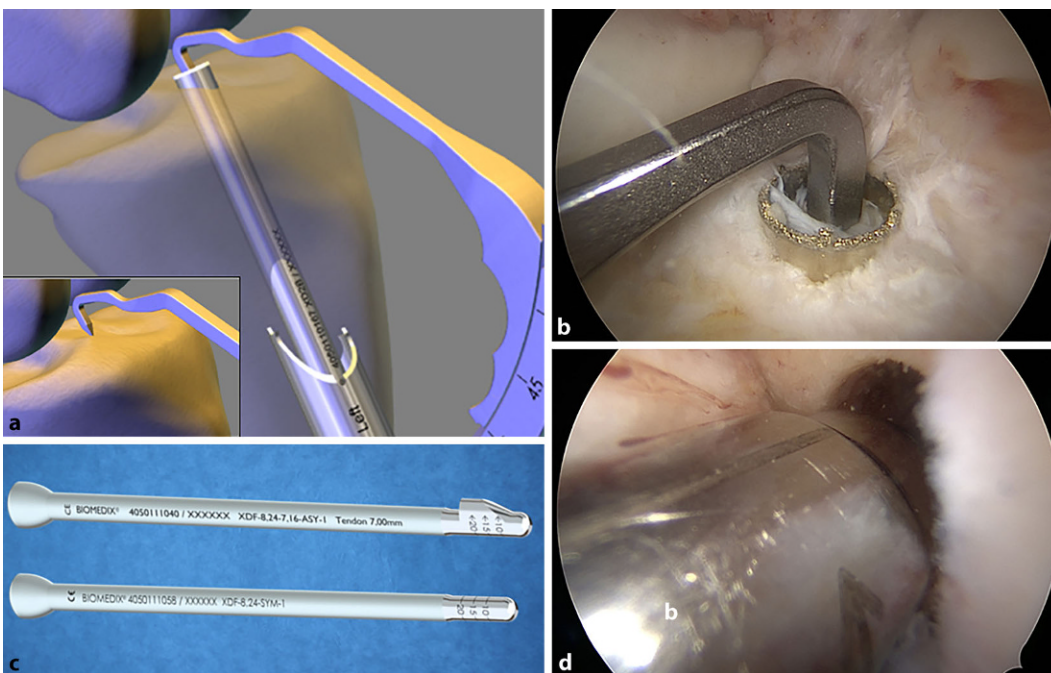


Abb. 2 ◀ Anlegen des tibialen Bohrkanals und Dilatation des Bohrkanals. **a** Tibiales Zielgerät Insert: Spitze liegt direkt auf dem Stumpf des vorderen Kreuzbands (VKB). **b** Nach Bohren des tibialen Kanals. **c** Dilatatoren. **d** Dilatatoren im Bohrkanal



Abb. 3 ▲ Einziehen des Transplantats und Einbringen der Knochenzylinder. **a, b** Einziehen des Transplantats. **c** Knochenzylinder. **d–f** Knochenzylinder schließen exakt ab

Zylinder zum Zeitpunkt der Operation nur ca. 20% der Zugbelastung auf, die restlichen 80% werden von der extrakortikalen Hybridfixation getragen. Zum Operationszeitpunkt ist der autologe Zylinder für die gelenknahe Fixierung verantwortlich und induziert die schnelle Integration in den angrenzenden Knochen. Nach der Integration übernimmt diese Verbindung den Halt der Fixierung. Die bei der *Press-Fit-Hybrid*®-Technik vorhandenen Kontaktflächen sind im Implantatlager deutlich größer im Vergleich zu Interferenzschrauben, so dass die ossäre Integration auf größerer Fläche abläuft.

In einer retrospektiven Kohortenstudie wurden die Rerupturrate und die sekundären Meniskusverletzungen zwischen dem *Press-Fit-Hybrid*®-Verfahren und der Interferenzschraubentechnik verglichen.

Methodik

Nach Umstellung der Operationstechnik wurden die letzten 100 mit der Interferenz-

schraubentechnik (IF-Gruppe) versorgten Patienten mit den ersten 100 mittels *Press-Fit-Hybrid*®-Technik (PFH-Gruppe) operierten Patienten verglichen.

Ausschlusskriterien waren ein Alter < 18 Jahre, zwei oder mehr Rekonstruktionen des VKB, Seitenbandverletzungen und die Verwendung eines isolierten Semitendinosus- oder Quadrizepssehnen-transplantats.

Für die rein deskriptive Datenanalyse wurde ein Log-Rank-Test, für die Signifikanzbestimmung die Überlebenszeitkurve angewandt. Die Statistik erfolgte mit OriginPro, Version 2021 (Origin-Lab Corporation, Northampton, MA, USA). Ein *p*-Wert von < 0,05 wurde als signifikant definiert.

Operationstechnik

Die Semitendinosus- und Grazilissehne werden in üblicher Technik gewonnen und jeweils 3fach über einer Ultrabutton-Schlinge gefaltet zu einem 6fach-Transplantat gelegt. Proximal wird das Trans-

plantat über ca. 25 mm mit einem 1er-Vicrylfaden vernäht, distal mit einer HiFi-Fadenschlinge und mit einem Ethibondfaden über eine Strecke von ca. 40 mm armiert, proximal mit einem Vicrylfaden. Zur Anlage des femoralen Tunnels wird das Bein während der Fräsung ca. 130° flektiert. Mit einer Diamanthonlfräse (*AlphaLock*® Turbo Cutter, *BIOMEDIX*®, Heusenstamm, Deutschland) wird femoral ein Bohrkanaal gefräst und zeitgleich ein Knochenzylinder generiert (■ **Abb. 1a, b**). Der Knochenzylinder wird mit einem Extraktor geborgen (■ **Abb. 1c, d**). Es resultiert ein Bohrkanaal femoral mit einem definierten Durchmesser von 8,24 mm sowie ein spongöser Knochenzylinder mit einem Durchmesser von 7,16 mm und einer Länge von 25 mm (■ **Abb. 1e**), die keinerlei Nekrosen zeigen.

Abhängig vom Transplantatdurchmesser wird der femorale Tunnel asymmetrisch dilatiert (■ **Tab. 1**), so dass das Transplantatbett und das Lager für den Knochenzylinder vorbereitet werden. Die Gegenkortikalis wird abschließend über einen

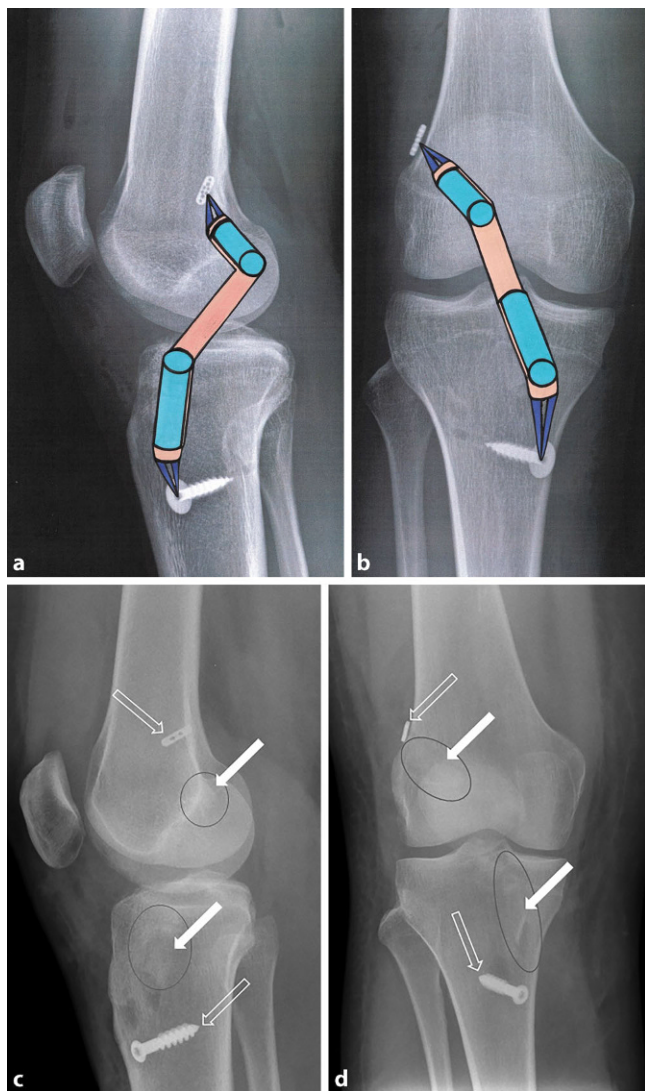


Abb. 4 ◀ Röntgenaufnahmen lateral und a.-p. **a, b** Übersichtszeichnung der Press-Fit-Hybrid®-Fixation in seitlicher (a) und a.-p.-Projektion (b). **c, d** Zwei Tage postoperativ seitlich (c) und a.-p. (d): Weiße Pfeile und schwarze Kreise zeigen die Knochenzylinder, durchsichtige Pfeile zeigen den Button und die Ankerschraube

2,3-mm-Bohrdraht mit einem 4,5-mm-Endobutton-Bohrer eröffnet. Ein Durchzugsfaden wird eingezogen und *geparkt*, dann erfolgt die arthroskopische Überprüfung der korrekten Tunnelposition (Abb. 3). Tibial wird der Zielhaken des tibialen Zielgeräts im Bereich des VKB-Stumpfs auf Höhe des Außenmeniskusvorderhorns eingesetzt (Abb. 2a, b). Auch hier wird über das Zielgerät mit der Diamant Hohlfräse ein Tunnel mit einem Durchmesser von 8,24 mm gefräst und ein zweiter Spongiosazylinder mit einem Durchmesser von 7,16 mm und einer Länge von ca. 30–40 mm generiert. Asymmetrische Dilatation des Bohrkanaals (Abb. 2c, d). Ausleiten des Durchzugsfadens, Anhängen und transtibiales Einziehen des Transplantats bis in den femoralen Tunnel. Der Ultrabutton wird

hierbei nach proximal ausgeleitet und extrakortikal geflippt. Anschließend wird durch Anspannen der Ultrabuttonfäden das Transplantat vollends nach proximal eingezogen. Sodann erfolgt 30-mal ein repetitives Flexions-/Extensionsmanöver unter maximalem Zug am Transplantat nach distal. Um das Transplantat tibial (i. S. einer Hybridfixation) zu fixieren, wird zunächst die extrakortikale Fixation durchgeführt. In 20° Flexion des Kniegelenks werden jeweils das HiFi- und Ethibond-Fadenpaar fest um den Hals einer Ankerschraube (Abb. 3e) verknötet. Das Transplantat wird mit einem konischen Dilatator im Kanal asymmetrisch positioniert und so das Lager für den Knochenzylinder vorbereitet. Danach wird der tibiale Knochenzylinder mit dem Liston halbiert und angeschrägt und anschließend

in zwei Schritten mit einem Applikator nacheinander in den tibialen Bohrkanaal eingebracht. Femoral wird nun der auf 7,16 × 17 mm gekürzte und angeschrägte Knochenzylinder dezentriert eingebracht und impaktiert, sodass ergänzend zur extrakortikalen Fixation mittels Ultrabutton eine Press-Fit-Fixation gelenknah erzielt wird. Die Spongiosazylinder füllen den Kanal vollständig aus und schließen bündig intraartikulär ab. Femoral aligniert sich das Transplantat anatomisch zur dorsokaudalen Kante der lateralen Notch (Abb. 4a, b). In Abb. 4c, d sind die Knochenblöcke, Button und Schraube 2 Tage postoperativ dargestellt.

Ergebnisse

Die Gruppenverteilung war homogen hinsichtlich des Alters, der Geschlechtsverteilung, Seitenverteilung, Unfallursache, Begleitverletzungen, Body-Mass-Index (BMI) und Zeit bis zur operativen Versorgung (Tab. 2). Patienten in der IF-Gruppe, die mehr als 6 Monate nach VKB-Ruptur operiert wurden, hatten eine signifikant höhere Rate medialer Meniskusläsionen zum Zeitpunkt der Operation ($p = 0,013$; Tab. 2).

Zu Beginn der Nutzung der PFH-Methode betrug die Operationszeit 52 min, nach entsprechender Lernkurve (20 Monaten) noch 48 min. Die IF-Schraube war 6 Monate postoperativ ossär noch nicht integriert (Abb. 5a, b), während der Knochenblock in der PFH-Gruppe 2 Wochen postoperativ ossär integriert war und sich femoral weiterhin die sichelförmige Konfiguration des Tunnels zeigt (Abb. 5c–h). Sechs Monate nach der Rekonstruktion ist der Knochenzylinder vollständig in den umliegenden Knochen integriert.

Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit betrug 5,3 Jahre in der IF-Gruppe und 4,2 Jahre in der PFH-Gruppe (Tab. 3). Rerupturen des rekonstruierten VKB wurden bei 9 Patienten (9%) in der IF-Gruppe und 4 Patienten (4%) in der PFH-Gruppe beobachtet. Ein adäquates Trauma konnte bei 7 Patienten in der IF-Gruppe und bei 3 Patienten in der PFH-Gruppe bestimmt werden. Die meisten Rerupturen traten nach primärer VKB-Rekonstruktion auf, jeweils eine Reruptur nach Revisionseingriff in beiden Gruppen. Die Kaplan-Meier-

Tab. 2 Demografische und präoperative Daten						
Parameter	Interferenzschrauben-Technik		Press-Fit-Hybrid®-Technik		p-Wert	
Patientenzahl	100		100		–	
Alter (Jahre) ^a Bereich	36,17 ± 12,27 18–57		35,38 ± 12,10 18–66		0,53144	
BMI (kg/m ²) ^a Bereich	25,66 ± 3,43 18,82–37,04		25,10 ± 3,65 19,37–40,26		0,12673	
Männlich/Weiblich	57/43		59/41		–	
Rechtes/linkes Knie	52/48		61/39		–	
Traumatische Ruptur						
(Ja/Nein/keine Daten)	93/1/6		95/1/4		–	
Verletzt bei ...						
Sport	79		81		–	
Verkehr	1		5			
Arbeit	2		3			
Zu Hause	2		4			
Andere	9		4			
Keine Daten	7		3			
Zeit bis zur Operation ^a Bereich	24,97 ± 70,2 Monate 23 Tage bis 36 Jahre		24,07 ± 69,4 Monate 26 Tage bis 35 Jahre		0,65563	
Erstoperation (n)	85		87		–	
Assoziierte Verletzungen (n)						
Meniskusverletzung (medial/lateral)	48/42		34/27		–	
Knorpelverletzungen	47		40			
Andere	2		0			
Zusammenhang zwischen Zeit bis zur Operation und Meniskusverletzung	Zeit bis zur Operation		Zeit bis zur Operation		–	
	≤ 180 Tage		≤ 180 Tage			
	> 180 Tage		> 180 Tage			
	Mediale Meniskusverletzung	30	18	24		10
	Keine mediale Meniskusverletzung	44	8	44		22
	p = 0,01342					
Laterale Meniskusverletzung	33	9	18	9		
Keine laterale Meniskusverletzung	41	17	49	24		

^aDaten werden mit Mittelwert ± Standardabweichung präsentiert

Überlebenszeitanalyse zeigte, dass die Proportion des revisionsfreien Intervalls in der PFH-Gruppe höher war (▣ Abb. 6a) und dass das kumulierte Risiko der Rerupturrate in der PFH-Gruppe während des Nachbeobachtungszeitraums ($p = 0,156$) geringer ausfiel (▣ Abb. 6b). Hervorzuheben ist außerdem, dass alle Patienten, die in der PFH-Gruppe eine Reruptur erlitten, jünger als 24 Jahre waren, wohingegen in der IF-Gruppe Rerupturen gleichmäßig verteilt in allen Altersgruppen auftraten (▣ Abb. 6c).

Sekundäre Meniskusverletzungen postoperativ waren 30% seltener nach PFH-Versorgung (6 Patienten in der PFH-Gruppe vs. 9 Patienten in IF-Gruppe).

Die Kniestabilität war in beiden Gruppen während des postoperativen Verlaufs vergleichbar. Der Rolimeter-Test war im Vergleich zu den präoperativen Werten postoperativ nahe 0 (▣ Tab. 4). Ebenso waren postoperativ der Lachmann- und Pivot-shift-Test in beiden Gruppen negativ (▣ Tab. 4). Bei der Beweglichkeit waren die Flexionswerte 6 Monate postoperativ in der PFH-Gruppe signifikant besser im Ver-

gleich zur IF-Gruppe. Bei 2 Patienten in der IF-Gruppe fand sich ein Streckdefizit von 10° beim letzten Follow-up. In der PFH-Gruppe zeigte sich zu diesem Zeitpunkt bei keinem Patienten ein Streckdefizit von 10°.

Diskussion

Die *Press-Fit-Hybrid*®-Technik führt zu einer hohen primären Transplantatstabilität, einer im Vergleich zur Interferenzschraubentechnik deutlich größeren Kontaktfläche zwischen Transplantat und vitalem Knochen und dadurch zu einer geringeren Rerupturrate. Die geringere Rate sekundärer Meniskusläsionen postoperativ deutet auf eine höhere kinematische Gelenkstabilität hin. In dieser Arbeit konnte bestätigt werden, dass junges Alter ein Risikofaktor für Rerupturen darstellt, wie auch von Webster et al. beschrieben [15]. Eine höhere Compliance der jungen Patienten und ein besseres Training der betreffenden Muskulatur vor Wiederaufnahme von Risikosportarten könnten die erzielte geringe Rerupturrate weiter verringern. Die *Press-Fit-Hybrid*®-Technik sowohl für die femorale als auch die tibiale Verankerung ist bislang wenig beschrieben [16]. Hamstringsehnen-transplantate sind mit einer geringeren Entnahmemorbidität, dafür aber mit einer höheren Versagensrate assoziiert [7, 17].

» Die extrakortikale Hybridfixation sichert die Primärstabilität

Die beschriebene *Press-Fit-Hybrid*®-Technik nutzt zeitgleich im Rahmen der Tunnelanlage gewonnene autologe spongiöse Knochenzylinder zur Transplantatverankerung. Hierdurch wird die Kontaktfläche zwischen Transplantat und vitalem Knochen vergrößert. Die extrakortikale Hybridfixation sichert die Primärstabilität. Die *Press-Fit-Hybrid*®-Technik kann auch mit rein tendinösen Quadrizepssehnen-transplantaten angewendet werden. Diese Technik vereinfacht Revisionseingriffe, da eine mühevoll Entfernung von Fremdmaterial und ggf. die Bohrkanauffüllung mit spongiösen Knochen entfällt, womit eine einzeitige Revision möglich wird [18].

Zusammenfassend stellt die *Press-Fit-Hybrid*®-Technik bei der VKB-Rekonstruk-



Abb. 5 ◀ Magnetresonanztomographie (MRT) postoperativ. **a, b** Interferenzschraube 2 Jahre nach der Operation. **c–e** Press-Fit-Hybrid®-Technik 2 Wochen nach der Operation. **f, g** Sechs Monate nach Rekonstruktion mit Press-Fit-Hybrid®-Technik. Die Integration des Knochenzylinders in den Empfängerknochen ist abgeschlossen. **h** Keine Nekrose des Bohrkanals oder des Zylinders

Tab. 3 Postoperatives Outcome			
Parameter	Interferenzschrauben-Technik	Press-Fit-Hybrid®-Technik	p-Wert
Dauer der Operation (min) ^a	46,93 ± 10,00	51,77 ± 7,60	< 0,0001
Bereich (min)	29–88	37–74	–
Beginn der neuen Methode (min)	–	56	
Nach 20 Monaten (min)	–	48	
Steigung	–	–0,01247	0,01861
Komplikationen	2 (Postoperative Infektion (<i>Staphylococcus epidermidis</i>), arthroskopische Spülung; Fieber, kein Infekt arthroskopische Spülung)	1 (Fieber, kein Infekt, arthroskopische Spülung)	–
Letzte Nachuntersuchung (Tage) ^a	1917 (5,3 Jahre) ± 269	1519 (4,2 Jahre) ± 131	< 0,0001
Rerupturen: ja/nein (%)	9/91(9)	4/96(4)	–
Retrauma: ja/nein	7/2	3/1	–
Meniskusverletzung nach der Operation	9	6	0,59276 (2-seitiger Fishers Exact Test)
Alter (Jahre) ^a			
Keine Reruptur	36,59 ± 12,23, n = 91	35,99 ± 11,39, n = 96	–
Rerupturen	31,89 ± 12,50, n = 9	20,75 ± 1,26, n = 4	
Keine Rerupturen vs. Rerupturen	–	p = 0,00873	

^aDaten werden mit Mittelwert ± Standardabweichung präsentiert

Tab. 4 Postoperative Kniestabilität					
Parameter	Interferenzschrauben-Technik		Press-Fit-Hybrid®-Technik		p-Wert
Rolimeter-Unterschied (mm) ^a					0,0094
Präoperativ	4,82 ± 2,12, n = 97		5,42 ± 2,09, n = 99		
Bereich	0–14		0–11		
Bei der letzten Nachuntersuchung	0,12 ± 0,39, n = 85		0,13 ± 0,40, n = 92		
	180 Tage nach OP		176 Tage nach OP		
	p < 0,0001		p < 0,0001		
Bereich	0–2		0–2		
	6 Patienten 1 mm		8 Patienten 1 mm		
	2 Patienten 2 mm		2 Patienten 2 mm		
Lachmann-Test	Präoperativ	Postoperativ	Präoperativ	Postoperativ	–
0	0	96	0	100	
1	8	0	3	0	
2	89	0	96	0	
3	2	0	1	0	
–	–	180 Tage	–	173 Tage	
Pivot-shift-Test	Präoperativ	Postoperativ	Präoperativ	Postoperativ	–
0	0	94	0	100	
1	4	0	6	0	
2	72	0	8	0	
3	2	0	0	0	
–	–	157 Tage	–	174 Tage	
Flexion postoperativ ^a	(Neutral-0-Methode)				–
53/56 Tage	118,60° ± 15,49°, n = 100		120,8° ± 16,91°, n = 100		
118/108 Tage	130,35° ± 9,22°, n = 85		133,07° ± 8,72°, n = 91		
235/188 Tage	132,30° ± 8,77°, n = 52		136,09° ± 5,35°, n = 69		
Streckdefizit bei letzter Nachuntersuchung	10° in 2 Patienten		–	–	–
	5° in 6 Patienten		5° in 6 Patienten	–	

^aDaten werden mit Mittelwert ± Standardabweichung präsentiert

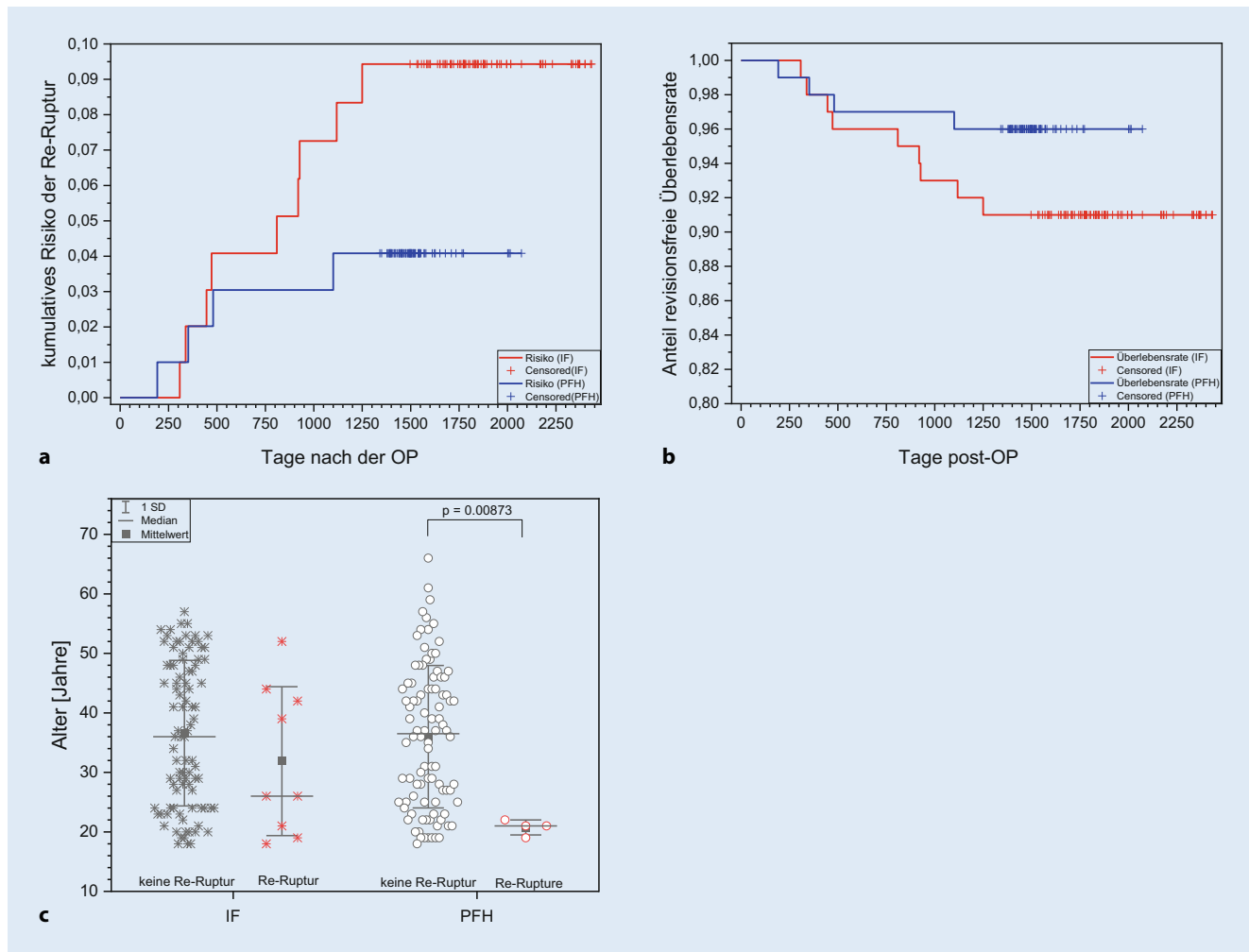


Abb. 6 ▲ Kaplan-Meier-Kurven und Altersverteilung der Rerupturen. **a** Anteil revisionsfreie Überlebensrate. **b** Kumulatives Risiko der Reruptur. **c** Darstellung der Altersverteilung von Patienten mit und ohne Reruptur in der Interferenzschrauben-Gruppe und in der *Press-Fit-Hybrid*[®]-Technik-Gruppe

tion eine sichere, standardisierte und biologische Fixationstechnik dar, die gute Ergebnisse mit einer geringen Rate sekundärer Meniskusläsionen liefert und eine geringe Rerupturrate aufweist.

Fazit für die Praxis

- Die *Press-Fit-Hybrid*[®]-Technik erlaubt die möglichst anatomische Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands (VKB) bei gleichzeitiger Auffüllung der Bohrkanäle mit autologen Knochenzylindern.
- Hierbei erfolgen eine simultane Tunnelanlage und die Gewinnung von spongiösen Knochenzylindern mittels Diamanthohlfräsen.
- Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine standardisierte und sichere Technik, die eine hohe Primärstabilität aufgrund der Hybridfixation aufweist.

- Es besteht eine große Kontaktfläche zwischen Transplantat und Knochen – keine Implantate im Bereich der Bohrtunnel.
- Im mittelfristigen postoperativen Verlauf zeigt sich eine geringe Rerupturrate sowie eine niedrige Rate sekundärer Meniskusläsionen.
- Durch den geringen Knochenverlust ist eine einzeitige Revisionsoperation möglich.

Korrespondenzadresse



Dr. R. Volz

Zentrum für spezielle Gelenkchirurgie, Dres. med. Renz, Volz, Loewe & Kollegen
Hägerstr. 4, 88662 Überlingen, Deutschland
r.volz@gelenkchirurgie.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. R. Volz, G.H. Borchert und M.V. Neumann-Langen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Diese retrospektive Studie erfolgte nach Konsultation der zuständigen Ethikkommission und im Einklang mit nationalem Recht.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Barie A, Kopf M, Jaber A et al (2018) Long-term follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction using a press-fit quadriceps tendon-patellar bone autograft. *BMC Musculoskelet Disord.* <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2271-8>
- Grassi A, Carulli C, Innocenti M, Mosca M, Zaffagnini S, Bait C (2018) New trends in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of national surveys of the last 5 years. *Joints* 6(3):177–187. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1672157>
- Karpinski K, Häner M, Bierke S, Diermeier T, Petersen W (2021) Comparing knee laxity after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon versus semitendinosus tendon graft. *Orthop J Sports Med* 9(7):23259671211014849. <https://doi.org/10.1177/23259671211014849>
- Tua Lubis AM, Budimansyah M, Febry Siswanto MIG, Yanuarso Y, Marsetio AF (2021) Functional outcome of implant-free bone-patellar tendon autograft versus hamstring autograft in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Ann Med Surg* 63:102184. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102184>
- Sarzaeem MM, Najafi F, Razi M, Najafi MA (2014) ACL reconstruction using bone-patella tendon-bone autograft: press-fit technique vs. interference screw fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 134(7):955–962. <https://doi.org/10.1007/s00402-014-1999-3>
- Galla M, Uffmann J, Lobenhoffer P (2004) Femoral fixation of hamstring tendon autografts using the TransFix device with additional bone grafting in an anteromedial portal technique. *Arch Orthop*

Press-Fit-Hybrid®-technique for reconstruction of the anterior cruciate ligament. An almost implant-free anatomical and biological reconstruction method

Background: The aim of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is to restore knee function as anatomically and biologically as possible to avoid progression of degenerative joint changes. The *Press-Fit-Hybrid*® (PFH) technique is a biological alternative to the conventional interference screw (IF) technique and can be used for fixation of hamstring or quadriceps tendon transplants.

Objective: The aim of the study was to investigate if using the *Press-Fit-Hybrid*® (PFH) technique results in a lower rerupture rate and fewer secondary meniscal injuries compared with the IF technique.

Material and methods: Retrospective evaluation of 200 patients with ACL reconstructions (100 patients with the IF technique and 100 patients with the PFH technique). In the PFH technique a tunnel and a bone cylinder are generated simultaneously with a diamond hollow saw (Alpha-Lock Turbo-Cutter). The creation of optimal press fit conditions through the use of standardized dilatation stages enables a press fit fixation using femoral and tibial bone cylinders as well as secured with an adjustable fixation button on the femur and with an anchor screw on the tibia. The postoperative rerupture rate and secondary meniscal injuries as well as the extent of clinical stability and range of motion (ROM) were determined.

Results and conclusion: The rerupture rate in the IF group was 9% ($n = 9$, after 5.3 years) and in the PFH group 4% ($n = 4$, after 4.2 years, $p < 0.0001$). Postoperative meniscal injuries were 9% in the IF group and 6% in the PFH group ($p = 0.59276$). The postoperative clinical function was significantly better in the PFH group and joint stability was equal in both groups. The PFH technique achieves a lower rerupture rate and a lower rate of secondary meniscal injuries in comparison to the IF technique.

Keywords

Knee joint · Rerupture rate · Meniscus · Rolimeter · Range of motion

- Trauma Surg 124(4):281–284. <https://doi.org/10.1007/s00402-002-0468-6>
- Akoto R, Albers M, Balke M, Bouillon B, Höher J (2019) ACL reconstruction with quadriceps tendon graft and press-fit fixation versus quadruple hamstring graft and interference screw fixation—a matched pair analysis after one year follow up. *Journal article. BMC Musculoskelet Disord* 20(1):109. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2499-y>
 - Akoto R, Muller-Hubenthal J, Balke M et al (2015) Press-fit fixation using autologous bone in the tibial canal causes less enlargement of bone tunnel diameter in ACL reconstruction—a CT scan analysis three months postoperatively. *BMC Musculoskelet Disord* 16:200. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0656-5>
 - Felmet G (2011) Anatomic double bundle single tunnel foreign material free ACL-reconstruction—a technical note. *MLTJ* 1(4):148–152
 - Forkel P, Petersen W (2014) Anatomische Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes mit der autologen Quadrizepssehne. Primär- und Revisionsoperation. *Oper Orthop Traumatol* 26(1):30–42. <https://doi.org/10.1007/s00064-013-0261-4> ([Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament with the autologous quadriceps tendon. Primary and revision surgery])
 - Mayr HO, Beck T, Hube R et al (2005) Einpresskraft bei Press-fit Fixierung der vorderen Kreuzbandplastik – eine Grundlagenstudie. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 143(5):556–560. <https://doi.org/10.1055/s-2005-872473> ([Axial load in case of press-fit fixation of the ACL graft—a fundamental study])
 - Paessler HH, Mastrokalos DS (2003) Anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons, bone patellar tendon, or quadriceps tendon-graft with press-fit fixation without hardware. A new and innovative procedure. *Orthop Clin North Am* 34(1):49–64
 - Paessler HH (2010) Anatomische vordere Kreuzbandersatzoperation mittels Semitendinosus- und Gracilissehne in fremdmaterialfreier Press-fit-Technik: Operative Technik und Langzeitergebnisse einer prospektiven und randomisierten Studie. *Unfallchirurg* 113(7):555–560. <https://doi.org/10.1007/s00113-010-1791-y> ([Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings using press-fit fixation without hardware: operative technique and long-term results of a prospective and randomized study])
 - Volz R, Borchert GH (2022) Re-rupture rate and the post-surgical meniscal injury after anterior cruciate ligament reconstruction with the Press-Fit-Hybrid®-technique in comparison to the interference screw technique: a retrospective analysis of 200 patients with at least 3 years follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg.* <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04368-7>
 - Webster KE, Feller JA (2016) Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 44(11):2827–2832. <https://doi.org/10.1177/0363546516651845>

16. Felmet G (2010) Implant-free press-fit fixation for bone-patellar tendon-bone ACL reconstruction: 10-year results. Arch Orthop Trauma Surg. <https://doi.org/10.1007/s00402-010-1050-2>
17. Bonanzinga T, Grassi A, Altomare D et al (2022) High return to sport rate and few re-ruptures at long term in professional footballers after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-06944-1>
18. Barié A, Sprinckstub T, Huber J, Jaber A (2020) Quadriceps tendon vs. patellar tendon autograft for ACL reconstruction using a hardware-free press-fit fixation technique: comparable stability, function and return-to-sport level but less donor site morbidity in athletes after 10 years. Arch Orthop Trauma Surg. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03508-1>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.