

Redaktion:

R. Seil, Luxembourg
 D. Pape, Luxembourg
 K.-H. Frosch, Hamburg

S. Lippacher · M. Nelitz

Orthopädische Universitätsklinik Ulm am RKU, Ulm

Femorale Insertion des medialen patellofemorales Ligaments in Relation zur distalen femoralen Wachstumsfuge

Die anatomische Rekonstruktion des medialen patellofemorales Ligaments (MPFL) stellt mittlerweile ein Standardverfahren zur Behandlung der patellofemorales Instabilität bei Erwachsenen dar. Bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen wurden aufgrund der Nähe zur distalen femoralen Wachstumsfuge bisher v. a. dynamische Techniken zur Rekonstruktion des MPFL beschrieben. Eine anatomische Rekonstruktion setzt die Kenntnis des femoralen Insertionspunktes des MPFL zur distalen femoralen Wachstumsfuge voraus.

Die Behandlung der kindlichen Patellaluxation stellt aufgrund der offenen Wachstumsfugen eine Besonderheit dar. Historisch wurden verschiedene weichteilige Operationsmethoden wie laterales Release, mediale Raffung oder die Operation nach Goldthwait beschrieben [3, 5, 9, 21, 22]. Mehrere Studien haben jedoch gezeigt, dass diese operativen Therapien eine hohe Rezidivrate aufweisen [1, 20, 29]. Neben der Trochleadysplasie [11] gilt die Insuffizienz des MPFL als wesentlicher Risikofaktor einer patellofemorales Instabilität und einer daraus resultierenden habituellen Patellaluxation. Daher hat sich die Rekonstruktion des MPFL zur Behandlung der patellofemorales Instabilität bei Erwachsenen durchgesetzt [2, 6, 7, 24].

Bei Kindern mit offenen Wachstumsfugen ist die MPFL-Rekonstruktion aufgrund der Nähe der Wachstumsfuge zur femoralen Insertion des MPFL jedoch

noch nicht die Therapie der Wahl [12, 17, 28]. Bisher finden sich in der Literatur widersprüchliche Aussagen bezüglich der Relation der femoralen Insertion des MPFL zur distalen femoralen Wachstumsfuge.

» Die Behandlung der kindlichen Patellaluxation stellt eine Besonderheit dar

Shea et al. [26] versuchten zu zeigen, dass die femorale MPFL-Insertion proximal der Wachstumsfuge liegt. Dagegen fanden Ladd et al. [15] die femorale MPFL-Insertion auf MRT-Bildern distal der Fuge. Eine Studie von Kepler et al. [14] zeigte in 86% der untersuchten MRT-Bilder femorale Insertion des MPFL distal der Fuge. Somit ist die Relation der femoralen Insertion des MPFL zur distalen femoralen Wachstumsfuge bei Kindern und Jugendlichen noch nicht endgültig geklärt.

Ziel dieser Studie war deshalb die Bestimmung der Relation der femoralen Insertion des MPFL zur Wachstumsfuge, da dies einen erheblichen Einfluss auf die operative Technik der MPFL-Rekonstruktion bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen hat.

Material und Methoden

Röntgenbilder des Kniegelenks in 2 Ebenen von 27 Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen und patellofemorales Instabilität wurden untersucht. Die Aufnahmen erfolgten stehend in 30° Kniebeugung. Eingeschlossen wurden

seitliche Röntgenbilder mit exakt aufeinander projizierten posterioren Femurkondylen. Jedes Röntgenbild war mit einem Maßstab versehen. Alle Messungen wurden mit der PACS-Software („picture archiving and communication system“) durchgeführt. Zur Bestimmung des femoralen Insertionspunktes des MPFL wurden die Methoden nach Schöttle [25] und nach Redfern [23] unabhängig voneinander auf den seitlichen Röntgenbildern angewandt (■ **Abb. 1**). Anschließend wurde der Abstand des femoralen Insertionspunktes zur Wachstumsfuge ermittelt. Auf dem a.p.-Röntgenbild wurde der Abstand zwischen dem am weitesten medial



Abb. 1 ▲ Bestimmung des femoralen Insertionspunktes des medialen patellofemorales Ligaments nach Schöttle (roter Punkt) und nach Redfern (schwarzer Punkt) auf dem seitlichen Röntgenbild. (Nach [18])



Abb. 2 ▲ Bestimmung des Ausmaßes der Krümmung auf dem a.p.-Röntgenbild durch Messung des Abstands zwischen dem am weitesten medial liegenden Punkt der Wachstumsfuge und dem Fugenzentrum. (Nach [18])

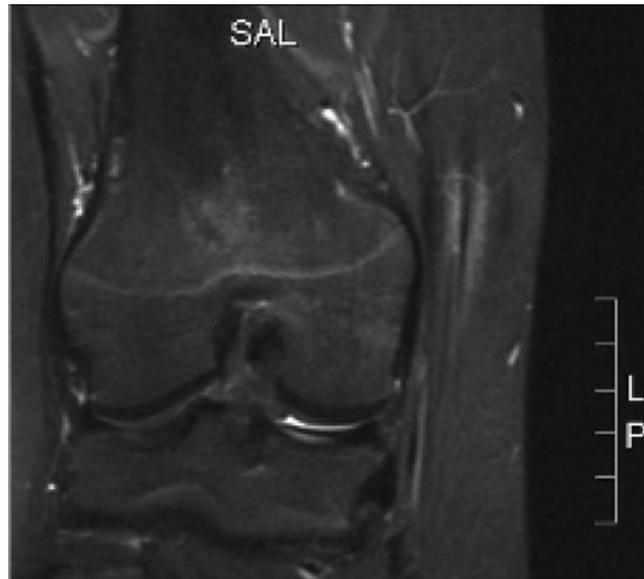


Abb. 3 ◀ Die MRT-Aufnahme des Kniegelenks zeigt die konkave Anatomie der distalen femoralen Wachstumsfuge. (Nach [18])

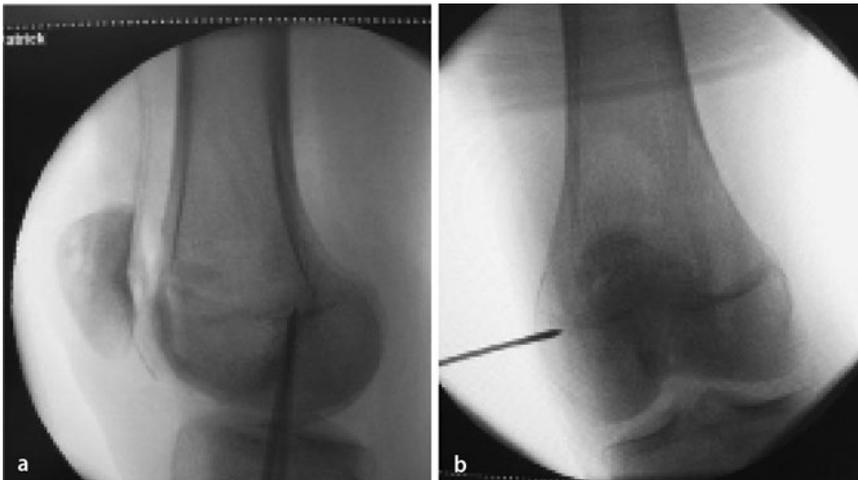


Abb. 4 ▲ **a** Da auf der seitlichen Röntgenaufnahme nur die zentrale Ebene der Wachstumsfuge dargestellt wird, suggeriert die seitliche Ebene einen proximalen Insertionspunkt des medialen patellofemoralen Ligaments in Relation zur Fuge. **b** Projiziert man den Insertionspunkt auf die a.p.-Ebene, zeigt sich derselbe Punkt distal der Fuge. (Nach [18])



Abb. 5 ◀ Das Transplantat wird durch den V-förmigen Bohrkanal im Bereich der superomedialen Patella gezogen. (Nach [19])

liegenden Punkt der Wachstumsfuge und dem Fugenzentrum mit Hilfe von an den Punkten angelegten Tangenten bestimmt (Abb. 2).

Um den femoralen Insertionspunkt vom seitlichen Bild auf die a.p.-Ebene zu übertragen, wurden die beiden ermittelten Werte (Abstand des am weitesten medial liegenden Punktes der Fuge – Fugenzentrum auf der a.p.-Ebene; Abstand femoraler Insertionspunkt – Wachstumsfuge auf der seitlichen Ebene) voneinander subtrahiert.

Ergebnisse

Das mittlere Alter der 27 Kinder und Jugendlichen (10 Jungen, 17 Mädchen) mit offenen Wachstumsfugen lag bei 14,3 Jahren (Range: 12–16 Jahre). Der projizierte femorale Insertionspunkt auf dem seitlichen Röntgenbild lag 3,2 mm (Range: 1,2–5,8 mm) proximal der Wachstumsfuge. Der Abstand zwischen dem am weitesten medial liegenden Punkt der Fuge und dem Zentrum der Wachstumsfuge auf dem a.p.-Röntgenbild lag bei 9,9 mm (Range: 4,1–12,0 mm). Der auf die a.p.-Ebene projizierte Insertionspunkt wurde durch Subtraktion der beiden Werte ermittelt. Der so bestimmte femorale Insertionspunkt des MPFL auf der seitlichen Ebene betrug 6,4 mm (2,9–8,5 mm) distal der Wachstumsfuge.

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie [18] zeigen, dass die femorale Insertion des MPFL distal der medialen femoralen Wachstumsfuge liegt. Im Gegensatz zu unserer Studie vermuteten Shea et al. [26] die femorale Insertion 2–5 mm proximal der Fuge. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind dadurch zu erklären, dass Shea et al. [26] die konkave Anatomie der Wachstumsfuge nicht beachtet haben (■ **Abb. 3**).

» Die femorale Insertion des MPFL liegt distal der medialen femoralen Wachstumsfuge

Craig et al. [10] konnten in ihrer MR-tomographischen Studie zeigen, dass die distale femorale Wachstumsfuge eine von superior betrachtete ausgeprägte konkave Krümmung aufweist. Während der laterale Anteil der Wachstumsfuge eine elliptische Form hat, entspricht die Form des medialen Anteiles mehr einer Halbkugel (■ **Abb. 3**).

Da auf der seitlichen Röntgenaufnahme nur die zentrale Ebene der Wachstumsfuge dargestellt wird, suggeriert die seitliche Ebene einen proximalen Insertionspunkt in Relation zur Fuge. Die intraoperativen Bildwandleraufnahmen bestätigen diese Annahme (■ **Abb. 4a**). Projiziert man den Insertionspunkt auf die a.p.-Ebene, zeigt sich derselbe Punkt distal der Fuge (■ **Abb. 4b**).

Die Ergebnisse unserer Studie werden bestätigt durch die Ergebnisse der Studie von Kepler et al. [14]. Die Autoren maßen auf MRT-Bildern den Abstand der femoralen Insertion des MPFL von der medialen distalen femoralen Wachstumsfuge und fanden die femorale Insertion im Durchschnitt 5 mm distal der Fuge. LaPrade et al. [16] und Baldwin et al. [4] bestätigten in Kadaverstudien ebenfalls die distale Lage des femoralen Insertionspunktes des MPFL in Relation zur distalen femoralen Wachstumsfuge.

Die Beachtung des anatomischen Insertionspunktes ist von großer Wichtigkeit, da eine zu proximale femorale Insertion in einer Spannungszunahme des MPFL-Transplantats in Kniebeugung re-

Arthroskopie 2012 · 25:275–279 DOI 10.1007/s00142-011-0689-1
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

S. Lippacher · M. Nelitz

Femorale Insertion des medialen patellofemoralen Ligaments in Relation zur distalen femoralen Wachstumsfuge

Zusammenfassung

Die Rekonstruktion des medialen patellofemoralen Ligaments (MPFL) wird zunehmend auch zur Behandlung der patellofemorale Instabilität bei Kindern und Jugendlichen durchgeführt. Aufgrund der offenen Wachstumsfugen setzt eine anatomische MPFL-Rekonstruktion die Kenntnis des femoralen Insertionspunktes des MPFL zur distalen femoralen Wachstumsfuge voraus. Röntgenbilder in 2 Ebenen von 27 Kindern und Jugendlichen mit noch offenen Wachstumsfugen und bekannter patellofemorale Instabilität wurden ausgewertet. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die femorale Insertion des MPFL distal der femoralen Wachstumsfuge liegt. Da eine zu proximale femorale Inser-

tion des Transplantats bei der MPFL-Rekonstruktion zu einer ungewollten Spannungszunahme der Knieflexion führen kann, sollten diese Ergebnisse bei der MPFL-Rekonstruktion bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen berücksichtigt werden. Eigene Ergebnisse dieser Operationstechnik zeigen nach einem Follow-up von mindestens 2 Jahren gute bis sehr gute Ergebnisse ohne Relaxation.

Schlüsselwörter

Mediales patellofemorales Ligament · Femorale Insertion · Wachstumsfuge · Rekonstruktion · Patellofemorale Instabilität

Femoral insertion of the medial patellofemoral ligament (MPFL) in relation to the distal femoral epiphysis

Abstract

Reconstruction of the medial patellofemoral ligament (MPFL) has become a preferred surgical option in the treatment of patellofemoral instability in skeletally immature patients. The purpose of this study was to analyze true lateral radiographs of children and adolescents to determine the relationship of the origin of the MPFL and the distal femoral epiphysis considering the complex anatomy of the epiphysis. Anteroposterior and true lateral radiographs from picture archiving and communication systems (PACS) computer records of 27 patients with a history of patellofemoral instability were assessed. Considering the concave curvature of the distal femoral epiphysis, it can be assumed that the femoral insertion of the MPFL is distal to the fem-

oral epiphysis. As a too proximal insertion of the graft can cause unintentional tightening of the MPFL in knee flexion, these results have to be considered when performing reconstruction of the MPFL in children and adolescents with open growth plates. The presented technique for an anatomical reconstruction of the MPFL in children respecting the distal femoral epiphysis is a safe and effective treatment of patellofemoral instability with good clinical results without redislocation of the patella.

Keywords

Medial patellofemoral ligament · Femoral insertion · Open epiphysis · Reconstruction · Patellofemoral instability

sultiert [2] und als Hauptrisikofaktor für das Versagen der MPFL-Rekonstruktion gilt [6, 8, 13, 27].

Operative Technik

Nach diagnostischer Arthroskopie wird eine schräge Inzision über dem Pes anserinus durchgeführt. Die Grazilissehne wird mit dem Sehnenstripper entnommen und an beiden Enden armiert.

Die mediale Patellafacette wird unter Schonung der Gelenkkapsel präpariert. Mit einem 4-mm-Bohrer wird ein V-för-

miger Bohrkanaal im Bereich der superomedialen Patella angelegt. Das Transplantat wird durch den Bohrkanaal gezogen (■ **Abb. 5**). Anschließend wird es zwischen der zweiten und dritten Kapselschicht zur femoralen Insertion zwischen Tuberculum adductorium und medialem Epikondylus durchgezogen.

Die femorale Insertion des MPFL wird unter Bildverstärker identifiziert (■ **Abb. 4b**). Ein Kirschner-Draht wird unter BV-Kontrolle und unter Schonung der distalen femoralen Wachstumsfuge vorgebohrt (■ **Abb. 6**). Der



Abb. 6 ▲ Ein Kirschner-Draht wird unter BV-Kontrolle und unter Schonung der distalen femoralen Wachstumsfuge nach anterolateral vorgebohrt. (Nach [19])

laterale Austrittspunkt des K-Drahtes sollte anterior liegen, um eine Verletzung der Popliteussehne oder der poplitealen Gefäße zu vermeiden. Über den Kirschner-Draht wird ein blinder Tunnel in ausreichender Tiefe gebohrt. Das Transplantat wird nun in den femoralen Tunnel eingezogen und in 30° Knieflexion unter sorgfältigem Weichteilbalancing mit einer resorbierbaren Interferenzschraube fixiert (■ **Abb. 7**).

Eigene Ergebnisse

Insgesamt 21 Kinder und Jugendliche (mittleres Alter: 12,2 Jahre), die eine MPFL-Rekonstruktion erhalten haben, konnten nachuntersucht werden. Nach einem Follow-up von mindestens 2 Jahren zeigten sich postoperativ gute bis sehr gute Ergebnisse. Vierzehn Patienten waren sehr zufrieden, vier zufrieden und drei teilweise zufrieden. Eine Relaxation trat bei keinem Patienten auf.

» Postoperativ zeigten sich gute bis sehr gute Ergebnisse

Ein postoperatives Fehlwachstum, insbesondere eine Varisierung der Beinachse als mögliche Folge einer Fugenverletzung, fand sich nicht. Der Kujala-Score verbesserte sich signifikant von 72,8 (37–87) präoperativ auf 92,8 (74–100) postopera-

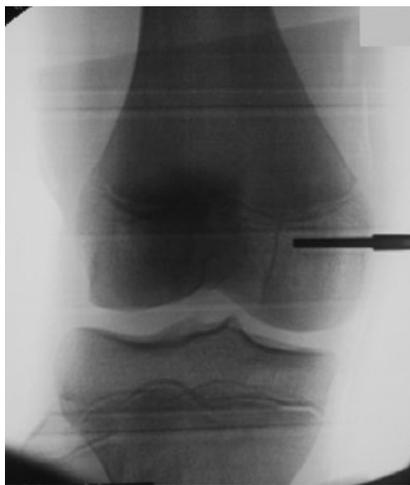


Abb. 7 ▲ Bildwandlergestützte Fixation des Transplantats distal der Wachstumsfuge mit einer bioresorbierbaren Interferenzschraube. (Nach [19])

tiv. Vierzehn Patienten konnten nach der Operation wieder ihren gewohnten Sport ausüben.

Drei Patienten konnten nach der MPFL-Rekonstruktion ein höheres Aktivitätslevel erreichen als präoperativ. Vier Patienten zeigten postoperativ ein geringeres Aktivitätslevel als präoperativ. Der Tegner-Aktivitätsscore sank geringfügig nichtsignifikant von 6,1 (3–9) präoperativ auf 5,8 (3–9) postoperativ.

Fazit für die Praxis

- Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die femorale Insertion des MPFL distal der Wachstumsfuge liegt.
- Da eine zu proximale Insertion eine erhöhte Spannung des Transplantats in Kniebeugung zur Folge hat und damit zu einer retropatellaren Druckerhöhung führt, sollte die distale Lage der femoralen Insertion in Relation zu Wachstumsfuge bei der MPFL-Rekonstruktion bei Kindern und Jugendlichen mit offenen Wachstumsfugen berücksichtigt werden.
- Die beschriebene anatomische Technik der MPFL-Rekonstruktion ist auch bei noch nicht abgeschlossenem Wachstum eine sichere Operationsmethode mit guten bis sehr guten Ergebnissen.

Korrespondenzadresse

S. Lippacher

Orthopädische Universitätsklinik Ulm am RKU
Oberer Eselsberg 45, 89081 Ulm
sabelnelippacher@yahoo.de

Interessenkonflikt. Die korrespondierende Autorin gibt für sich und ihren Koautor an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Aärimaa V, Ranne J, Mattila K et al (2008) Patellar tendon shortening after treatment of patellar instability with a patellar tendon medialization procedure. *Scand J Med Sci Sports* 18:442–446
2. Amis AA, Firer P, Mountney J et al (2003) Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 10:215–220
3. Andrich J (2007) Surgical Options for patellar stabilization in the skeletally immature patient. *Sports Med Arthrosc Rev* 15:82–88
4. Baldwin JL (2009) The anatomy of the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 37:2355–2361
5. Bettuzzi C, Lampasi M, Magnani M, Donzelli O (2009) Surgical treatment of patellar dislocation in children with down syndrome: a 3–11 year follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17:334–340
6. Bicos J, Fulkerson JP, Amis A (2007) Current concepts review: the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 35:484–492
7. Buckens CF, Saris DB (2010) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for treatment of patellofemoral instability: a systematic review. *Am J Sports Med* 38:181–188
8. Camp CL, Krych AJ, Dahm DL et al (2010) Medial patellofemoral ligament repair for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 38:2248–2254
9. Colvin AC, West RV (2008) Patellar instability. *J Bone Joint Surg Am* 90:2751–2762
10. Craig JG, Cody DD, Van Holsbeeck M (2004) The distal femoral and proximal tibial growth plates: MR imaging, three-dimensional modeling and estimation of area and volume. *Skeletal Radiol* 33:337–340
11. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier CH (1994) Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2:19–26
12. Duri ZAA, Patel DV, Aichroth PM (2002) The immature athlete. *Clin Sports Med* 21:461–482
13. Elias JJ, Cosgarea AJ (2006) Technical errors during medial patellofemoral ligament reconstruction could overload medial patellofemoral cartilage: a computational analysis. *Am J Sports Med* 34:1478–1485
14. Kepler CK, Bogner EA, Hammoud S et al (2011) Zone of injury of the medial patello-femoral ligament after acute patellar dislocation in children and adolescents. *Am J Sports Med* 39:1444–1449
15. Ladd PE, Laor T, Emery KH et al (2010) Medial collateral ligament of the knee on magnetic resonance imaging: Does the site of the femoral origin change at different patient ages in children and young adults? *J Pediatr Orthop* 30:224–230
16. LaPrade RF, Engebretns AH, Ly TV et al (2007) The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 89:2000–2010

17. Marsh JS, Daigneault JP, Sethi P, Polzhofer GK (2006) Treatment of recurrent patellar instability with a modification of the Roux-Goldthwait technique. *J Pediatr Orthop* 26:461–465
18. Nelitz M, Dornacher D, Dreyhaupt J et al (2011) The relation of the distal femoral physis and the medial patellofemoral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:2067–2071
19. Nelitz M, Reichel H, Dornacher D, Lippacher S (2012) Anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children with open growth-plates. *Arch Orthop Trauma Surg* [Epub ahead of print]
20. Nelitz M, Theile M, Dornacher D et al (2012) Analysis of failed surgery for patellar instability in children with open growth plates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:822–828
21. Oliva F, Ronga M, Longo UG et al (2009) The 3-in-1 procedure for recurrent dislocation of the patella in skeletally immature children and adolescents. *Am J Sports Med* 37:1814–1820
22. Palmu S, Kallio PE, Donell ST et al (2008) Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 90:463–470
23. Redfern J, Kamath G, Burks R (2010) Anatomical confirmation of the use of radiographic landmarks in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 38:293–297
24. Redziniak DE, Diduch DR, Mihalko WM et al (2009) Patellar instability. *J Bone Joint Surg Am* 91:2264–2275
25. Schoettle PB, Schmelting A, Rosenstiel N, Weiler A (2007) Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 35:801–804
26. Shea KG, Grimm NL, Belzer J, Burks RT, Pfeiffer R (2010) The relation of the femoral physis and the medial patellofemoral ligament. *Arthroscopy* 26:1083–1087
27. Smirk C, Morris H (2003) The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 10:221–227
28. Stein Shubin BE, Ahmad CS (2007) The management of patellar instability in the skeletally immature patient. *Oper Tech Orthop* 17:250–256
29. Vähäsarja V, Kinnunen P, Lanning P, Serlo W (1995) Operative realignment of patellar malalignment in children. *J Pediatr Orthop* 15:281–285

Joachim Grifka, Markus Kuster (Hrsg.)
Orthopädie und Unfallchirurgie
Für Praxis, Klinik und Facharztprüfung
 Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag
 2011, 1., 1100 S., 1350 Abb.,
 (ISBN 978-3-642-13110-3), gebunden,
 229,00 EUR



In dem neuen Lehrbuch Orthopädie und Unfallchirurgie wird von dem renommierten Autorenteam Grifka und Kuster auf höchstem Niveau das gesamte derzeitige Facharzt-

wissen aufgearbeitet. Der Inhalt ist vollständig und die Themengestaltung ist strukturiert und klar übersichtlich dargestellt. Die Autoren verlieren sich dabei nicht in unwesentlichen Details, sondern setzen auf Prägnanz und Aktualität. Das hier zum Lernen perfekt aufgearbeitete Wissen macht es dem Lesenden sehr leicht, sich sinnvoll, effizient auf die Facharztprüfung vorzubereiten. Das Interesse wird dabei allein beim Durchblättern des Buches geweckt und konstant aufrecht gehalten. Neueste Lerninhalte und eine ausgezeichnete Bebilderung mit über 1700 prägnanten und aussagekräftigen Abbildungen machen aus dem Buch eine ausgezeichnete Lektüre, ein „must have“ für jeden Orthopäden und Unfallchirurgen, sei es in der Weiterbildung zum Facharzt oder bereits als „gestandener Facharzt“.

Wie kann man in der Vorbereitung auf die FA Prüfung den Weiterbildungsinhalt am effizientesten durcharbeiten und behalten? Das Internet macht die Suche nach Prüfungsinhalt oft sehr unübersichtlich, die Leitlinien sind allenfalls für das Kurzzeitgedächtnis relevant, nicht aber zum Verstehen von prüfungsrelevanten Zusammenhängen: meines Erachtens liegt ein entscheidender Vorteil dieses Buches in der Synopse aus Text, Abbildungen und Tabellen.

Durch diese Gliederung ist es den Autoren in einzigartiger Weise gelungen, den während der Facharztweiterbildung erworbenen Kenntnisstand systematisch zusammenzufassen, durch prägnante Abbildungen einzelne Krankheitsbilder und Operationsabschnitte zu erklären und in Zusammenhang mit dem sehr systematisch gegliederten Text des Buches

eine hervorragende Vorstellung der einzelnen Verfahren zu erwirken und damit zur Nachhaltigkeit des Erlernten beizutragen; ein Buch mithin, das fein abgestimmt zwischen aktuellster Wissenschaft und praktischen Belangen auslotet. Der neue Grifka / Kuster ist nicht nur für den Weiterbildungsassistenten gefragt, sondern wird auch den Facharzt viele Jahre lang als Nachschlagewerk begleiten. Diese Neuerscheinung muss auf dem Dschungel der zahlreichen Bücher als absolut gelungen angesehen werden und sollte in keiner privaten medizinischen Bibliothek fehlen. Unentbehrlich als Lehrbuch, Kompendium für die Prüfung und Nachschlagewerk für den Versierten.

Professor Dr. A. Hillmann