

Felix Zimmermann, Peter Balcarek

# Der patellofemorale Schmerz

## Ursachen und Diagnostik

### Zusammenfassung:

Der patellofemorale Schmerz (PFP) ist ein häufig auftretendes Schmerzphänomen, dessen Ursache multifaktoriell ist. Anatomische, funktionelle, biomechanische u.a. Faktoren spielen in der Genese eine Rolle. Ein möglicher Einfluss von sozialen und psychologischen Aspekten ist unklar. Im Rahmen der Diagnostik haben vor allem die ausführliche Anamnese sowie die klinische Untersuchung mit funktionellen Tests und Übungen entscheidende Bedeutung. Neben dem Ausschluss intraartikulärer Pathologien durch eine entsprechende Bildgebung gilt es zudem, ein anatomisches oder funktionelles Patella-Malalignment zu erkennen bzw. dieses auszuschließen oder zu behandeln.

### Schlüsselwörter:

Patellofemorale Schmerz, Patella-Alignment, Patellatracking, Diagnose, Ursachen

### Zitierweise:

Zimmermann F, Balcarek P: Der patellofemorale Schmerz – Ursachen und Diagnostik. OUP 2020; 9: 140–143 DOI 10.3238/oup.2019.0140–0143

Der patellofemorale Schmerz (patellofemoral pain, PFP) ist mit einer Prävalenz von 3–40 % und einer Inzidenz von 22/100.000 ein häufig auftretendes Schmerzphänomen, von welchem vor allem der weibliche, junge und sportlich aktive Patient betroffen ist [5, 6, 37]. Die Behandlung dieser Patienten ist häufig langwierig und zeigt mittel- bis langfristig durchaus hohe Versagensraten. Im 5-Jahres-Follow-up eines Rehabilitationsprogramms bei Patienten mit patellofemoralem Schmerz gaben 80 % der Teilnehmer weiterhin Schmerzen an und 74 % klagten über ein anhaltend vermindertes Aktivitätslevel [12]. Weiterhin zeigte sich in aktuellen Studien, dass ein chronischer patellofemorale Schmerz, zumindest bei einem Teil der Patienten, zur Entwicklung einer Patellofemoralarthrose prädisponiert [9, 17, 51]. Dies unterstreicht die Bedeutung dieses Krankheitsbildes. Die Ursachen des PFP sind multifaktoriell. Anatomische, biomechanische, psychologische, soziale u.a. Faktoren spielen in der Genese eine Rolle.

Der genaue Pathomechanismus zur Entstehung des PFP ist bisher weiter unklar. In dem 2017 von Powers et al. veröffentlichten Konsensusstatement wurde ein pathophysiologisches Modell zur Entstehung des PFP erstellt. Grundlage dieses Modells ist, dass verschiedene Ursachen (anatomisch, funktionell u.a.) eine Zunahme des retropatellaren Anpressdrucks im Patellofemoralgelenk bedingen können, welche zum patellofemorale Schmerz beitragen bzw. mit diesem assoziiert sein können. Unterschieden werden in diesem pathophysiologischen Modell Ursachen, die zu einer verringerten patello-trochleären Kontaktfläche führen von denen, die direkt den Anpressdruck im Patellofemoralgelenk erhöhen [41] (Abb. 1).

Der genaue Pathomechanismus zwischen retropatellarem Anpressdruck und der Entstehung des patellofemorale Schmerzes bleibt aber weiter unklar. Dye beschreibt einen Verlust „der Gewebemöostase“ mit inflammatorischer Reaktion und verändertem Metabolismus im Gelenk

als mögliche Verknüpfung zwischen den veränderten Druckverhältnissen und dem Schmerzerleben [16]. Auch der Einfluss der patientenindividuellen Schmerzverarbeitung sowie somatosensorischer, sensomotorischer und psychologischer Faktoren ist noch nicht abschließend geklärt [41]. MacLachlan et al. analysierten, dass Patienten mit PFP häufiger an Angststörungen, Depressionen, Katastrophisierung und einer Bewegungsangst leiden und diese Pathologien mit dem Schmerzlevel und dem reduzierten Funktionslevel korrelieren [36].

In der folgenden Übersichtsarbeit sollen die wichtigsten Ursachen für den patellofemorale Schmerz erörtert und das diagnostische Vorgehen erläutert werden.

### Ursachen

Sowohl strukturelle als auch neuromuskuläre Faktoren beeinflussen die Biomechanik im Patellofemoralgelenk. Während die Patella streckgelenksnah vor allem weichteilig stabilisiert wird, übernehmen mit zunehmender Kniegelenksflexion knö-

## Patellofemoral pain

### Etiology and diagnosis

**Summary:** Patellofemoral pain (PFP) is a frequently observed pain phenomenon of multifactorial origin. Anatomical, functional, biomechanical and other factors play a role in its etiopathogenesis. The influence of social and psychological aspects remains unclear.

The diagnostics should include a detailed medical history and a thorough clinical examination in which functional tests and exercises are of decisive importance. In addition, musculoskeletal imaging should focus on the exclusion of intra-articular pathologies and on the assessment of an anatomical or functional patellar malalignment, with potential implication of treatment.

Keywords: patellofemoral pain, patella alignment, patella tracking, diagnosis, etiology

**Citation:** Zimmermann F, Balcarek P: Patellofemoral pain – etiology and diagnosis. OUP 2020; 9: 140–143 DOI 10.3238/oup.2019.0140–0143

cherne Einflüsse die Stabilisierung der Patella und beeinflussen damit den Lauf der Patella im Patellofemoralgelenk, das sogenannte Patellatracking. Vor allem muskuläre, ligamentäre und knöcherne Veranlagungen beeinflussen das Patellatracking. Ein durch eine pathologische Veränderung dieser Strukturen bedingtes Patellamaltracking kann durch eine verringerte patellotrochleäre Kontaktfläche zu einer Mehrbelastung im Patellofemoralgelenk führen und so einen PFP auslösen [41].

Der M. quadriceps mit seinen verschiedenen Anteilen ist der wichtigste muskuläre Stabilisator der Patella. Kaya et al. konnten zeigen, dass bei Patienten mit PFP eine generalisierte Atrophie des Quadriceps vorliegen kann [30]. Aber auch ein Missverhältnis zwischen M. vastus medialis und lateralis bzw. ein relativ verspätetes Aktivieren des Vastus obliquus-Anteils kann ein Patellamaltracking mit konsekutivem PFP begünstigen [8]. Die Gruppe um Lorenz et al. konnte dies in einer in-vitro Studie zeigen. Eine nach lateral gerichtete Kraft, im Sinne einer muskulären Dysbalance zugunsten des Vastus lateralis, führte zu einem verstärkten Patella-Tilt, einer Patellarotation und einer Patella-lateralisierung [33].

Die Bedeutung der erhöhten Femurantetorsion für die Entitäten Patellainstabilität und patellofemorale Schmerz hat sich in der Literatur zunehmend etabliert [20, 29, 44]. Eine

vermehrte femorale Antetorsion kann eine relative Lateralisation der Patella bedingen, die Möglichkeit der Patellaluxation nach lateral erleichtern und gleichzeitig zu einem erhöhten Anpressdruck, vor allem der lateralen Patellafacetten, führen [44]. Liska et al. konnten in ihrer biomechanischen Untersuchung die veränderten retropatellaren Druckbelastungen bei erhöhter Femurantetorsion aufzeigen und gleichzeitig belegen, dass eine derotierende Femurosteotomie zu einer Veränderung der Druckverhältnisse führt [32]. Dies entspricht den klinischen Daten von Dickschas et al., die durch eine derotierende Osteotomie eine signifikante Schmerzreduktion bei Patienten mit erhöhter Femurantetorsion und patellofemoralem Schmerz beobachten konnten [14].

Auch ein Einfluss des Tractus iliotibialis auf das Patellatracking ist in der Literatur beschrieben [55]. Bei Patienten mit PFP kann ein kontrakter Tractus iliotibialis beobachtet werden. Der Tractus iliotibialis steht über seine Querverbindungen zum lateralen Retinakulum in direktem Kontakt mit der Patella und kann damit ein Patellamaltracking bedingen. Ob ein kontrakter Tractus iliotibialis Ursache oder Konsequenz eines erhöhten Patella-Tilts ist, bleibt aber unklar [27, 41].

Weiterhin wird das Patella-Alignment maßgeblich von der Trochleakonfiguration und der Patellahöhe beeinflusst [41]. Der klinische Test des J-Signs demonstriert hierbei oftmals

das veränderte Patellatracking. Van Haver et al. konnten zeigen, dass es durch eine schwere Trochleadysplasie (Typ B/D nach Dejour) zu einer verminderten retropatellaren Kontaktfläche und zu einem vermehrten retropatellaren Anpressdruck kommt [53]. Die Auswirkung der Patella alta auf das Patellatracking konnten von Ward et al. in einer kernspintomographischen Untersuchung gezeigt werden. Sie demonstrierten, dass Patienten mit einer Patella alta eine geringere patellotrochleäre Kontaktfläche in verschiedenen Kniegelenksbeugegraden aufwiesen [54].

Aber nicht nur eine Kontaktflächenverringern im Patellofemoralgelenk mit konsekutivem Patella-Malalignment kann zu einer Erhöhung des retropatellaren Anpressdrucks führen, sondern auch verschiedene funktionelle Pathologien können einen direkten Einfluss auf den retropatellaren Anpressdruck haben. In verschiedenen Studien konnten bei Patienten mit PFP veränderte Hüft-, Knie- und Sprunggelenkskinematiken und -statiken beobachtet werden.

Patienten mit einem patellofemoralem Schmerz zeigen im Gangbild geringere Flexionsgrade im Kniegelenk [40, 49]. Möglicherweise handelt es sich hierbei aber um einen Kompensationsmechanismus zur Reduktion des Anpressdrucks [49]. Die biomechanische Untersuchung von Huberti et al. deutete darauf hin, dass das höhergradige Genu valgum zu einer

Mehrbelastung im PFJ führt, ohne die patellochleäre Kontaktfläche zu verringern [26]. Auch eine dynamische Valgusanomalie bei fehlender muskulärer Stabilisationsfähigkeit wirkt sich auf den patellären Anpressdruck aus und kann vor allem im Gangbild von weiblichen Patienten beobachtet werden [19, 39, 43]. Das dynamische Valgusversagen führt zu einer Lateralisation der Patella [35] und kann in der klinischen Untersuchung zum Beispiel durch einbeinige Kniebeugen visualisiert werden [10]. Gleichzeitig ist hierbei auf die Stellung des Beckens bzw. auf eine Insuffizienz der Glutealmuskulatur (Kippung des Beckens zur Spielbeinseite) zu achten. Auch eine funktionell bedingt erhöhte femorotibiale Rotation mit verstärkter femoraler Innenrotation beim Treppensteigen ist bei Patienten mit PFP zu beobachten [47].

Ein erhöhter Tonus der Quadriceps- und Harmstringmuskulatur beeinflusst den patellären Anpressdruck. Piva et al. zeigten passend dazu, dass Patienten mit PFP eine signifikant verminderte Dehnbarkeit unter anderem dieser beiden Muskelgruppen im Vergleich zu einem gesunden Kontrollkollektiv aufwiesen [38].

Aber nicht nur knieumgreifende Pathologien sind mit PFP assoziiert, sondern auch Insuffizienzen im Bereich der Glutealmuskulatur zeigen sich häufig in diesem Patientenkollektiv. Zwei systematische Übersichtsarbeiten konnten zeigen, dass weibliche Patienten mit PFP eine verringerte Hüftabduktions-, Hüftextensions- und Hüftaußenrotationskraft haben [42, 52]. Für männliche Patienten mit PFP existiert in der aktuell vorhandenen Literatur hierzu keine Evidenz. Interessanterweise konnten Herbst et al. in einer prospektiven Studie bei 255 weiblichen Basketballerinnen beobachten, dass Sportlerinnen mit erhöhter Abduktionskraft im Hüftgelenk vermehrt einen patellofemorale Schmerz im Lauf der Basketballsaison entwickelten. Die Autoren schlussfolgern, dass es sich bei der, in vielen anderen Studien häufig beschriebenen, verminderten Hüftgelenksabduktionskraft möglicherweise nicht um die Ursache, sondern die Folge des PFP handelt [24].

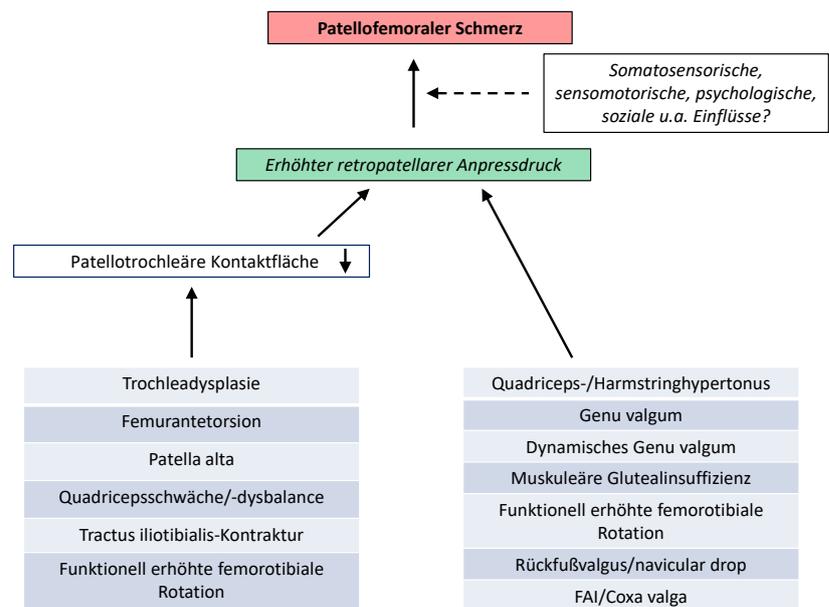


Abbildung: F. Zimmermann

**Abbildung 1** Modell zur Ätiologie des PFP in Anlehnung an Powers et al. [40]. Unterschieden werden Ursachen, die über eine Verringerung der patellochleären Kontaktfläche den retropatellären Anpressdruck erhöhen, von denen, die zu einer direkten Druckerhöhung führen.

Kleine Fallserien konnten darüber hinaus auch auf einen Zusammenhang von knöchernen Anomalien des Hüftgelenks und dem PFP hinweisen. Hierzu zählen das vermehrte Auftreten von Coxa valga bei PFP-Patienten und eine Assoziation des femoro-azetabulären Impingements mit dem patellofemorale Schmerz [45, 50].

In der Literatur gibt es weiterhin viele Untersuchungen, die eine positive Assoziation von Fußpathologien mit der Entwicklung eines patellofemorale Schmerzes zeigen. Barton et al. demonstrierten, dass bei Patienten mit PFP häufiger ein verstärkter Rückfußvalgus beobachtet werden kann [2]. Auch ein Tiefertreten des Os naviculare (navicular drop) kann über eine vermehrte Innenrotation der Tibia mit dem patellofemorale Schmerz assoziiert sein [1]. Diese Erkenntnisse sind aber nicht einheitlich in der Literatur vertreten und werden durchaus kontrovers bewertet [15].

### Diagnostisches Vorgehen

Neben der Anamnese stellt die körperliche Untersuchung einen wichtigen Grundpfeiler im diagnostischen Vorgehen bei Patienten mit einem patellofemorale Schmerz dar. Im

Rahmen der Anamnese ist eine gezielte Befragung zunächst zur Differenzierung einer Instabilitäts- von einer Schmerzproblematik notwendig [18]. Auch der patientenindividuelle sportliche und berufliche Anspruch sollten anamnestisch abgeklärt werden. Hierbei können klinische Scores wie der Kujala-Score und das BANFF Patella Instability Instrument 2.0 (BPII 2.0) helfen [3, 11].

Im Zuge der körperlichen Untersuchung ist zunächst eine genaue Beurteilung des Gangbildes zu empfehlen. Hierbei ist vor allem auf die Stellung der Patella und der Füße zu achten. Danach kann die Beinachse sowohl statisch beim stehenden Patienten, als auch dynamisch bei beid- und einbeinigen Kniebeugen beurteilt werden. Auch Aussagen über eine möglicherweise vorliegende Abduktionsschwäche im Hüftgelenk können damit getätigt werden. Loudon et al. haben in ihrer Studie zeigen können, dass das Durchführen eines Ausfallschrittes, die einseitige Kniebeuge, das Herabsteigen von einer Stufe sowie die einbeinige Kniebeuge signifikant mit dem Schmerz bei Patienten mit PFP korrelieren [34]. Beim stehenden und gehenden

Patienten kann weiterhin die Beurteilung der oben beschriebenen Fußanomalien erfolgen. Sind die Füße parallel und nach vorne zeigend ausgerichtet, kann nach dem Phänomen der squinting (schielenden) Patella geschaut werden. Auch eine Beurteilung des Q-Winkels ist möglich, wobei dessen Bedeutung für den patellofemorale Schmerz unklar bleibt [23, 31]. Im Anschluss daran bietet es sich an, die Untersuchung am sitzenden Patienten mit 90°-flektiertem Kniegelenk und hängendem Unterschenkel fortzusetzen. Hierbei kann eine Aussage über die Unterschenkelaußentorsion sowie das Patellatracking im Kniegelenk durch die Testung des J-Signs erfolgen.

In Rückenlagen sollte die mediolaterale patelläre Verschieblichkeit mit dem mediolateralen Verschiebetest beurteilt werden, um eine Aussage über das mediale patellofemorale Ligament sowie das laterale Retinakulum zu bekommen. Eine vermehrte laterale Abkippung der Patella, also ein vermehrter Patella-Tilt, kann mit einem vermehrten lateralen Anpressdruck einhergehen [4]. Mit Hilfe des Zeichens der tanzenden Patella kann eine Aussage über das Vorliegen eines intraartikulären Ergusses getätigt werden. Anschließend kann mit dem Apprehension-Test nach Hughston eine Aussage über die Luxationstendenz der Patella gemacht werden [28]. Wir präferieren eine dynamische Variante des Apprehension-Tests (ReDPAT), um eine Aussage der Luxationstendenz der Patella in verschiedenen Kniegelenksbeugegraden zu erhalten [56]. Ungeachtet dessen, dass der Zohlen-Test häufig falsch-positiv ausfällt, ist er in unserer Vorgehensweise ein Bestandteil der klinischen Untersuchung [23].

Wie oben beschrieben, ist die Kontrolle der femoralen Abduktion und Außenrotation durch eine suffiziente Hüftmuskulatur wichtig zur Verhinderung eines Patellamaltrackings. Zur Testung der Hüftaußenrotatoren stellt der Patient in Rückenlage seine Füße auf die Liege und versucht, die Kniegelenke gegen den manuellen Druck des Untersuchers nach außen zu rotieren. Mit dem Test nach Ober und der Einteilung nach Gose und Schweizer kann zusätzlich das

Ausmaß einer möglichen Tractus iliobtibialis-Kontraktur bestimmt werden [22]. Vervollständigt wird die klinische Untersuchung in Bauchlage des Patienten mit der Beurteilung der femoralen Torsion. Dabei ist eine Innenrotationsfähigkeit der Hüfte von  $> 70^\circ$  verdächtig auf eine erhöhte Femurantetorsion. Weiterhin kann in Bauchlage mit dem Fersen-Gesäß-Abstand der Tonus bzw. die Dehnung des M. quadriceps beurteilt werden.

Bei funktionellen Auffälligkeiten in der klinischen Untersuchung können eine Ganganalyse, Kraftmessungen und biomechanische Untersuchungen die klinischen Untersuchungsergebnisse unterstreichen [18].

Die bildgebende Diagnostik umfasst neben der Röntgenbildgebung (in 2 Ebenen, ggf. mit Ganzbeinstandaufnahme) ggf. eine Kernspintomographie. Bei klinischem Verdacht auf einen Torsionsfehler an Femur und/oder Tibia ist die Indikation zu einer Torsionsmessung mit einem Torsions-MRT bzw. -CT gegeben.

Im Rahmen der Analyse der Bildgebung sollte neben der routinemäßigen Analyse der Kniebinnenstrukturen eine Beurteilung der bekannten Patella-Malalignmentparameter erfolgen. Hierzu zählt zum einen die Beurteilung der Patellahöhe auf der streng seitlichen Röntgenaufnahme. Diese kann z.B. nach Caton-Deschamps beurteilt werden [7]. Weiterhin erfasst werden sollte der Typ der Trochleadysplasie nach Dejour anhand der von Fucente et al. beschriebenen Methode [13, 21]. Auch die Beurteilung der Distanz zwischen der Tuberositas tibiae und der Trochlea (TT-TG) nach der von Schoettle et al. beschriebenen Methode sowie der Abstand zwischen der Tuberositas tibiae und der hinteren Kreuzbandinsertion (TT-PCL) gemäß der publizierten Vorgehensweise nach Seitlinger et al. sind Bestandteil der bildmorphologischen Auswertung [46, 48]. Anhand der Ganzbeinaufnahme sollte auf eine mögliche Valgusabweichung geachtet werden [25].

Auch die Beurteilung von Knorpelläsionen, Veränderungen des Hofa-Fettkörpers und der Schleimhaut (Plica mediopatellaris) sowie ossäre Reaktionen sind essenzieller Bestand-

teil der kernspintomographischen Auswertung.

### Schlussfolgerung

Die Ätiologie des patellofemorale Schmerzes ist multifaktoriell. Derzeit wird ein pathophysiologisches Modell zur Entstehung des Schmerzes favorisiert, nach dem verschiedene Ursachen (anatomische, funktionelle u.a.) einen verstärkten Anpressdruck im Patellofemoralgelenk bedingen. Unklar bleibt derzeit noch, wie die genauen pathophysiologischen Abläufe bis hin zum Schmerzerleben bei diesen Patienten sind und wie diese durch psychologische Faktoren ergänzend moduliert werden. Das diagnostische Prozedere sollte sich wie gewohnt, standardisiert in Anamnese, klinische Untersuchung und bildgebende Verfahren, gliedern. Funktionelle Tests und Übungen bilden einen Schwerpunkt der Diagnostik und der Therapie. Neben dem Ausschluss intraartikulärer Pathologien gilt es zudem, ein anatomisches oder funktionelles Patella-Malalignment zu erkennen bzw. dieses auszuschließen oder zu behandeln. Klinische Scores können eine objektive Einschätzung ermöglichen und helfen, den Verlauf der Therapie zu beurteilen.

### Interessenkonflikte

Keine angegeben.

**Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:**  
[www.online-oup.de](http://www.online-oup.de).



Foto: F. Zimmermann

### Korrespondenzadresse

Dr. med. Felix Zimmermann  
BG Klinik Ludwigshafen und  
ARCUS Sportklinik Pforzheim  
[felix.zimmermann@bgu-ludwigshafen.de](mailto:felix.zimmermann@bgu-ludwigshafen.de)