

# Analyse und Therapie des schmerzhaften Patellofemoralgelenks

Slavko Rogan, Jan Taeymans, Ron Clijsen, Michaela Hähni

Um ein schmerzhaftes Patellofemoralgelenk (s-PFG) adäquat zu untersuchen, ist es essenziell, die biomechanischen Gegebenheiten der gesamten unteren Extremität zu analysieren. In die Analyse fließen außerdem knöcherne, muskuläre und ligamentäre Komponenten ein, um so die effektivste Therapie für den Patienten auszuwählen.

In der letzten Dekade wurden viele neue Erkenntnisse über die Entstehung, Diagnostik und Therapie des schmerzhaften Patellofemoralgelenks (s-PFG) gewonnen. Im Zuge dessen richtete sich die Aufmerksamkeit weg von einer eher isolierten Betrachtungsweise des PFG hin zu einem funktionell-anatomischen und biomechanischen Zusammenspiel der unteren Extremität. Vor allem funktionell-anatomische Gegebenheiten wie die Beinachsenstellung und die daraus entstehenden biomechanischen Wirkungsgrößen auf das Patellofemoralgelenk sind zunehmend Gegenstand der Forschung [1][2].

Vor dem Hintergrund der funktionell-anatomischen Gegebenheiten der Beinachsenstellung führten wir 2017 eine systematische Literaturübersichtsarbeit und Metaanalyse durch, um zu untersuchen, welche Effekte ein Krafttraining der Hüftabduktoren und -rotatoren im Vergleich zu einem Training der Kniemuskeln bei Patienten mit einem s-PFG zeigt [3]. Die Recherche ergab, dass sich die Schmerzen bei den Patienten, die eine Kräftigung der Hüftmuskeln durchführten, deutlicher reduzierten (im Durchschnitt um zwei Zentimeter auf der zehn Zentimeter visuellen Analogskala) im Vergleich zu denjenigen, die kein Hüftmuskeltraining absolvierten. Auch die Funktion hatte sich bei der Hüft-Gruppe stärker gesteigert. Die Punktzahl der Lower Extremity Functional Scale (LEFS) verbesserte sich in dieser Gruppe im Vergleich zu keinem Hüftmuskeltraining im Durchschnitt um 20 Punkte. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass die Physiotherapie einen großen Stellenwert in der Behandlung von Personen mit einem s-PFG einnimmt. Die Voraussetzung für eine evidenzbasierte Physiotherapie ist, dass die behandelnden Therapeuten die miteinander in Wechselwirkung stehenden Risikofaktoren und die Pathogenese des s-PFG kennen. Außerdem stellt die Kenntnis der klinischen Untersuchung und möglicher bildgebender Diagnostik die Grundbasis einer suffizienten Therapie dar.

Eine chronische Überbelastung der Weichteile wird als Hauptgrund für ein s-PFG angesehen. Ursache für das s-PFG scheint ein Fehlgleiten oder eine übermäßige Beanspruchung der Patella während des Gehens zu sein [4]. Zudem zeigen sich Veränderungen der peripatellaren Strukturen. In diesem Fall führt die chronische Überbelastung zu einer Reduzierung des Knochenmetabolismus, der dann für die Schmerzentstehung zuständig sein kann [5]. Untersuchungen zeigten, dass erhöhte Druckbelastungen zumeist lateral gelegen sind und langfristig zu einem Knorpelschaden mit erhöhtem Risiko einer patellofemorale Arthrose führen [6][7][8].

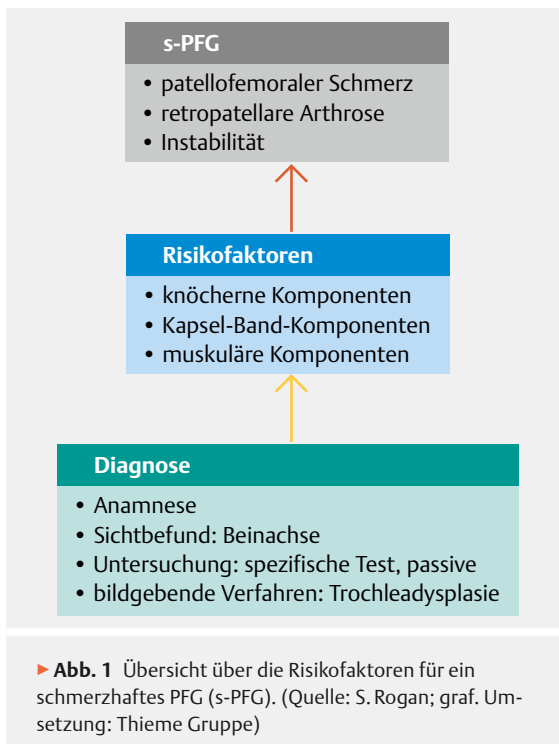
Nach heutigem Wissen können die drei Pathologien patellofemorale Schmerzen, retropatellare Arthrose oder Instabilität des Kniegelenks Beschwerden am PFG auslösen (► **Abb. 1**).

## Ätiologie und Pathogenese des schmerzhaften PFG (s-PFG)

### Knöcherne Komponenten

#### Trochleadysplasie

Anatomische Normvarianten des PFG beeinflussen das Gleiten der Patella im Sulcus intercondylaris. Einen Risikofaktor für ein s-PFG stellt eine nicht normal ausgebildete Trochlea (Trochleadysplasie) dar. Bei einer Trochleadysplasie wird die Patella nicht gut geführt, was die Gefahr einer Instabilität erhöht [9]. Um die Tiefe und Neigung des femoralen Gleitlagers bestimmen zu können, muss der Sulcuswinkel in der axialen Patellaaufnahme gemessen werden. Als Normwerte gelten hier 138 bis 142 Grad. Winkel über 145 Grad werden als dysplastisch angesehen [10].



### Tibial Tuberosity Trochlear Groove Abstand

Einen weiteren Risikofaktor für ein s-PFG stellt ein vergrößerter Tibial Tuberosity Trochlear Groove Abstand (TT-TG-Abstand) dar. Der TT-TG-Abstand ist der Abstand der Tuberositas tibiae zur Trochlearrinne. Der TT-TG-Abstand wird mittels Computertomografie (CT) oder Magnetresonanztomografie (MRT) bestimmt. Verlängert sich der TT-TG-Abstand über einen gewissen individuellen Schwellenwert von > 20 Millimeter, so führt dies zu einem Fehlgleiten der Patella. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass während zunehmender Knieflexion eine Knierotation freigegeben wird. Während dieser dynamischen Bewegung kann aufgrund der Knierotation eine pathologische TT-TG-Distanz nicht nur verschlechtert werden, sondern auch eine Kompensation erfahren. Dieses Verhalten konnten dynamische TT-TG-Abstandsmessungen in verschiedenen Knieflexionsstellungen im Vergleich zu statischen TT-TG-Abstandsmessungen aufzeigen [11].

### Torsionsverhältnisse

Die Torsionsverhältnisse des Femurs und der Tibia werden als weitere Risikofaktoren für ein s-PFG angesehen. Torsionsfehlstellungen können im gesamten Verlauf der unteren Extremität auftreten: am proximalen Teil des Femurs, in der Mitte des Femurs, am distalen Ende des Femurs, am proximalen Teil der Tibia bis zur Tuberositas tibiae und am distalen Teil der Tibia im Bereich der Tuberositas tibiae bis zum Sprunggelenk [12]. Die jeweiligen Torsions-Normwerte können vergrößert oder verkleinert sein. Diese anatomischen Varianten begünstigen teilweise ein Fehlgleiten der Patella. Zudem verstärken Kompensationsmechanismen im Kniegelenk aufgrund der Torsionsvarianten ein Fehlgleiten der Patella.

## Kapsel-Band Komponenten

Der Kapsel-Band-Apparat (Retinaculum patellae) besteht aus einem medialen und lateralen Anteil und ist vorwiegend für die stabile Führung der Patella in der Extensionsstellung verantwortlich [13][14]. Das mediale Retinaculum besteht aus dem medialen patellofemorale Ligament (MPFL), dem medialen patellomeniskalen Ligament (MPML) und dem medialen patellotibialen Ligament (MPTL). Das MPFL gilt als Hauptstabilisator der Kniescheibe in Extensionsstellung und wirkt einer Lateralisierung der Patella entgegen [13]. Es ist mit dem M. vastus medialis verbunden und spannt zwischen null und 30 Grad an. Das laterale Retinaculum wird aus drei Schichten gebildet: einer äußeren Schicht (Extensorenfaszie), einer mittleren Schicht (Fasernzüge des Tractus iliotibialis und der Quadrizepsaponeurose) und einer inneren Schicht (Gelenkkapsel).

Untersuchungen zeigten einen hohen Anteil an freien Nervenendigungen (Typ IV-Fasern) im medialen und lateralen Retinaculum [15]. Die Retinakula können degenerativ verändert sein [16]. Da der retropatellare Gelenknorpel nicht innerviert ist, wird ein Zusammenhang des Retinaculum patellae mit dem Schmerz vermutet. Hierbei spielt Substanz P bei der Entstehung und Aufrechterhaltung des s-PFG eine tragende Rolle.

## Muskuläre Komponenten

Insbesondere die Zugwirkung des M. quadriceps beeinflusst die Patella. Aufgrund der unterschiedlichen Zugrichtungen des M. quadriceps wurden Denkmodelle entwickelt, wie eine stabilisierende Therapie der Patella aussehen könnte. Allerdings konnte bis heute noch keine Evidenz für eine isolierte Aktivierung des M. vastus medialis obliquus nachgewiesen werden [17]. Van Tiggelen und Ko-Autoren konnten mittels EMG-Messungen bei Personen mit vorderem Knieschmerz eine verzögerte Kontraktion des M. vastus medialis obliquus im Vergleich zum M. vastus lateralis feststellen [18]. Zudem ist festzuhalten, dass die Mm. vasti medialis und lateralis im Bereich von null bis 30 Grad Knieflexion aktiv sind. In tieferer Knieflexion geht deren Einfluss auf das PFG verloren [19].

## Biomechanische Komponenten

### Alignment

Es hat sich gezeigt, dass die Mechanik im Kniegelenk auch von den benachbarten Gelenken und deren Stellung abhängig ist. Ein korrektes Alignment der unteren Extremität ist essenziell, um eine physiologische Kniefunktion zu gewährleisten. Stimmt das Alignment nicht, können daraus gestörte mechanische Gleitvorgänge der Patella, eine Instabilität oder Luxation der Patella resultieren. Als Folge des inkorrekten Alignments entstehen zum einen verringerte Kontaktflächen zwischen Patella und Femur und zum anderen ein erhöhter Anpressdruck der Patella im Gleitlager. Diese Folgen begünstigen die pathomechanischen Vorgänge, die im Anschluss zu einer Arthrose führen können [20].

### Kraft der Hüftmuskeln

Fehlende Kraft der Hüftabduktoren und -rotatoren wirkt indirekt über eine veränderte Beininstellung auf das PFG ein. Eine verstärkte Innenrotationsstellung des Femurs führt zu einer Lateralisation des Muskelvektors und einer Spannungszunahme des Tractus iliotibialis.

### Diagnostik

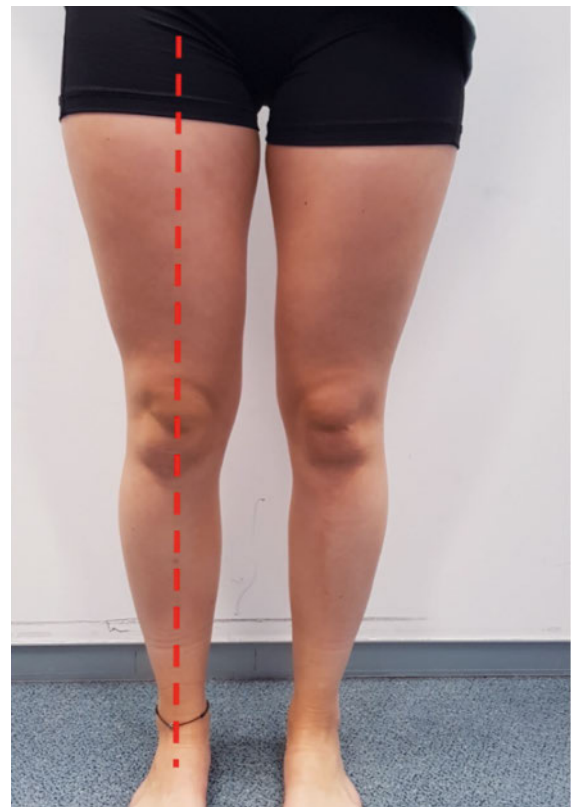
Eine strukturierte Anamnese und Untersuchung stellen die Grundbasis der nachfolgenden physiotherapeutischen Interventionen dar. Um ein schmerzhaftes PFG zu verifizieren oder falsifizieren, erfolgen zuerst die Anamnese und die Inspektion. Anschließend führen die Therapeuten spezifische Untersuchungstests durch. Zum Schluss wird die bildgebende Diagnostik zur Verifizierung oder Falsifizierung herangezogen.

### Anamnese

In der Anamnese deutet es auf eine PFG-Problematik hin, wenn Patienten über Beschwerden berichten, die vor allem bei Belastung des Kniegelenks in Flexionsstellung auftreten. Schmerzprovozierende Aktivitäten sind zum Beispiel Treppensteigen, längeres Sitzen mit gebeugten Knien, Aufstehen von einem Stuhl, die tiefe Hocke oder allgemein patellofemorale Belastungen und Beanspruchungen des Kniestreckapparates [21]. Die Schmerzqualität wird als intermittierend, langsam zunehmend, brennend und peripatellar angegeben [22]. Die Schmerzintensität kann mittels der von Hayes und Patterson beschriebenen visuellen Analogskalen (VAS) erhoben werden [23]. In der Anamnese werden die Patienten auch nach einer Patellaluxation in der Vorgeschichte befragt.

*Patienten mit einem s-PFG geben oft an, dass Treppensteigen, tiefes Hocken, längeres Sitzen und Aufstehen von einem Stuhl die typischen Schmerzen provozieren.*

Zudem evaluieren Therapeuten die Funktionsfähigkeit. Die Literatur empfiehlt hierfür die Lower Extremity Functional Scale (LEFS). Die ins Deutsch übersetzte LEFS gilt als valides Messinstrument [24] und ersetzt immer mehr den Western Ontario and McMaster University Index (WOMAC) [25]. Die LEFS fragt verschiedene Aktivitäten ab und setzt sich aus 20 Items zusammen. Der Patient wählt eine von fünf Antwortmöglichkeiten und bewertet damit selbst, wie gut er die einzelnen Aktivitäten durchführen kann: unmöglich (0 Punkte), ziemlich große Schwierigkeiten (1 Punkt), mäßige Schwierigkeiten (2 Punkte), geringe Schwierigkeiten (3 Punkte) oder keine Schwierigkeiten (4 Punkte) [25]. Die Höchstpunktzahl beträgt 80 Punkte. Eine Punktzahl von >52 deutet auf einen guten Aktivitätszustand hin.



► **Abb. 2** Sichtbefund im Stand: Das Bein zeigt eine gute Beinachse. Eingezeichnet ist die gedachte Mikulicz-Linie (Hüftgelenk-Kniegelenk-Sprunggelenk in einer Linie). (Quelle: S. Rogan)

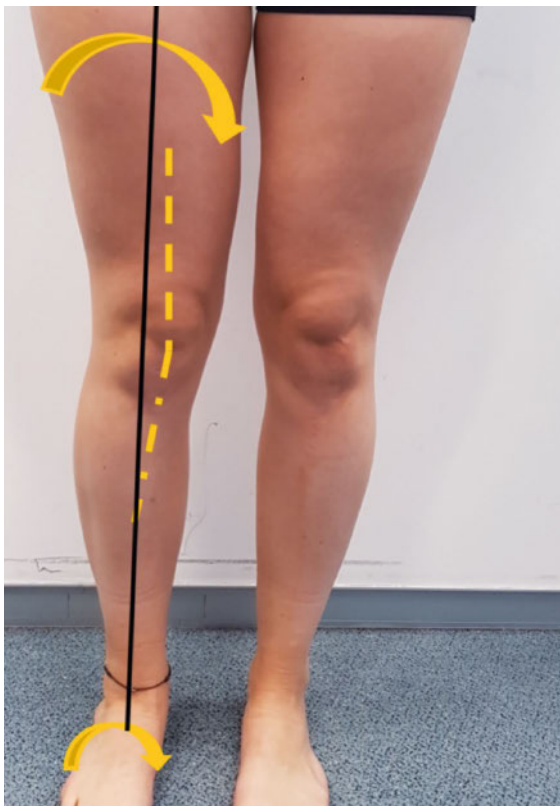
Um den Patienten nicht zu beeinflussen, sind die Antwortmöglichkeiten ohne Punktzahlen angegeben. Das Ausfüllen und Auswerten dauern in der Regel zusammen etwa drei bis fünf Minuten [25].

### Inspektion im Stand und in Bewegung

Die physiotherapeutische Untersuchung schließt den Sichtbefund der gesamten unteren Extremität, die Funktionsprüfung und die Überprüfung des Antetorsionswinkels des Femurs ein. Der Sichtbefund konzentriert sich auf die Beinachse während des Stands, des Gangs und der tiefen Hocke. Zudem beobachtet der Therapeut während des Sichtbefunds die Rückfußstellung. Messier und Ko-Autoren sowie Seitlinger und Team postulierten eine Bestimmung des Q-Winkel als ungenau und betrachten diese Messung als nicht notwendig [11][26]. Der Q-Winkel bildet sich aus dem Ansatzpunkt des Lig. patellae, dem Drehzentrum der Kniescheibe und der Zugrichtung des M. quadriceps [27].

### Mikulicz-Linie

Die Inspektion beginnt in der Hüft-Becken-Region und wandert dann Richtung Sprunggelenk. Die Füße sind parallel nach vorne ausgerichtet und die Patella sollte nach vorne zeigen (► **Abb. 2**). Die Stellung der Kniegelenke



► **Abb. 3** Sichtbefund im Stand: Das Bein zeigt eine abweichende Beinachse. Abweichung von der gedachten Mikulicz-Linie: Femur steht in Innenrotation, Knie zeigt einen medialen Kollaps, Fuß ist in Pronationsstellung. (Quelle: S. Rogan)

wird analysiert. Hier sind auf Valgus- und Varusstellungen zu achten. Ein breites Becken kann eine Valgusstellung im Kniegelenk begünstigen. Abweichungen am unteren Sprunggelenk sind Supinations- oder Pronationsstellungen. Als Hilfe kann eine gedachte Mikulicz-Linie, die vom Mittelpunkt des Hüftkopfes bis zur Mitte des oberen Sprunggelenks verläuft, dienen (► **Abb. 2**). Auch während der dynamischen Demonstration (Gang, Hocke) sollte die Patella nach vorne zeigen. Ein Ausweichen der Patella aus der gedachten Mikulicz-Linie heraus nach lateral oder medial deutet auf ein PFG-Problem hin (► **Abb. 3**). Zudem wird bei der dynamischen Demonstration auf Krepitationsgeräusche und auf ein sichtbares holpriges Patellagleiten geachtet. Krepitationsgeräusche deuten auf ein s-PFG, einen Knorpeldefekt oder eine hypertrophe Plica hin.

### Squinting Patella

Besteht eine vermehrte femorale Antetorsion, eine Hüftmuskulinsuffizienz der Außenrotatoren oder eine Kontraktur der Innenrotatoren, so ist eine vermehrte Innenrotationsstellung des Femurs erkennbar. Die Patella zeigt in diesen Fall nach innen und wird als schielende Kniescheibe (Squinting Patella) bezeichnet [28]. Eine Squinting Patella kann auch nur in der dynamischen Demonstration auftreten.



► **Abb. 4** Sichtbefund im Sitz: Patella in normaler Stellung. (Quelle: S. Rogan)

### Genu antecurvatum

Wenn die ischiokrurale Muskulatur eine Kontraktur aufweist, kommt es im Kniegelenk zu einem Genu antecurvatum und einem erhöhten Anpressdruck der Patella [29]. Bei einem Genu antecurvatum reagiert die Hüfte mit einer Extensionsstellung und die Lendenwirbelsäule mit einer Steilstellung.

### Atrophien

Weiter achtet der Therapeut auf Atrophien der kniegelenkumgreifenden Muskulatur (M. quadriceps femoris, Mm. ischiocrurales, M. triceps surae) und der Beckenmuskulatur (M. gluteus maximus).

### Inspektion im Sitz

Der Sichtbefund im Sitz erfolgt bei 90 Grad flektiertem Kniegelenk (► **Abb. 4**). Im Sitz wird die knieumgreifende Muskulatur begutachtet, um Atrophien aufzudecken. Um den Muskelumfang zu bestimmen, misst der Therapeut diesen zehn bis 15 Zentimeter oberhalb des Kniegelenkspalts. Eine dynamische Betrachtung erfolgt von 90 Grad Flexionsstellung aus, indem der Patient eine aktive Streckung des Kniegelenks durchführt. Die Patella beschreibt beim gesunden Patienten eine gerade Bahn, während die Patella bei einer Pathologie nahe der terminalen Extension nach lateral abgleitet. Die Literatur beschreibt diese Patallabewegung als J-Zeichen.

## Funktionsprüfung

### Passive Beweglichkeit

Der Therapeut prüft die passive Patellabeweglichkeit nach medial-lateral und proximal-distal. Biedert beschreibt eine Beweglichkeit von  $\frac{1}{4}$  –  $\frac{1}{2}$  der Patellabreite nach lateral und medial [30]. Eine Beweglichkeitsvergrößerung nach medial deutet auf eine mögliche Laxität oder eine postoperative Spaltung des lateralen Retinakulums hin. Eine Beweglichkeitsvergrößerung nach lateral gibt einen Hinweis auf eine ungenügende Stabilisierung der Patella aufgrund einer Dysplasie der lateralen Trochlea oder eines insuffizienten Kapselbandapparates (zum Beispiel Lig. patellofemorale mediale).

### Craig´s Test

Der Craig´s Test wird zur Bestimmung der Femurtorsion benutzt [31]. Der Patient liegt dabei in Bauchlage mit 90 Grad flektiertem Kniegelenk. Während der Therapeut mit der Hand das Hüftgelenk über den Hebel Unterschenkel nach innen und außen rotiert, palpiert er mit der anderen Hand den Trochanter major. Bei einer Innenrotation spürt er eine Bewegung des Trochanters nach ventral und medial, bei einer Außenrotationsbewegung nach dorsal und medial. In der Position, in welcher der Therapeut den Trochanter am weitesten lateral spürt, misst er den Winkel zwischen Tibia und der vertikalen Achse. Der Normbereich dieses Winkels liegt zwischen acht und 20 Grad Antetorsion (Innenrotation) [32]. Ein Winkel von > 30 Grad Innenrotation wird als übermäßige Antetorsion, ein Winkel < 8 Grad als Retrotorsion oder Retroversion bezeichnet [32]. Zwischen 30 und 20 Grad besteht eine gewisse Abweichung von der Norm, die aber noch nicht als übermäßige Antetorsion bezeichnet wird.

## Therapie

In diesem Abschnitt stellen wir einen Therapie-Algorithmus vor, der als ein „Wenn-dann-Pfad“ verstanden werden kann. Die Therapie richtet sich immer nach der physiotherapeutischen Diagnose.

Für alle drei Pathologien des s-PFG patellofemorale Schmerz, retropatellare Arthrose oder Instabilität ist es erforderlich, die gesamte untere Extremität und die Lenden-Becken-Hüftregion miteinzubeziehen. Zum Beispiel wird eine auffällige Fußstatik wie ein Knick-Senkfuß oder eine Dysfunktion im Bereich der Lendenwirbelsäule befundorientiert und gegebenenfalls manualtherapeutisch behandelt.

***Bei der Therapie von Patienten mit einem s-PFG ist es erforderlich, immer die gesamte untere Extremität und die Lenden-Becken-Hüftregion miteinzubeziehen.***

## Therapie bei patellofemorale Schmerzen

Eine der häufigsten Ursachen für patellofemorale Schmerzen ist eine muskuläre Dysbalance [33]. Liegt eine muskuläre Dysbalance als Ursache vor, bietet sich an, die Hüftabduktoren und -rotatoren sowie die Knieextensoren zu kräftigen [3][34]. Die Literatur beschreibt zur Muskelkräftigung keine spezifischen Kräftigungskonzepte.

Wir empfehlen folgenden Trainingsaufbau: Zu Beginn trainieren die Patienten die Kraft vermehrt an Geräten, um die abgeschwächte Muskulatur isoliert zu kräftigen und die Bewegungen kontrolliert mit größtmöglicher Sicherung der Gelenke durchzuführen. Im weiteren Verlauf wird das Krafttraining auch funktionell im Hinblick auf die Beinachsenstabilisierung gestaltet. Zudem ist es erforderlich, die Rumpfmuskulatur zu kräftigen. Zusätzlich können zentrierende Tape-Anlagen oder eine Patella stabilisierende Orthese zum Einsatz kommen [35]. Eine Übungsauswahl findet sich auf unserer Webseite. Mit dem QR-Code kann man die von uns zusammengestellte Übungsauswahl ansehen, indem man den QR-Code einscann und so direkt auf das Online-Portal gelangt.

### ZUSATZINFO



QR-Code zur Übungsauswahl bei patellofemorale Schmerzen

## Therapie bei retropatellarer Arthrose

Bei einer primären Arthrose kommen neben einer Knorpeltherapie oder einer Operation des PFG auch Kraftübungen für die Hüftabduktoren und -außenrotatoren in Betracht. Zusätzlich sind analgetische Maßnahmen geeignet. Die Patienten sollten Stop-and-Go-Sportarten und Alltagssituationen, die einen hohen Impact auf das PFG produzieren, eher meiden.

## Therapie bei Instabilität

Bei einer akuten Instabilität der Patella ohne intraartikuläre Knorpelschädigung und einem Risikofaktor einer Reluxation ist eine konservative Therapie federführend. Liegt eine Knorpelschädigung vor oder handelt es sich um eine chronische Patellainstabilität, ist eher eine operative Versorgung indiziert [9].

## Fazit

Die Untersuchung eines schmerzhaften Patellofemorale Gelenks (s-PFG) beinhaltet die Analyse biomechanischer Gegebenheiten der gesamten unteren Extremität. Auslösende Pathologien eines s-PFG ist ein patellofemorale Schmerz, eine retropatellare Arthrose oder Instabilität des Kniegelenks. Entscheidend für die Behandlung ist die phy-

siotherapeutische Diagnosestellung. Für alle drei Pathologien empfiehlt sich die Kräftigung der Hüftmuskulatur, um die Beinachse positiv zu beeinflussen.

## Autorinnen/Autoren



### Slavko Rogan

Dr. Slavko Rogan ist Physiotherapeut (MSc PT, BPT), Osteopath (MSc Ost) und Erwachsenenbildner (MA). Er ist Dozent an der Berner Fachhochschule (CH) und forscht auf den Gebieten der Geriatrie, des sensomotorischen Trainings und der Pädagogik. Zudem leitet er den Bereich Entwicklungsmanagement an der Akademie für integrative Physiotherapie und Trainingslehre (AfiPT) in Grenzach-Wyhlen, Deutschland.



### Jan Taeymans

Dr. Jan Taeymans promovierte in Sport- und Bewegungswissenschaften. Außerdem absolvierte er den Master in Public Health und MSc. in Biomedical Research Sciences. Er ist Dozent im Studiengang Master of Science Physiotherapie der Berner Fachhochschule (CH).



### Ron Clijsen

Ron Clijsen (PhD, PT) promovierte in Rehabilitationswissenschaften und Physiotherapie an der freien Universität Brüssel in Belgien. Er arbeitet als Forschungsleiter und Dozent am Department of Health Sciences der University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI) und an der University of Applied Science Physiotherapy THIM. Ron ist Mitglied in der Forschungsgruppe des Departments Bewegungs- und Sportwissenschaften der freien Universität Brüssel, im Schweizerischen Sportphysiotherapie Verband (SPV), European College of Sport Science (ECSS) und in der International Society for Biophysics and Imaging of the Skin (ISBS). Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Sportphysiotherapie, der menschlichen Biometrie und der physikalischen transdermalen Medikamentenapplikation.



### Michaela Hähni

Michaela Hähni ist Physiotherapeutin (MSc PT) und Pilatesinstructorin. Sie arbeitet in der Praxisgemeinschaft Bremgarten in der Schweiz (Physiotherapie und Osteopathie) und betreut die Schweizerische U19 Frauen Nationalmannschaft. Zudem engagiert sie sich im Vorstand des kantonalen Berufsverbandes für Physiotherapie (physiobern).

## Korrespondenzadresse

### Dr. Slavko Rogan

Berner Fachhochschule  
Departement Gesundheit, Disziplin Physiotherapie  
Murtenstrasse 10  
CH-3008 Bern  
slavko.rogan@bfh.ch

## Literatur

Literaturverzeichnis am Ende der HTML-Version unter [www.thieme-connect.de/products/manuelletherapie](http://www.thieme-connect.de/products/manuelletherapie)

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0628-8262>  
manuelletherapie 2018; 22: 118–123  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 1433-2671