

Die schmerzhafte Patellasehne

Vom Morbus Osgood-Schlatter bis zum Patellaspitzensyndrom

Schmerzen an der Patellasehne treten in unterschiedlichen Altersstufen und verschiedenen sportlichen Aktivitätsleveln auf – mit anderen Worten: Junge und Ältere können betroffen sein. Bei Heranwachsenden kann eine zu hohe oder zu schnell gesteigerte Belastung die Schnittstellen der Patellasehne überfordern, die sich noch im Wachstum, der Reifung befinden: → distal an der Tuberositas tibiae als Morbus Osgood-Schlatter, → proximal als Morbus Sinding-Larsen-Johannson. Dieser Artikel soll dem geeigneten Leser einen Überblick über die Patellasehnenprobleme beim Heranwachsenden und dem Erwachsenen geben sowie die evidenzbasierten Untersuchungen vorstellen und Hinweise für potentielle Therapien geben.

Die Patellasehne ist das distale Endstück des M. quadriceps femoris. Sie verbindet das Sesambein Patella mit der Tuberositas tibiae. Beim Erwachsenen misst die gesunde Patellasehne je nach Körpergröße und -masse fünf bis sechs Zentimeter in der Länge, zwei bis drei Zentimeter in der Breite und fünf Millimeter im anterior-posterioren Durchmesser, der sehr gut sonographisch wie auch MRT-radiologisch zur Beurteilung herangezogen werden kann. Sonographisch kann der Sehnenverlauf von proximal über die Mitte bis zur distalen Verankerung in der Tuberositas tibiae auch im Seitenvergleich gut und einfach dargestellt werden. Die anterior-posterioren Durchmesser können proximal an der Patellaspitze, im mittigen Verlauf wie auch distal an der Tuberositas tibiae, bestimmt werden und so Hinweise auf eine strukturelle Erkrankung der Sehne gewonnen werden. Im MRT erscheint die gesunde Patellasehne in allen Sequenzen signalarm bis signalfrei und grenzt sich für gewöhnlich scharf vom signalintensiveren, hinter der Patellasehne liegenden Hoffa-Fettkörper ab.

Patellasehnen-Beschwerden bei Heranwachsenden

Die Patellasehne des Heranwachsenden kann typischerweise an zwei Lokalisationen schmerzhaft in Erscheinung treten:

- an der *distalen Patellasehne*, dann häufig als Morbus Osgood-Schlatter mit Affektion der Tuberositas tibiae
- an der *proximalen Patellasehne*, dort als Morbus Sinding-Larsen-Johannson



Abbildung 1 Power-Doppler-Sonographie bei Patellatendinopathie mit Durchmesservergrößerung der Patellasehne (anterior-posterior a.p.) sowie deutlicher Inflammation im Hoffa-Fettkörper und der Patellasehne, visualisiert durch die Power-Doppler-Sonographie.

In Analogie zum distalen Morbus Osgood-Schlatter zeigt sich auch beim Morbus Sinding-Larsen-Johannson eine häufige Kombination aus Ossifikationsdefekt und lokaler Tendinopathie mit Sehnedurchmesserzunahme.

Morbus Osgood-Schlatter Diese juvenile Osteochondrose (ICD-10 M92.5) betrifft die distale Verankerung der Patellasehne an der Tuberositas tibiae. Während bereits 1878 noch vor den ersten Röntgenanlagen der Franzose Odilon-Marc Lanlongue in der Pariser Chirurgengesellschaft die Hauptzüge der Erkrankung als epiphysäre Ostitis der Tibia beim Adoleszenten beschrieben hatte, folgten 1903 der Amerikaner Robert Osgood und der Schweizer Carl Schlatter mit radiologischen Beschreibungen dieser Erkrankung. Typischerweise lassen sich geschlechtsabhängig zwei Altersgipfel für die Erkrankung festmachen: 10–15 Jahre bei Jungen sowie 8–13 Jahre bei Mädchen.

Bei 30 Prozent treten die Beschwerden beidseitig auf. Der Verlauf ist für gewöhnlich selbstlimitierend. Eine japanische Untersuchung aus 2015 zeigte bei 150 jugendlichen Fußballern eine Auftretenswahrscheinlichkeit von 14 Prozent im Einjahresverlauf für den Morbus Osgood-Schlatter [23]. Insbesondere eine erhöhte Spannung des M. quadriceps konnte dabei in der Risikogruppe als Risikofaktor beschrieben werden – mit möglichen Implikationen für ein Stretching der Quadrizepsmuskulatur. – Eine aktuelle Untersuchung aus Freiburg von 119 männlichen Fußballkaderspielern (U13–U23) belegte Patellasehnenprobleme in 13 Prozent [5]. Der VISA-P-Score war mit 77 ± 28 gegen 96 ± 10 Punkten signifikant niedriger bei den erkrankten Spielern.



Robert Bayley Osgood als Ko-Namensgeber der juvenilen Erkrankung der Tuberositas tibiae wurde am 6. Juli 1873 in Salem, Massachusetts, USA, geboren und starb am 2. Oktober 1956 in Boston im Alter von 83 Jahren. Seine medizinische Ausbildung absolvierte er an der Harvard Medical School in Boston bis 1899. Im Anschluss folgte eine erste Anstellung am Massachusetts General Hospital (MGH), wo eine der ersten Röntgenanlagen nach Conrad Röntgens Erfindung 1895 installiert wurde. Seine erste Weiterbildungsstelle war 1902 im Boston Children's Hospital als Radiologe, wo er sich für das Wachstum und die Wachstumsstörungen der tibialen Tuberositas interessierte. 1903 veröffentlichte Osgood noch als junger Assistenzarzt einen Fallbericht über tibiale Tuberkel bei Heranwachsenden [24]. Nach Studienaufenthalten in Deutschland, Frankreich und England (1903–1906) begann er 1906 mit der Weiterbildung in der orthopädischen Chirurgie des MGH, wo er mit Dr. Goldthwait und Dr. Painter an einem der ersten orthopädischen Fachbücher mit dem Titel „Diseases of the bones and joints“ arbeitete. Er war u.a. Honorary Fellow des Royal College of Surgeons (Hon FRCS) seit 1943.



Carl Schlatter wurde am 18. März 1864 in Wallisellen in der Schweiz geboren und starb am 19. März 1934 in Zürich. 1890 wurde er zum Dr. med. in Zürich promoviert, 1893 war er Sekundärarzt und Leiter der chirurgischen Poliklinik des Kantonsspitals Zürich. 1895 wurde er Privatdozent, 1899 außerplanmäßiger Professor und von 1923 bis 1934 ordentlicher Professor für allgemeine Chirurgie, Wundbehandlung, Verbandlehre und Unfallmedizin. 1897 gelang ihm erstmals die Totalentfernung eines Magens. 1903 veröffentlichte Schlatter seine Arbeit „Verletzungen des schnabelförmigen Fortsatzes der oberen Tibia-Epiphyse“ [31] in der Zeitschrift *Bruns Beiträge für Klinische Chirurgie*. „Es handelte sich um acht männliche Individuen im Alter von 12–17 Jahren. Siebenmal war das rechte, nur einmal das linke Knie betroffen. Die Ursache war meist eine – oft ganz unerhebliche – bald direkte, bald indirekte (infolge kräftiger Kontraktion des Quadriceps femoris) Gewaltwirkung.“ Fünf Jahre später folgte in der gleichen Zeitschrift sein Bericht über „Unvollständige Abrißfrakturen der Tuberositas tibiae oder Wachstumsanomalien“.

Im Vergleich der unterschiedlichen Altersklassen zeigten die U17-Spieler (15–17 Jahre) das höchste Risiko für die Entwicklung von Patellasehnenbeschwerden mit einem gegenüber den anderen Altersgruppen verdoppelten Verletzungsrisiko.

Die Power-Doppler-sonographische Analyse dieser Studie belegte, dass Grad 3 (Neogefäße bis 30% der region of interest) oder mehr Neogefäße in der Power-Doppler-Sonographie bei 20 der 119 Fußballspieler vorhanden waren, die ausnahmslos symptomatisch Patellasehnenbeschwerden beklagten. Diese Neogefäße sind neben der Sehnenverdickung auch beim Erwachsenen mit Patellatendinopathie nachweisbar. Eine weitere Untersuchung aus Japan mit 494 jugendlichen Fußballern zeigte bei 13 einen Morbus Osgood-Schlatter und bei zehn einen Morbus Sinding-Larsen-Johansson [34]. Eine US-amerikanische Untersuchung bei 268 weiblichen Nachwuchssportlerinnen (162 Basketball, 26 Fußball, 80 Volleyball) über drei Sportsaisons zeigte bei 10,4 Prozent einen Morbus Osgood-Schlatter und bei neun Prozent eine proximale Patellatendinopathie/Morbus Sinding-Larsen-Johansson, die in dieser Untersuchung nicht getrennt aufgeschlüsselt wurden [2].

Morbus Sinding-Larsen-Johansson Als juvenile proximale Osteochondrose der Patella (ICD-10 M92.4) ist der Ursprung der Patellasehne betroffen, wobei die Verknöcherungsstörung die distale Patella betrifft. MRT-radiologisch kann sich im floriden Stadium eine Fragmentierung des unteren Patellapols zeigen, die später nach Abschluss des Längenwachstums auch bleibende Deformierungen des distalen Patellapols oder auch Ossifikationen zur Folge haben kann. Sonographisch zeigt sich die Fragmentierung der distalen Patella sowie eine Verdickung der proximalen Patellasehne [3, 37]. Der Krankheitsverlauf erscheint wie beim Morbus Osgood-Schlatter selbstlimitierend und prinzipiell gutartig [22].

Bildgebung der juvenilen Osteochondrosen

Eine umfangreiche Untersuchung von 238 heranwachsenden japanischen Baseballspielern im mittleren Alter von 11,4 (7–14) Jahren analysierte mit einem 12-MHz-Linearschallkopf sonographisch die tibiale Insertion [39]. Die Knie waren zur Untersuchung in 90-Grad-Flexion. Die tibiale Tuberositasreife wurde in drei Stadien eingeteilt:

- *kartilaginäre Phase* mit anechogener Textur
 - *apophyseale Phase* mit nachweisbarem Knorpel
 - *epiphyseale Phase* mit rabenschnabelartiger Konfiguration
- Die Aufarbeitung der Daten konnte für diese drei Phasen die in → Tabelle 1 aufgeführten Charakteristika bestimmen.

Für beide juvenilen Osteochondrosen zeigt sich die Sonographie sowohl zur Befunderhebung wie auch in der Verlaufsbeobachtung hochgeeignet [8, 11].

Tabelle 1 Sonographische Reifegradbestimmung der tibialen Tuberositas bei Morbus Osgood-Schlatter.

	Alter	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Body Mass Index
Kartilaginäre Phase	10,2	137±6	32±5	16,9±2
Apophyseale Phase	11,2	144±6	36±5	17,2±1,7
Epiphyseale Phase	12,8	158±8	49±9	19,5±2,8

MRT-radiologisch zeigten sich in der Tibiaapophyse bei Morbus Osgood-Schlatter typischerweise in der T1-Wichtung eine Signalmindernung und eine Signalerhöhung in der T2-Wichtung insbesondere in Frühstadien, die nativ-radiologisch noch stumm erscheinen können. Ein Fortschreiten der Erkrankung kann beispielsweise mit einer zunehmenden Fragmentierung der Apophyse mit Kontinuitätsunterbrechungen einhergehen. Eine MRT-radiologische Untersuchung aus Südkorea belegte darüber hinaus auch einen gesteigerten tibialen Patellasehnedurchmesser ($7,2 \pm 0,7$ mm vs. $4 \pm 0,2$ mm in der gesunden Kontrollgruppe), begleitet von peritendinösem Ödem in 47 Prozent, Tendinopathie in 23 Prozent und Knochenödemen in 20 Prozent der Fälle [19].

Therapieoptionen bei Morbus Osgood-Schlatter/ Morbus Sinding-Larsen-Johannson

Die achtsame Belastungsanpassung an das wachsende Skelett stellt einen der Eckpfeiler der Therapie der schmerzhaften Patellasehne des Heranwachsenden dar. Ich habe selbst einen 14-jährigen ambitionierten Läufer mit schmerzhaften distalen Patellasehnen in meiner Praxis behandelt, der wöchentlich 140 Laufkilometer absolvierte, weil sein Trainer Erwachsenen-Hochleistungstrainingspläne eins zu eins auf den Heranwachsenden übertrug. Wie beim Erwachsenen erscheinen neben dem wöchentlichen Trainingsumfang und der Trainingsintensität auch die Oszillationen des Trainings von Woche zu Woche hochrelevant. So können Trainingschwankungen >25 Prozent von Woche zu Woche gehäuft zu Sehnenproblemen führen.

Neben der Belastungsanpassung ist bei Heranwachsenden die PECH-Behandlung [6] mit zehnminütigen Kühlintervallen systematisch durchgeführt, insbesondere nach den Belastungen hoch sinnvoll. Wie im Abschnitt der Patellatendinopathie noch gezeigt werden wird ist das exzentrische Krafttraining, entweder auf einem 25-Grad-Schrägbrett oder in der Ebene eine weitere empfehlenswerte Trainingsmaßnahme mit täglich morgens und abends dreimal 15 Wiederholungen/Bein über mindestens 12 Wochen. Ferner kann aus der praktischen Erfahrung heraus der Einsatz von Kinesiotape, ggf. auch unterstützt durch eine Strumpfbandage mit Pelotten wie etwa die BORT Osgood-Schlatter-Bandage (HMV 23.04.05.0016) oder Sporlastic Kniebandage bei Morbus Schlatter (HMV 23.04.05.0003) empfohlen werden. Kontrollierte Untersu-

Das Training sollte am besten nicht mehr als 20 Prozent/Woche im schmerzfreien Bereich verändert werden. – Ein weiterer interessanter Hinweis lässt sich aus einer US-amerikanischen Studie mit 546 weiblichen Ballspielern ableiten [14]:

Die Sportspezialisierung auf nur eine Ballsportart erhöhte das Risiko für einen Morbus Sinding-Larsen-Johansson oder einen Morbus Osgood-Schlatter um das Vierfache im Vergleich zu Multidisziplinsportlern, während keine solche Beziehung für die Hoffaitis, das Plica-Syndrom, Pes-anserinus- oder auch Tractus-iliotibialis-Beschwerden gezeigt wurde.

chungen für diese Therapiehinweise liegen derzeit für diese junge Patientengruppe jedoch noch nicht vor.

Stoßwellentherapie beim Heranwachsenden Ähnlich wie bei der Patellatendinopathie des Erwachsenen kann der Einsatz der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) bei diesen Wachstumsstörungen erwogen werden. Heinz Lohrer hat 2012 in eine Kohorte von 14 Patienten mit Morbus Osgood-Schlatter untersucht [20]:

- Neun Jungen im Alter zwischen 13,5 und 15 Jahren
- Fünf Mädchen im Alter zwischen 10,8 und 15 Jahren

Die jungen Patienten wurden mit der radialen Stoßwellentherapie behandelt und zeigten allesamt positive Effekte. Der VISA-P-Score lag zwischen 83 und 100 Punkten (100 Punkte = volle Funktion). Vier der 14 Patienten hatten aufgrund der anhaltenden Patellasehnenbeschwerden die Sportart gewechselt. Bei der radialen Stoßwellentherapie, die ballistisch Druckwellen erzeugt, kann durch reduzierte Druckwerte (<1,5 bar) und modifizierte Keramikschallköpfe im Vergleich zu den herkömmlichen Metallschallköpfen die Schmerzhaftigkeit der radialen Behandlung deutlich gesenkt werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die häufig sehr schmerzhaften radialen Stoßwellentherapieerfahrungen mit oftmals sehr hohen Druckeinstellungen und konsekutiv z. T. massiven Behandlungsschmerzen notwendig. Die erhöhte Spannung des M. quadriceps, die beim Morbus Osgood-Schlatter als ein Risikofaktor beschrieben wurde, kann durch eine detonisierende Behandlung mit der radialen Druckwellentherapie mit niedrigen Druckwerten flankiert durch Kinesiotape hier sinnvoll eingesetzt werden.

Die fokussierte Stoßwellentherapie kann als Alternative gerade beim Heranwachsenden mit nachhaltig höheren Energieflussdichten ohne Schmerzen angewendet werden. Derzeit liegen noch keinerlei kontrollierte Untersuchungen zum kombinierten Einsatz der radialen und der fokussierten Stoßwellentherapie bei diesen juvenilen Osteochondrosen vor. Meine persönliche Stoßwellenerfahrung zeigt jedoch sehr positive Ergebnisse bei der kombinierten Behandlung mit im Mittel drei bis fünf Sitzungen im Abstand von ein bis zwei Wochen flankiert durch das exzentrische Krafttraining bei den jungen schmerzgeplagten Patienten.

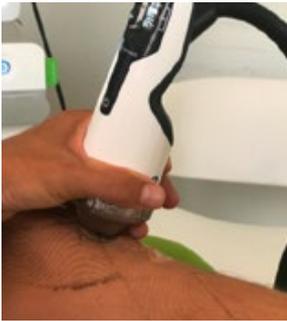


Abbildung 2 Fokussierte Stoßwellentherapie bei einem 15 Jahre alten Fußballspieler mit Morbus Osgood-Schlatter.

Pulsierende Magnetfeldtherapie (EMTT) Eine weitere, in der Zukunft möglicherweise zunehmend relevante Option bei diesen Erkrankungen der Patellasehne des Heranwachsenden kann die pulsierende Magnetfeldtherapie (Elektromagnetische Transduktionstherapie EMTT) darstellen. Diese erscheint bislang mit den vorliegenden unterschiedlichen Gerätetechniken risikoarm. Experimentell kann die pulsierende Magnetfeldtherapie Stammzellen stimulieren [27]. Ähnlich wie bei der Stoßwellentherapie können unterschiedliche Energielevel und Therapiefrequenzen der Geräte, beispielsweise die Magnetfeldstärke in mTesla und die Frequenz in Hertz, einen unterschiedlichen Einfluss auf Sehnenzellen ausüben [9]. So werden in der Zellkultur Semitendinosussehnen-Zellen durch 1,5 mTesla und 3,0 mTesla pulsierender Magnetfeldtherapie stimuliert mit erhöhter Expression beispielsweise von Interleukin(IL)-1 β , IL-6, IL-10 und TGF- β . Im Tiermodell verbessert die pulsierende Magnetfeldtherapie die Sehnen-Knochen-Heilung in einem Rotatorenmanschettenmodell – gerade aktuell veröffentlicht [36]. Klinisch konnte nach Rotatorenmanschettenoperation der postoperative Schmerz und der Verbrauch an Analgetika reduziert und die Funktion verbessert werden [25]. Patellasehnenfibroblasten werden durch die pulsierende Magnetfeldtherapie in der Zellkultur ebenfalls stimuliert [32].

Patellatendinopathie bei Erwachsenen

Patellasehnenbeschwerden des Erwachsenen betreffen hauptsächlich die proximale Patellasehne als Patellaspitzensyndrom. Häufig ist gleichzeitig der Hoffa-Fettkörper, der hinter

Ähnlich wie bei der Stoßwellentherapie mit unterschiedlichen Energieflussdichten oder der Lasertherapie mit verschiedenen Wellenlängen spielen die Geräteparameter der pulsierenden Magnetfeldtherapie eine Rolle im Hinblick auf die erzielten Ergebnisse, die in klinischen Studien zu überprüfen sind.

der Patellasehne liegt, im Sinne einer Hoffaitis entzündet, was Doppler-sonographisch und MRT-radiologisch nachgewiesen werden kann. Distale Patellasehnenbeschwerden an der Tuberositas tibiae sind beim Erwachsenen deutlich seltener als beim Heranwachsenden.

Die Therapie der schmerzhaften Patellasehne des Erwachsenen umfasst eine Reihe von Trainingsmaßnahmen wie das Kraft- und das Koordinationstraining, orthetische Optionen, apparative nicht-invasive Optionen, die Injektionstherapie und schließlich operative Verfahren. Mit wachsenden Invasivität nimmt naturgemäß auch das Risikopotential der Therapiemaßnahme zu.

Sportler mit Patellatendinopathie könnten Kraft- wie auch Beweglichkeitsdefizite gegenüber gesunden aufweisen

Die Trainingslehre umfasst die folgenden sportmotorischen Hauptbeanspruchungsformen (\rightarrow Abb. 3).

Für die schmerzhaft Patellasehne liegen eine Reihe von positiven Untersuchungen zum exzentrischen Krafttraining und einige wenige Hinweise für ein koordinatives Training der Balance vor. Sportler mit Patellatendinopathie könnten Kraft- wie auch Beweglichkeitsdefizite gegenüber gesunden Sportlern aufweisen [30].

Exzentrisches Krafttraining Vermutlich als eine der ersten sportorthopädischen Arbeitsgruppen schlugen 1984 Sandra Curwin und William D. Stanish in ihrem lesenswerten Buch „Tendinitis – its etiology and treatment“ ein exzentrisches Krafttrainingsprogramm zur Steigerung der „Sehnenkraft als tensile strength“ vor [7] (\rightarrow Abb. 4).

Curwin und Stanish betonen dabei die vierstufige Kombination der Therapiemaßnahme aus:

1. *Warm-up*: allgemeine Ganzkörpererwärmung, ausreichend wenn Schwitzen erreicht wird

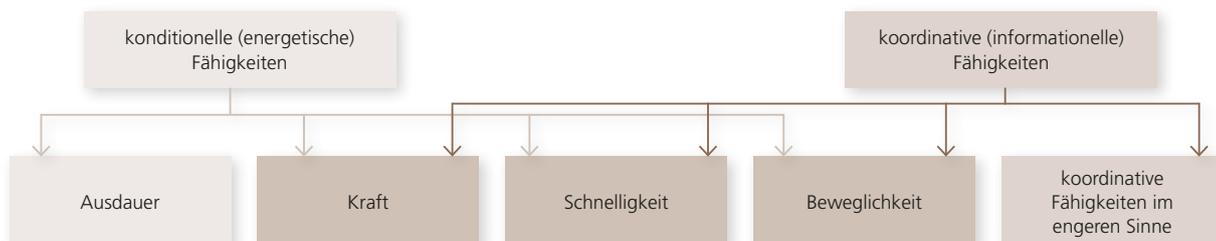


Abbildung 3 Hauptbeanspruchungsformen

2. *Stretching*: statisches Stretching der Quadrizeps- und Hamstring-Muskulatur mit Halten über 30 Sekunden und drei Wiederholungen
 3. *Exzentrisches Krafttraining als Hauptteil*
 - A) Kniebeuge als Squatting
 - B) Fokus auf dem raschen Abbremsen der Kniebeugung („drop and stop“) dreimal zehn Wiederholungen täglich für die ersten sechs Wochen (=30 Wiederholungen/Tag).
 - I) Dabei in Woche 1 mit langsamer Bewegungsausführung
 - II) Woche 2: mit zehn Prozent Zusatzgewicht vom Körpergewicht
 - III) Woche 3–6: 5–15 kg zusätzliches Gewicht
 - C) Woche 7–12 mit dreimal/Tag → dreimal zehn Wiederholungen (=90 Wiederholungen)
 4. *Kühlung* unmittelbar nach dem Training für fünf Minuten
 5. *Optional*: Orthesensupport wenn gewünscht
- Diese mehrstufige Therapiemaßnahme unterscheidet sich durch die Kombination der Ganzkörpererwärmung – gefolgt vom Stretching, dem exzentrischen progressiv gesteigerten Krafttraining, unmittelbar gefolgt von der Kühlung über fünf Minuten –, doch deutlich von den zwei Jahrzehnte später vorgeschlagenen exzentrischen Trainingsformen mit oder ohne Schrägbrett.

Die Arbeitsgruppe um Jill Cook in Australien schlug 2004 eine alleinige exzentrische Krafttrainingsintervention zur Therapie der schmerzhaften Patellasehne vor [26]. Dabei wurde wie folgt trainiert:

- täglich über 12 Wochen ohne Fremdgewicht
 - morgens + abends jeweils mit dreimal 15 Wiederholungen
- Der Vergleich der Übung auf der Ebene bzw. auf einem 25-Grad-Abwärts(Decline)-Schrägbrett ergab bessere Ergebnisse auf dem Schrägbrett mit einer Schmerzreduktion von 74 ± 12 auf 29 ± 29 Punkte nach zwölf Wochen. Ein Erwärmungsprogramm fehlte in der Untersuchung genauso wie das Stretching und die unmittelbare Kühlung nach der Intervention im Vergleich zu den Vorschlägen von Curwin und Stanish von 1984 [7]. Trotz des trainingsmethodisch starren

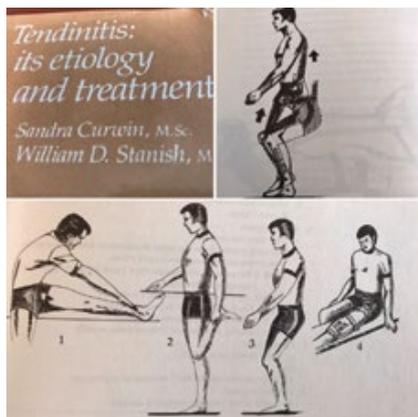


Abbildung 4 Exzentrisches Krafttrainingsprogramm nach Curwin und Stanish [7].

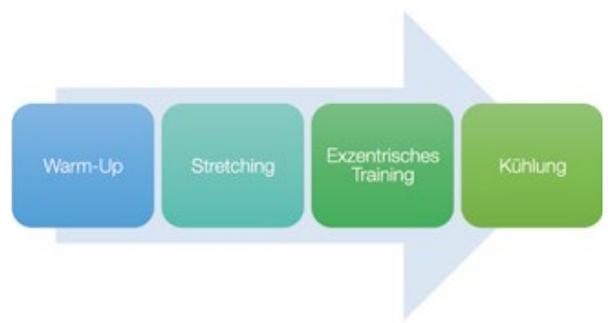


Abbildung 5 Kombinierte vierstufige Trainingsintervention nach Curwin und Stanish [7] zur Trainingsintervention bei Patellatendinopathie.

Schemas über 12 Wochen mit täglich identischer Dosis von sechsmal 15 Wiederholungen/Bein gibt es bislang keine veröffentlichte Überlegenheitsstudie anderer Therapieschemata wie beispielsweise eine Progression der Belastung über die 12 Therapiewochen bzw. die Implementierung von Ruhetagen. Inwiefern die ergänzende Applikation beispielsweise einer Torniquet-Kompression mit einem elastischen Gummiband wie dem Medical Flossing Band einen zusätzlichen klinischen messbaren Effekt (Reduktion der Neugefäße) aufweist, ist bei Erstellung dieses Manuskripts ebenfalls unbekannt oder nicht publiziert.

Balancetraining Patellasehnenprobleme scheinen auch im Zusammenhang mit einer gestörten Propriozeption zu stehen. So zeigten 21 Basket- und Volleyballer mit Patellatendinopathie eine um zehn Prozent schlechtere Gewichtsauflösung an der erkrankten Patellasehne, während der Gelenkänderungssinn erhalten blieb [35]. Ferner zeigte eine Untersuchung mit Schülerinnen im Alter von 15 bis 19 Jahren bei Patellalasschmerz eine veränderte neuromuskuläre Kontrolle insbesondere beim Treppabgehen [28]. Die Sehnensensoren könnten durch die Sehnenerkrankung ggf. in ihrer Wahrnehmung bzw. Auflösungsfunktion gestört sein, was die Rationale für eine koordinative Trainingsintervention darstellen könnte. Auch scheinen Patellasehnenpatienten eine erhöhte kortikospinale Erregbarkeit im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen aufzuweisen [29].

Orthesen Die orthetische Versorgung einer schmerzhaften Patellasehne kann über unterschiedliche Mechanismen bzw.

Als klinische Beobachtung haben wir 2009 in der Frauen-Fußballbundesligamannschaft des FC Bayern München festgestellt [17], dass die Rate an Patellatendinopathien durch ein fußballspezifisches zusätzliches Balancetraining in einer dreijährigen Kohortenstudie von 3,0/1000 Std auf 1,0/1000 Std signifikant reduziert werden konnte. Insofern erscheinen neben dem exzentrischen Krafttraining auch koordinative Elemente bei Patellasehnenproblemen attraktiv, wie es etwa das Lauf-ABC des Laufsportlers sein kann.

Angriffspunkte wirken. Eine Kompression über eine gewebe Bandage könnte sowohl über die Schwellungsreduktion als auch über die Aktivierung von Hautsensoren eine propriozeptive Information bieten. Die allgemein bekannten Patellastraps sind offenbar ebenfalls in der Lage, die Propriozeption positiv zu beeinflussen, wie eine 2016 veröffentlichte Untersuchung mit 21 Patellatendinopathie-Patienten und 22 gesunden Kontrollpersonen ergab [10]. Letztlich kann auch die Druckerhöhung des Straps über dem Hoffa-Fettkörper eine potentielle Kompression der beschriebenen Neogefäße mit positiven Effekten auf den Schmerz zur Folge haben. All diese Effekte sind jedoch derzeit noch nicht hinreichend studiert und bleiben spekulativ. Wie groß der zusätzliche klinische Nutzen einer Orthese beispielsweise in Ergänzung zum exzentrischen Krafttrainingsprogramm ist, ist derzeit ebenso unbekannt.

Apparative Therapiemaßnahmen bei Patellatendinopathie des Erwachsenen

Stoßwellentherapie Wie eingangs bei der Therapie der schmerzhaften Patellasehne des Heranwachsenden angesprochen, gibt es eine Reihe von Studien sowohl zur radialen Druckwellentherapie als auch zur fokussierten Stoßwellentherapie. Diese Technologien unterscheiden sich darüber hinaus in den gewählten Geräteparametern wie beispielsweise:

- Bei der radialen Druckwellentherapie in der Höhe des Druckes in Bar (häufig 0,3–3 bar), der Anzahl der Schüsse (3000–5000/Sitzung), der Frequenz in Hertz (meist 5–21 Hz) und der Anzahl der Behandlungen (häufig 3–6 Sitzungen im Wochenabstand).
- Bei der fokussierten Stoßwellentherapie existieren bauliche Unterschiede hinsichtlich der Art der Generierung der fokussierten Stoßwelle
 - elektromagnetisch
 - elektrohydraulisch
 - piezoelektrisch
- sowie in den Parametern Energieflussdichte (häufig 0,13–0,33 mJ/mm²), der Schusszahl (häufig 1000–2000/Sitzung), der Frequenz (häufig 3–6 Hz) und der Anzahl der Behandlungen (häufig 3–5 Sitzungen im Abstand von einer Woche)

Diese genannten Einstelloptionen bei einer Vielzahl von unterschiedlichen Anbietern führen in klinischen Studien mit zusätzlich unterschiedlichen Zielparametern und Nachuntersuchungszeiträumen zu einer nicht eindeutigen und häufig auch widersprüchlichen Ergebnislage. So existieren sowohl für die radiale Druckwellen- als auch die fokussierte Stoßwellentherapie klinische Studien, die sehr positive Ergebnisse berichten. Daneben ist der klinische Unterschied zwischen der radialen Druckwellentherapie und der fokussierten Stoßwellentherapie in einigen wenigen vergleichenden klinischen Studien nicht eindeutig.

Es bleibt bei allen Kontroversen der klinischen Studien dennoch festzuhalten, dass die Stoßwellentherapie unter Beachtung der Leitplanken der verwendeten Geräteparameter, einer korrekten Indikationsstellung und idealerweise einem fachkundigen ärztlichen Anwender eine zielführende, angemessene und nahezu nebenwirkungsfreie nicht-invasive Therapieform darstellt.

Die Wirkung derselben wird u. a. über die Aktivierung von Stammzellen vermittelt, was die Heilvorgänge in der erkrankten Sehne im Sinne einer regenerativen Therapiemaßnahme positiv beeinflusst.

Pulsierende Magnetfeldtherapie Experimentelle Studien deuten eine Stimulation von humanen Sehnen-Stammzellen durch die Anwendung von pulsierenden Magnetfeldern an [27]. Dabei können ähnlich wie bei der Stoßwellentherapie unterschiedliche Energieeinstellungen (hier die Magnetfeldstärken) offenbar unterschiedliche Effekte an Sehnen erzielen [9]. Klinische veröffentlichte Studien zur Patellasehne stehen im Moment noch aus. An der Achillessehne zeigten sich in einer im September 2017 veröffentlichten Studie [13] durch die additive pulsierende Magnetfeldtherapie (Storz EMTT MT1 Cellactor mit 80 mTesla) signifikant bessere klinische Ergebnisse im Vergleich zu einer Standardtherapie bestehend aus einem exzentrischen Training und einer Einlagentherapie.

Injektionstherapie: Unterschiedliche Substanzen können intra- oder extratendinös injiziert werden

Wie später auch bei den Operationsverfahren können unterschiedliche Substanzen intra- oder extratendinös injiziert werden. Auch kann und sollte die Ultraschall-gesteuerte Injektion von der nicht-kontrollierten „blinden“ Injektion differenziert werden, was durchaus Einfluss auf das klinische Ergebnis nehmen kann. Aus Sicht des Autors sind extratendinöse, sonographisch-gesteuerte Injektionstechniken vorzuziehen. Die extratendinöse einmalige Injektion von Hyaluronsäure (2,5 ml Volumen) wurde in einer Kohortenstudie u. a. bei 14 Patienten mit Patellatendinopathie geprüft [18]. Eine Woche nach der Injektion war die Schmerzstärke auf einer VAS bis 10 um zwei Schmerzpunkte gesunken.

Polidocanol-Sklerosierung bei Patellatendinopathie Hakan Alfredson aus Umeå (Schweden) beschreibt 2005 erstmalig die Farb-Doppler-gesteuerte extratendinöse Sklerosierung mit Polidocanol bei Patellatendinopathie [1]. Im weiteren Verlauf wurden sowohl Langzeitverfolgungen über mehr als drei Jahre [15] als auch eine randomisiert-kontrollierte Studie im Cross-over-Design [16] vorgelegt, die es als valide Therapieoption im Sinne einer technisch anspruchsvollen Spezialtherapie unter Farb-Doppler-gesteuerter extratendinöser Injektionstechnik in der Hand des Experten auswiesen.

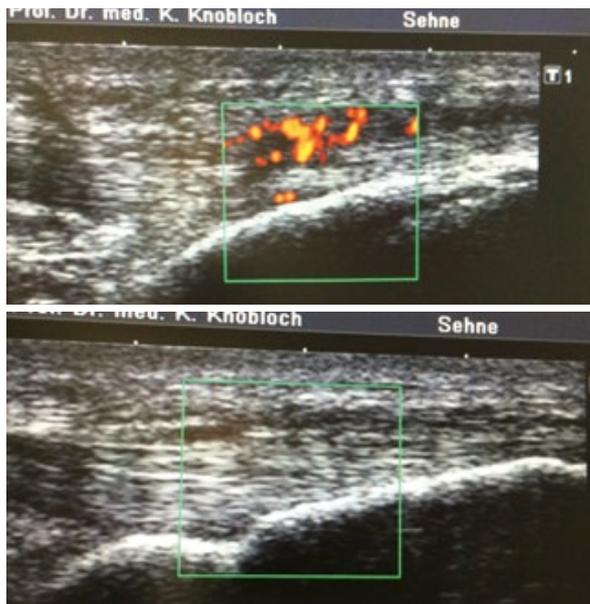


Abbildung 6 Distale Patellatendinopathie bei einem 19-jährigen Mittelfeld-Bundesligafußballspieler vor und unmittelbar nach Power-Doppler-gesteuerter Polidocanol-Sklerosierung.

PRP bei Patellatendinopathie Die Behandlung mit Eigenblutpräparaten (PRP=platelet-rich-plasma) wird auch an der Patellasehne kontrovers diskutiert. Unterschiedliche Präparate mit und ohne Leukozytenanteil werden in Studien mit oder ohne ultraschallkontrollierte Injektion in und neben die Patellasehne beschrieben. Beispielhaft zeigt eine römische Untersuchung mit 46 einseitig erkrankten Personen mit Patellatendinopathie >6 Monaten im randomisierten Vergleich zur fokussierten Stoßwellentherapie (drei Sitzungen, 2400 Impulse/Sitzung, 0,17–0,25 mJ/mm²) in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen nach sechs und 12 Monaten im Schmerz und VISA-P-Score [33]. Eine soeben veröffentlichte Metaanalyse zum Einsatz von PRP bei Patellatendinopathie kommt zu dem Schluss, dass mit bislang nur zwei randomisierten Studien und unterschiedlichen Zielparametern heute noch keine eindeutige Empfehlung zum Einsatz des PRP bei dieser Indikation erreicht ist [12].

Fazit für die Praxis Patellasehnenprobleme können den Therapeuten sowohl bei Heranwachsenden als auch bei ausgewachsenen Athleten oder Normalbürgern vor Herausforderungen stellen. Die aktuell verfügbare evidenzbasierte Studienlage zeigt für eine ganze Reihe von Maßnahmen, etwa für exzentrisches Krafttraining, Balance-training, Stoßwellen- und Injektionstherapie mit ausgewählten Substanzen sowie für die operativen Techniken, klare Effektstärken und damit Therapierationale. Das jeweilige therapeutische Programm sollte individuell auf den Patienten zugeschnitten sein, eingedenk seiner Therapieziele und -erwartungen sowie der Geduld in Anbetracht des langsamen Zellstoffwechsels der Patellasehnen.

Operation: Möglich sind intratendinöse und rein extratendinöse Verfahren

Wenn über einen Zeitraum von sechs Monaten mit Patellatendinopathie die genannten nicht-operativen Maßnahmen keinen für den Patienten ausreichenden Erfolg haben, kommen auch operative Verfahren in Betracht. Generell können diese von der operativen Strategie in die folgenden Verfahren differenziert werden:

- **Intratendinöse** OP-Verfahren an der Patellasehne
- **Rein extratendinöse** OP-Verfahren an der Patellasehne

Betrachtet man die intratendinöse Chirurgie der Patellasehne, so erscheint beispielsweise nach Entnahme des zentralen Drittels der Patellasehne zum vorderen Kreuzbandersatz ein Risiko für die spätere Ruptur der Patellasehne nicht unbekannt zu sein. In einer Kohortenstudie von Shelbourne mit 2553 ipsilateral und 2811 kontralateral entnommenen Patellasehnen-Transplantaten zur Kreuzbandchirurgie, traten bei 0,24 Prozent mit ipsilateraler Entnahme und bei 0,25 Prozent mit kontralateraler Patellasehnenentnahme später Patellasehnenrupturen auf [4].

Eine 2017 veröffentlichte Arbeit aus Cardiff mit 40 Patienten mit therapieresistenter Patellatendinopathie betont die Wichtigkeit der bildgebenden Diagnostik zur Therapieentscheidung – hier anhand des MRT [38]. Patienten mit im MRT auf die Patellasehne begrenzten Signalveränderungen profitierten von der Stoßwellentherapie (VISA-P von 50 auf 65 Punkte, $p < 0,01$) nach sechs Monaten, während diejenigen mit Veränderungen im retropatellaren Fett vom arthroskopischen Débridement profitierten (VISA-P von 40 auf 78 Punkte, $p < 0,01$). Die Freiburger Arbeitsgruppe um Norbert Südkamp veröffentlichte bereits 2013 in *Arthroscopy* [21] die Ergebnisse von 30 Athleten mit im Mittel 4,4 Jahre andauernden Patellasehnenbeschwerden (28 ± 7 Jahre alt), die sich einem arthroskopischen Débridement der Patellasehne unterzogen. Die Funktion konnte nachhaltig verbessert (VISA-P-Score von 57 ± 11 auf 95 ± 8 Punkte) und die Schmerzstärke von $5,7 \pm 1,1$ auf $0,6 \pm 1,2$ gesenkt werden. 76 Prozent der Athleten konnten vier Jahre nach der Operation ihren Sport ohne Schmerzen mit einer mittleren Return-to-play-Zeit von 4,4 Monaten (1,5–12 Monate) auf dem präoperativen Level ausüben.

Literatur Das Literaturverzeichnis zum Beitrag finden Sie unter www.chirurgische-allgemeine.de

Prof. Dr. med. Karsten Knobloch, FACS
SportPraxis Prof. Dr. Karsten Knobloch
Heiligerstraße 3
30159 Hannover
✉ professor.knobloch@sportpraxis-knobloch.de
🌐 www.sportpraxis-knobloch.de