

Überlastungsbedingte Tendinopathien

Ausgewählte Aspekte und Prinzipien der konservativen Therapie

Überlastungsbedingte Verletzungen der Sehnen und ihrer angrenzenden Insertionsgebiete stellen typische Beschwerdebilder von Sporttreibenden jeglichen Alters und Leistungsanspruchs dar. Gerade die lasttragenden unteren Extremitäten, hier insbesondere die Achilles- und Patellarsehne sind in vielen Aktivitäten und Sportarten für Tendinopathien anfällig.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Behandlung überlastungsbedingter Tendinopathien der unteren Extremitäten bei Sportlern. Die Tendinopathie ist als klinischer Begriff zu werten, der eine schmerzhafte und in ihrer Funktion eingeschränkte Sehnenstruktur beschreibt (Abat et al. 2017). Bei Sportlern ist eine zum Teil erhebliche **Eingrenzung** der Leistungsfähigkeit zu verzeichnen, mit der potenziellen Gefahr einer Sehnenruptur.

Für die Bezeichnung isoliert vorliegender strukturmorphologischer Veränderungen auf bildgebender oder histopatho-

logischer Ebene ohne Beschwerden und eingeschränkter Leistungsfähigkeit, die bei vielen Sportlern häufig zu finden sind, sollte der Begriff der Tendinopathie prinzipiell nicht verwendet werden.

Die zur Verfügung stehenden Therapieverfahren haben das gemeinsame Ziel, eine dem Schweregrad der Schädigung angepasste zeitnahe und sichere Wiedererlangung der Trainings- und Wettkampffähigkeit im Rahmen eines kontinuierlichen Rehabilitationsprozesses zu **ermöglichen**. Grundlegende Kenntnisse über die Pathogenese sind zum Verständnis von Tendinopathien durch Über- und Fehlbelastungen essenziell, um diese Schädigung zu verstehen und

in adäquater Weise stadiengerecht und erfolgreich behandeln zu können.

Ätiopathogenese

Innerhalb der letzten Jahrzehnte wurden viele Modelle zur Ätiopathogenese von Tendinopathien beschrieben (Cook et al. 2016; Coupe et al. 2015). Die ältesten Modelle basieren auf einer primär veränderten Kollagenzusammensetzung und -organisation mit konsekutiven Kollagenrupturen auf mikrostruktureller Ebene (Cook et al. 2016; Screen et al. 2005). Eine weitere Hypothese beruht auf dem Vorliegen von Entzündungsprozessen, die mit der Synthese und Interaktion proinflammatorischer Substan-



Triathleten haben nicht selten nach ihrem Ausdauersportwettkampf mit Tendinopathien zu kämpfen.

zen einhergehen (Rees et al. 2014). Als alleinige Schlüsselrolle für die Entstehung einer Tendinopathie wird beides bisweilen kritisch gesehen (Cook and Purdam 2009; Cook et al. 2016).

Das von der australischen Arbeitsgruppe um Cook und erstmalig 2009 publizierte „Continuum Model“ basiert auf der Annahme einer veränderten Zellaktivität der Tenozyten (Cook and Purdam 2009; Cook et al. 2016). Tenozyten sind bekanntlich essenziell für die Aufrechterhaltung der strukturellen und funktionellen Kapazität der extrazellulären Matrix (z. B. Kollagen- und Proteoglykansynthese und dessen strukturelles Remodelling; Coupe et al. 2015). Gekoppelt an einen mechano-biochemischen Signalweg hat eine Über- und/oder Fehlbelastung direkten Einfluss auf die Funktion dieser wichtigen Zellpopulation (Cook et al. 2016; Coupe et al. 2015; Freedman et al. 2014) (Abb. 1). An diesem, in der Wissenschaft und im klinischen Alltag anerkannten Prinzip der „Tendon cell response“ knüpfen aktuell viele Überlegungen zur Entstehung, Therapie und Prävention von über- und fehlbelastungsbedingten Tendinopathien an (Cook et al. 2016; Coupe et al. 2015; Hotfiel et al. 2017). Letztlich ist von einer Interaktion veränderter Tenozytenaktivität, veränderter struktureller Integrität und dem Vorhandensein von mehr oder weniger entzündlichen Stoffwechselstörungen auszugehen (Dinhane et al. 2019), wobei die exakte Ätiologie bis heute noch nicht endgültig geklärt ist.

Schnittstelle Be-, Über- und Entlastung

Die auf eine Sehnenstruktur einwirkende mechanische Belastung hat elementaren Einfluss auf die

1. Erhaltung einer gesunden Sehnenfunktion,
2. potenzielle Entstehung einer Tendinopathie und
3. Adaptation sowie (klinische) Heilung einer bereits vorliegenden Tendinopathie (Cook et al. 2016; Freedman et al. 2014).

Detaillierte und solide Kenntnisse über die den Sehnenstoffwechsel beeinflussende Belastungsformen sind für das Behandlungsteam und für den Sportler essenziell und müssen unter diesen Gesichts-

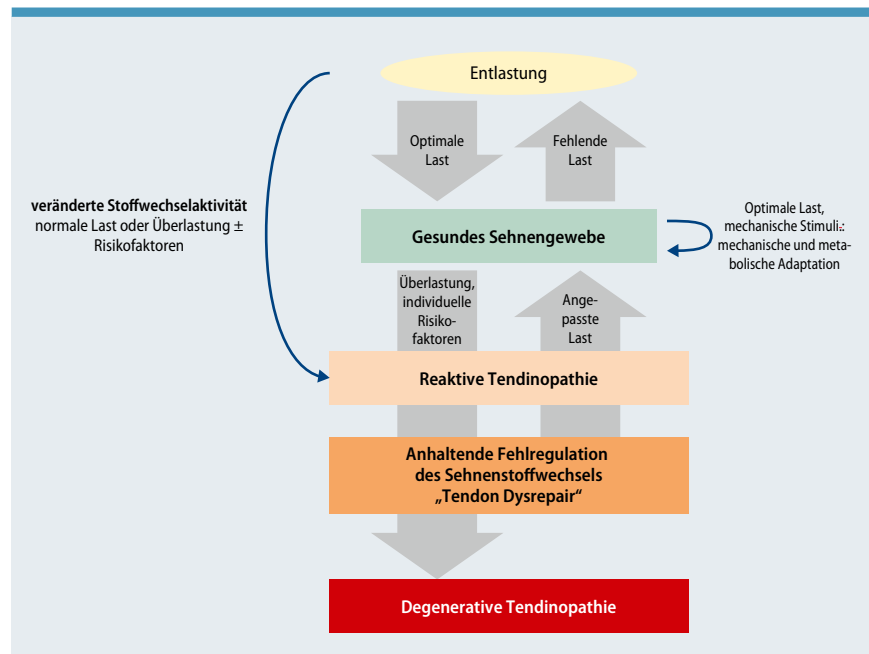


Abb. 1: „Continuum Model“ nach Cook et al. Die auf eine Sehnenstruktur einwirkende Belastung hat entscheidenden Einfluss auf die Erhaltung einer gesunden Sehnenfunktion, die Entstehung einer reaktiven und degenerativen Tendinopathie und auf die Adaptation und Heilung einer bereits vorliegenden Tendinopathie (mod. nach Rudavsky et al. Journal of Physiotherapy 2014;60:122–9)

punkten berücksichtigt werden. Bekannte Trainingsparameter – auf **Sehnenmaterial** bezogen – sind die Intensität (Höhe und Richtung der mechanischen Belastungen), Umfang (Dauer der mechanischen Belastungen) Frequenz (Häufigkeit der mechanischen Belastung je Zeiteinheit), Regenerationszeiten sowie die Geschwindigkeit des mechanischen Kraftanstieges (Kraftanstiegsrate und Kraftimpuls).

Aus biomechanischer Sicht kommt der Richtung der Krafteinwirkungen eine entscheidende Bedeutung zu. Axiale Traktionsbelastungen (Zugbelastung) sind physiologischer mechanischer Natur für kraftübertragende Sehnen und daher ideal, um optimale, der Zugrichtung entsprechende Umbau- und Anpassungsprozesse zu induzieren (Coupe et al. 2015). Da Sehnen aber stets in einer dynamischen Kette eingebunden sind, kann sich ein resultierender Kraftvektor während eines Bewegungszyklus – je nach Bewegungsform und Sehnenlokalisierung – stets ändern und in teils erheblichem Ausmaß von Torsions- und Kompressionskräften begleitet sein (Abat et

al. 2017; Cook and Purdam 2012).

Kompressionskräfte entstehen bevorzugt in Insertionsgebieten unter endgradigen Bewegungsausmaßen angrenzender Gelenke mit hoher Muskel- und Sehnen(vor)spannung und scheinen für die (Patho-) Genese von Insertionstendinopathien prognostisch ungünstig zu sein (Abat et al. 2017; Cook and Purdam 2012).

Mythos und Bedeutung der Exzentrik

Das „exzentrische Training“ hat sich in einer Vielzahl hochqualitativer Studien als therapeutischer Goldstandard in der konservativen Behandlung der Achilles- und Patellarsehnentendinopathie etabliert (Alfredson et al. 1998; Fahlstrom et al. 2003; Habets and van Cingel 2015; Larsson et al. 2012). Nicht zuletzt aufgrund der Popularität dieses Therapieverfahrens und der häufigen Verwendung des Begriffes haben sich allerdings auch terminologische Unschärfen eingeschlichen. Von einigen Autoren wird kritisch angemerkt, **das** andere bedeutende Schritte der Diagnostik und Therapie von Tendinopathien durch die Po-

pularität und Dominanz des exzentrischen Trainings in den letzten Jahren in den Hintergrund gedrängt wurden (Couppe et al. 2015). Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass eine Sehne keine exzentrische Arbeit verrichten kann, nicht exzentrisch belastet werden kann und auch nicht zur exzentrischen Kontraktion fähig ist. Die Exzentrik ist eine Form der Muskelarbeit. Unter exzentrischer Muskelarbeit kommt es zu einer aktiven Verlängerung des Muskels unter Einwirkung einer externen Kraft (z. B. Gewichtskraft) und es wird negativ mechanische beziehungsweise nachgebende Arbeit verrichtet (Freiwald and Greiwing 2016; Herzog 2017; Weineck 2004).

Unter „High eccentric“ wird in der Trainingspraxis üblicherweise verstanden, dass die externe Kraft (z. B. Gewichtskraft) größer ist, als die, die unter konzentrischer Muskelarbeit positiv überwunden werden kann (Abb. 2). Die Sehnenstruktur erfährt (je nach Stellung angrenzender Gelenke und damit knöcherner Insertionspunkte) unter exzentrischer Muskelarbeit eine Zugbelastung wie gleichermaßen auch unter isometrischer oder konzentrischer Muskelarbeit – die Größe der muskulären Kraftentfal-



Abb. 3: Eine sorgfältige klinische Untersuchung ist obligat, um eine Tendinopathie adäquat zu erfassen, eine weiterführende Diagnostik einzuleiten oder Differenzialdiagnosen und Begleitpathologien abzuklären.

tung mag jedoch unterschiedlich groß sein. Die exzentrische Arbeitsweise der Muskulatur ist – neben anderen Merkmalen – so gekennzeichnet (Boden et al. 2000; Couppe et al. 2015; Herzog 2018; Hessel et al. 2017; Hoppeler 2016; Ishoi et al. 2020; van Dyk et al. 2019):

- höhere Kraftentwicklung bei gleichzeitig geringerem Energieverbrauch („Low cost and high force“) gegenüber konzentrischer und isometrischer Arbeitsweise der Muskulatur,
- effektive Trainingsform zur Behand-

lung diverser muskuloskelettaler Erkrankungen (z. B. Osteoporose, Sarkopenie),

- effektive Trainingsform zur Behandlung von Tendinopathien sowie Prävention von Muskelverletzungen,
- Beeinflussung einer willkürlichen Innervation, Verstärkung oder Veränderung neuromuskulärer Innervationsmuster,
- erhöhtes Auftreten akuter und überlastungsbedingter Verletzungen der Muskulatur sowie (peri-) artikulärer Verletzungen während intensiven repetitiven exzentrischen und schnellkräftigen Kräfteinsätzen.

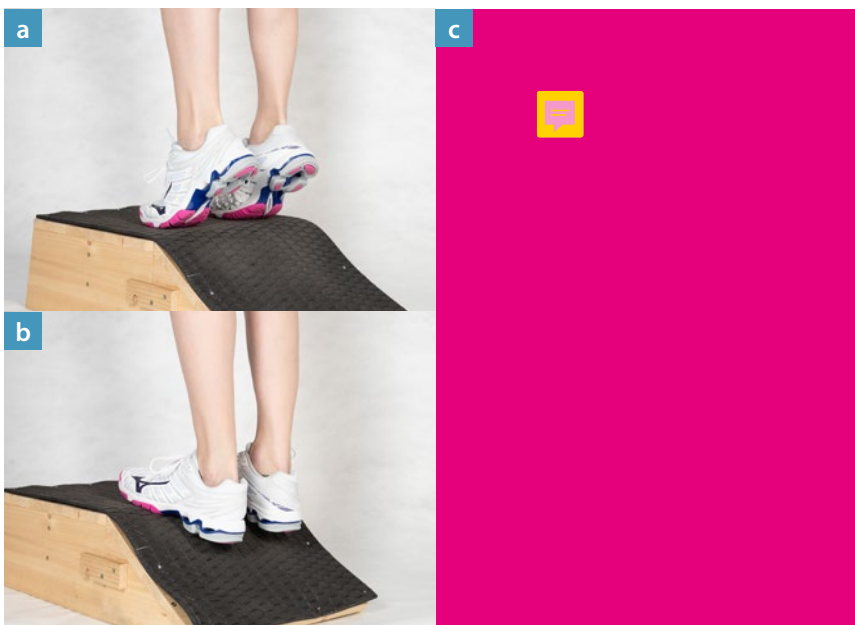


Abb. 2: Exzentrisches Training der dorsalen Unterschenkelmuskulatur (a und b): „High-Eccentric“ Training des M. gastrocnemius unter Verwendung einer Gewichtsweste (c). Die Externe Kraft ist größer als die, die unter konzentrischer Muskelarbeit positiv überwunden werden kann.

Aktuelle Therapiekonzepte

Das Management von über- und fehlbelastungsbedingten Tendinopathien ist üblicherweise eine Domäne der konservativen Therapie. Zunächst gilt es eine sorgfältige Diagnostik durchzuführen, bei der in üblicher Vorgehensweise mittels Anamnese, klinischer Untersuchung und der gezielten Anwendung bildgebender Verfahren vorgegangen werden sollte (Abb. 4, Abb. 5). Siehe dazu auch:

Heraustrennbarer Behandlungspfad „Diagnostik und Differenzialdiagnostik von überlastungsbedingten Tendinopathien“ ab Seite 18 und online unter <https://www.springermedizin.de/oumn>

Bei einer diagnostizierten Tendinopathie ist prinzipiell von einer gestörten

Sehnenfunktion auszugehen. Es gilt die gestörte Funktion klinisch zu erfassen und diese im Rahmen des Therapieprozesses – soweit möglich – zu beheben. Dabei ist der Grundsatz, dass die betroffene Sehne und ihre funktionelle Kapazität immer in der gesamten myotendinösen Einheit (und begleitenden funktionellen Kette) betrachtet und behandelt werden muss, zu berücksichtigen.

Die im Vergleich zum Muskelgewebe per se geminderte endogene Heilungskapazität, die häufige Präsenz von bereits degenerativen Veränderungen und die oftmals multifaktorielle Kausalität bedingen eine sorgfältige Auswahl und Strukturierung der Therapieverfahren. Das diagnostische und therapeutische Vorgehen stellt daher hohe Anforderungen an die beteiligten Behandler und setzt oft eine interdisziplinäre Zusammenarbeit voraus.

Adressierung von begleitenden Risikofaktoren

Die Berücksichtigung der in der Anamneseerhebung und klinischen Untersuchung erarbeiteten Risikofaktoren sollte frühzeitig in das Behandlungskonzept integriert werden. Je nach Sehnenlokalisierung werden in der Literatur verschiedenste Faktoren (mit unterschiedlich hoher Evidenz) beschrieben, die die Entstehung und Aufrechterhaltung einer Tendinopathie negativ beeinflussen. Ein unmittelbarer kausaler Zusammenhang ist jedoch nicht zwingend gegeben und

lässt sich im Einzelfall oftmals nicht endgültig klären. In der Übersicht im Beileger ab Seite 18 werden ausgewählte intrinsische und extrinsische Risikofaktoren aufgeführt.

Trainingstherapie zur gezielten mechanischen Belastung von Sehnenstrukturen

„Exercise-based approach“

Wie bereits ausgeführt, nimmt die auf eine Sehnenstruktur einwirkende mechanische Beanspruchung auf die Entstehung, Remission und Heilung einer Tendinopathie eine elementare Schlüsselrolle ein. Durch gezielte mechanische Belastungen werden Umbauprozesse der Sehnenstruktur bewirkt und auf symptomatischer Ebene kommt es zur deutlichen Schmerzreduktion (Hotfiel et al. 2017; Rio et al. 2015; van Ark et al. 2016).

Als Belastung können alle Muskelaktionsformen benutzt werden (z. B. exzentrische, konzentrische oder isometrische), da die mechanische Spannung des Sehngewebes unabhängig von der Arbeitsweise der Muskulatur entwickelt wird, und stattdessen primär von der entwickelten Muskelkraft abhängig ist.

Als Therapieziel gilt es durch mechanische Belastungen gezielt Umbau- und Anpassungsvorgänge in der betroffenen Sehne zu induzieren, die letztlich zu einer Wiedererlangung der Belastungsfähigkeit beitragen.

Die exzentrische Trainingsform hat



Abb. 4: Sonografie der Achillessehne im Logitudinal- und Transversalschnitt: Vorliegen einer akuten Mid-Portion Tendinopathie der Achillessehne mit spindelförmiger Auftreibung, echoarmer ventraler Raumforderung und Zeichen einer Hypervaskularisation im Farbdoppler (weiß eingerahmt).

sich in einer Vielzahl von Studien als therapeutischer „Goldstandard“ in der konservativen Behandlung von Tendinopathien etabliert (Alfredson et al. 1998; Fahlstrom et al. 2003; Habets and van Cingel 2015; Hotfiel et al. 2017; Larsson et al. 2012). Mehrere randomisiert-kontrollierte Studien und Metaanalysen konnten therapeutisch wirksame kurz- und langfristige Effekte bei Tendinopathien aufzeigen (Habets and van Cingel 2015; Kramer et al. 2010; Rompe et al. 2009; Roos et al. 2004; Rowe et al. 2012). Langsame und mit hoher Last – und damit verbundener hoher mechanischer Spannung auf das Sehnen Gewebe – durchgeführte exzentrische Arbeit ist nicht nur mit schmerzlindernden Effekten verbunden, sondern zeigt auch auf histopathologischer Ebene positive Auswirkungen.

In letzter Zeit haben sich einige Trainingsprotokolle etabliert, die neben exzentrischen auch isometrische und konzentrische Belastungen oder Trainingsformen des „Slow Resistance Trainings“ (SRT) beinhalten (Beyer et al. 2015; Coupe et al. 2015; Malliaras et al. 2013; Rio et al. 2015; Rudavsky and Cook 2014). Die klinische Auswertung dieser Trainingsformen zeigt ebenfalls gute Resultate, sodass die isolierte Durchfüh-

rung von exzentrischen Übungen kein Alleinstellungsmerkmal besitzt (Malliaras et al. 2013). Einige Autoren sehen Vorteile bei der isometrischen oder konzentrischen Muskelarbeit, die sich in einer besser steuerbaren Lasteinwirkung zeigen (einfachere und sichere Durchführung), insbesondere zu Beginn der Therapie (Habets and van Cingel 2015). Ebenso führen isometrische Trainingsformen bereits nach kurzzeitiger Anwendung zu einer signifikanten Schmerzreduktion (Rio et al. 2015).

Für Anpassungen des Sehnen Gewebes ist die Höhe der einwirkenden Kräfte, die Geschwindigkeit und Qualität der Bewegungsausführung sowie deren Dauer bedeutsamer als die Kontraktionsform der mechanischen Spannung erzeugenden Muskulatur.

Letztlich erschließt sich aus vielen in der Literatur beschriebenen (12-Wochen-) Protokollen ein positives therapeutisches Outcome, wobei eine Trainingsdauer von circa zwölf Wochen üblicherweise nicht unterschritten werden sollte. Weitere exakte Vorgaben zu Trainingshäufigkeit und -umfang können aktuell nicht allgemeingültig getroffen werden, da sich die vorliegenden Protokolle mit jeweils guter klinischer Wirksamkeit zum Teil erheblich unterschei-

den. In einer systematischen Übersichtsarbeit, in der verschiedene Trainingsprogramme für die Achillessehnen tendinopathie untersucht wurden, konnten keine Unterschiede in der Wirksamkeit gezeigt werden (Habets and van Cingel 2015; Malliaras et al. 2013).

Ein Behandlungs- und Therapieplan sollte immer individuell auf den Patienten zugeschnitten werden. Eckpfeiler sind die Aufklärung des Patienten und die realistische Einschätzung der individuellen zeitlichen Ressourcen. Ein Trainingstagebuch mit der Vorgabe und der Dokumentation der Therapie- und Trainingsmaßnahmen sowie der Veränderungen des Schmerzempfindens (z. B. visuelle Analogscala) ist hier sinnvoll.

Bei der Trainingstherapie ist die Lokalisation der Tendinopathie zu beachten und zu differenzieren. So sind bei der Achillessehnen-Insertionstendinopathie die Ergebnisse exzentrischer Trainingsarbeit im Vergleich zur Mid-Portion-Tendinopathie schlechter (Fahlstrom et al. 2003; Rees et al. 2009). Die Ursache der unterschiedlichen therapeutischen Effektivität des Trainings könnte durch eine gesteigerte Sehnenkompression (siehe oben) erklärt werden, die bei einer forcierten Dorsalextension im Bereich der calcanearen Insertion auftritt (Cook and Purdam 2012). Bei Vorliegen einer Insertionstendinopathie der Achillessehne sollte daher die Dorsalextension des oberen Sprunggelenkes nicht über die Neutral-Null-Position hinaus ausgeführt werden. Gleiches gilt für die Patellarsehneninsertionstendopathie, bei der eine Lasteinwirkung unter großer Kniegelenksflexion (z. B. tiefe Kniebeuge oder tiefe Beinpresse/Leg-Press [$> 60-90^\circ$]) vermieden werden sollte.

Die Trainingstherapie zur gezielten Krafteinwirkung auf die Sehnenstruktur stellt ein bewährtes und erfolgreiches konservatives Therapieverfahren der Achilles- und Patellarsehnen tendinopathie dar. Neben dem exzentrischen Krafttraining zeigen ebenso das isometrische, konzentrische und (Heavy) SRT gute klinische Ergebnisse. Die verschiedenen Trainingsformen sind in Abhängigkeit des Stadiums, der Lokalisation, der Belastungsfähigkeit und des Schmerzniveaus zu planen und durchzuführen. Dabei ist besonders auf die technische Ausführung



Abb. 5: Inframalleolarer Transversalschnitt der Sehne des M. tibialis posterior: Hochgradiger Verdacht auf Fluorchinolon-induzierte Tendinopathie, zehn Tage nach Beginn einer antibiotischen Therapie mit Levofloxacin und neu aufgetretener schmerzbedingter Gehunfähigkeit. Sonografisch ausgeprägte Tenosynovialitis mit Hypervaskularisation und ansatznaher Teilruptur (untere Bildhälfte).

zu achten. Mit abnehmenden Beschwerden gilt es nach einer ersten Phase langsamer und mit besonders kontrollierten Übungsformen die Belastungen zu steigern und sowohl verstärkt schnellkräftige als auch sportspezifische Bewegungsmuster in das Trainingsprogramm zu integrieren.

Interventionelle Therapieverfahren

Die peri- oder/und intratendinöse Infiltration einer betroffenen Sehnenpartie wird in der Praxis häufig durchgeführt. Ein breites Spektrum an Wirkstoffen kommt hierbei zur Anwendung. Die Indikation zur Infiltrationstherapie sollte jedoch stets streng gestellt werden. Die Anwender sollten sich insbesondere unter Berücksichtigung der oben genannten Pathophysiologien vergewissern, welches konkrete Behandlungsziel mit einer Infiltration verfolgt und welche Medikamente sinnvoll sind. Infiltrationen dienen nicht dazu, um durch reduzierte Schmerzen sportliche Aktivitäten oder Wettkämpfe bestreiten zu können. Bis heute konnte nicht bestätigt werden, dass Infiltrationen jeglicher Art zu einer funktionellen und mechanischen Kapazitätssteigerung der Sehne beitragen. Aufgrund der großen Anzahl von Präparaten und Wirkstoffen wird im Folgenden lediglich auf ausgewählte Wirkstoffgruppen eingegangen (auf entsprechende weiterführende Literatur wird verwiesen).

Glucocorticoide

Glucocorticoide gehören zu den am häufigsten injizierten Wirkstoffgruppen. Durch eine indirekte Aktivierung von ligandenaktivierten Transkriptionsfaktoren greifen Glucocorticoide in diverse immunologische Prozesse ein. So wirken sie allgemein immunsuppressiv, anti-phlogistisch, antiinflammatorisch und antiödematös (Hotfiel et al. 2017). Im Bereich der Sehnenstrukturen werden ihnen antiproliferative (reduzierte Tenozytenaktivität), antiangiogenetische, antifibrotische und analgetische Eigenschaften zugesprochen (Scott et al. 2013). Insbesondere die antifibrotischen Eigenschaften sind mit einer geminderten Kollagen-I-Synthese der Tenozyten und einer reduzierten Proliferation von Tenoblasten verbunden (Hotfiel et al.

2017). Die zur Verfügung stehenden Präparate zeichnen sich durch verschiedene Zusammensetzungen aus (z. B. kristalline oder lipidlösliche Präparate) und unterscheiden sich dadurch in ihrer Wirksamkeit und Verfügbarkeit (Lenz et al. 2016). Anzumerken ist, dass die Applikation von kristallinen Präparaten selbst zu entzündlichen Begleitreaktionen und durch die lange Verfügbarkeit/Halbwertszeit zu langanhaltenden katabolen Prozessen im Sehnen- und umliegenden Bindegewebe führen können.

Entgegen der häufigen klinischen Anwendung zeigt die wissenschaftliche Überprüfung ernüchternde Ergebnisse. Im Bereich der unteren Extremität kamen mehrere systematische Übersichtsarbeiten zu der Schlussfolgerung, dass lediglich kurzfristige Effekte (z. B. Schmerzreduktion) zu erzielen sind und unter einer mittel- und langfristigen Perspektive weder eine Abnahme der Schmerzsymptomatik, noch eine Verbesserung der funktionellen Befunde zu erzielen sind (Cook and Purdam 2014; Kongsgaard et al. 2009; Magnussen et al. 2009; Rowe et al. 2012). Aufgrund erheblicher nachteiliger Effekte und möglicher Komplikationen, die sich auf mikro- und makrostruktureller Ebene zeigen und bis zum Sehnenverlust führen können (Brinks et al. 2010; Vallone and Vittorio 2014), sollte zusammenfassend auf die Verwendung von Glucocorticoiden bei Tendinopathien verzichtet werden.

Bei Vorliegen von Tendinopathien sollte auf die peri- und peritendinöse Injektion von Glucocorticoiden verzichtet werden.

Thrombozytenangereichertes Plasma

Die Anwendung von plättchenreichem Plasma/ autologem konditioniertem Plasma (Platelet-Rich Plasma, PRP) hat in den letzten Jahren eine stetig wachsende Aufmerksamkeit und Anwendungshäufigkeit erfahren. In der Literatur finden sich viele Studien, die den Einsatz bei Tendinopathien beschreiben. Die zum Teil methodenimmanenten Limitationen der vorliegenden Studien und die unterschiedlichen Gewinnungsmethoden von PRP führen zu abweichenden Zusammensetzungen und Dosierungen der PRP-Konzentrate. Darüber hinaus sind die Anwendungs- und Nachbe-

handlungsprotokolle uneinheitlich und erschweren die wissenschaftliche Betrachtungsweise sowie damit letztlich die Beurteilung dieser Therapiemethode (Hotfiel et al. 2017). Mehrere systematische Übersichtsarbeiten kamen schließlich zu dem Ergebnis, dass unzureichende und zum Teil widersprüchliche Evidenz besteht, inwieweit die Anwendung von PRP den Verlauf einer Tendinopathie positiv beeinflussen kann (Andia et al. 2014; Andia and Maffulli 2015; Johal et al. 2019; Moraes et al. 2014; Sandrey 2014; Zhang et al. 2018).

In der Literatur finden sich aber auch Arbeiten, die positive therapeutische Effekte, insbesondere im Bereich der Patellarsehnen-tendinopathie aufzeigen. Eine systematische Übersichtsarbeit von Liddle et al. (2015) unter Einbezug von elf Arbeiten, hierunter zwei randomisierte klinische Studien, konnte bei der Patellarsehnen-tendinopathie durch die Anwendung von PRP eine signifikante Schmerzreduktion nachweisen; eine therapeutische Überlegenheit gegenüber anderen Therapieverfahren war jedoch nicht feststellbar (Liddle and Rodriguez-Merchan 2015). Eine weitere systematische Übersichtsarbeit konnte zeigen, dass Patellarsehnen-tendinopathien zwar durch eine PRP-Anwendung gebessert werden konnten; für die Achillessehnen-tendinopathie wurde die Anwendung von PRP hingegen nicht empfohlen (Filaro et al. 2018).

Grundsätzlich kann PRP – durch die enthaltenen Zytokine und Wachstumsfaktoren – zu einem verstärkten Entzündungsprozess führen. PRP könnte daher zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Aufbereitung die Geweberegeneration positiv beeinflussen; wenn Zeitpunkt und Aufbereitung jedoch nicht adäquat sind, können auch gegenteilige Effekte ausgelöst werden (Hotfiel et al. 2017). Es wird daher gefordert, dass für den Einsatz von PRP standardisierte, experimentelle Protokolle entwickelt und überprüft werden müssen (Hudgens et al. 2016; Yilmaz et al. 2016).

Die wissenschaftliche Datenlage zur Anwendung von PRP zeigt heterogene Ergebnisse. Zum aktuellen Zeitpunkt sollten die Indikationen eng gestellt, auf die Lokalisation bezogen sein und die Heilungsverläufe prinzipiell engmaschig überprüft

werden.

Weitere Techniken stellen die Sclerotherapie, die Hochvolumeninjektionen („High-Volume“) und die Applikation weiterer Wirkstoffgruppen (ggf. auch in Kombinationsanwendung) dar. Aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen Evidenz sind zum aktuellen Zeitpunkt diese Anwendungen nicht Therapie erster Wahl.

Physikalische Therapie

Extrakorporale Stoßwellentherapie

Bei der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) kommen fokussierte Stoß- und radiale Druckwellen zur Anwendung. Fokussierte Stoßwellenimpulse werden elektromagnetisch, elektrohydraulisch oder piezoelektrisch erzeugt und durch ein Ankopplungsmedium in das Gewebe eingeleitet. Die Fokusgröße und Eindringtiefe sind abhängig vom Gerätetyp und der Vorlaufstrecke. Als lokale Effekte werden positive Auswirkungen hinsichtlich der Beeinträchtigung der sensorischen Aktivität von freien Nervenendigungen, der Aktivierung von Wachstumsfaktoren und der Aktivitätsreduzierung von Metalloproteinasen auf zellulärer Ebene angenommen (Visco et al. 2014; Zwiers et al. 2016).

Systematische Übersichtsarbeiten zeigen, dass die ESWT eine effektive Therapieoption für die Patellarsehnen-tendinopathie, die Achillessehnen-tendinopathie und des regionalen Schmerzsyndroms des Trochanter majors darstellt (Gerdesmeyer et al. 2015; Hasselbalch and Holmich 2017; Korakakis et al. 2018; Mani-Babu et al. 2015). Hervorzuheben ist, dass bei der Mid-Portion-Tendinopathie der Achillessehne die Kombinationstherapie von exzentrischem Training und ESWT zu positiven therapeutischen Effekten führt, die der jeweils alleinigen Anwendung der Verfahren überlegen sind (Al-Abbad and Simon 2013; Mani-Babu et al. 2015).

Anzumerken ist, dass die ESWT bei der Insertionstendinopathie schon frühzeitig indiziert ist und dem alleinigen exzentrischen Krafttraining überlegen zu sein scheint; bei Vorliegen von intratendinösen Verkalkungen scheint sie dagegen weniger wirksam zu sein (Mani-

Babu et al. 2015; Wiegerinck et al. 2013).

Durch die Forschung sind positive Effekte der ESTW bei Insertionstendinopathien belegt; bei Mid-Portion-Tendinopathien zeigt sich die Kombination von ESTW mit exzentrischem Krafttraining als wirksam.

Heraustrennbarer Behandlungspfad „Therapieempfehlungen überlastungsbedingter Tendinopathien“ ab Seite 18 und online unter <https://www.springermedizin.de/oumn>

Literatur bei den Verfassern.

Mitarbeit

T. Hotfiel^{1,2,3}, J. Freiwald⁴, Weisskopf L^{3,5} C. Grim¹, M. Engelhardt¹

¹Osnabrücker Zentrum für Muskuloskeletale Chirurgie (OZMC), Klinikum Osnabrück, Osnabrück, Deutschland

²Orthopädische Universitätsklinik im Malteser Waldkrankenhaus Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland

³GOTS Komitee Muskel und Sehne, Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin (GOTS)

⁴Institut für Sportwissenschaft, Arbeitsbereich Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal, Deutschland

⁵Altius Swiss Sportmed Center, Rheinfelden, Schweiz

PD Dr. Thilo Hotfiel
Osnabrück
Mitglied Vorstand und
Beirat der GOTS
E-Mail: hilo.hotfiel@klinikum-os.de



© T. Hotfiel