

Anja Hirschmüller^{1,2}

Sonografie der Achillessehne

Ultrasonographic assessment of the achilles tendon

Zusammenfassung: Pathologien der Achillessehnen sind sehr häufig – vor allem bei Lauf- und Sprungsportlern. Die Sonografie ist das wertvollste Tool in der Diagnostik und zur Indikationsstellung und Durchführung diverser Therapieverfahren.

Die Strukturveränderungen der Sehne, die mit der in aller Regel vorliegenden Degeneration einhergehen, umfassen Einlagerungen von Proteoglykanen und Wasser, Desorganisation der Kollagenstrukturen, Zellkernvermehrungen und die Einsprossung von Neogefäßen. Diese Veränderungen können sonografisch gut visualisiert werden. Die degenerativ veränderte Sehne zeigt sich verdickt, hypoechogen und gefäßinjiziert. Bei den Insertionspathologien sowie dem Vorliegen von metabolischen Begleiterkrankungen finden sich darüber hinaus häufig intratendinöse Kalzifikationen – die erkannt werden sollten, da sie mit einem schlechteren Outcome bei konservativer Therapie vergesellschaftet sind.

Die Sehnen sollten im entspannten Zustand in ihrer gesamten Länge im Längs- und Querschnitt beurteilt werden. Die dynamische Untersuchung liefert bei der Beurteilung von Rupturen wertvolle Zusatzinformationen. Beginnende Tendinopathien können unter Zuhilfenahme der Elastografie am sensitivsten detektiert werden. Für die Darstellung und Therapie der Neovaskularisationen ist ein guter Farb- oder Power-Dopplermodus entscheidend.

Schlüsselwörter: Tendinopathie, Achillessehne, Ultraschall, Dopplersonografie, Elastografie

Zitierweise

Hirschmüller A: Sonografie der Achillessehne. OUP 2018; 7: 036–038 DOI 10.3238/oup.2018.0036–0038

Summary: Achilles tendinopathy is very common in the sporting population, especially in running and jumping athletes. Ultrasound is the most useful diagnostic tool because it is readily available and allows dynamic examination. Tendinosis is characterised by disorganization of the collagen structure with degeneration from collagen I into collagen III as well as increase in proteoglycane and water content and neurovascular ingrowth. Those histological changes can be visualised by ultrasound resulting in thickening of the tendon, hypoechogenity and neovascularisation in colour-doppler or powerdoppler. In insertional tendinopathies and metabolic disorders, intratendinous calcifications may be found. They are important to detect, because they are often associated with a worse outcome.

The most sensitive assessment in early tendinosis is elastography in combination with B-mode scan. Ultrasound can also guide therapy and is very useful performing injections or minimally invasive surgical techniques.

Keywords: achilles tendinopathy, achilles tendon rupture, ultrasonography elastography

Citation

Hirschmüller A: Ultrasonographic assessment of the achilles tendon. OUP 2018; 7: 036–038 DOI 10.3238/oup.2018.0036–0038

Einführung

Die Achillessehne ist die dickste und kräftigste Sehne des menschlichen Körpers mit einer durchschnittlichen Länge von 15 cm (11–26 cm) und einer Dicke von 4–6 mm. Sie beginnt in der Mitte des Unterschenkels mit der Vereinigung der Gastrocnemii-Sehnen und der Solessehne und ist im gesunden Zustand extrem widerstandsfähig. Am Ursprung

ist sie am dicksten und verschmälert sich dann bis auf ein Minimum, welches etwa in Höhe des Sprunggelenks (ca. 4 cm proximal des Calcaneus) zu finden ist.

Trotz ihrer besonderen biologischen Gewebeeigenschaften mit hoher Reißfestigkeit ist sie die Sehne, die am zweit- bis dritt-häufigsten von einer Ruptur betroffen ist. Insgesamt machen Achillessehnenrupturen etwa 20 % der großen

Sehnenverletzungen aus. Dies ist unter anderem dem Umstand geschuldet, dass der M. gastrocnemius und die Achillessehne über insgesamt 3 Gelenke verlaufen (Kniegelenk, oberes und unteres Sprunggelenk) und die Achillessehne dadurch verletzungsanfälliger ist als die Sehnen eingelenkiger Muskeln. Darüber hinaus ist sie – vor allem bei Sportlern in Lauf- und Sprungsportarten – durch die repetitive Belastung sehr beansprucht.

¹ ALTIUS Swiss Sportmed Center, Rheinfelden, Schweiz, ²Universitätsklinikum Freiburg, Department Chirurgie, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Freiburg DEGUM Ausbilderin Stufe II, Mitglied AG Ultraschall DGOU und AK Bewegungsorgane DEGUM

Dies führt auch dazu, dass sie in diesen Sportarten häufig Ausgangspunkt von Beschwerden ist („Achillodynie“). Die Lebenszeitprävalenz beträgt bei Sportlern unterschiedlicher Sportarten 20–50 %, in der Allgemeinbevölkerung etwa 6 %. In der Rheumatologie ist die Enthesiopathie der Achillessehne oft Ausgangspunkt der Diagnosestellung einer Spondylarthropathie [7].

Die Achillessehne ist der Sonografie aufgrund ihrer sehr oberflächlichen Lage besonders gut zugänglich. Mit den modernen, hochauflösenden Ultraschallgeräten lässt sich die Faserstruktur der Achillessehne ultrastrukturell darstellen, was zuletzt zur Einführung des Begriffs „Sonohistologie“ geführt hat. Die histologischen Veränderungen, die mit dem degenerativen Prozess der Sehne einhergehen, lassen sich mit Hilfe der Ultraschalluntersuchung gut visualisieren. Auch die Möglichkeit einer dynamischen Untersuchung macht die Sonografie in der Beurteilung der diversen Achillessehnenpathologien wertvoll. So können beispielsweise der intra- und peritendinöse Blutfluss und die Annäherung der Rupturenden bei Rissen objektiviert werden. Zusätzlich existieren in der Zwischenzeit verschiedene sonografisch assistierte, minimalinvasive Therapieverfahren, sodass die Sonografie aus der Diagnostik und Therapie von Achillessehnenenerkrankungen nicht mehr wegzudenken ist. Neue Modi wie die ultrasonographic tissue characterisation [26], die Elastografie [19] (vgl. auch Beitrag aus Seite 48) und die Scherwellenelektografie [5] bieten additive Informationen zur Charakterisierung der Gewebeeigenschaften von Sehnen und erhöhen die diagnostische Genauigkeit der Untersuchung weiter. So konnte dank der immer besseren Ultraschalluntersuchungen auch das pathogenetische Verständnis chronischer Tendinopathien verbessert werden.

Indikation

Verletzungen und Erkrankungen der Achillessehne sind häufig und können sowohl den muskulotendinösen Übergang als auch den sehnigen Anteil (Midportion) oder den Sehnenansatz betreffen. Sie können akut oder chronisch auftreten und somit pathogenetisch eher einer frischen Verletzung oder einem de-

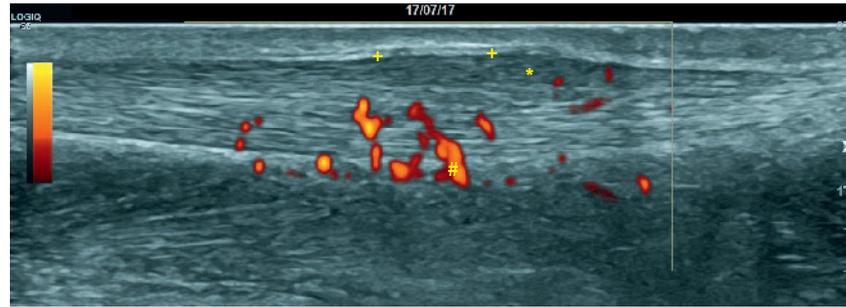


Abbildung 1 Degenerativ veränderte Achillessehne mit Verdickung des Paratenons (+), Aufhebung der hierarchischen Kollagenstruktur (*) und Neovaskularisationen (#) (dorsaler Longitudinalschnitt).

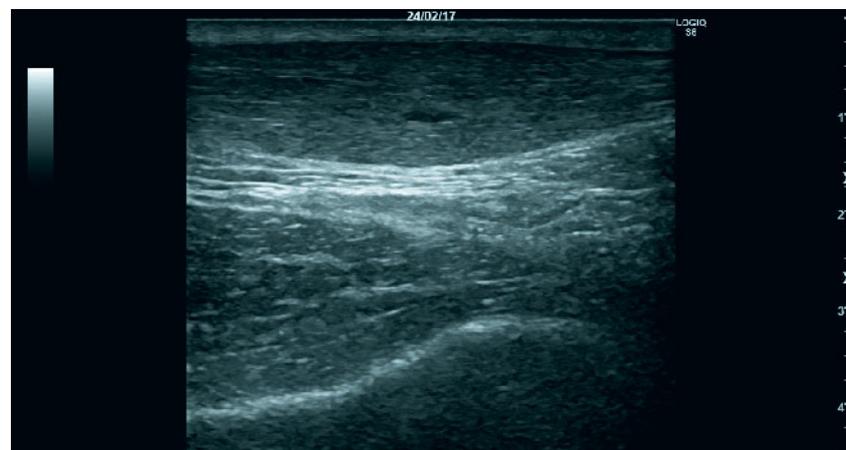


Abbildung 2 Stark verdickte, degenerativ veränderten Achillessehne mit Partialläsionen (dorsaler Longitudinalschnitt (a) und Transversalschnitt (b)).

generativen Umbau entsprechen. Midportion-Tendinopathien stellen die häufigsten Erkrankungen der Achillessehne dar und sind insbesondere bei Lauf-, Ball- und Sprungsportlern zu finden. Neben der Palpation bietet die Sonografie dabei die Möglichkeit, die Stelle der Hauptpathologie optimal zu lokalisieren.

Die Midportion-Tendinopathie zeigt sich klinisch typischerweise als schmerzhafte spindelförmige Verdickung der Sehne mit lokalem Druckschmerz 2–7 cm proximal der Insertion [15]. Sonografisch lässt sich die spindelförmige Verdickung quantifizieren, die Degeneration der Sehne darstellen und das Remodelling im Therapieverlauf vi-

sualisieren. Die Echotextur der Sehne weißt im Rahmen des degenerativen Umbauprozesses meist Echogenitätsminderungen (Hypoechogenitäten) auf, welche der Einlagerung von Proteoglykanen und Wasser entsprechen. Die Desorganisation der Kollagenfasern bzw. der Umbau von Kollagen Typ I in Typ III zeigen sich in einem Verlust des homogenen fibrillären Binnenechos (Abb. 1). Die Hinzunahme der Panoramafunktion (Abb. 5) kann die Sensitivität erhöhen und die Visualisierung optimieren [22]. Während die gesunde Sehne vom muskulotendinösen oder osseotendinösen Übergang sowie aus dem Paratenon ernährt wird, kommt es im Rahmen der Degeneration der Sehne zum Einwachsen von kleinsten Gefäßen (Neovaskularisationen), die für den Schmerz verantwortlich gemacht werden, da sie freie Nervenendigungen zu stimulieren scheinen [21]. Die Gefäße dringen meist von ventral in die Sehne ein und lassen sich mit dem Farb- oder Powerdoppler darstellen (Abb. 1).

Hyperechogenitäten finden sich entweder im Rahmen von Narbenbildungen oder als Ausdruck von Kalzifikationen (z.B. im Rahmen einer Chondrokalzinose [10]), Fettstoffwechselstörungen (Xanthome) oder Gicht (Tophi/Harnsäurekristalleinlagerungen). Hyperechogene Areale sollten daher immer eine Abklärung möglicher internistische Grunderkrankungen nach sich ziehen, wie Hyperurikämie, Hypercholesterinämie oder rheumatische Grunderkrankungen. Echofreie Areale in der Sehne entsprechen Partiaalläsionen. Diese müssen – wie alle pathologischen Befunde – in Längs und Querschnitt verifiziert werden und ihre Größe ausgemessen werden. Da sie sich im Verlauf organisieren, sind sie nur frisch echofrei (Abb. 2).

Falls sich die Sehne vollständig unauffällig darstellt, sollten bei dorsalen Fersenschmerzen mögliche Differenzialdiagnosen abgeklärt werden: Bei einem symptomatischen Os trigonum findet sich häufig Flüssigkeit dorsal von OSG und USG. Auch bei anderen Differenzialdiagnosen hilft die Sonografie, da auch subkutane Bursitiden oder Tendopathien benachbarter Sehnen (im Falle der Achillessehne insbesondere die Plantaris- und Flexor-hallucis-Sehne) gut abgegrenzt werden können. Tendopathien der Flexor-hallucis-Sehne sind

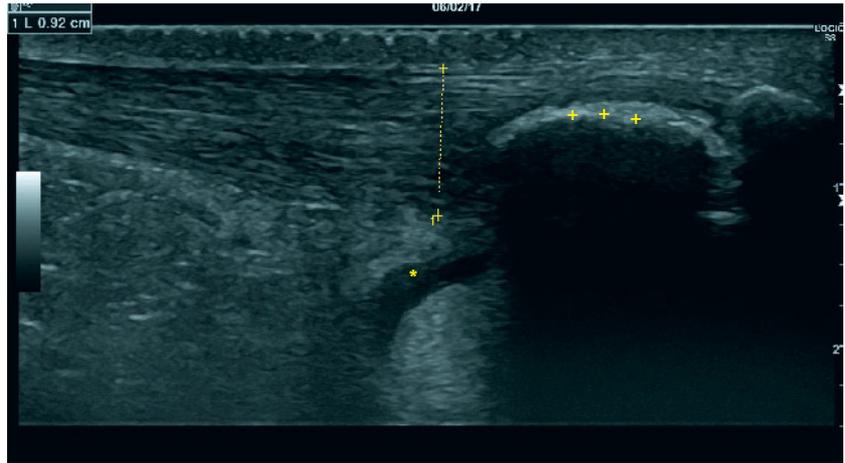


Abbildung 3 Kalzifizierende Insertionstendopathie mit Degeneration und Verdickung der Sehne großer intratendinöser Kalzifikation (+) mit Schallschatten und Vergrößerung der Bursa (*) (dorsaler Longitudinalschnitt).

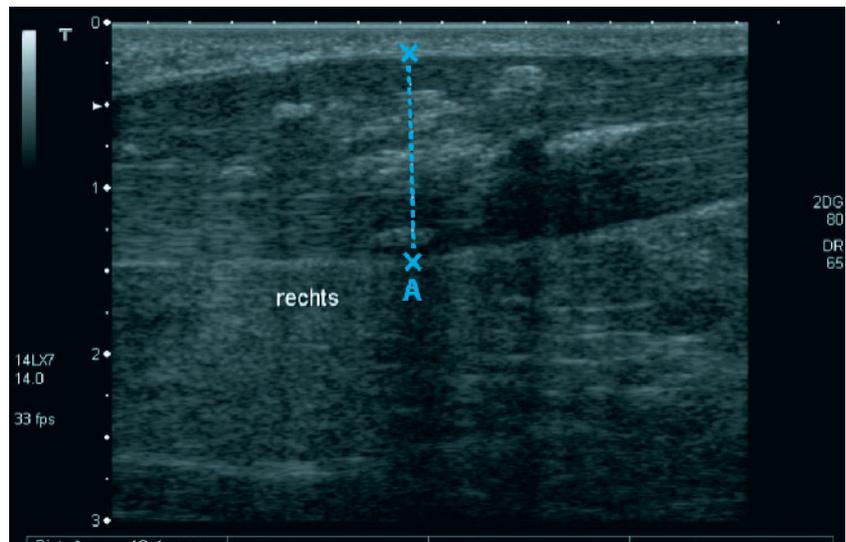


Abbildung 4 Ausgeprägte Verdickung der Achillessehne mit wolkigen intratendinösen Hyperechogenitäten ohne Schallschatten.

aufgrund der tieferen Lage jedoch etwas schlechter darstellbar als die Achillessehne selbst. (Peri-)Tendopathien der Tibialis-posterior-Sehne zeigen häufig peritendinöse Flüssigkeitskolektionen.

Bei der Insertionstendopathie findet sich eine Verdickung der Sehne am Ansatz. Es können ebenfalls Hypo- oder Hyperechogenitäten mit oder ohne Neovaskularisationen auftreten. Ein knöcherner „Fersensporn“ zeigt sich als hyperechogene Struktur, die vom proximalen Ende der knöchernen Leitlinie des Calcaneus ausgeht und zumeist einen Schallschatten aufweist (Abb. 3, vgl. auch Beitrag Seite 43). Solche En-

thesophyten treten gehäuft bei Chondrokalzinose und Spondylarthropathien auf [6, 28]. Bei Gichttendopathien finden sich häufig Kristallablagerungen in den Sehnen – oft auch an mehreren Stellen in und um die Sehnen. Wolkige Hyperechogenitäten besitzen eine hohe Sensitivität und Spezifität für die Diagnose einer uratinduzierten Tendinopathie (69 % bzw. 99 % [27], Abb. 4)

Bei rheumatischen Erkrankungen wie der Psoriasisarthritis oder Spondylarthropathien zeigen sich häufig pathologische intratendinöse Dopplersignale als Ausdruck der Inflammation sowie ei-

	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	Genauigkeit (%)	PPW	NPW	Übereinstimmung mit Klinik (κ)	p-Wert
B-Bild Sonografie							
Proximal	100	91,9	93,3	72,4	100	0,79	0,001
Mitte	97,3	50,0	94,2	96,5	57,1	0,50	0,001
Distal	100	94,8	96,5	91,5	100	0,93	0,001
Durchschnitt	99,1	78,9	94,7	86,8	85,7	0,74	
Elastografie							
Proximal	93,5	100	97,5	100	96,1	0,91	0,001
Mitte	99,1	87,5	98,3	99,1	87,5	0,87	0,001
Distal	100	96,1	97,5	93,5	100	0,95	0,001
Durchschnitt	97,5	94,5	97,8	97,5	94,5	0,91	
Farbdoppler							
Proximal	66,7	97,0	91,7	82,3	93,2	0,69	0,001
Mitte	75,0	87,5	75,8	98,8	20,0	0,24	0,001
Distal	62,8	89,6	80,0	77,1	81,2	0,55	0,001
Durchschnitt	68,2	91,4	82,5	86,1	64,8	0,49	
B-Bild + Elastografie							
Proximal	90,5	100	98,3	100	98,0	0,94	0,001
Mitte	97,3	87,5	96,7	99,1	70,0	0,76	0,001
Distal	100	100	100	100	100	1,0	0,001
Durchschnitt	95,9	95,8	98,3	99,7	89,3	0,9	
B-Bild + Farbdoppler							
Proximal	66,7	99,0	93,3	93,3	66	0,74	0,001
Mitte	72,3	87,5	73,3	98,8	18,4	0,22	0,001
Distal	62,8	97,4	85,0	93,1	82,4	0,65	0,001
Durchschnitt	67,2	94,6	83,9	95,1	55,6	0,54	

Tabelle 1 Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit verschiedener Ultraschallmodi bezüglich der Detektion von Achillstendinopathien, nach [19].

ne Vergrößerung der Bursa retroachillea, eine Verdickung der Sehne oder der Insertion, neben Strukturauffälligkeiten, Enthesophyten, Kalzifikationen und Erosionen [7, 14, 16, 28].

Ein weiteres wichtiges Indikationsgebiet stellt die Diagnosestellung und

das Therapiemonitoring einer Achillessehnenruptur dar. Bei kompletten Rupturen zeigt sich sonografisch eine vollständige Kontinuitätsunterbrechung der Fasern mit proximaler und distaler Auftreibung der Rupturenden, da diese sich aufgrund ihrer Vorspannung und

ihrer Verwringung beim Riss retrahieren und auffasern (Abb. 5). Die dynamische Untersuchung ist vor allem in unklaren Fällen sehr hilfreich, da selbst mit nur kleinen Bewegungen des Fußes ein Auseinanderweichen der Sehnenenden nachgewiesen werden kann. Zu-

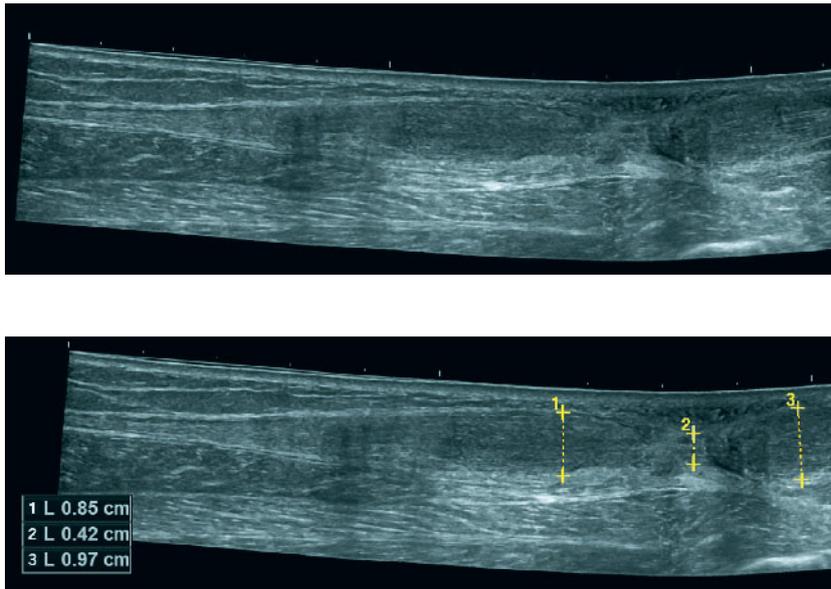


Abbildung 5–6 Panoramaaufnahme einer totalen Achillessehnenruptur (dorsaler Longitudinalschnitt).

sätzlich können dann die Annäherung der Enden in Plantarflexion sowie mögliche Interponate dargestellt werden. Kleine Bewegungen im Sprunggelenk sind dabei ausreichend um das Auseinanderweichen darzustellen und eine vollständige Ruptur von einer höhergradigen Partialruptur zu differenzieren. Die Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit der Sonografie für die Rupturdetektion wurde zuletzt mit 89,9 %, 94,4 % und 100 % angegeben [12]. Am-lang et al. haben 2005 eine Klassifikation zur sonografischen Einteilung der Achillessehnenrupturen vorgeschlagen, die als Anhaltspunkt für das weitere therapeutischen Vorgehens dienen kann [2]. In Abhängigkeit von der Adaptation der Sehnenenden und möglicher Interponate kann das Heilungspotenzial bei konservativer Therapie abgeschätzt werden (Abb. 6).

In den vergangenen Jahren haben sich außerdem diverse Therapieoptionen etabliert, die eine Induktion der Sehnenheilung zum Ziel haben [11, 18]. Zu diesen Therapieoptionen zählen die perkutane Sklerosierung der Neugefäße mit Äthoxysklerol, das perkutane Needling der Sehne und die perkutane Tenotomie. Unter Ultraschallkontrolle ist die Zugangsmorbidität dabei minimal, sodass eine lokale Anästhesie – falls überhaupt erforderlich – ausreichend ist und die Behandlung ambulant durch-

geführt werden kann. Da größere randomisierte Studien bislang fehlen, ist die Evidenz bezüglich der besten Therapiemethode sowie konkreter Details (Häufigkeit der Anwendung, erforderliche Dosierung, Applikationsformen etc) aktuell noch unzureichend. Alle Methoden haben jedoch in mehreren Studien vielversprechende Effekte bei geringen Komplikationsraten gezeigt, sodass sie beim Versagen der klassischen konservativen Therapie (Physiotherapie, exzentrisches Krafttraining, Heavy-slow-resistance-Training, Stoßwellentherapie etc.) eine sinnvolle Therapieergänzung darstellen.

Einige Studien beschäftigten sich darüber hinaus mit dem prognostischen Wert der Sonografie einerseits bezüglich einer Früherkennung gefährdeter Athleten, andererseits bezüglich einer Therapieprognose. Während weder der Graustufenultraschall noch die Dopplersonografie eine Therapieprognose zulassen [3], bieten die Power-Dopplersonografie und die Elastografie die Möglichkeit einer Früherkennung nach asymptomatischer degenerativer Veränderungen [13, 17, 20]. Dies wurde sowohl für B-Bildparameter bei Laufsportlern und Tänzern als auch für Neovaskularisationen im Powerdoppler sowie verminderter Steifigkeit in der Scherwellen-Elastografie bei Laufsportlern gezeigt [13, 17, 20].

Durchführung

Die sonografische Untersuchung der Achillessehne erfolgt in Bauchlage bei entspannt hängendem Fuß in somit leichter Plantarflexion. Bei der dynamischen Untersuchung kann der Fuß mit Hilfe des Knies des Untersuchers passiv bewegt werden. Wenn ausreichend Ultraschallgel appliziert wird, ist die Verwendung einer Vorlaufstrecke entbehrlich.

Die Standarduntersuchung erfolgt im Längs- und Querschnitt, wobei der Faserverlauf der Achillessehne berücksichtigt werden muss. Die Sehne sollte im Längsschnitt in ihrer gesamten Länge und Breite durchgemustert werden, von der Insertion bis zum tendomuskulären Übergang der Gastrocnemii. Für optimale, artefaktfreie Schallbedingungen empfiehlt es sich, die Sehne leicht von medial anzuschallen. Die Korrelation von klinischem Schmerzpunkt und Ultraschallbild hilft, mögliche asymptotische Residuen früherer Verletzungen zu differenzieren.

Im B-Bild zeigt sich typischerweise eine spindelförmige Verdickung der Sehnenmitte oder eine Verdickung der Insertion. Diese Verdickungen sollten erkannt und quantifiziert werden. Für den klinischen Einsatz reicht die Vermessung der a.p.-Dicke. Wenn genauere Quantifikationen erforderlich sind, sollte die Cross-sectional-area im Querschnitt vermessen werden.

Dann erfolgt die Beurteilung der Echotextur der Sehne selbst. Hypoechoogene Areale zeigen sich oft an der Stelle der maximalen Dicke. An der Insertion lässt sich auch bei gesunden Sehnen ein hypoechogenes Dreieck nachweisen. Hyperechoogenitäten und Verdickungen sind hingegen Ausdruck von Degenerationen oder Kalzifikationen, insbesondere wenn sie einen Schallschatten aufweisen. Auf häufig anzutreffende partialrupturierte Achillessehnenanteile zwischen Calcaneus und Achillessehne sollte geachtet werden, da diese wichtig sind für die Wahl der optimalen Therapie. Auch eine Verdickung der retroachillären Bursa, ggf. mit entzündlicher Begleitreaktion, kann sonografisch hervorragend detektiert werden. Dies sollte immer im Seitenvergleich erfolgen. Außerdem muss auf eine Verdickung des Gleitge-

webes (Paratenon) und peritendinöse Flüssigkeitskollektionen geachtet werden.

Mit der Power-Dopplersonografie können dann im Weiteren die meist von ventral in die Sehne einsprießenden Gefäße (Neovaskularisationen) beurteilt und quantifiziert werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Anpressdruck des Schallkopfs so gering wie möglich gehalten werden sollte und weder Patient noch Untersucher die Sehne unter Spannung bringen, da dies die Darstellung der Vaskularisation reduzieren kann. Idealerweise erfolgt die Untersuchung in Plantarflexion [29]. Die (Power-)Doppler-Geräteeinstellungen sollten für langsame Flussgeschwindigkeiten optimiert werden und die Sensitivität des Dopplers gerade oberhalb der Artefaktschwelle liegen. Die intratendinösen Neovaskularisationen werden üblicherweise nach dem modifizierten Öhberg-Score quantifiziert [13, 24]. In gesundem Zustand sind ohne vorangehende sportliche Belastung und ohne die Gabe von Kontrastmitteln keine intratendinösen Gefäße nachweisbar, da adulte Sehnen hauptsächlich durch Diffusion mit Nährstoffen versorgt werden. Im Rahmen des Degenerationsprozesses, der ja in den meisten Fällen der schmerzhaften Tendinopathie zugrunde liegt, kommt es zum Einsprießen von Mikrogefäßen, die von freien Nervenendigungen begleitet werden und so für den Schmerz (mit)verantwortlich zu sein scheinen. Der modifizierte Öhberg-Score quantifiziert die Anzahl der Gefäße im Untersuchungsfeld 1 (1–2 Gefäße in der Sehne), 2 (3–4 Gefäße in der Sehne), 3 (Gefäße in < 30 % des Untersuchungsfelds), 4 (Gefäße in 30–50 % des Untersuchungsfelds), 5 (Gefäße in > 50 % des Untersuchungsfelds). Insbesondere bei hoher Dopplersignalintensität in und um die Sehne sollte nach rheumatischen Grunderkrankungen wie Spondylarthropathien gefahndet werden.

Diagnostische Genauigkeit in der Literatur

In den letzten 20 Jahren hat sich die Ultraschall-Diagnostik zum Goldstandard der nichtinvasiven Evaluation von Sehnen-Pathologien in vivo entwickelt [1, 8]. Wissenschaftliche Untersuchungen

beschäftigten sich mit dem Einfluss von Alter, Geschlecht, Training und Rehabilitation auf die Sehnenstruktur, Metabolismus und Gewebeeigenschaften wurden untersucht. Riggin et al. konnten jüngst in einem Mausmodell zeigen, dass mit hochauflösenden Ultraschallgeräten die Ausrichtung der Kollagenfasern zuverlässig bestimmt werden kann [23].

Sensitivität für Tendinopathie

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit verschiedener Ultraschallmodi bezüglich der Detektion von Achilles-Tendinopathien. Es zeigt sich, dass die Hinzunahme der Elastografie die Sensitivität und vor allem die Genauigkeit weiter erhöht [19]. Symptomatische Patienten weisen weichere Achillessehnen auf [19]. Risch et al. zeigten kürzlich eine gute Inter- und Intraobserver-Reliabilität für die Detektion der Neovaskularisationen mithilfe des modifizierten Öhberg-Scores oder der Zählung der Einzelgefäße, sodass diese beiden Techniken für den klinischen Einsatz geeignet erscheinen [24].

Die Sensitivität der Ultraschalldiagnostik in der Detektion von Rupturen wird je nach Studie mit 79–100 % angegeben [4, 12]. Mit modernen Geräten, dynamischer Untersuchung und der Panoramafunktion der Geräte können die falsch negativen Fälle reduziert werden. In Zweifelsfällen hilft die MRT-Diagnostik, die je nach Studie eine Sensitivität von 90,9–100 % aufweist [9]. Die Spezifität und die Genauigkeit positiver Befunde im Ultraschall sind hingegen sehr hoch (94,4 %; 100%, [12]).

Die Sensitivität und Spezifität für die Detektion von intratendinösen Tophi bei Gicht beträgt 69,6 % bzw. 92 % bei einem pos./neg. prädiktiven Wert von 93,3 bzw. 65,4. Damit ist die Sensitivität vergleichbar hoch wie für das typische Doppelkonturzeichen des intraartikulären Knorpels bei der Gicht. Die typischen Tophi sind beschrieben als inhomogene umschriebene Hyperechogenität, die Schallschatten aufweisen können und von einem anechogenem Halo umgeben sein können.

Eine aktuelle Arbeit von Cheng [3, 25] zeigte, dass die Normalisierung der Sehnenstruktur nach Stoßwellen-Thera-

pie inklusive der Reduktion der Kalzifikationen auch mithilfe der Sonografie gezeigt werden kann, wohingegen keine Prädiktion des Therapieeffekts durch das Ultraschallbild vor Therapiebeginn möglich ist [3, 25]. Tweedell et al. zeigten, dass die Reliabilität der Cross-sectional-area und der Dicken-Messung vergleichbar sind, wobei die Sensitivität der Cross-sectional-area höher ist [25].

Kritische Anwendung im Kontext mit den anderen bildgebenden Verfahren

Die Sonografie stellt bei vermuteten Pathologien der Achillessehne die Methode der ersten Wahl dar. Bei Unsicherheiten und zur Operationsplanung kann ggf. eine MRT ergänzt werden. Bei knöchernen Pathologien (Haglundexostose, Kalzifikationen in der Sehne oder differenzialdiagnostischer Abklärung eines Os trigonums sollte noch ein seitliches Röntgenbild und ggf. eine Computertomografie ergänzt werden. Urat-Kristalle lassen sich mit der Dual-energy-Computertomografie darstellen.

Diagnostischer Algorithmus

Longitudinale und transversale Untersuchung der Achillessehne auf gesamter Länge zunächst im B-Mode und dann im Color- oder Power-Dopplermode. Im B-Mode empfiehlt sich vor allem bei der Rupturdarstellung auch die Verwendung eines zusammengesetzten Bilds (Panoramaview, vgl. Abb. 1, 2, 4 und 5).

Da die Zuhilfenahme der Elastografie die Sensitivität noch deutlich erhöht [19] (siehe auch Seite 48), bietet es sich an, diese dann – sofern vorhanden – zu ergänzen, zumindest wenn das B-Bild und der Color-/Power-Doppler nicht konklusiv sind. OUP

Interessenkonflikt: Keiner angegeben

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Anja Hirschmüller
ALTIUS Swiss Sportmed Center AG
Habich-Dietschy-Straße 5a
CH 4310 Rheinfelden
Schweiz
anja.hirschmueller@altius.ag

Literatur

- Abat F, Alfredson H, Cucchiari M et al.: Current trends in tendinopathy: consensus of the ESSKA basic science committee. Part I: biology, biomechanics, anatomy and an exercise-based approach. *Journal of experimental orthopaedics* 2017; 4: 18
- Amlang MH, Zwipp H, Friedrich A, Peaden A, Bunk A, Rammelt S: Ultrasonographic classification of achilles tendon ruptures as a rationale for individual treatment selection. *ISRN orthopedics* 2011; 869703
- Cheng Y, Zhang J, Cai Y: Utility of Ultrasonography in Assessing the Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy in Insertional Achilles Tendinopathy. *BioMed research international* 2016; 2580969
- Dams OC, Reininga IHF, Gielen JL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J: Imaging modalities in the diagnosis and monitoring of Achilles tendon ruptures: A systematic review. *Injury* 2017; 48: 2383–99
- Dirrachs T, Quack V, Gatz M, Tingart M, Kuhl CK, Schrading S: Shear Wave Elastography (SWE) for the Evaluation of Patients with Tendinopathies. *Acad Radiol* 2016; 23: 1204–13
- Ellabban AS, Kamel SR, Abo Omar HA, El-Sherif AM, Abdel-Magied RA: Ultrasonographic findings of Achilles tendon and plantar fascia in patients with calcium pyrophosphate deposition disease. *Clin Rheumatol* 2012; 31: 697–704
- Feydy A, Lavie-Brion MC, Gossec L, Lavie F et al.: Comparative study of MRI and power Doppler ultrasonography of the heel in patients with spondyloarthritis with and without heel pain and in controls. *Ann Rheum Dis* 2012; 71: 498–503
- Fouere A: New imaging methods for non-invasive assessment of mechanical, structural, and biochemical properties of human achilles tendon: A mini review. *Frontiers in physiology* 2016; 7: 324
- Garras DN, Raikin SM, Bhat SB, Taweel N, Karanjia H: MRI is unnecessary for diagnosing acute Achilles tendon ruptures: clinical diagnostic criteria. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 2268–73
- Gerster JC, Lagier R, Boivin G: Achilles tendinitis associated with chondrocalcinosis. *J Rheumatol* 1980; 7: 82–8
- Gross CE, Hsu AR, Chahal J, Holmes GB Jr.: Injectable treatments for non-insertional achilles tendinosis: a systematic review. *Foot Ankle Int* 2013; 34: 619–28
- Gulati V, Jaggard M, Al-Nammari SS et al.: Management of achilles tendon injury: A current concepts systematic review. *World journal of orthopedics* 2015; 6: 380–6
- Hirschmüller A, Frey V, Konstantinidis L et al.: Prognostic value of Achilles tendon Doppler sonography in asymptomatic runners. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44: 199–205
- Hodgson RJ, Grainger AJ, O'Connor PJ et al.: Imaging of the Achilles tendon in spondyloarthritis: a comparison of ultrasound and conventional, short and ultrashort echo time MRI with and without intravenous contrast. *Eur Radiol* 2011; 21: 1144–52
- Hutchison AM, Evans R, Bodger O et al.: What is the best clinical test for Achilles tendinopathy? *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons* 2013; 19: 112–7
- Marchesoni A, De Lucia O, Rotunno L, De Marco G, Manara M: Enteseal power Doppler ultrasonography: a comparison of psoriatic arthritis and fibromyalgia. *J Rheumatol Suppl* 2012; 89: 29–31
- McAuliffe S, McCreesh K, Culloty F, Purtill H, O'Sullivan K: Can ultrasound imaging predict the development of Achilles and patellar tendinopathy? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2016; 50: 1516–23
- Morath O, Kubosch EJ, Taeymans J et al.: The effect of sclerotherapy and prolotherapy on chronic painful Achilles tendinopathy-a systematic review including meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* 2017; 12898
- Ooi CC, Schneider ME, Malliaras P, Chadwick M, Connell DA: Diagnostic performance of axial-strain sonoelastography in confirming clinically diagnosed Achilles tendinopathy: comparison with B-mode ultrasound and color Doppler imaging. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41: 15–25
- Ooi CC, Schneider ME, Malliaras P et al.: Sonoelastography of the Achilles Tendon: Prevalence and Prognostic Value Among Asymptomatic Elite Australian Rules Football Players. *Clin J Sport Med* 2016; 26: 299–306
- Reiter M, Ulreich N, Dirisamer A, Tscholakoff D, Bucek RA: Colour and power Doppler sonography in symptomatic Achilles tendon disease. *Int J Sports Med* 2004; 25: 301–5
- Reiter M, Ulreich N, Dirisamer A, Tscholakoff D, Bucek RA: [Extended field-of-view sonography in Achilles tendon disease: a comparison with MR imaging]. *RoFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin* 2004; 176: 704–8
- Riggin CN, Sarver JJ, Freedman BR, Thomas SJ, Soslowky LJ: Analysis of collagen organization in mouse achilles tendon using high-frequency ultrasound imaging. *J Biomech Eng* 2014; 136: 021029
- Risch L, Wochatz M, Messerschmidt J, Engel T, Mayer F, Cassel M: Reliability of Evaluating Achilles Tendon Vascularization Assessed With Doppler Ultrasound Advanced Dynamic Flow. *J Ultrasound Med* 2017, 14414
- Tweedell AJ, Ryan ED, Scharville MJ, Rosenberg JG, Sobolewski EJ, Kleinberg CR: The influence of ultrasound measurement techniques on the age-related differences in Achilles tendon size. *Exp Gerontol* 2016; 76: 68–71
- van Schie HT, de Vos RJ, de Jonge S et al.: Ultrasonographic tissue characterization of human Achilles tendons: quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach. *Br J Sports Med* 2010; 44: 1153–59
- Ventura-Rios L, Sanchez-Bringas G, Pineda C et al.: Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence. *Clin Rheumatol* 2016; 35: 2039–44
- Wiell C, Szkudlarek M, Hasselquist M et al.: Power Doppler ultrasonography of painful Achilles tendons and entheses in patients with and without spondyloarthritis: a comparison with clinical examination and contrast-enhanced MRI. *Clin Rheumatol* 2013; 32: 301–8
- Zappia M, Cuomo G, Martino MT, Regnelli A, Brunese L: The effect of foot position on Power Doppler Ultrasound grading of Achilles enthesitis. *Rheumatol Int* 2016; 36: 871–74