



Zusammenfassung

Die Achillessehne ist die stärkste und größte Sehne im menschlichen Körper. Trotz ihrer Größe und Kräftigkeit machen Tendinosen und Rupturen der Achillessehne einen großen Anteil der Sehnenverletzungen im Sport aus. Insbesondere durch die Zunahme der sportlichen Aktivität in der Bevölkerung, auch in höheren Altersstufen, gewinnen Beschwerden im Bereich der Achillessehne immer mehr an Bedeutung. Die Achillessehnen-Tendinose sollte zwischen Insertions- und Midportion-Tendinose unterschieden werden. Komplette Rupturen der Achillessehne treten klassischerweise zwischen dem 30. bis 50. Lebensjahr auf. Grundlage einer suffizienten Behandlung ist die Diagnostik in Form einer ausführlichen Anamnese, einer strukturierten klinischen Untersuchung mit ergänzender Bildgebung und funktioneller Diagnostik. Es gilt, die genaue Lokalität der Beschwerden und vor allem die Ursache herausfinden, um eine daran angepasste adäquate Therapie einleiten zu können. Kenntnisse der Anatomie und Biomechanik der Achillessehne sind sowohl bei der konservativen als auch bei der operativen Therapie essentiell wichtig.

Schlagwörter

Achillessehne, Tendinose, Ruptur, Funktionelle Diagnostik, return to sports

G. Behrens et al.

Achilles tendon lesions in sport

Summary

The Achilles tendon is the strongest and largest tendon in the human body. Despite the size and strength of the tendon, tendinopathy and ruptures of the Achilles tendon account for a large proportion of tendon injuries in sports. With progressively increasing physical activity in the contemporary society, even in older age groups, complaints in the area of Achilles tendon gain clinical importance. Achilles tendon tendinopathy should be differentiated

REVIEW / SPECIAL ISSUE

Achillessehnenläsionen im Sport

Gerrit Behrens, Marlene Mauch, Ramona Ritzmann, Jochen Paul
Rennbahnklinik Muttentz, Schweiz

Eingegangen/submitted: 09.05.2019; akzeptiert/accepted: 26.07.2019

Online verfügbar seit/Available online: 20.08.2019

Einleitung

Die Achillessehne ist die stärkste und größte Sehne im menschlichen Körper [8]. Sie wird anatomisch als distaler Zusammenfluss der M. gastrocnemii und des M. soleus definiert und kann auch den M. plantaris longus miteinschließen [8,9]. Trotz ihres Durchmessers und ihrer Kräftigkeit machen Tendinosen und Rupturen der Achillessehne einen grossen Anteil der Sehnenverletzungen im Sport aus [2,14,18].

Direkte In-vivo-Messungen von Kräften während verschiedener Aktivitäten zeigten Belastungen der Achillessehne von 9000 N während des Laufens oder Belastungen, die bis zum 12,5-fachen des Körpergewichts betragen können [8,16]. Insbesondere durch die Zunahme der sportlichen Aktivität in der Bevölkerung, auch in höheren Altersstufen, gewinnen Beschwerden im Bereich der Achillessehne immer mehr an Bedeutung [10,14]. Im Profifußball machen Achillessehnenbeschwerden alleine 4% der gesamten Ausfallzeit aus und treten bei älteren Spielern häufiger auf [11].

Anatomie

Die Achillessehne geht aus der Fusion der Muskeln der M. gastrocnemii und des M. soleus hervor [8,9]. Durch die breitflächige Insertion am Calcaneus wird die Kraftübertragung im Drehpunkt des oberen

Sprunggelenkes über den Hebel des Calcaneus auf das kräftige Ligamentum plantae gesichert [8,32]. Die Gastrocnemius-Muskeln übernehmen 40%, die Soleusmuskulatur 30% und die Zehenflexoren die restlichen 30% der Plantarflexionskraft des Fusses [32]. Die Fasern der Achillessehne sind nicht streng vertikal ausgerichtet, sondern zeigen einen variablen Grad an Torsion [9]. Die Fasern der Achillessehne drehen sich zwischen o.g. Muskel und dem Calcaneus um bis zu 90° [9]. Die Sehnenfasern aus dem M. gastrocnemius fügen sich in den posterolateralen und die aus dem M. soleus in den posteromedialen Aspekt des Calcaneus ein [9]. Das Ausmaß dieser Rotation kann sehr individuell sein und wird durch die Position der Fusion zwischen den beiden Muskeln bestimmt, wobei eine distalere Fusion zu einer stärkeren Rotation führt [3,9]. Aufgrund der Verwindung, im Gegensatz zu einer vertikalen Anordnung, können Faserverzug und Reibung zwischen den Fasern abnehmen, was zu einer Erhöhung der Festigkeit führt [3,9]. Eine zu starke Verwindung kann jedoch auch zu einer Verengung der Gefäßnetzwerke führen [8].

Tendinose

Bei der Tendinose der Achillessehne sollte zwischen Insertions- und Midportion-Tendinose unterschieden werden [7,12,34]. Allgemein ist sie

between insertional and midportion tendinopathy. Complete ruptures of the Achilles tendon usually occur between the ages of 30 to 50 years. Essential for a sufficient treatment is a detailed anamnesis, structured clinical examination with supplementary imaging and functional diagnostics. To initiate an adequate therapeutic procedure, it is important to identify the locality and especially the origin of the complaints. Knowledge of the anatomy and biomechanics of the Achilles tendon are essential for both, conservative and operative treatment.

Keywords

achilles tendon– tendinopathy– rupture– functional diagnostics– return to sports

klinisch durch eine Kombination von Schmerzen und Schwellungen an der betroffenen Stelle gekennzeichnet, wobei als wichtige Konsequenz die resultierende Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird [12,34].

Die Ernährung der Sehne erfolgt durch Diffusion. Die gefäßführende Struktur hierbei ist das mehrschichtige Peritendineum, welches in die einzelnen Sehnenbündel einzieht und die einzelnen Faszikel ernährt [8]. Als Hauptursache für die Tendinose wird der Überlastungsreiz gesehen, wobei die exakte Ätiologie und Pathologie unklar sind [1]. Asymmetrische Beanspruchungen sowie zusätzliche Einschnürungen der Sehne, bspw. durch ein Retinaculum anulare begünstigen Tendinosen [17]. Auch falsches Schuhwerk, eingeschränkte Hüftgelenkbeweglichkeiten oder Ausweichbewegungen des Rückfußes durch Vorfußproblematiken kommen als Ursache infrage [32]. Die Tendinose läuft histopathologisch in vier Stadien ab: Anfänglich kommt es zur (1) zellulären Aktivierung und Zunahme der Fibroblastenzahl. Anschließend (2) erhöht sich die Grundsubstanz (Fibrin), bis es zu (3) Veränderungen in der Kollagensubstanz und Ödembildung und zur (4) Neovaskularisation kommt [1,32].

Ruptur

Komplette Rupturen der Achillessehne treten klassischerweise bei Athleten zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr auf [14]. Der typische Patient ist ein männlicher, 40-jähriger Sportler. Die Inzidenz wird mit ca. 37 auf 100.000 in der Erwachsenenpopulation angegeben [14]. Aufgrund einer aktiveren älteren Bevölkerung steigt die Inzidenz in den letzten Jahren progressiv an [14,26,33]. Ca. 3/4 aller Achillessehnenrupturen treten beim Sport auf [14]. Die anatomische Verwringung der Achilles-

sehnen-Anteile scheint einen erheblichen Einfluss auf die Rupturmechanismen zu haben. Durch Zugbelastung entstehen so die häufigen asymmetrischen Rupturen [17,27]. Langfristige Defizite in Kraft und Funktion können unabhängig der Behandlung auftreten und nur etwa 29 bis 87% der Athleten kehren zu ihrem ursprünglichen Niveau zurück [2,5,33].

Diagnostik

Die Patienten präsentieren sich mit Schmerzen in der Achillessehnenregion kombiniert mit funktionellen Defiziten. Diagnostisch stehen die Anamnese und klinische Untersuchung, bildgebend das Röntgen, der Ultraschall und die Magnetresonanztomographie (MRT) im Vordergrund [1,18]. Die funktionelle Diagnostik kann zusätzliche wichtige Informationen bezüglich der verbleibenden Funktion oder der Defizite liefern und gewinnt zunehmend an Bedeutung [21]. Laborchemisch sollten stoffwechselbedingte Ursachen ausgeschlossen werden [1]. Auch sollten Sehnenschädigungen durch Spritzenschädigungen, Infiltrationen mit Cortison oder die Einnahme von Flurcinnolonen ausgeschlossen werden [25]. Neuerlich bekannt ist auch, dass Renin-Angiotensin-II-Rezeptorantagonisten (Sartane) eine erhöhte Korrelation mit Achillessehnenrupturen zeigen [25].

Anamnese

Als Ursache von allmählich einsetzenden Schmerzen im Achillessehnen-Gebiet ist die Tendinose der Midportion am häufigsten [1]. Der Patient weist hier während der Anamnese auf den Schmerzpunkt im mittleren Teil der Sehne hin [1,12]. Die zweithäufigste Erkrankung ist die Insertionstendinose

und die damit verbundene Schleimbeutelentzündung (Bursitis subachillea/calcanea). Differentialdiagnostisch gilt es auch, an ein posteriores Impingement, aber auch an eine Tendinose der Plantarissehne oder ein Friktionsyndrom im Sinne von Verklebungen der Achillessehne mit seiner Umgebung zu denken [1,5]. Bei Patienten mit einer akuten Achillessehnenproblematik besteht der erste Schritt darin, eine kürzlich erlittene akute Ruptur auszuschließen, indem die Krankengeschichte des Patienten abgehört und einfache klinische Tests (siehe klinische Untersuchung) durchgeführt werden [1,18]. Bei akuten Achillessehnenrupturen hat der Patient selbst oder ein Zeuge die Diagnose oft bereits gestellt.

Klinische Untersuchung

Bei der Tendinose findet sich charakteristisch ein Klammerschmerz in der entsprechenden Region. Zudem besteht ein morgendlicher Anlaufschmerz, welcher unter Belastung und Bewegung meist rückläufig ist. Bei fortschreitendem Verlauf wird eine vermehrte Steifigkeit im Bereich des Rückfußes beschrieben. Die Achillessehne verdickt sich bis hin zu einer spindelförmigen Auftreibung [1]. Bei Pathologien im Insertionsbereich (Bursitis subachillea, calcanea und Exostosenbildungen) besteht typischerweise zusätzlich eine Schmerzzunahme bei Dorsalextension des Sprunggelenks (*Murphy-Zeichen*) [32]. Die Diagnose der Achillessehnenruptur kann auf der Grundlage von einfachen und kostengünstigen klinischen Tests gestellt werden [18]. Beim *Wadenkneiftest* (*Thompson-Test*) hängen die Füße des Patienten in Bauchlage über der Untersuchungsfläche. Mit der Handfläche drückt der Untersucher die Wadenmuskeln des Patienten sanft zusammen. Wenn

die Achillessehne intakt ist, kommt es zu einer Plantarflexion im OSG. Wenn die Achillessehne gerissen ist, bleibt das OSG ruhig oder es tritt nur eine minimale Plantarflexion auf [18]. Als weiterer noch sicherer Test steht der „*Hanging foot test*“ oder auch „*Matles test*“ zur Verfügung. Dieser Test wird ebenfalls in Bauchlage durchgeführt. Im wachen Zustand wird der Patient gebeten, die Kniegelenke aktiv um 90° zu beugen. Wenn der Patient narkotisiert ist, beugt der Untersucher beide Kniegelenke passiv um 90°. In beiden Fällen

wird die Position des OSG und des Fußes während der Beugung des Kniegelenkes beidseits beobachtet. Fällt der Fuß auf der betroffenen Seite in eine neutrale Position oder eine Dorsalextension, besteht ein Achillessehnenriss (*Abbildung 1A*). Auf der unverletzten Seite bleibt der Fuß in leichter Plantarflexion, wenn das Kniegelenk um 90° gebeugt wird [18]. Oft ist palpatorisch eine Delle im Bereich der Ruptur feststellbar. Dies stellt jedoch kein sicheres Zeichen dar. Auch lässt sich bei vorliegender Ruptur bei gestreckten

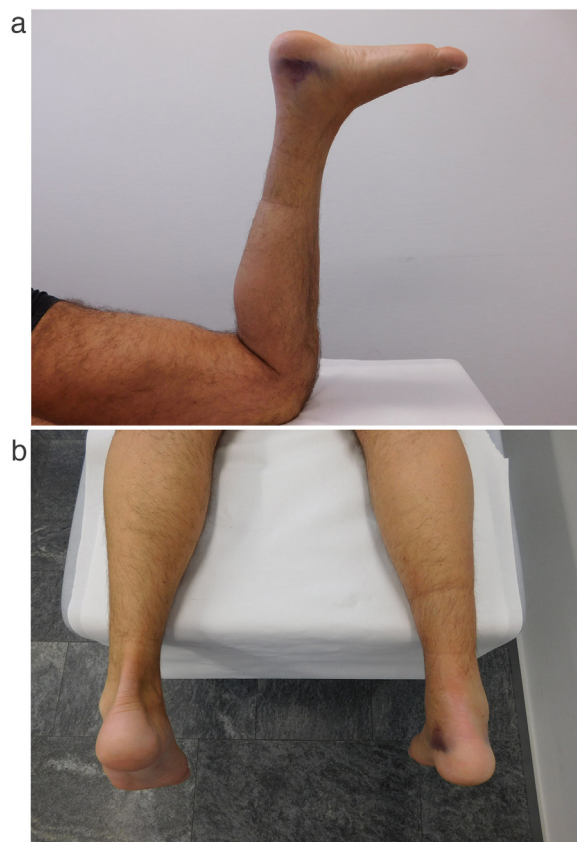


Abbildung 1A A 51-jähriger Patient, welcher beim Squashspielen einen plötzlichen „Knall und Schlag“ im Bereich der Achillessehne verspürt hat. Im Anschluss daran direkte Bewegungseinschränkung des Fußes und eingeschränkte Belastbarkeit. In der klinischen Untersuchung positiver „*Hanging-foot Test*“ ohne Vorspannung der Achillessehne und 0° Plantarflexionsstellung.

Abbildung 1B Gleicher Patient wie in *Abbildung 1* in Bauchlage. Im Seitenvergleich deutlicher „*Hanging-foot*“ (rechts) mit 0° Plantarflexionsstellung und ohne Vorspannung der Achillessehne.

Kniegelenken im Liegen eine Seitendifferenz der Vorspannung der Achillessehne (Plantarflektionstellung des Fußes) beobachten (Abbildung 1B). Trotz dieser klinischen Tests werden bis zu 25% der Achillessehnenrupturen übersehen [24].

Bildgebung

Eine kostengünstige und schnell durchführbare Diagnostik bietet die *Ultraschalluntersuchung*. Für eine zuverlässige Durchführung braucht es ausreichend Erfahrung und geeignete Geräte. Idealerweise ist der Untersucher auch der Behandler, da Anamnese und klinische Untersuchung mit dem Untersuchungsbefund besser in Zusammenhang gebracht werden können und somit die Zuverlässigkeit der Diagnose steigt [32]. Die Ultraschalluntersuchung ermöglicht es zudem, den Verlauf der Heilung operierter Achillessehnen zu kontrollieren, um dem Patienten, welcher zum Sport zurückkehren möchte, nützliche Informationen zu liefern [13].

Die zuverlässigere Methode der Diagnostik ist die *MRT-Untersuchung* [15]. So sind Aussagen über Qualität der Sehne, Stauungszeichen, Teiltraktionen und komplette Rupturen am sichersten möglich, sofern die Aufnahmen in drei Ebenen mit einer ausreichenden Schichtdicke und inklusive Gastrocnemiuspiegel angefertigt werden [32]. Zudem ist die MRT-Untersuchung sehr hilfreich in Hinblick auf den weiteren Behandlungsverlauf. Patienten mit Insertionstendinose und konfluenten intrasubstanziellen Signalveränderungen im MRT ohne offensichtliche Anzeichen einer Entzündung sprechen schlecht auf eine konservative Therapie an. Eine frühzeitige Identifizierung dieser Patienten und ein operativer Eingriff können zu einem früheren und besseren Wiedererlangen der Funktion führen [24].

Funktionelle Diagnostik

Neben dem Abstoßen des Fußes beim Gehen und Laufen und der Kraftübertragung auf den M. triceps surae hat die Sehne die Funktion, das Sprunggelenk zu stabilisieren [9,17]. Teiltrisse oder eine Kompletttraktur der Sehne führen zu Störungen und funktionellen Einschränkungen im Abrollverhalten, in der Kraftentwicklung und in der Stabilität [22]. Muskuläre Defizite und eine unterschiedliche Aktivierung der Muskeln und Beanspruchung der Sehnenanteile können den Stress erhöhen und somit Ursache für eine Tendinose oder Ruptur sein. Mithilfe der funktionellen Diagnostik können diese Defizite identifiziert werden. So kann eine Therapieeinleitung, aber auch objektivierte Kontrolle des Therapieverlaufs gewährleistet werden.

Das Messen der Bodenreaktionskräfte beim Gehen ermöglicht das Aufzeigen von Funktionseinschränkungen in der Abstoßkraft und gibt wichtige Hinweise über die Sehnenqualität [4,6,23,29]. Zur Erhebung der plantaren Druckverteilung und

der Bodenreaktionskräfte eignen sich Druckmessplatten, die in einer Gangstrecke oder auch in einem instrumentierten Laufband integriert sind (Abbildung 2).

Die isokinetische Kraftmessung ist ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung der Qualität der Kraftübertragung des M. triceps surae auf den Calcaneus [4,6,23,29]. Diese Messung hat den Vorteil, dass die Kraftentwicklung, aber auch die Kraftverhältnisse in jedem Gelenkwinkel beurteilt werden können (Abbildung 3). Zur Erhebung der Stabilität des Sprunggelenks eignen sich Gleichgewichtstests im Einbeinstand. Diese werden auf einer Kraftmessplatte durchgeführt. Ein gängiger Parameter zur Beurteilung der Stabilität ist die Auslenkung des Kraftangriffspunktes (Center Of Pressure-Weg) [30]. Der Unterschied zwischen verletztem und nicht-verletztem Bein sollte bei regelrechter Stabilität < 10% sein.

Die funktionelle Diagnostik hat im Vergleich zu den anderen diagnostischen Verfahren den Vorteil, dass sie

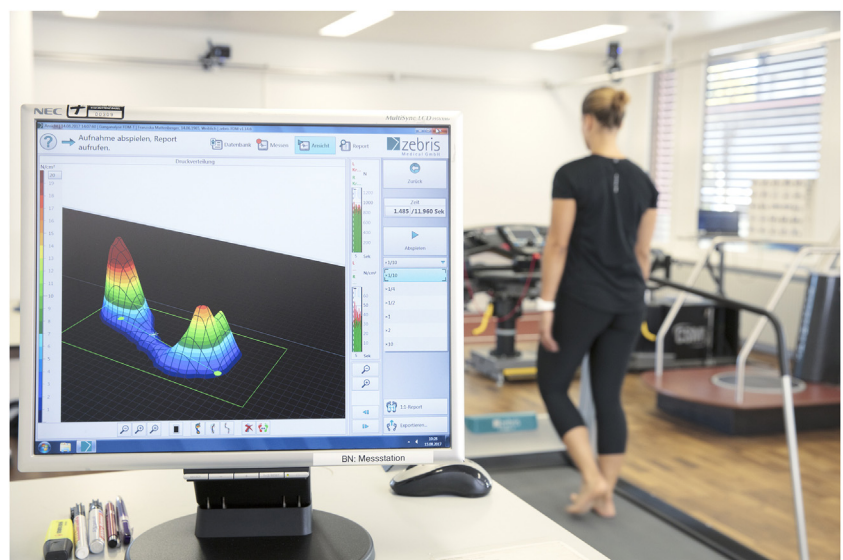


Abbildung 2

Instrumentiertes Laufband zur Erhebung der plantaren Druckverteilung und der Bodenreaktionskräfte mit integrierter Druckmessplatten.



Abbildung 3
Isokinetische Kraftmessung zur Ermittlung der Qualität der Kraftübertragung des M. triceps surae auf den Calcaneus inkl. EMG-Ableitungen.

die Funktion der Sehne in der Dynamik evaluiert. Sie kann somit in Kombination mit anderen diagnostischen Werkzeugen die Diagnosefindung und Therapiewahl maßgeblich unterstützen.

Therapie

Tendinosen

Erfahrene Kliniker beginnen mit der konservativen Behandlung, indem sie mögliche ätiologische Faktoren identifizieren und korrigieren [1]. Ziel der Behandlung ist die Verbesserung der Ernährungsfunktion des Gleitgewebes, die Korrektur der muskulären Dysbalance sowie die Therapie der möglichen Neovaskularisation. Am wichtigsten dabei ist die Anpassung der Sehnenbelastung des Patienten. Zuerst sollte die Belastung verringert werden, um die Symptome zu kontrollieren. Im Anschluss sollte dann die Belastung erhöht werden, um die Sehnenkapazität zu verbessern. Wenn vorhanden sollten auch Einschränkungen der Beweglichkeit, wie bspw. eine eingeschränkte Dorsalextension im OSG oder ein Hallux rigidus adressiert

werden. Die calcaneare Sehnenbelastung kann zudem durch spezifische Bandagen, lokale Massagen, Taping und geeignete Sportschuhrichtungen (insbesondere bei Fehlstellungen des Rückfußes) positiv beeinflusst werden [32]. In Bezug auf die nichtoperative Behandlung hat sich exzentrisch-konzentrisches Training als wirksamste Behandlungsmethode erwiesen [34]. Vielversprechende Ergebnisse werden in mehreren Studien für die extrakorporale Stoßwellentherapie gezeigt [34]. Gute Resultate werden für die Sklerosierungstherapie berichtet [1]. Hierbei wird beispielsweise Polidocanol, eine aliphatische, nicht ionisierte, stickstofffreie Substanz mit sklerosierender und anästhetischer Wirkung, im Bereich der Neovaskularisation vor der Sehne injiziert. Zu bemerken ist jedoch, dass Komplikationen im Sinne von Rupturen auftraten [1]. Cortisoninfiltrationen sollten aufgrund des deutlich erhöhten Rupturrisikos vermieden werden [25]. Eine vollständige Ruhigstellung ist weder bei der Tendinose noch bei einer Teilruptur sinnvoll, da die Sehnenernährung durch die Ruhigstellung beeinträchtigt

und verschlechtert wird. Eine die Sehne entlastende Absatzerhöhung wird weiterhin kontrovers diskutiert [28]. Aus Sicht der Autoren sollte sie vermieden werden, da sich hierdurch die muskuläre Dysbalance verstärkt und eine allfällige Rückfußinstabilität durch Erhöhung des Hebelarmes auf die Sehne entstehen kann [32]. Bei fehlender Wirkung der konservativen Therapie nach mindestens 12 Wochen und persistierenden Symptomen sollte eine operative Therapie in Erwägung gezogen werden.

Rupturen

Die operative Behandlung akuter Achillessehnenrupturen verringert das Risiko eines erneuten Risses im Vergleich zur konservativen Behandlung [26]. Die Reruptur-Raten sind generell jedoch niedrig und die Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen sind gering, wobei die Risikodifferenz 1,6% beträgt [26]. Die operative Behandlung führt zu einem erhöhten Risiko für andere Komplikationen mit einer Risikodifferenz von 3,3%, hauptsächlich aufgrund des erhöhten Infektionsrisikos [26]. Für Sportler besteht bei konservativer Therapie die Gefahr, die prätraumatische sportliche Aktivität aufgrund eines Kraftverlustes in Plantarflexion, einer funktionell verlängerten Achillessehne oder einer Reruptur nicht wieder aufnehmen zu können [2]. Daher sollte die konservative Therapie bevorzugt bei wenig aktiven Patienten und Patienten mit erhöhtem Operationsrisiko (bspw. Wundheilungsstörung bei Diabetes mellitus) eingesetzt werden [19]. Minimal-invasive Techniken reduzieren gegenüber offenen Operationstechniken das Risiko für Wundheilungsstörungen und Infekten. Sie bergen aber die Gefahr, asymmetrische Rupturformen und separate Soleusrupturen (bis zu 80% aller Rupturen) nicht

adäquat rekonstruieren zu können. Im Weiteren besteht eine erhöhte Gefahr von iatrogenen Nervenverletzungen [20].

Kenntnisse der funktionellen Anatomie der Achillessehne sind für eine operative Versorgung bei kompletter Ruptur essenziell. Die operative Rekonstruktion sollte die funktionelle Anatomie der Achillessehne wiederherstellen. Die von den Autoren favorisierte Technik ist die anatomische Rekonstruktion der Achillessehne in Klöppeltechnik [27]. Hierbei wird zunächst der M. soleus direkt rekonstruiert, um eine optimale Vorspannung zu erreichen. Anschliessend werden die Sehnenenden der beiden Gastrocnemius-Anteile «verklöppelt», wobei auch die anatomische Verwringung der Achillessehne rekonstruiert wird. Zusätzlich wird eine Rahmennahrt mittels der weit proximal gestrippten Plantarissehne durchgeführt und das proximale Ende aufgefächert. Dieses Gewebe wird dann als neue Gleitschicht um die Rupturzone gelegt und bildet das neue Peritendineum [27].

Return to sports

Tendinosen

Bei Sportlern und Patienten mit einer Tendinose der Achillessehne müssen zahlreiche Faktoren wie das Ausmaß der Sehnenverletzung, das Alter des Athleten, psychosoziale Faktoren, das Schmerzausmaß, das Ausmaß der Beeinträchtigungen und die Anforderungen des Sports bei der Planung der Rückkehr zum Sport berücksichtigt werden [1,27]. Nach einem Jahr sind 55% bis 90% der Patienten wieder sportlich aktiv, wobei jedoch bei bis zu 44% nach der Rückkehr zum Sport ein Rezidiv auftritt [1,2]. Das Ziel des vorgeschlagenen Return-to-sports-Programmes sollte darin bestehen, die

Sportteilnahme des Athleten zu fördern, während die Wahrscheinlichkeit eines erneuten Auftretens von Symptomen minimiert wird [2].

Rupturen

Vier von fünf Patienten kehren nach einem Achillessehnenriss durchschnittlich sechs Monate nach einer Verletzung zum Sport zurück [33]. Eine aktuelle Studie für den amerikanischen Profisport zeigt, dass eine Achillessehnenruptur eine schwerwiegende Verletzung ist, welche für 31% der Profispieler die Rückkehr zum Sport verhindert [31]. Athleten, die zurückkehren, spielen in weniger Spielen, haben weniger Spielzeit und sind auf einem niedrigeren Niveau als ihr Vorverletzungsstatus. Diese Funktionsdefizite sind jedoch nur ein Jahr nach operativer Versorgung im Vergleich zu den Kontrolltests zu sehen, sodass Spieler, die wieder zum Sport zurückkehren, eine Leistung erwarten können, die den unverletzten Kontrollen 2 Jahren postoperativ entspricht [31]. Allerdings wird bei dieser Untersuchung nicht nach Art der Therapie / Operation unterschieden.

Unabhängig davon, ob es sich um eine operative oder konservative Behandlung handelt, ist die Entscheidung, zum Sport zurückzukehren, oft zeitabhängig. Traditionelle Empfehlungen besagen einen Beginn mit dem Joggen nach 12 bis 16 Wochen [2]. Nach 16 bis 20 Wochen soll die Rückkehr zum kontaktlosen Sport und nach 20 bis 24 Wochen zum Kontaktsport erfolgen [12,32]. Ausschließlich zeitbasierte Rehabilitationsprotokolle sind jedoch nicht individuell auf den Patienten ausgerichtet und können unzureichend sein. Für eine individuelle Beurteilung sind funktionsorientierte Kriterien besser geeignet. Daher empfehlen die Autoren eine kombinierte zeit- und kriterien-basierte Rehabi-

litation [21]. Die Kraft der Wadenmuskulatur, aber auch die Sehnenfunktion im Bewegungsablauf kann neben den klinischen Tests durch die funktionelle Diagnostik objektiviert werden. Sie kann unterstützend in der Steuerung des Rehabilitationsverlaufs und zu den kritischen Zeitpunkten, wie beispielsweise zum Beginn des Schnelldkrafttrainings oder Wiedereinstieg in den Sport, eingesetzt werden.

Diskussion

Sportverletzungen der Achillessehne sind häufig [2,14,18]. Eine strukturierte Anamnese ist essentiell [1,18]. Die Diagnostik wird komplementiert durch die Bildgebung und funktionelle Diagnostik [13,21]. Wichtige konservative therapeutische Maßnahmen sind der Ausgleich von muskulären Dysbalancen, Führungsverbesserung des Calcaneus durch Taping, Bandagen oder Einlagen, Schuhwerkanpassungen und Änderungen in der Trainingsstruktur und -intensität [32,34]. Ein nachgewiesener Hauptschwerpunkt liegt im exzentrisch-konzentrischen Training. Extrakorporale Stoßwellentherapie, Sklerosierungen und Hyperthermie sowie weitere systemische und lokale antiinflammatorische Maßnahmen haben ergänzenden Charakter [1,34]. Bei Versagen der konservativen Therapie, insbesondere bei Tendinosen, kommt eine operative Sanierung infrage [1]. Achillessehnenrupturen gehören aus Sicht der Autoren bei sportlich aktiven Patienten mit einem hohen Funktionsanspruch operativ versorgt, wobei hier die Anatomie und Mechanik der Sehne respektiert werden muss [9,27].

Unabhängig davon, ob eine operative oder konservative Therapie durchgeführt wird, können Komplikationen wie

Wadenmuskelschwäche, Sehnenverlängerungen und Gangstörungen nach der Verletzung bestehen bleiben [2,12]. Daher ist es wichtig, den Patienten zu ermutigen, an einem umfassenden Rehabilitationsprogramm teilzunehmen und im Idealfall seine volle Aktivität wiederaufzunehmen. Es muss darauf geachtet werden, dass Hindernisse für die erfolgreiche Wiederaufnahme der Aktivität identifiziert werden [2,12]. Insbesondere die Frühphase der Rehabilitation sollte genauestens überwacht werden, da weitere Verbesserungen im späteren Verlauf nur geringfügig erzielt werden können. Eine kombinierte Zeit- und Kriterienbasierte Rehabilitation ist einer ausschließlich zeitbasierten Rehabilitation hier überlegen [2,12].

Interessenkonflikt

Die Autoren geben keinen Interessenkonflikt an.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Alfredson, J. Cook, A treatment algorithm for managing Achilles tendinopathy: New treatment options, *Br. J. Sports Med.* (2007).
- [2] C.L. Ardern, P. Glasgow, A. Schneiders, E. Witvrouw, B. Clarsen, A. Cools, B. Gojanovic, S. Griffin, K.M. Khan, H. Moksnes, S.A. Mutch, N. Phillips, G. Reurink, R. Sadler, K.G. Silbernagel, K. Thorborg, A. Wangenstein, K.E. Wilk, M. Bizzini, 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern, *Br. J. Sports Med.* (2016).
- [3] A. Arndt, G.P. Brüggemann, J. Koebeke, B. Segesser, Asymmetrical loading of the human triceps surae: II. Differences in calcaneal moments, *Foot Ankle Int.* (1999).
- [4] A. Arslan, S.K. cepni, T. Sahinkaya, C. May, H. Mutlu, A.S. Parmaksizog?lu, Functional outcomes of repair of Achilles tendon using a biological open surgical method *Acta Orthop, Traumatol. Turc.* (2014).
- [5] P. Brukner, B. Clarsen, J. Cook, A. Cools, K. Crossley, M. Hutchinson, P. McCrory, R. Bahr, K. Kahn, Pain in the Achilles region, in: *Brukner Khan's Clin Sport. Med.*, 5th ed., McGraw-Hill Education Australia, Ne New South Wales, 2016, pp. 865–892.
- [6] A.P.H. Chan, Y.Y. Chan, D.T.P. Fong, P. Y.K. Wong, H.Y. Lam, C.K. Lo, P.S.H. Yung, K.Y. Fung, K.M. Chan, Clinical and biomechanical outcome of minimal invasive and open repair of the Achilles tendon Sport, *Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.* (2011).
- [7] C.N. van Dijk, M.N. van Sterkenburg, J. I. Wiergerinck, J. Karlsson, N. Maffulli, Terminology for Achilles tendon related disorders, *Knee Surgery Sport, Traumatol. Arthrosc.* (2011).
- [8] M.N. Doral, M. Alam, M. Bozkurt, E. Turhan, O.A. Atay, G. Dönmez, N. Maffulli, Functional anatomy of the Achilles tendon, *Knee Surgery Sport, Traumatol. Arthrosc.* (2010).
- [9] M. Edama, M. Kubo, H. Onishi, T. Takabayashi, T. Inai, E. Yokoyama, W. Hiroshi, N. Satoshi, I. Kageyama, The twisted structure of the human Achilles tendon *Scand. J. Med. Sci. Sport.* (2015).
- [10] B.J. Erickson, G.L. Cvetanovich, B.U. Nwachukwu, L.D. Villaruel, J.L. Lin, B. R. Bach, F.M. McCormick, Trends in the management of achilles tendon ruptures in the united states medicare population 2005–2011, *Orthop, J. Sport. Med.* (2014).
- [11] M. Gajhede-Knudsen, J. Ekstrand, H. Magnusson, N. Maffulli, Recurrence of Achilles tendon injuries in elite male football players is more common after early return to play: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study, *Br. J. Sports Med.* (2013).
- [12] K. Grävare Silbernagel, K.M. Crossley, A Proposed Return-to-Sport Program for Patients With Midportion Achilles Tendinopathy: Rationale and Implementation, *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.* (2015).
- [13] K. Hiramatsu, A. Tsujii, N. Nakamura, T. Mitsuoka, Ultrasonographic Evaluation of the Early Healing Process After Achilles Tendon Repair, *Orthop. J. Sport. Med.* (2018).
- [14] S. Houshian, T. Tscherning, P. Riegels-Nielsen, The epidemiology of achilles tendon rupture in a Danish county, *Injury.* (1998).
- [15] K.M. Khan, B.B. Forster, J. Robinson, Y. Cheong, L. Louis, L. Maclean, J.E. Taunton, Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders?. A two year prospective study, *Br. J. Sports Med.* (2003).
- [16] P.V. Komi, Relevance of in vivo force measurements to human biomechanics, *J. Biomech.* (1990).
- [17] C. Lersch, A. Grötsch, B. Segesser, J. Koebeke, G.P. Brüggemann, W. Pott-hast, Influence of calcaneus angle and muscle forces on strain distribution in the human Achilles tendon, *Clin. Biomech.* (2012).
- [18] N. Maffulli, The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon: A prospective study in 174 patients, *Am. J. Sports Med.* (1998).
- [19] N. Maffulli, A. Ajis, U.G. Longo, V. Denaro, Chronic Rupture of Tendo Achillis, *Foot Ankle Clin.* (2007).
- [20] M. Majewski, M. Rohrbach, S. Czaja, P. Ochsner, Avoiding sural nerve injuries during percutaneous achilles tendon repair, *Am. J. Sports Med.* (2006).
- [21] M. Mauch, M. Ulrich, X. Kaelin, B. Segesser, J. Paul, Biomechanische Evaluation des Rehabilitationsverlaufs nach operativer Versorgung der Achillessehnenruptur, *Sportverletzung-Sportschaden.* (2017).
- [22] P. McNair, A. Nordez, M. Olds, S.W. Young, C. Cornu, Biomechanical properties of the plantar flexor muscle-tendon complex 6 months post-rupture of the Achilles tendon, *J. Orthop. Res.* (2013).
- [23] F. Naim, A. Simsek, S. Sipahioglu, E. Esen, G. Cakmak, Evaluation of the surgical results of Achilles tendon ruptures by gait analysis and isokinetic muscle strength measurements, *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* (2005).
- [24] C.W. Nicholson, G.C. Berlet, T.H. Lee, Prediction of the Success of Nonoperative Treatment of Insertional Achilles Tendinosis Based on MRI, *Foot Ankle Int.* (2007).
- [25] T. Nyyssönen, I. Lantto, P. Lühje, T. Selander, H. Kröger, Drug treatments associated with Achilles tendon rupture. A case-control study involving 1118 Achilles tendon ruptures, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* (2018).
- [26] Y. Ochen, R.B. Bekas, M. Van Heijl, F. Hietbrink, L.P.H. Leenen, D. Van Der Velde, M. Heng, O. Van Der Meijden, R. H.H. Groenwold, R.M. Houwert, Operative treatment versus nonoperative treatment of Achilles tendon ruptures: Systematic review and meta-analysis, *BMJ.* (2019).
- [27] J. Paul, A.H. Heitner, C. Byner, M. Mauch, B. Segesser, Anatomische

Rekonstruktion der Achillessehne in Klöppeltechnik Anatomische Rekonstruktion der AS, Universimed - Medizin Im Fokus. (2017).

- [28] C.L. Rabusin, H.B. Menz, J.A. McClelland, J.M. Tan, G.A. Whittaker, A.M. Evans, S.E. Munteanu, Effects of heel lifts on lower limb biomechanics and muscle function: A systematic review, *Gait Posture*. (2019).
- [29] C. Rosso, D.M. Buckland, C. Polzer, P. Sadoghi, R. Schuh, L. Weisskopf, P. Vavken, V. Valderrabano, Long-term biomechanical outcomes after Achilles tendon ruptures, *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* (2015).
- [30] M. Scholes, S. Stadler, D. Connell, C. Barton, R.A. Clarke, A.L. Bryant, P.

Malliaras, Men with unilateral Achilles tendinopathy have impaired balance on the symptomatic side, *J. Sci. Med. Sport.* (2018).

- [31] D.P. Trofa, J.C. Miller, E.S. Jang, D.R. Woode, J.K. Greisberg, J.T. Vosseller, Professional Athletes' Return to Play and Performance after Operative Repair of an Achilles Tendon Rupture, *Am. J. Sports Med.* (2017).
- [32] V. Valderrabano, M. Engelhardt, H.H. Küster, Die Achillessehne im Sport, in: *Fuss Sprunggelenk Und Sport, Deutscher Ärzte-Verlag* (2009) 110–125.
- [33] J.A. Zellers, M.R. Carmont, K.G. Silbernagel, Return to play post-Achilles tendon rupture: A systematic review and meta-analysis of rate and measu-

res of return to play, *Br. J. Sports Med.* (2016).

- [34] R. Zwiers, J.I. Wiegerinck, C.N. van Dijk, Treatment of midportion Achilles tendinopathy: an evidence-based overview, *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* (2016).

Korrespondenzadresse:

Rennbahnklinik, Kriegackerstrasse 100,
CH-4132 Muttensz, Basel.
Tel.: +41 (0)61 465 64 68.
fax: +41 (0)61 465 64 69
E-Mail: jochen.paul@rennbahnklinik.ch

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect



ELSEVIER

You're reading this...
Think of how many others could be too

For advertising information please contact:

Marcel Fischer
Advertising Management
Kirchgasse/Vicolo della chiesa 3
I-39030 Olang/Valdaora (BZ)
Italien-Südtirol/Italia-Alto Adige
mailto:marcel.fischer@elsevier.com
Phone: +39 0474 496 665
Mobile: +39 3480159984