

Bachelorarbeit

Exzentrisches Training bei chronischer Mid-Portion- Achillodynie

**Fionda Bruggmann
Rüden
9203 Niederwil
07-164-643**

**Karin Keller
Dorfstrasse 4
9204 Andwil
07-166-002**

Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahr:	2007
Eingereicht am:	21. Mai 2010
Betreuende Lehrperson:	Monika Bodmer

Bachelorarbeit

Exzentrisches Training bei chronischer Mid-Portion- Achillodynie



**Welche effektiven exzentrischen Trainingsformen zur physiotherapeutischen
Behandlung der chronischen Achillodynie bei Freizeitsportlern, die über
einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten Schmerzen haben, sind in der
Literatur beschrieben?**

Inhaltsverzeichnis

1 Abstract	5
2 Einleitung.....	6
2.1 Methodik	8
3 Chronische Achillodynie	10
3.1 Definition der Achillodynie.....	10
3.2 Anatomie der Achillessehne	13
3.3 Mikroanatomie der Achillessehne	15
3.4 Pathologie der Achillodynie.....	15
3.5 Ätiologie und Epidemiologie der Achillodynie	17
3.6. Definition Exzentrik	18
4 Zusammenfassungen und Ergebnisse der Studien.....	19
4.1 Bewertungen der Studien	31
5 Diskussion	34
5.1 Population.....	34
5.2 Kontrollgruppen	37
5.3 Diagnostik	38
5.4 Interventionen	39
5.5 Resultate und Outcome measures	42
5.6 Studiendauer und Follow-up	46
5.7 Physiologische Auswirkungen des exzentrischen Trainings	47
5.8 Auffälligkeiten der Studien	49
6 Schlussfolgerung.....	50
6.1 Theorie-Praxis-Transfer	50
6.1.1 Trainingsempfehlung	51
6.2 Forschungsempfehlungen	54
7 Danksagung	55

8 Verzeichnisse	56
8.1 Literaturverzeichnis.....	56
8.2 Abbildungsverzeichnis	59
8.3 Tabellenverzeichnis	60
8.4 Abkürzungsverzeichnis	60
9 Eigenständigkeitserklärung	61
10 Anhänge	62
10.1 Matrix	62
10.2 FAOS	70

1 Abstract

Hintergrund: Chronische Achillodynie ist ein häufiges Problem bei Freizeitsportlern. Exzentrisches Training der Achillessehne scheint als Behandlung viel versprechend zu sein und findet häufig Anwendung in der Praxis.

Ziel: Die Absicht dieser Arbeit war, effektive exzentrische Trainingsformen, welche in der Literatur beschrieben sind, zu finden und zu analysieren. Ein weiteres Ziel war, als Schlussfolgerung ein effektives exzentrisches Training für die praktische Anwendung in der Physiotherapie zu ermitteln und zu empfehlen.

Methode: In ausgewählten Datenbanken wurden Studien gesucht mit den Einschlusskriterien, dass die Intervention aus einem exzentrischen Training bestand, die Probanden Schmerzen im Bereich von 2-6 cm oberhalb der Insertion am Calcaneus hatten, die Achillodynie mittels Ultrasonographie diagnostiziert wurden, dass eine Schmerzdauer von mindestens 3 Monaten vorlag und dass die Patienten Freizeitsportler waren. Es wurden acht Studien ausgewählt und deren Daten analysiert und diskutiert.

Resultate: Die sieben Studien, welche das exzentrische Training nach Alfredson et al. (1998) verwendeten und teilweise anpassten, sowie auch die Studie, in welcher die Probanden nach dem Training von Silbernagel et al. (2001) trainierten, erzielten einen signifikanten Erfolg bezüglich Schmerzsenkung. Auch in den Bereichen Kraft, Funktionalität und Veränderung der Sehnenstruktur waren nach dem Training deutliche Verbesserungen auszumachen. Mit anderen Trainings wie Stretching und konzentrischem Krafttraining konnten oben genannte Punkte ebenfalls positiv beeinflusst werden.

Schlussfolgerung: Exzentrisches Training bei Freizeitsportlern mit chronischer Mid-Portion-Achillodynie erzielt signifikante Verbesserungen bezüglich Schmerzen, Kraft, Funktionalität und Normalisierung der Sehnenstruktur. Das exzentrische Training ist somit eine effektive Behandlungsmethode der chronischen Achillodynie, es ist aber nicht nachgewiesen, dass es die erfolgreichste Methode ist, da es Alternativen gibt, welche eine ähnlich positive Wirkung erzielen. Es werden weitere Studien mit verbessertem Design, vergleichbaren Gruppen und aussagekräftigen Outcome measures benötigt, um die Erkenntnisse dieser Literaturstudie zu bekräftigen.

2 Einleitung

Lamprecht, Fischer und Stamm (2008) stellten in einer Studie des Bundesamts für Sport (BASPO) fest, dass immer mehr Personen der Schweizer Bevölkerung Sport treiben. Als Grund wurde nicht nur das Vergnügen angegeben, auch die Gesundheit lag über 95% der Befragten am Herzen. Einziger Wehmutstropfen dieser sonst erfreulichen Resultate waren die häufigen Verletzungen: 12% der Befragten bestätigten, sich im vorhergehenden Jahr durch eine sportliche Betätigung eine Verletzung oder Schmerzen zugezogen zu haben.

Ein häufiges Problem sind chronische Schmerzzustände an der Achillessehne, oft verursacht durch Überbelastungen. Nach Kingma, de Knikker, Wittink, und Takken (2006) ist bei Freizeitläufern in 6-18% aller Verletzungen die Achillessehne betroffen, unter anderem ist häufig das Bild der chronischen Achillodynie anzutreffen. Obwohl intensiv Forschung zu diesem Thema betrieben wurde und wird, besteht immer noch eine klare Lücke bezüglich der Ätiologie, Pathologie und dem optimalen konservativen Management bei Schmerzzuständen an der Achillessehne (Rompe, Furia, und Maffulli, 2008).

Die Behandlung der chronischen Achillodynie erfolgt primär konservativ (Roos, Engström, Lagerquist, und Söderberg, 2004). Deshalb ist es umso wichtiger, die Effektivität der konservativen Massnahmen, speziell des vielverwendeten exzentrischen Trainings, zu ermitteln. Die Autorinnen haben in ihrem Praxisalltag schon einige Patienten mit einer Achillodynie angetroffen und unter anderem die exzentrische Trainingsform in der Behandlung angewendet. Ausserdem weckte das Laufen, eine Freizeitaktivität der Autorinnen, das Interesse, sich näher mit der Achillessehne zu beschäftigen.

Aus diesen Gründen entschlossen sich die Autorinnen die Bachelorarbeit über dieses Thema zu schreiben. Einerseits soll ihr Hintergrundwissen zur Achillessehne erweitern werden und andererseits die wissenschaftlichen Ergebnisse über die Auswirkungen des exzentrischen Trainings zusammengetragen werden.

Zum Ursprung des exzentrischen Trainings ist folgende Anekdote bekannt. Nach Hirschmüller und Südkamp (2010) war Hakan Alfredson ein aktiver Sportler und litt an chronischen Schmerzen der Achillessehne, welche nie besser wurden. Daher wollte er sich operieren lassen, jedoch war der Chirurg nur bereit eine

Achillessehnenruptur zu operieren. Also war Hakan Alfredsons Ziel, seine Achillessehne zum Reissen zu bringen. So stand er tagtäglich mit dem Vorfuss auf eine Treppenstufe und senkte seine Ferse unter Körpergewichtsbelastung aus der Plantarflexion in die Dorsalextension. Damit wollte er eine kontrollierte Sehnenruptur provozieren. Doch anstatt zu einer Ruptur kam es nach einigen Wochen zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Beschwerden. Damit legte Hakan Alfredson einen Grundstein für eine neue Behandlungsmethode für Achillessehnenbeschwerden.

Alfredson, Pietilä, Jonsson, und Lorentzon (1998) waren unter den ersten Forschern, die das exzentrische Training, welches in der folgenden Zeit immer wieder Inhalt verschiedener Studien wurde, wissenschaftlich untersuchten.

Unter anderem wurden Studien durchgeführt, welche das exzentrische Training zur Behandlung von Achillessehnenrupturen oder chronischen Achillessehnenbeschwerden untersuchten. Auch wurde unterschieden, ob das exzentrische Training bei Freizeitsportlern oder Profisportlern angewendet wurde. Dies zeigt auf, dass das exzentrische Training ein sehr grosses Gebiet abdeckt, weshalb die Autorinnen die Fragestellung konkretisieren mussten. Sie beschränkten sich darauf, in der Literatur nur die Wirkung des exzentrischen Trainings bei Freizeitsportlern mit einer Mindestschmerzdauer von 3 Monaten zu untersuchen. Dies führte zu folgender Fragestellung:

Welche effektiven exzentrischen Trainingsformen zur physiotherapeutischen Behandlung der chronischen Achillodynie bei Freizeitsportlern, die über einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten Schmerzen haben, sind in der Literatur beschrieben?

Um das Hintergrundwissen zur Thematik zu vermitteln, werden zu Beginn dieser Arbeit die Anatomie, Pathologie, Ätiologie und Epidemiologie der Achillessehne genauer erläutert, zudem wird ein einheitlicher Begriff des Krankheitsbilds für die Arbeit definiert. Unter Berücksichtigung dieses Vorwissens können die nachfolgenden Studien analysiert und beurteilt werden. Im übrigen Teil wird mit Hilfe der ausgewählten Studien die Fragestellung beantwortet.

Um den Lesefluss und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wird in der ganzen Arbeit nicht wertend die männliche Form verwendet, die weibliche Form ist darin eingeschlossen. Da sich die Autorinnen vor allem auf die Analyse und Diskussion des exzentrischen Trainings konzentriert haben, wird im Folgenden die Gruppe, welche das exzentrische Training absolviert hat, als Interventions- oder Experimentengruppe bezeichnet. Die jeweilige Gruppe, welche eine andere Therapie erfahren hat, wird Kontrollgruppe genannt.

2.1 Methodik

Um die Fragestellung beantworten zu können wurde primär eine systematische elektronische Suche in folgenden Datenbanken mit den aufgelisteten Suchbegriffen durchgeführt:

Datenbanken	Suchbegriffe
PubMed, Cochrane Library, PEDro, Medline	“achillodynia”
	“tendinosis”
	“eccentric training” and “tendinopathy”
	“achillestendon” and “eccentric exercise” (and “tendinopathy”)
	“eccentric muscle training”

Tabelle 1: Elektronische Suche

Sekundär erfolgte die Suche nach geeigneten Studien manuell, durch die Prüfung der Referenzlisten von fünf Reviews, welche durch oben genannte Suchbegriffe gefunden wurden (Kingma et al., 2007; Rompe et al., 2008; Satyendra & Byl, 2006; Van Usen & Pumberger, 2007; Wasielewski & Kotsko, 2007).

Es wurden zahlreiche Studien zur Thematik gefunden, welche auf folgende festgelegte Einschlusskriterien geprüft wurden:

- Exzentrisches Training als Hauptintervention
- Achillessehnenbeschwerden 2-6 cm oberhalb der Insertion am Calcaneus
- Bildgebende Diagnostik
- Schmerzdauer von mindestens 3 Monaten
- Freizeitsportler als Probanden
- Publikation nach dem Jahr 2000

Tabelle 2: Einschlusskriterien

Für die Beantwortung der Fragestellung wurden acht Studien ausgewählt, von denen die meisten die festgelegten Einschlusskriterien erfüllen. Silbernagel, Thomeé, und Karlsson (2001) verwendeten keine bildgebende Diagnostik, die Studie wurde aber dennoch eingeschlossen, da sie alle anderen Kriterien erfüllt, vor allem aber weil einzig in dieser Studie ein anderer Aufbau des exzentrischen Trainings zu finden ist. Auch in der Studie von Roos et al. (2004) wurde keine Diagnostik mittels Ultraschographie gemacht, dennoch wurde sie eingeschlossen, da sie einen sehr guten Studienaufbau vorweist und zudem mittels PEDro-Skala als gut bewertet wurde.

Die Studie von Alfredson et al. (1998) bildet eine Ausnahme bezüglich des Publikationsdatums, wurde aber eingeschlossen, da sie die Grundlage bezüglich des exzentrischen Trainings für die meisten nachfolgenden Studien bildet.

Die gefundenen RCTs wurden mittels PEDro-Skala bewertet. Für die Bewertung der restlichen Studien wurde die Leitlinie nach Scherfer (2006) verwendet.

Über das Netzwerk von Bibliotheken und Informationsstellen in der Schweiz (NEBIS) wurde die Fachliteratur über Achillessehnenproblematiken und für Hintergrundinformationen beschafft. Ausserdem erfolgte eine weitere Recherche in obengenannten elektronischen Datenbanken, wodurch Studien mit theoretischem Hintergrund zur Achillodynie und des exzentrischen Trainings gefunden wurden.

3 Chronische Achillodynie

Folgend wird das Grundwissen zur chronischen Achillodynie aufgeführt. Dies dient als Grundlage zur Auseinandersetzung mit der Fragestellung. Es werden vor allem Punkte bearbeitet, welche für das Verständnis des Krankheitsbildes und des exzentrischen Trainings essenziell sind. Ausserdem ist es für die Beantwortung der Fragestellung unumgänglich, einen für diese Arbeit einheitlichen Begriff zu definieren.

3.1 Definition der Achillodynie

In der Literatur werden verschiedene Bezeichnungen für chronische Beschwerden an der Achillessehne verwendet. Im angloamerikanischen Schrifttum wird oft der Begriff „Achilles tendinitis“ benutzt. Histologisch konnte jedoch kein entzündliches Geschehen nachgewiesen werden, es handelt sich vor allem um eine degenerative Veränderung mit Gefässneubildungen, der sogenannten Neovaskularisation (Lohrer, 2006). Auch laut Brukner und Khan (2006) ist der Begriff „Achilles tendinitis“ nicht optimal, da es sich nicht um eine Entzündung handelt, treffender wäre für ihn der Begriff „Achilles tendinopathy“.

Weiter werden die Begriffe Tendinose, Tendinopathie und Achillodynie verwendet. Diese Begriffe widerspiegeln jedoch alle dieselbe Symptomatik, wobei keine einheitliche Bezeichnung existiert.

Die Autorinnen entschieden für diese Arbeit den Begriff Achillodynie zu verwenden, da die Definition das Beschwerdebild am treffendsten beschreibt. Nach Lohrer (2006) handelt es sich bei der Achillodynie um ein chronisch progredientes und meist sportindiziertes Krankheitsbild. Dieses ist charakterisiert durch Druck- und Ruhe-, beziehungsweise Belastungsschmerzen der Achillessehne und/oder des Paratendon, 2-7 cm oberhalb des Ansatzes am Calcaneus. Ausserdem sind nach Lindner (2007) Veränderungen durch bildgebende Verfahren sichtbar.

Die Achillodynie wird anhand der Lokalisation unterschieden. Das obengenannte Beschwerdebild wird auch Mid-Portion-Achillodynie genannt, da die Schmerzen 2-

7 cm oberhalb der Insertion auftreten, also im mittleren Teil der Achillessehne. Treten die Beschwerden an der Insertion der Achillessehne auf, wird von einer Insertions-Achillodynie gesprochen. Nach Brukner und Khan (2006) haben Patienten mit Mid-Portion-Achillodynie eine bessere Prognose als Patienten mit einer Insertions-Achillodynie, daher sollten diese beiden Definitionen unterschieden werden.

In der vorliegenden Arbeit wird grundsätzlich nur auf die Mid-Portion-Achillodynie eingegangen. Nach Hirschmüller und Südkamp (2009), Brukner und Khan (2006) und Lindner (2007) weisen Patienten mit diesem Beschwerdebild folgende Symptome und Verläufe auf.

Verlauf	
Schmerzbeginn	- plötzlich oder schleichend
Schmerzstärke	- Bereich von wenig bis stark
Schmerzdauer	- Bereich von Tagen zu Jahren - oft lange Geschichte mit belastungsabhängigen Schmerzen
Behinderung	- kann leicht bis schwer sein

Symptome	
Schmerzen/Steifigkeit	- direkt nach dem Aufstehen am Morgen oder zu Beginn einer sportlichen Belastung - nach Anlauf- oder Aufwärmphase bessern sich die Schmerzen meist, nach längerer Belastung werden sie wieder stärker - im späteren Stadium kann es zu konstanten Schmerzen kommen
Kraft	- verminderte Kraft und Ausdauer des M. triceps surae

Diagnostik	
Schwellung	<ul style="list-style-type: none"> - meist druckdolent, etwa 2-7 cm oberhalb des Sehnenansatzes - gleitet bei passivem Bewegen des Fusses hin und her
Schmerzen	<ul style="list-style-type: none"> - können durch Palpation ausgelöst werden - typischerweise im Bereich der Verdickung/Schwellung
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none"> - pathologisch gesteigerte Kapillardurchblutung - Strukturveränderungen - hypoechoische Bereiche

Tabelle 3: Verlauf, Symptome und Diagnostik der Achillodynie

3.2 Anatomie der Achillessehne

Die Achillessehne (Tendo calcaneus) ist die stärkste Sehne des Menschen und kann eine Belastung vom 12.5-fachen Körpergewicht aushalten (Krämer, 2006). Sie setzt sich aus den Sehnen des M.gastrocnemius, des M.soleus und des M. plantaris zusammen, welche gemeinsam auch M.triceps surae genannt werden.

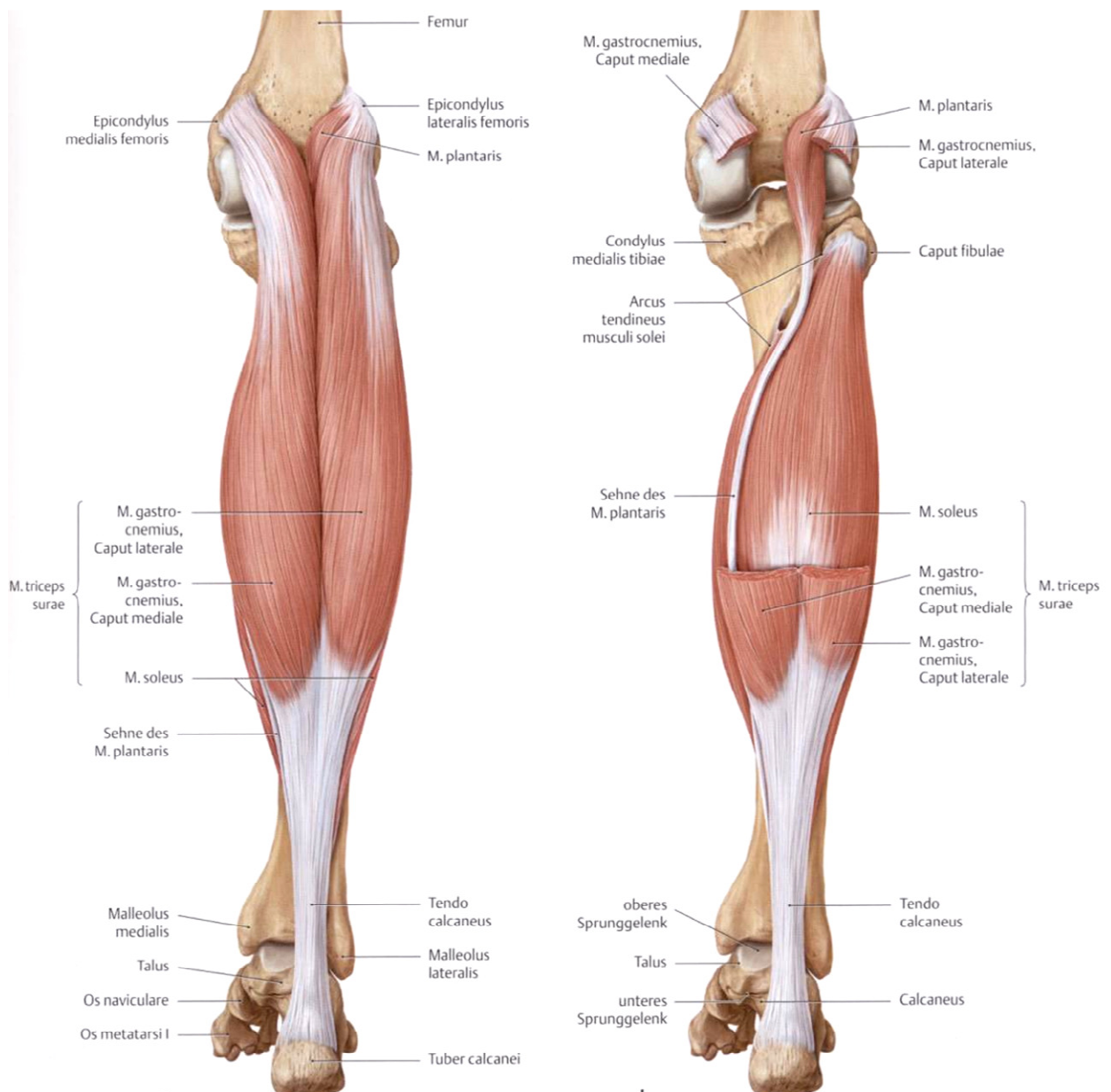


Abb.1: Anatomie der Achillessehne

Nach Hochschild (2002) ist die Funktion des M.triceps surae die Plantarflexion im oberen Sprunggelenk und die Knieflexion und -stabilisation.

Der Ursprung des zweiköpfigen M.gastrocnemius liegt am Caput mediale und laterale des Femurs. Er mündet in eine 11-26 cm lange Sehne, welche distal Richtung Calcaneus schmaler und rundlicher wird.

Der tiefer gelegene M.soleus entspringt am Caput fibulae und der Linea M.solei tibiae, seine Sehne ist mit 3-11 cm deutlich kürzer. Der M.plantaris tritt un stetig auf und entspringt dorsal am lateralen Femurkondylus (Waldvogel, 2007).

Die Sehnenaponeurosen dieser drei Muskeln vereinigen sich 5-8 cm proximal vom Calcaneus zur Achillessehne (Krämer, 2006).

Die Insertion des M.gastrocnemius medius liegt im lateralen Anteil und diejenige des M.gastrocnemius lateralis im medialen Anteil des Tuber calcaneus. Die Sehne des M.soleus inseriert posterior am Tuber calcaneus. Durch diese Sehnenverläufe entsteht eine Verdrehung und Überkreuzung der einzelnen Anteile. Die Gesamtdrehung beträgt ca. 90° und ist im Bereich der Sehnentaille (ca. 2-6 cm proximal der Insertionsstelle) am stärksten (Lindner, 2006). Dieser Bereich wird auch als kritische Zone angesehen, da hier die Sehne ähnlich wie eine Gleitsehne auf Zug, Schub und Druck beansprucht wird (Petersen, Pufe, Pfrommer, und Tillmann, 2005).

Laut Petersen et al. (2005) ist auch der Insertionsbereich der Sehne häufig von Schäden betroffen. Zwischen der Achillessehne und dem Processus posterior des Calcaneus im Ansatzbereich befindet sich die Bursa subachillea, zwischen Haut und Sehne liegt die Bursa subcutanea calcanea. Ist der Processus prominent (Haglund Ferse), kann es in dorsalexteindierter Fussstellung zu verstärktem Kontakt zwischen der Sehne und dem Processus und als Folge zur Bildung von hypovaskulärem Faserknorpel kommen.

Die Achillessehne besitzt keine Synovialhülle, sie ist umgeben von einer Paratendonschicht, eine Art dünne Membran, welche durch Produktion von Synovialflüssigkeit eine freie Beweglichkeit der Sehne gegenüber dem Gewebe ermöglicht (Krämer, 2006; Van Duijn, 2008). Zudem ist die Paratendonschicht sehr gut vaskularisiert und gewährleistet so einen Teil der Durchblutung und Ernährung der Sehne (Waldvogel, 2007). Des Weiteren wird die Sehne durch Gefässanastomosen am muskulotendinösen und osteotendinösen Übergang

perfundiert (Krämer, 2006). Die Sehne ist ausserdem sehr anpassungsfähig. Der Blutfluss und somit die Sauerstoff- und Glukoseaufnahme können unter vermehrter Belastung bis auf das Siebenfache ansteigen (Hirschmüller und Südkamp, 2010).

Jedoch haben Petersen et al. (2005) eine deutlich minderdurchblutete Region im Bereich der Sehnentaille festgestellt, was zusammen mit der kritischen Belastungszone dazu führt, dass dieser Bereich als besonders anfällig für degenerative Prozesse und Rupturen gilt (Hirschmüller und Südkamp, 2010).

3.3 Mikroanatomie der Achillessehne

Die Achillessehne setzt sich zu 80% hauptsächlich aus kollagenen Fasern des Typ 1 zusammen (Waldvogel, 2006). Durch körperliches Training kann die Kollagensynthese beeinflusst und erhöht werden (Hirschmüller und Südkamp, 2010).

Die Fasern der entspannten Achillessehne sind in sich wellen- und spiralförmig und parallel zur Zugrichtung angeordnet, wodurch die Sehne eine grosse Speicherkapazität für Bewegungsenergie besitzt und die longitudinalen, transversalen, vertikalen und rotatorischen Zug- und Scherkräfte absorbieren kann (Hirschmüller und Südkamp, 2010). Aufgrund dieser Eigenschaften ist die Sehne in der Lage, sich bis zu 3-4% zu verlängern. Durch die elastischen Fasern und elastische Makroproteine, wie z.B. Tenascin, wird die Sehne wieder in ihre ursprüngliche Form gebracht. Wird die Sehne jedoch stärker gedehnt (bis ca. 8%) verformt sie sich zuerst plastisch und kann dann reissen (Krämer, 2006).

3.4 Pathologie der Achillodynie

Das Krankheitsbild der Achillodynie weist trotz des oft fälschlicherweise verwendeten Begriffs „Tendinitis“ keine entzündlichen Zellen auf (Bruckner und Khan, 2006).

Durch rezidivierende Überbelastungen kann es zu Mikrotraumata im Sehnen-

gewebe kommen. Die Ursache ist ungeklärt, vermutet wird jedoch, dass durch die enorm hohen Kräfte, die auf die Achillessehne wirken, bestimmte Regionen eine erhöhte Stresskonzentration aufweisen, was repetitiv zu einer Degeneration der Sehne führen kann (Lindner, 2007). Zudem werden eine Schädigung durch lokalen Sauerstoffmangel und eine Hemmung der Kollagensynthese, verursacht durch belastungsabhängige lokale Überwärmung, diskutiert (Hirschmüller und Südkamp, 2009). Mikroskopisch wird ersichtlich, dass Kollagengewebe Typ 1 abnimmt und mehr Kollagen Typ 3 produziert wird. Zusätzlich kann sich Wasser oder Schleim anlagern, wodurch die Struktur der Kollagenfasern zerstört wird und die Sehne somit an Elastizität einbüsst (Hirschmüller und Südkamp, 2010). Dies könnte eine Erklärung für die teilweise vorhandene Verdickung im schmerzhaften Bereich sein (Spitzenberg, 2007).

Ausserdem haben Petersen et al. (2005) im schmerzhaften Achillessehnenbereich eine erhöhte Gefässdichte und vaskuläre Proliferationen festgestellt, welche sie durch Gefässneubildungen (Neovaskularisation) erklären. Die Forscher haben in degenerativ verändertem Sehngewebe hohe Konzentrationen des vaskulären endothelialen Wachstumsfaktors (VEGF) nachgewiesen, welcher anscheinend in das hypovaskuläre Gewebe eindringt und neue Kapillaren bildet.

Zusätzlich zu den Blutgefässen wachsen parallel auch neue freie Nervenendigungen in die Sehne ein, was die teilweise starken Schmerzen bei Patienten mit chronischen Achillessehnenbeschwerden erklären könnte.

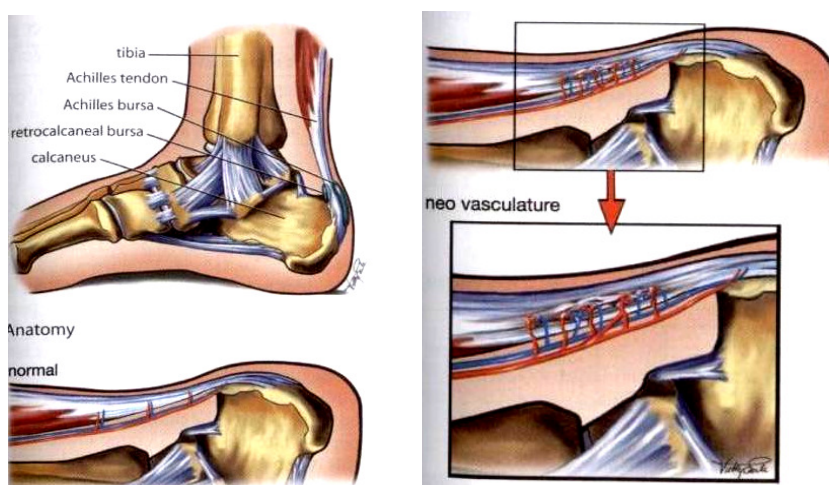


Abb. 2 & 3: Schematische Darstellung einer Neovaskularisation

3.5 Ätiologie und Epidemiologie der Achillodynie

Es wurden verschiedene prädisponierende Faktoren untersucht, welche chronische Achillessehnenbeschwerden begünstigen können.

Petersen et al. (2005) und Spitzenberg (2007) definieren als wichtigste Ursache die chronisch funktionelle Überlastung und damit verbundene Mikrotraumata, da die Achillodynie vorwiegend bei Ausdauersportlern wie Läufern oder im Ballsport vorkommt. Die Intensität und Frequenz des Trainings spielen dabei eine wichtige Rolle. Bei Profiläufern berichten jährlich zwischen 7-9% über Sehnenüberlastungsschäden der Achillessehne (Krämer, 2006).

Zu den intrinsischen Faktoren zählen Petersen et al. (2005) individuelle anatomische Begebenheiten, wie zum Beispiel Asymmetrien der Beinachsen. Diese können bei gleicher Last in bestimmten Regionen der Achillessehne zu einer erhöhten Gewebelastung führen. Ein weiterer intrinsischer Faktor ist allfälliges hypo- und avaskuläres Gewebe und damit verbundener gestörter Wärmeabtransport, was ab einer Temperatur von 42.5° zum Fibroblastentod führen kann.

Lindner (2007) zählt weitere intrinsische Faktoren auf. Dazu gehören die verminderte Blutzufuhr, die Körpergrösse und das Körpergewicht, systemische Erkrankungen, Kollagendefizite sowie altersbedingte Veränderungen in der Gewebestruktur. Nach Van den Berg und Cabri (2003) ist bekannt, dass die Aktivität der Fibroblasten im Alter abnimmt, wodurch das Gewebe an Elastizität verliert und so verletzungsanfälliger wird.

Auch extrinsische Faktoren können die Achillodynie begünstigen. Petersen et al. (2005) beschreiben dazu, dass ein ungünstiges Design der Sportschuhe die Achillessehne erheblich stärker beansprucht und dass eine prominente Fersenkappe lokale Druckbeschwerden auslösen kann.

Trainingsfehler, wie abrupte Änderung des Umfangs oder der Intensität des Trainings, sowie eine insuffiziente Aufwärmphase sind nach Lindner (2007) weitere Gründe, wie auch ein Flexibilitätsdefizit der Fuss- und Unterschenkelmuskulatur, insuffiziente Kraft der Plantarflexoren und ungenügende Muskelausdauerfähigkeit. Zudem sind folgende Medikamentengruppen als Auslöser für Tendinosen bekannt: Kortison, Immunsuppressiva und Ciprofloxacin

(Antibiotikum). Diese beeinträchtigen die Heilungskapazität des Gewebes oder können zu Zellschäden führen.

3.6. Definition Exzentrik

Nach Krämer (2006) können dynamische Belastungen in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung in konzentrisch und exzentrisch unterteilt werden. Bewegungen, bei denen sich der Gelenkwinkel auf der Agonistenseite öffnet, werden als exzentrisch bezeichnet. Dabei wird der aktive Muskel durch eine äussere Kraft, im Normalfall die Schwerkraft, gedehnt. Um der einwirkenden Kraft entgegenzuwirken wendet der Muskel eine gewisse Bremsarbeit, sprich exzentrische Muskelarbeit, auf. Ein Teil dieser exzentrisch erworbenen Energie wird bei raschen repetitiven Bewegungen in der konzentrischen Phase wieder abgegeben, was der Federfunktion entspricht. So kann zum Beispiel beim Joggen ein beträchtlicher Teil des Energiebedarfs eingespart werden.

Exzentrisches Krafttraining führt zu einer Verbesserung der intramuskulären Koordination und zu einer Zunahme der Muskelmasse.

4 Zusammenfassungen und Ergebnisse der Studien

Anstelle des zu Beginn dieser Arbeit definierten Begriffs Achillodynie wird im folgenden Abschnitt der Originalbegriff, welchen die Autoren jeweils für die Achillessehnenpathologie benutzt haben, verwendet. Somit wollen die Autorinnen dieser Arbeit die Transparenz der einzelnen Studien gewährleisten.

Das Ziel der Studie von **Alfredson et al. (1998)** bestand darin, die Effekte von „heavy-load eccentric training“ bezüglich der Sehnenschmerzen und der Kraft der Wadenmuskulatur aufzuzeigen.

Die Interventionsgruppe bestand aus 15 Freizeitsportlern mit einem Altersdurchschnitt von 44.3 Jahren mit der Diagnose chronische Mid-Portion-Achillestendinose. Sie zeigten trotz konventioneller Behandlung (Ruhe, Nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR), Schuhwechsel oder Orthesen, physikalische Therapie und ein übliches Trainingsprogramm) seit längerer Zeit, durchschnittlich 18.3 Monate, Symptome der Tendinose.

Die Kontrollgruppe bestand ebenfalls aus 15 Freizeitsportlern mit derselben Diagnose und einem Durchschnittsalter von 39.6 Jahren. Da obengenannte konservative Therapiemethoden auch nicht anschlugen, wurden diese Patienten operiert, wobei die Wartezeit bis zur Operation teilweise sehr lange war. Aus diesen Gründen resultierte die relativ lange Symptombdauer von durchschnittlich 33.5 Monaten.

Die Diagnostik erfolgte mittels Ultraschographie, wobei bei allen Patienten degenerative Veränderungen in Form von lokaler Verdickung, irreguläre Sehnen- und Faserstruktur 2-6 cm oberhalb der Insertion festgestellt wurden. Alle Patienten zeigten Symptome wie Morgensteifigkeit in der Achillessehne und Schmerzen beim Laufen.

Die Interventionsgruppe durchlief während 12 Wochen das von Alfredson konzipierte exzentrische Trainings-Modell, welches wie folgt durchgeführt wird:

- Startposition:
Aufrechte Körperposition, wobei das ganze Körpergewicht auf den Vorfüßen ist. Die Fussgelenke sind in Plantarflexion.

- **Übungsdurchführung:**
 Der betroffene Fuss geht in die Dorsalextension, indem die Ferse unter das Vorfussniveau gesenkt wird. So wird die Wadenmuskulatur exzentrisch belastet.
 Das exzentrische Training wird in zwei verschiedenen Beinstellungen durchgeführt, mit extendiertem Knie aber auch mit flektiertem Knie, um die Aktivität des M. soleus zu maximieren.
 Um in die Ausgangsposition zurück zu kommen, muss das gesunde Bein wieder auf die Stufe gestellt werden und die Bewegung in die Ausgangsstellung zurück machen. Denn auf der betroffenen Seite darf es zu keiner konzentrischen Belastung kommen.

Diese beiden Übungen werden je in 3 Serien à 15 Wiederholungen ausgeführt. Dies 2x täglich, 7 Tage pro Woche während 12 Wochen.



Abb. 4: Exzentrisches Training nach Alfredson

- Die Übungen dürfen schmerzhaft sein, bei unerträglichen Schmerzen soll der Patient die Übung jedoch abbrechen. Wenn die Übungen ohne Schmerzen ausgeführt werden können, soll nicht mehr nur mit dem eigenen Körpergewicht gearbeitet werden, sondern mit einer Gewichtserhöhung mittels Rucksack. Falls sehr viel Zusatzgewicht benötigt wird, um den gewünschten Effekt zu erzielen, kann mit einer „weight-machine“ trainiert werden.

Den Patienten wurde gesagt, dass während der ersten beiden Wochen leichte Muskelschmerzen akzeptiert werden sollen. Während den 12 Wochen waren Laufsportarten erlaubt, sofern sie nur sehr wenig schmerzten.

Die Kontrollgruppe wurde postoperativ vom selben Therapeut mit einem speziellen stufenweisen Training (zuerst wöchentlich, dann für 6 Monate 1x pro Monat und nach einem Jahr nochmals) behandelt.

Die Kraft der Wadenmuskulatur wurde mittels eines „Biodex isokinetic dynamometer“ gemessen und die Schmerzen unter Belastung anhand der Visual-Analog-Scale (VAS). Bei der Interventionsgruppe wurde dies vor dem Trainingsstart (Woche 0) und nach 12 Wochen, bei der Kontrollgruppe vor der Operation und 24 Wochen danach durchgeführt.

Die Kontrollgruppe zeigte sowohl vor als auch nach der Operation und nach absolviertem Training eine zwar postoperativ verbesserte, aber dennoch signifikant tiefere konzentrische und exzentrische Plantarflexionskraft der operierten Seite.

Bei der Interventionsgruppe war nach 12 Wochen ein signifikanter Anstieg der konzentrischen und exzentrischen Plantarflexionsmaximalkraft (Peak Torque) festzustellen, ohne signifikanten Unterschied zwischen der gesunden und betroffenen Seite.

Die Durchschnittsarbeit (Average Work) der konzentrischen Plantarflexion war vor dem exzentrischen Training auf der betroffenen Seite signifikant tiefer, bei der exzentrischen Plantarflexion jedoch nicht. Nach 12 Wochen war die Durchschnittsarbeit der konzentrischen Plantarflexion signifikant gestiegen, bei der exzentrischen gab es keine Unterschiede.

Bei der Interventionsgruppe zeigte sich eine signifikante Schmerzabnahme unter Belastung auf der VAS ($p < 0.001$; VAS: von 81.2 auf 4.8). Auch bei der Kontrollgruppe sanken die Schmerzen signifikant ($p < 0.01$; VAS: 71.8 auf 21.2).

Die Ergebnisse zeigen auf, dass exzentrisches Training positive Auswirkungen auf die Kraft wie auch auf die Schmerzen hat.

Fahlström, Jonsson, Lorentzon, und Alfredson (2003) untersuchten, ob sich die guten Resultate von anderen Studien bezüglich der Effekte des exzentrischen Trainings bei Mid-Portion-Achillestendinose auch bei grösseren Patientengruppen und bei Achillessehneninsertionsschmerzen zeigen.

In der Interventionsgruppe waren 78 Patienten mit chronischer schmerzhafter Mid-Portion-Achillestndinose. Das Durchschnittsalter der Freizeitsportler lag bei 46.1 Jahren. Alle Patienten hatten mindestens drei Monate, durchschnittlich 19.3 Monate, Schmerzen in der Achillessehne (2-6 cm oberhalb der Insertion). 23 Patienten hatten bilaterale Symptome, somit wurden in dieser Gruppe 101 Achillessehnen untersucht. Die Diagnose basierte auf klinischen Untersuchungen eines Orthopäden, wobei sich knötchenartige Verdickungen in der Mid-Portion zeigten. Zusätzlich wurden 83 Sehnen mittels Ultraschall untersucht, wo sich lokale Verdickungen und unregelmässige Sehensstruktur im Faserverlauf zeigten. Die Kontrollgruppe bestand aus 30 Freizeitsportlern mit chronischen Insertions-Achillessehnenbeschwerden. Das Durchschnittsalter betrug 37.9 Jahre, die mittlere Symptombdauer lag bei 32 Monaten.

Beide Gruppen absolvierten zu Hause über 12 Wochen selbstständig das exzentrische Trainingsmodell nach Alfredson et al. (1998). Gehen und Radfahren waren während den 12 Wochen erlaubt, leichtes Joggen war nach 6 Wochen erlaubt, wenn dabei keine Schmerzen auftraten.

Die Effektivität der Behandlung wurde anhand der Zurückfindung ins ursprüngliche Aktivitätsniveau, den Schmerzen während Aktivitäten mittels der VAS und die Patientenzufriedenheit mit einem Interview und einer Skala (0-100) gemessen.

Nach 12 Wochen zeigten sich in der Interventionsgruppe bei 89% (90 von 101 Sehnen) gute Resultate. Die Patienten waren zurück in ihrem ursprünglichem Aktivitätslevel und die Schmerzen sanken hoch signifikant ($p < 0.001$; VAS: 66.8 auf 10.2). Die Zufriedenheit lag bei 83.8/100. Bei 10 Patienten waren die Resultate nicht zufriedenstellend. Darunter waren signifikant mehr Frauen und Personen mit einem hohen Bodymassindex.

In der Kontrollgruppe zeigten sich bei 10 von 31 behandelten Sehnen gute Resultate. Die Schmerzreduktion war signifikant ($p < 0.01$) und die Patienten waren zurück in ihrem Aktivitätslevel. Die Patientenzufriedenheit lag bei 77.9/100.

Die Studie zeigt, dass auch bei einer grossen Anzahl an Probanden ein guter Effekt des exzentrischen Trainings ersichtlich ist. Zudem wirkt es bei Mid-Portion-Achillodynie deutlich besser, als bei einer Problematik an der Insertion.

Mafi, Lorentzon, und Alfredson (2001) verglichen in ihrer randomisierten kontrollierten Studie konzentrisches und exzentrisches Training zur Behandlung von chronischer Mid-Portion-Achillestendinosis.

Die Studie schloss 44 Patienten mit einem mittleren Alter von 48 Jahren ein. Alle gaben eine lange Schmerzgeschichte von durchschnittlich 21 Monaten an. Die Schmerzen wurden anhand einer klinischen Untersuchung im mittleren Teil der Achillessehne (2-6 cm oberhalb der Insertion am Calcaneus) diagnostiziert. Mittels Ultrasonographie wurden eine lokale Erweiterung und ein hypoechoischer Bereich festgestellt. Einige Probanden hatten schon vorhergehende Therapien in Anspruch genommen, darunter Cortisoninjektionen, Einnahme von NSAIDs oder andere Trainingsprogramme.

Die Studienteilnehmer wurden unabhängig randomisiert in eine exzentrische Gruppe (n=22) und eine Kontrollgruppe mit konzentrischem Programm (n=22) eingeteilt.

Die Interventionsgruppe wurde während 12 Wochen mit dem exzentrischen Trainingsmodell nach Alfredson behandelt. Während dieser Zeit waren schmerzfreie Aktivitäten wie Gehen oder Joggen erlaubt. Wichtig war, dass das Training leicht schmerzhaft sein sollte. War dies nicht der Fall, sollten die Probanden mehr Gewicht hinzunehmen.

Die Kontrollgruppe absolvierte während 12 Wochen ein konzentrisches Trainingsprogramm mit sechs verschiedenen Übungen für den M. triceps surae. Auch hier sollte das Training trotz allfälliger Schmerzen weitergeführt werden.

Nach 12 Wochen waren folgende Resultate festzustellen: Die Gruppe des exzentrischen Trainings zeigte signifikant bessere Ergebnisse ($p < 0.002$), 82% (18 von 22 Patienten) waren zufrieden, sie hatten deutlich weniger Schmerzen (VAS sank von 69 auf 12) und erreichten ihr vorheriges Aktivitätslevel, während bei der konzentrischen Gruppe nur 36% (8 von 22 Patienten) ihre ursprünglichen Aktivitäten wieder aufnahmen, aber auch deutlich weniger Schmerzen hatten

(VAS sank von 63 auf 9). Diese Studie zeigt auf, dass exzentrisches Training bei chronischer Achillestendinosis signifikante Verbesserungen erzielt und deutlich besser wirkt als konzentrisches Training.

Das Ziel des RCT's von **Norregaard, Larsen, Bieler, und Langberg (2007)** war die Prüfung der längerfristigen Effekte des exzentrischen Trainings im Vergleich mit Stretching-Übungen bei Patienten mit Achillodynie.

Die Interventionsgruppe bestand aus 21 Patienten mit einem Altersdurchschnitt von 41 Jahren und einer mittleren Symptombdauer von 26 Monaten. 52% der Patienten hatten bilaterale Symptome.

In der Kontrollgruppe waren 24 Patienten. Das Durchschnittsalter betrug 43 Jahre und die Durchschnittssymptombdauer 31 Monate. Bilaterale Symptome hatten 46% der Patienten.

Die Ergebnisse wurden mit folgenden Parameter untersucht: Gewebefestigkeit mittels Palpation und Ultraschall, Symptome anhand Fragebogen und globalem Assessment.

Die Interventionsgruppe absolvierte für 12 Wochen das exzentrische Training nach Alfredson et al. (1998) mit progressivem Aufbau. Zu Beginn wurden 2x15 Wiederholungen gemacht und erst später 3x15 Wiederholungen. Schmerzen waren dabei erlaubt. Schmerzfreie Geh-Sport-Aktivitäten waren während dieser Zeit erlaubt, nicht aber neue Aktivitäten oder eine Trainingssteigerung.

Die Patienten der Kontrollgruppe bekamen ein Dehnungsprogramm instruiert. Dabei waren täglich zwei Übungen auszuführen, eine für den M.gastrocnemius und eine für den M.soleus. Die Stretchingposition musste 5x30sec gehalten werden und durfte nicht schmerzhaft sein.

Die Überprüfungen mittels Ultraschall und Palpation wurden nach 12 und 32 Wochen durchgeführt, der Fragebogen wurde nach 1, 3, 6, 12, und 39 Wochen ausgefüllt. Ausserdem fand ein globales Assessment nach 12 und 39 Wochen sowie nach einem Jahr statt. Einige Patienten erschienen jedoch nicht zu jedem Termin.

Anhand der Trainingstagebücher wurde bei der Mehrheit der Probanden eine hohe Compliance bezüglich der Übungen festgestellt. Bei der Auswertung der

Fragebogen (Symptome, Schmerzen, Steifigkeit, Lebensqualität) konnten bei allen Patienten signifikante Fortschritte ermittelt werden, ohne Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Nach 12 Monaten zeigten sich bei allen gemessenen Parametern signifikante Verbesserungen. Beim globalen Assessment zeigten sich nach drei Monaten keine Verbesserungen, jedoch deutliche bei den abschliessenden Untersuchungen.

Zwischen der anfänglichen maximalen Sehnendicke (3cm oberhalb Insertion) und der Schmerzintensität nach 12 Monaten konnte keine signifikante Korrelation nachgewiesen werden ($p < 0.01$). Die maximale Dicke korrelierte jedoch mit der Lebensqualität ($p < 0.01$). Demnach haben dickere Sehnen eine bessere Prognose. Frauen hatten signifikant weniger Erfolg bezüglich Schmerzen und Steifigkeit nach 3 Monaten ($p < 0.01$), wie auch beim globalen Assessment nach 3 Monaten ($p < 0.02$). Patienten mit Insertions-Pathologien hatten im globalen Assessment weniger Erfolge im Vergleich zu den anderen ($p < 0.01$).

Nach 3 Wochen war die von den Patienten rapportierte physische Aktivität um 3 Stunden in der Woche reduziert ($p < 0.01$). Nach 6 Wochen, 3 Monaten und 1 Jahr berichteten die Patienten von einem durchschnittlich um eine Stunde reduzierten Aktivitätslevel im Vergleich mit der Zeit vor der Erkrankung.

Die Studie zeigte bei einer gemischten Population von Patienten mit Achillodynie gute Resultate bei beiden Therapiemöglichkeiten. Bei den grundlegenden Daten konnte keinen Unterschied der beiden Gruppen festgestellt werden. Die Forscher vermuten, dass die Schmerzakzeptanz während dem exzentrischen Training wahrscheinlich eine wichtige Rolle für gute Resultate spielt. Weiter könnten laut den Untersuchern die Erfolge beider Gruppen einerseits auf die Effekte beider Therapiemöglichkeiten, andererseits auf spontane Heilung zurückgeführt werden.

Öhberg und Alfredson (2004) bezweckten mit ihrer Studie die Ergebnisse, welche mit exzentrischem Training in früheren Studien erzielt wurden, physiologisch zu erklären und zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen den Schmerzen und allfälliger Neovaskularisation besteht.

30 sportlich aktive Patienten mit einem Total von 41 schmerzhaften Achillessehnen wurden mittels Ultrasonographie und Colour Doppler examiniert.

Die Forscher diagnostizierten vermehrte Kapillarisation und Strukturänderungen im schmerzhaften Sehnenbereich, jedoch wurde dieser Bereich nicht klar definiert. Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 48 Jahre.

Die Patienten wurden mit dem exzentrischen Trainingsmodell nach Alfredson et al. (1998) behandelt. Die Aufnahme der vorhergehenden Aktivitäten war in den letzten 4 Wochen des 12-wöchigen Trainings wieder erlaubt. Es wurde betont, dass das Training schmerzhaft sein musste, andernfalls sollte mehr Gewicht hinzugenommen werden.

Nach zwölf Wochen wurden die Probanden dazu angehalten, die Übungen weiterhin 1-2 Mal pro Woche durchzuführen.

In einem Follow-Up nach durchschnittlich 28 Monaten stellten die Untersucher in 36 von 41 examinierten Sehnen keine Schmerzen mehr unter Belastung fest. Nur fünf Sehnen wiesen schlechte Resultate auf. Mittels Ultrasonographie wurde festgestellt, dass sich in 34 der 36 erfolgreich behandelten Sehnen die Sehnenstruktur normalisiert hatte und dass in 32 Sehnen keine verbleibende Neovaskularisation vorzufinden war.

Die Studie zeigt auf, dass das exzentrische Training einen deutlichen Effekt auf die Reduktion der Neovaskularisation und somit auf die Schmerzen hat.

Roos et al. (2004) wollten die Hypothese überprüfen, dass exzentrisches Training bei Patienten mit einer chronischen Achillesschmerzen die Schmerzen reduziert und die Funktionalität verbessert.

Dazu wurden 44 Patienten rekrutiert. Das Durchschnittsalter betrug 46 Jahre, 65% aller Probanden waren sportlich aktiv. Die Studienteilnehmer wiesen eine Schmerzsymptomatik und eine Schwellung 2-6 cm oberhalb der Achillessehneninsertion und eine durchschnittliche Symptombdauer von 5.5 Monaten auf. 60% aller Patienten hatten vor Studienbeginn schon andere Behandlungen ausprobiert, am häufigsten wurden NSAR, Schuhanpassungen oder Physiotherapie angewendet. Die Forscher wendeten keine spezifische Diagnostik an, sie nahmen aber nur Patienten mit der obengenannten Schmerzlokalisierung in die Studie auf.

Die erste Gruppe (n=16) wurde mit exzentrischem Training nach Alfredson (Alfredson et al., 1998) behandelt, jedoch mit einem veränderten Aufbau, um allfälligen Muskelkater, wie er bei Alfredsons Probanden auftrat, zu vermeiden. Die Personen dieser Gruppe sollten die Repetitionen schrittweise steigern von 1x15 Repetitionen an den ersten beiden Tagen auf 2x15 Repetitionen an den Tagen 3-4, bis auf 3x15 Repetitionen an den Tagen 5-7. Zudem wurden die Übungen in der ersten Woche nur mit gestrecktem Knie durchgeführt, erst ab der zweiten Woche sollten 2x täglich 3x15 Repetitionen jeweils mit gestrecktem und gebeugtem Knie gemacht werden.

Die zweite Gruppe (n=13) sollte während der 12 Wochen in der Nacht eine individuelle anteriore Schiene tragen, welche den Fuss in einer 90°-Position fixiert und die Achillessehne so anhaltend dehnt.

Die dritte Gruppe (n=15) wurde mit einer Kombination aus exzentrischem Training und einer Nachtschiene behandelt.

Eine Überprüfung der Resultate, bezüglich Schmerz und Funktion, wurde nach 6, 12, 26 und 52 Wochen mittels spezieller Fragebogen (FAOS) vorgenommen. Nach 12 Wochen konnten Daten für 33 von 44 Patienten, nach einem Jahr Daten für 35 Patienten festgehalten werden.

In der exzentrischen Gruppe erreichten nach 12 Wochen deutlich mehr Patienten ihr gewohntes Aktivitätslevel als in den anderen beiden Gruppen. Auch die Schmerzstärke während sportlicher Aktivitäten nach 12 Wochen war bei der ersten Gruppe deutlich geringer (73% wenig oder keine Schmerzen) als bei der zweiten (44%) oder bei der dritten Gruppe (42%). Nach einem Jahr waren die Unterschiede noch signifikanter: In der Gruppe 1 hatten 85%, in der Gruppe 2 44% und in der Gruppe 3 46% wenig oder keine Schmerzen während Aktivität. Ganz ähnliche Resultate wurden in den anderen Punkten der FAOS (Funktion im täglichen Leben, Sport- und Freizeitfunktion, fuss- und gelenkbezogene Lebensqualität) festgestellt.

Die allgemeine Schmerzlinderung war bei allen 3 Gruppen nach einem Jahr signifikant ($p < 0.001$).

Zusätzlich wurde in dieser Studie mit Hilfe eines täglich von den Patienten geführten Trainingstagebuchs, die Compliance der Probanden untersucht.

Die Studie zeigt deutlich auf, dass exzentrisches Training zu einer signifikanten Schmerzreduktion bei Aktivität und einer Funktionsverbesserung führt. Die Effekte sind schon nach 6 Wochen ersichtlich und zeigen sich auch noch nach einem Jahr.

Das Ziel der Studie von **Shalabi, Kristoffersen-Wilberg, Svensson, Aspelin, und Movin (2004)** war die Überprüfung der Hypothese, dass MRI nützlich in der Evaluation der Effekte des exzentrischen Trainings der Wadenmuskulatur ist. Dies wurde bezüglich des Sehnenvolumens und des intratendiösen Signals untersucht. Die untersuchte Gruppe umfasste 25 Patienten mit chronischer Achilles-Tendinopathy, mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren, die Symptombdauer lag durchschnittlich bei 18 Monaten. Alle Patienten hatten Schmerzen und es wurde eine lokal erhöhte Gewebefestigkeit, 2-7cm oberhalb der Sehneninsertion, palpirt. Bei 10 Patienten standen die Symptome in Bezug zu Sport und 8 Patienten zeigten bilaterale Symptome.

Den Patienten wurde das exzentrische Training nach Alfredson et al (1998) instruiert. Während den 12 Wochen Trainingszeit führten die Patienten ein Trainingstagebuch, indem sie die Schmerzen während den Übungen festhielten. Nach 6 Wochen gab es ein Telefongespräch mit dem Therapeut, um sicherzustellen, dass die Übungen korrekt durchgeführt werden. Falls die Patienten zu diesem Zeitpunkt das Gewicht noch nicht gesteigert hatten, wurden sie dazu aufgefordert. Nach 12 Wochen waren die Patienten für ein Follow-up beim Therapeuten.

Das MRI wurde vor dem Trainingsstart und nach 12 Wochen durchgeführt. Zusätzlich füllten die Patienten bei diesen beiden Terminen einen Fragebogen bezüglich der Schmerzen und der funktioneller Beeinträchtigung aus. Die Schmerzen wurden mittels einer 6-Level-Skala und die Funktion mit 4 Levels ermittelt. Das Sehnenvolumen wurde im Bereich zwischen 2 und 12 cm von der Insertion aus evaluiert.

Anhand der Trainingstagebücher konnte eine unterschiedliche Progression der Übungen festgestellt werden. Die Schmerzen sanken von 5 auf 3 ($p < 0.01$) und mittels Fragebogen konnte eine Verbesserung der Funktionalität aufgezeigt

werden ($p < 0.001$). Das klinische Ergebnis wurden bei 10 Patienten als exzellent, bei 3 als gut, bei 4 als genügend und bei 8 als schlecht bewertet.

Es zeigte sich eine signifikante Abnahme des Sehnenvolumens, durchschnittlich um 14 % ($p < 0.05$) und ebenfalls eine signifikante Abnahme, durchschnittlich 23%, des intratendiösen Signals ($p < 0.05$) in allen MRI Sequenzen nach 3 Monaten exzentrischen Trainings.

Das Sehnensignal korrelierte signifikant mit den Schmerzlevel nach dem Training ($p < 0.05$). Das Sehnenvolumen und das Schmerzlevel korrelierte nicht signifikant. Die Funktionalität korrelierte weder mit dem Sehnenvolumen noch mit dem Sehnensignal.

Durch das exzentrische Training wurde in dieser Studie eine Schmerzreduktion und eine positive Veränderung der Sehnenstruktur erzielt.

Silbernagel et al. (2001) bezweckten mit ihrer Studie, die Reliabilität von Messmethoden und den Effekt von exzentrischem Training bei chronischen Schmerzen durch proximale Achillodynie zu testen.

Die Forscher rekrutierten 40 Freizeitsportler mit einem Durchschnittsalter von 45 Jahren. Insgesamt wiesen die Probanden 57 schmerzhafte Achillessehnen mit einem Schmerzbereich 2-6 cm oberhalb der Insertion auf. Sie wurden in eine Experimenten- ($n=22$, 30 schmerzhafte Sehnen) und eine Kontrollgruppe ($n=18$, 27 schmerzhafte Sehnen) eingeteilt, wobei die Durchschnittsschmerzdauer in der Experimentengruppe 9 Monate, in der Kontrollgruppe 18 Monate betrug. Es wurde keine spezifische Diagnostik verwendet.

Die Daten wurden 6 und 12 Wochen und 6 Monate nach Beginn der Studie mittels eines Fragebogens, eines Sprung- und Zehenstandtests, der Fussgelenksbeweglichkeit und der Schmerzen evaluiert. Nach einem Jahr erfolgte eine erneute Datenerhebung mit Hilfe eines speziell angepassten Fragebogens.

Die Experimentengruppe führte während 12 Wochen ein stufenweise progressives konzentrisch-exzentrisches Programm durch, mit wöchentlichen Supervisionen durch einen Physiotherapeuten, um die Progression zu kontrollieren und anzupassen. Es wurde in drei Phasen unterteilt:

- **Phase 1 (Tag 1-7) 3x täglich:**
3x20 Wdh. Zehen- und Fuss- Ext/Flex, 3x20 Wdh Wadenmuskeldehnungen mit gestrecktem/gebeugtem Knie, 5x30 Wdh. 1-Bein-Stand, 5x5m gehen auf Zehen/Fersen, 2x15 Wdh 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände
- **Phase 2 (Woche 2-3) 2x täglich:**
Gleiche Übungen, aber Steigerung auf 2x20 Wdh. 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände, 2x30 Wdh. 1-beiniger Zehenstand, 2x30 Wdh. exzentrische 1-beinige Zehenstände, anschliessend 20s dehnen
- **Phase 3 (Woche 4-12) 1x täglich oder jeden zweiten Tag:**
Gleiche Übungen, aber Steigerung auf 2x20 Wdh 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände, 3x15 Wdh 1-beiniger Zehenstand, 1x10 Wdh exzentrische 1-beinige Zehenstände, 3x20-100 Wdh schnell zurückfedernde Zehenstände, anschliessend 20s dehnen

Als Voraussetzung galt, dass der Schmerz während den Übungen bis VAS 5 gehen durfte, am nächsten Tag nach dem Programm aber wieder gesunken sein sollte. Zudem durften sich Schmerz und Steifigkeit nicht allmählich steigern. Die Patienten führten zusätzlich ein Trainingstagebuch.

Die Kontrollgruppe sollte 3x täglich 2x30 Sekunden die Wadenmuskulatur dehnen und 2x30 Repetitionen 2-beiniger konzentrischer/exzentrischer Zehenstände durchführen. Das Programm durfte keine Schmerzen verursachen. Wenn die Symptome es zuließen, sollten sich die Probanden steigern auf 2x täglich 3x5 Repetitionen 1-beiniger Zehenstände. Auch diese Patienten führten ein Trainingstagebuch.

Die Studie kam zu folgenden Ergebnissen: In der Fussgelenksbeweglichkeit, im Sprungtest sowie im Zehenstandtest gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, alle Probanden verbesserten sich. Die palpatorischen Schmerzen sowie die Schmerzen während Aktivitäten gingen bei beiden Gruppen zurück, die Schmerzen während dem Gehen verbesserten sich nur in der Experimentengruppe signifikant. Auch die allgemeinen Symptome sowie die morgendliche Steifigkeit gingen bei der Experimentengruppe deutlich zurück. Ein

Jahr nach Beginn der Studie war die Mehrheit der Patienten zufrieden mit den Ergebnissen, in der Experimentengruppe hatten signifikant ($p < 0.05$) mehr Probanden keine Schmerzen während/nach Aktivitäten, fühlten sich genesen oder waren zufrieden mit ihrem Aktivitätslevel.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich beide Gruppen deutlich verbesserten, die Experimentengruppe jedoch in vielen Punkten signifikant bessere Ergebnisse zeigte.

4.1 Bewertungen der Studien

Die randomisierte kontrollierte Studie von Silbernagel et al. (2001) erreicht auf der PEDro-Bewertungsskala 5 von 10 Punkten. Es erfolgte eine Randomisierung der Probanden, was vorher vergleichbare Gruppen ergab. Der Vergleich zwischen den Gruppen war auch am Schluss der Studie gegeben, zudem kann die Nachkontrolle ein Jahr später mit einem Drop-Out von $< 15\%$ (nur 3 Patienten von 40) als gut erachtet werden. Die Ergebnisse wurden zudem durch verblindete Untersucher geprüft.

Das RCT von Roos et al. (2004) wird mit 6 von 10 Punkten nach PEDro als gut bewertet. Die Probanden wurden randomisiert eingeteilt, was noch verstärkt wurde, indem es unabhängig durchgeführt wurde. Der Vergleich zwischen den Gruppen war prä- sowie postexperimentell gegeben. Zudem wurde eine Intention-to-treat-Analyse durchgeführt, was die Aussagekraft der Studie zusätzlich verstärkt. Die Nachkontrolle muss jedoch als schlecht beurteilt werden, da nach 12 Wochen ein Drop-Out von 25% und nach einem Jahr ein Drop-Out von 20% vorlag, was zu einem möglichen Bias in den Ergebnissen führen könnte.

Das RCT von Norregaard et al. (2007) erreicht auf der PEDro-Skala 5 von 10 Punkten. Die Gruppeneinteilung erfolgte randomisiert mittels eines Computers. Aus diesem Grund wiesen die Gruppen eine gute Vergleichbarkeit auf. Positiv ist, dass die Ein- und Ausschlusskriterien spezifiziert wurden und es nach der Durchführung zum Vergleich der beiden Gruppen gekommen ist. Das Drop-out

betrug jedoch nach 12 Wochen 15.5% und nach einem Jahr sogar 37.7%, weshalb die Ergebnisse dieser Studie kritisch interpretiert werden müssen. Diese Studie wurde verwendet, weil die Ergebnisse sehr kritisch diskutiert worden sind und sie wichtige Erkenntnisse für die Diskussion der Effektivität des exzentrischen Trainings enthält.

Die Ergebnisse der Bewertung der methodologischen Qualität der drei RCTs müssen jedoch relativiert angeschaut werden, da eine Verblindung der Patienten und Therapeuten praktisch nicht durchführbar wäre und somit die maximale Punktezahl auf der PEDro-Skala nicht erreicht werden kann.

In der prospektiven Studie von Alfredson et al. (1998) werden keine Ein- und Ausschlusskriterien erläutert, einzig, dass Patienten mit bilateralen Symptomen und eingeschränkter Fussbeweglichkeit aufgrund anderer Probleme ausgeschlossen wurden. Die Patientengruppen waren vor der Behandlung weitgehend vergleichbar, jedoch hatte die Kontrollgruppe aufgrund langer Wartezeit bis zum Operationstermin eine längere Symptombdauer. Das exzentrische Trainingsmodell wurde zwar beschrieben, es werden aber keine Angaben zum genauen Vorgehen (Instruktion, Tempo etc.) gemacht, was die Qualität der Studie negativ beeinflusst. Die verwendeten Outcome measures (Kraftmessung und Schmerz) sind angebracht und aussagekräftig. Diese Studie wurde in die Diskussion eingeschlossen, da sie aussagekräftige Outcome measures verwendet und die Grundlage für das in anderen Studien verwendete exzentrische Training darstellt.

In der Studie von Fahlström et al. (2003) waren die Patientengruppen unterschiedlich, da in der Interventionsgruppe Patienten mit Symptomen der Mid-Portion waren und in der Kontrollgruppe Patienten mit Insertionsschmerzen. Die Ein- und Ausschlusskriterien sind nicht ersichtlich. Positiv ist, dass es keine Drop-outs gab und die Autoren die Ergebnisse kritisch diskutierten, jedoch wurde nur das Outcome measure Schmerz verwendet. Aufgrund der hohen Probandenanzahl in dieser Studie wurde sie im weiteren Vorgehen verwendet.

In der randomisierten prospektiven Studie von Mafi et al. (2001) wurden die Patienten unabhängig randomisiert. Die entstandenen Gruppen waren

vergleichbar. Der Begriff Achilles tendinosis wurde klar definiert, auch das Training wurde genau erklärt. Die Ergebnisse wurde mittels Ultrasonographie gemessen und verifiziert, was die Aussagekraft stark erhöht. Die Ergebnisse der Experimentengruppe waren signifikant besser als die der Kontrollgruppe, wurden aber trotzdem kritisch diskutiert. Aufgrund des guten Designs wurde diese Studie im weiteren Vorgehen eingeschlossen.

Öhberg und Alfredson (2004) verwendeten in ihrer Studie keine Kontrollgruppe, ausserdem wurde der verwendete Begriff der „Mid-Portion Achilles tendinosis“ trotz der unterschiedlichem Gebrauch des Begriffs nicht klar definiert. Auch wurden, abgesehen vom Alter, keine Merkmale der Probanden genannt. Die Ergebnisse wurden mittels Ultrasonographie überprüft und kritisch diskutiert. Es wurden Ansätze der physiologischen Auswirkungen des exzentrischen Trainings beschrieben, auch das bildgebende Outcome measure sehen die Autorinnen als positiv. Aus diesen Gründen wurde diese Studie, trotz mangelhaftem Design und Durchführung, für die weitere Diskussion verwendet.

In der prospektive Kohortenstudie von Shalabi et al. (2004) gab es keine Kontrollgruppe und es wurden auch keine Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben. Das Vorgehen wurde klar erklärt und es gab eine kritische Diskussion der Ergebnisse.

Diese Studie wurde aufgrund des unvollständigen Designs für die Diskussion nicht weiter verwendet, die Autorinnen zogen aus dieser Studie lediglich Erklärungen für die Effizienz des exzentrischen Trainings.

5 Diskussion

Der Vergleich der Studien erwies sich als schwierig, da die Studien verschiedene Outcome measures verwendeten und nur das Outcome measure Schmerz bei allen Studien untersucht wurde. Ausserdem wiesen alle grobe Lücken im Design auf, wodurch viele für einen Vergleich wichtige Angaben fehlen. Auch konnten alle Forscher nur wenige Probanden rekrutieren (Range von 30-78), wodurch die Aussagekraft der Resultate eingeschränkt sein kann. Aus diesen Gründen müssen die Ergebnisse dieser Studien ausnahmslos kritisch diskutiert werden.

Die Autorinnen diskutieren im Folgenden Punkte, welche für die Interpretation der Ergebnisse der Experimentengruppe wichtig sind. Bei keinen weiteren Angaben beziehen sich die Daten jeweils auf die Experimentengruppe.

5.1 Population

Alfredson et al. (1998)	Fahlström et al. (2003)	Mafi et al. (2001)	Norregaard et al. (2007)	Öhberg und Alfredson (2004)	Roos et al. (2004)	Silber-nagel et al. (2001)
a) n= 15 b) 12 m, 3 w → 80% m c) 44.3 d) 18.3 e) 100%	a) n= 78 b) 53 m, 25 w → 68% m c) 46.1 d) 19.3 e) 100%	a) n= 22 b) 12 m, 10 w → 54 % m c) 48 d) 18 e) 54%	a) n= 21 b) 10 m, 11 w → 48% m c) 41 d) 26 e) keine Angaben	a) n= 30 b) 22 m, 8 w → 73% m c) 48 d) keine Angaben e) keine Angaben	a) n= 44 b) 21 m, 23 w → 48% m c) 46 d) 5.5 e) 65% sportlich →Angaben beziehen sich auf IG&KG	a) n= 22 b) 17 m, 5 w → 77% m c) 47 d) 9 e) 100%

Tabelle 4: Population der Studien

- a) Anzahl Probanden, b) Geschlechtsverteilung (m=männlich, w=weiblich)
- c) Durchschnittsalter in Jahren, d) durchschnittliche Symptombdauer in Monaten
- e) Anzahl Freizeitsportler

Bezüglich der Population sind in allen Studien ähnliche Grundmerkmale festzustellen, jedoch sind Detailunterschiede vorhanden, die möglicherweise die Ergebnisse der Studien beeinflussen können. Grundsätzlich setzt sich der Hauptanteil der Probanden der Experimentengruppe aus Freizeitsportlern mit

einem mittleren Alter von 46.2 Jahren zusammen. Dies stimmt mit der Epidemiologie der Achillodynie überein. Das relativ hohe Durchschnittsalter der Betroffenen ist durch die verstärkte Abnahme der Fibroblastenaktivität im Alter erklärbar.

Auffällig ist, dass in den meisten verwendeten Studien deutlich mehr männliche Personen teilgenommen haben. In diesen Studien (Alfredson et al. 1998; Fahlström et al. 2003; Öhberg und Alfredson, 2004; Silbernagel et al. 2001) variiert der Anteil von Männern zwischen 68% und 80%. In der Studie von Mafi et al. (2001) ist das Geschlechterverhältnis fast ausgeglichen, wobei bei Norregaard et al. (2007) und Roos et al. (2004) die Frauen sogar leicht in Überzahl sind. In den Studien von Fahlström et al. (2003) und Norregaard et al. (2007) zeigte sich, dass Frauen signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten als Männer. Norregaard et al. (2007) erklären diese Ergebnisse mit der Vermutung, dass Frauen stärkere und ausgedehntere Schmerzepisoden hätten. In den übrigen Studien werden die Ergebnisse nicht geschlechtsspezifisch ausgewertet, weitere Studien wären deshalb erforderlich, um diesen Umstand genauer zu erforschen.

Bei Mafi et al. (2001) sind 54% der Interventionsgruppe, bei Roos et al. (2004) 65% aller Patienten Freizeitsportler. In der Studie von Norregaard et al. (2007) und Öhberg und Alfredson (2004) gibt es diesbezüglich keine Angaben. Bei den übrigen Studien sind alle Probanden der Experimentengruppen Freizeitsportler. Die Zusammensetzung der Gruppen entspricht den disponierenden Faktoren mit einem erhöhten Anteil an Freizeitläufern und einem Anteil von 60-78% männlichen Betroffenen (Lindner, 2007).

In der Studie von Mafi et al. (2001) waren insgesamt (Interventions- und Kontrollgruppe) 43% der Patienten sportlich nicht aktiv. Ihre physischen Aktivitäten beschränkten sich auf Spaziergänge. Es wird vermutet, dass diese kurzen Spaziergänge bei Personen mit einem sitzenden Lebensstil genügend Aktivität sein kann, um Überlastungen der Achillessehne hervorzurufen.

Die durchschnittliche Symptombdauer in den Experimentengruppen lag bei 14 Monaten. Bei den Kontrollgruppen, sofern vorhanden, ist die durchschnittliche Symptombdauer im Vergleich zur Experimentengruppe in allen Fällen länger. Es ist unklar, ob die Symptombdauer einen Einfluss auf den Verlauf oder den exzentrischen Trainingseffekt hat, da die Kontrollgruppen verschiedene

Interventionen bekamen und so kein Vergleich zwischen Probanden mit einer mittleren Symptombdauer und solchen mit einer sehr langen Symptomatik stattfinden konnte. Es wäre interessant, dies in weiteren Studien genauer zu untersuchen, da es einen Einfluss auf die Therapie haben könnte.

In den Studien von Alfredson et al. (1998), Fahlström et al. (2003) und Mafi et al. (2001) hat eine Mehrzahl der Teilnehmer vor Studienbeginn eine erfolglose Behandlung erhalten. Zu diesen konventionellen Behandlungen gehören die Einnahme von NSAR, Ruhe, lokale Kortison-Injektionen, Schuhwechsel, Orthodesen, physikalische Therapie oder ein übliches Trainingsprogramm. In den anderen Studien wird bezüglich vorhergehenden Behandlungen nichts erwähnt, deshalb gehen die Autorinnen davon aus, dass keine stattgefunden haben.

Aus den Studien ist nicht ersichtlich, ob eine erfolglose frühere Behandlung und eventuell eingenommene Medikamente möglicherweise einen Einfluss auf die weitere Behandlung haben könnten. Diesbezüglich besteht eine klare Lücke. Die Autorinnen können sich vorstellen, dass eine frühere Intervention, speziell Medikamente, die Outcomes negativ beeinflussen könnten.

In einigen Studien zeigten die Patienten bilaterale Symptome. Bei Fahlström et al. (2003) sind bei 30% (23 von 78) der Patienten beide Achillessehnen betroffen. Von den insgesamt 10 Patienten, welche keine guten Resultate erzielt haben, wiesen vier Patienten bilaterale Symptome vor. Drei von ihnen zeigten immerhin gute Resultate an einer Sehne, einer hingegen hatte auf beiden Seiten schlechte Resultate. Bei Norregaard et al. (2007) und Silbernagel et al. (2001) haben 49% respektive 42% bilaterale Symptome. In diesen beiden Studien wird in den Ergebnissen diesbezüglich jedoch nichts erwähnt. Keine Studie beschreibt, wie die Patienten mit bilateralen Symptomen das Training durchführen sollen. Die Autorinnen nehmen an, dass jede Seite mit je 3x15 Wiederholungen pro Übung trainiert wurde. Bei Alfredson et al. (1998) sind Patienten mit bilateralen Symptomen ausgeschlossen, bei den übrigen Studien gibt es dazu keine Angaben.

Die Autorinnen können sich vorstellen, dass Patienten mit bilateralen Symptomen beim exzentrischen Training nach Alfredson et al. (1998) schlechtere Ergebnisse erzielen als Patienten mit unilateralen Symptomen. Denn durch das exzentrische Training auf einer Seite kommt es automatisch zum konzentrischen Training der

anderen Seite, da diese den Körper durch konzentrische Plantarflexion zurück in die Ausgangsstellung bringen muss. Somit kann die Vorgabe, dass es beim exzentrischen Training nach Alfredson et al. (1998) zu keiner konzentrischen Belastung der betroffenen Seite kommen darf, nicht eingehalten werden. Die Patienten mit bilateralen Symptomen trainieren somit beide Achillessehnen exzentrisch sowie gleichzeitig auch konzentrisch. Darin sehen die Autorinnen eine Verfälschung der Untersuchung des Effekts des exzentrischen Trainings nach Alfredson et al. (1998).

5.2 Kontrollgruppen

Alle Studien, ausser Alfredson et al. (1998) und Öhberg und Alfredson (2004) hatten eine Kontrollgruppe. Jedoch sind diese in den einzelnen Studien sehr unterschiedlich, was einen Vergleich erschwert.

In der Kontrollgruppe von Alfredson et al. (1998) wurden operierte Patienten in der postoperativen Rehabilitation untersucht. Norregaard et al. (2007) untersuchte eine Kontrollgruppe, welche über 12 Wochen ein Stretching-Programm durchführte. Mafi et al. (2001) und Silbernagel et al. (2001) verglichen ihre Intervention mit einem konzentrischem Training. Silbernagel et al. (2001) verwendete dafür ein komplex aufgebautes Training mit einer Mischung aus konzentrischen und exzentrischen Dehnungsübungen.

In der Studie von Roos et al. (2004) wurden als einzige zwei Kontrollgruppen untersucht, eine mit einem Stretch-Training mittels Nachtschiene und eine mit einer Kombination von Stretch und exzentrischem Training. Fahlström et al. (2003) untersuchten in der Kontrollgruppe Patienten mit Beschwerden an der Achillessehneninsertion, welche dasselbe exzentrische Training absolvierten wie die Experimentengruppe mit Beschwerden in der Mid-Portion.

Interessant ist, dass sich in den Studien sowohl die Interventionsgruppe, welche mit exzentrischem Training behandelt wurde, als auch die jeweilige Kontrollgruppe, die verschiedene unterschiedliche Therapien erhielt, verbesserte. Dies bedeutet, dass alle durchgeführten Interventionen, unabhängig welcher Art, einen positiven Effekt auf die Beschwerden der Patienten haben.

5.3 Diagnostik

Alfredson et al. (1998)	Fahlström et al. (2003)	Mafi et al. (2001)	Norregaard et al. (2007)	Öhberg und Alfredson (2004)	Roos et al. (2004)	Silbernagel et al. (2001)
-Klinischer Untersuch -Ultrasonographie: degenerative Veränderungen im schmerzhaften Bereich, lokale Verdickung, irreguläre Sehnenstruktur und Faserorientierung	-Klinischer Untersuch: schmerzhaftes Verdickung 2-6 cm oberhalb Insertion -Ultrasonographie: bei 83/101 Sehnen (IG) lokale Verdickung, irreguläre Sehnenstruktur, hypoechoischer Bereich, irreguläre Faserorientierung	-Klinischer Untersuch -Ultrasonographie: lokale Erweiterung der Sehne im schmerzhaften Bereich, hypoechoische Bereiche	-Klinischer Untersuch: Schmerzen -Ultrasonographie	-Ultrasonographie: im schmerzhaften Bereich zeigten sich vermehrte Blutgefäße	-nur klinischer Untersuch	-nur klinischer Untersuch

Tabelle 5: Diagnostik der Studien

In fünf Studien wurden die Achillessehnenbeschwerden der Probanden mittels Ultrasonographie verifiziert (Alfredson et al. 1998; Fahlström et al., 2003; Mafi et al., 2001; Norregaard et al., 2007; Öhberg und Alfredson, 2004). In diesen fünf Studien konnten die Schmerzen klar 2-6 cm oberhalb der Insertion lokalisiert werden und eine lokale Erweiterung, ein hypoechoischer Bereich oder eine unregelmässige Sehnenstruktur festgestellt werden. Bei Fahlström et al. (2003) war die Diagnostik unvollständig, er untersuchte nur 83 von 101 Sehnen mittels Ultrasonographie. In den übrigen Studien wurde keine spezifische Diagnostik verwendet (Silbernagel et al., 2001; Roos et al., 2004). Die ungenügende Diagnostik kann dazu führen, dass die Ergebnisse der Studien verfälscht werden können. Eine klare und einheitliche Diagnostik, vor allem mittels bildgebender Verfahren ist erforderlich, um die Aussagekraft der Studien zu steigern. Auch sind die Ergebnisse bildgebender Verfahren vor und nach der Behandlung die Grundlage für die Erklärung des Wirkmechanismus des exzentrischen Trainings.

5.4 Interventionen

Alfredson et al. (1998)	Fahlström et al. (2003)	Mafi et al. (2001)	Norregaard et al. (2007)	Öhberg und Alfredson (2004)	Roos et al. (2004)	Silbernagel et al. (2001)
<p>Exzentrisches Trainingsprogramm:</p> <ul style="list-style-type: none"> -2 verschiedene Übungen -je 3 x 15 Wdh -2x täglich, 7 Tage/Woche, für 12 Wochen -Übungen sollen schmerzhaft sein -sobald Übung nicht mehr schmerzhaft ist, soll das Gewicht gesteigert werden, damit die Übung wieder schmerzhaft ist -Laufsportarten erlaubt 	<p>Exzentrisches Training nach Alfredson</p> <ul style="list-style-type: none"> -gleiche Vorgaben und Instruktion wie bei Alfredson -stabiles Schuhwerk -Gehen und Radfahren erlaubt, leichtes Joggen nach 6 Wochen erlaubt (sofern dabei keine Schmerzen) 	<p>Exzentrisches Training nach Alfredson</p> <ul style="list-style-type: none"> - gleiche Vorgaben und Instruktion wie bei Alfredson -Wichtig: Schmerzhaftes Training -Gehen und Joggen erlaubt, sofern schmerzfrei 	<p>Exzentrisches Training nach Alfredson, jedoch mit progressivem Aufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> -zuerst 2x15 Wdh, später 3x15 Wdh -Schmerzen während Training erlaubt -schmerzfreie Gehsport-Aktivitäten erlaubt, nicht aber neue Aktivitäten oder Trainingssteigerung 	<p>Exzentrisches Training nach Alfredson</p> <ul style="list-style-type: none"> -Muskelkater während ersten beiden Wochen erlaubt -Training muss schmerzhaft sein, wenn nicht, muss das Gewicht erhöht werden -Aufnahme von vorhergehenden Aktivitäten in den letzten 4 Wochen erlaubt 	<p>Exzentrisches Training nach Alfredson, jedoch mit progressivem Aufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> -1x15Wdh (Tag 1+2) -2x15Wdh (Tag 3+4) -3x15Wdh (Tag 5-7) -in der 1. Woche nur Übung mit gestrecktem Knie und erst dann beide Übungen (Knie extended und flektiert) 	<p>3-Phasentraining mit je unterschiedlichen Übungen & Dosierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> -gemischtes konzentrisch-exzentrisches Training -progressiv mehr exzentrische Komponenten

Tabelle 6: Interventionen der Studien

Silbernagel et al. (2001) ist unter den ausgewählten Studien die einzige, welche das exzentrische Training nicht nach dem Aufbau von Alfredson et al. (1998) untersuchte. Die Experimentengruppe in der Studie von Silbernagel et al. (2001) führte ein gemischtes konzentrisch-exzentrisches Training aus. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe war ein tolerierbarer Schmerz während und nach dem Training erlaubt und es wurde mit mehr Gewicht trainiert. Dies sehen die Forscher als Kernpunkte, wieso die Experimentengruppe in vielen Punkten der Ergebnisse signifikant besser war als die Kontrollgruppe.

In den anderen Studien basierte das exzentrische Training auf dem vorhergehend beschriebenen Modell nach Alfredson et al. (1998). Jedoch wendeten Norregaard et al. (2007) und Roos et al. (2004) einen progressiven Aufbau des Trainings an. Roos et al. (2004) beschreiben genau, wie die Progression des Trainings stattgefunden hat. In der Studie von Norregaard et al. (2007) ist hingegen nicht ersichtlich, zu welchem Zeitpunkt die Patienten die Serienanzahl von 2x15 auf 3x15 gesteigert haben. Roos et al. (2004) benutzten den progressiven Aufbau, da sie die anfänglichen starken Muskelschmerzen, welchen die Probanden bei Alfredson et al. (1998) hatten, damit verhindern wollten. Bei Roos et al. (2004) hatten 33% der Patienten in der ersten Trainingswoche Muskelkater, Alfredson et al. (1998) machte dazu keine genauen Angaben. Es kann angenommen werden, dass durch die progressive Steigerung des Trainings weniger Patienten Muskelschmerzen bekommen, weshalb ein solcher Trainingsaufbau in Betracht zu ziehen ist.

Roos et al. (2004) untersuchten zusätzlich das exzentrische Training in Kombination mit einer Nachtschiene, um die bekannten Muskelschmerzen des exzentrischen Trainings zu lindern. Die Ergebnisse zeigen jedoch keine Unterschiede bezüglich der Muskelschmerzen zwischen den Gruppen, welche das exzentrische Training mit oder ohne Nachtschiene durchgeführt haben.

Nach dem Trainingsmodell von Alfredson et al. (1998) muss die Übungsdurchführung leicht schmerzhaft sein, soll jedoch abgebrochen werden, wenn die Schmerzen unerträglich sind. Sobald die üblichen Schmerzen während des Trainings abnehmen, soll das Gewicht gesteigert werden, sodass immer leichte Schmerzen bei der Ausführung vorhanden sind. In allen Studien, welche das Modell von Alfredson et al. (1998) als Grundlage nahmen, wurde den

Patienten gesagt, dass Schmerzen während dem Training erlaubt und sogar erwünscht seien. Jedoch wurde dies unterschiedlich kontrolliert. In der Studie von Norregaard et al. (2007) drängte der Therapeut die Patienten nicht speziell dazu, die Übungen trotz Schmerzen zu machen. Darin sehen Norregaard et al. (2007) auch einen Grund ihrer im Vergleich zu anderen Studien schlechteren Resultate. Daraus kann geschlossen werden, dass die Schmerzakzeptanz während des Trainings wahrscheinlich wichtig für gute Resultate ist.

In allen Studien wurde das Trainingsprogramm den Probanden durch einen Therapeuten instruiert. Bei Alfredson et al. (1998), Fahlström et al. (2003), Roos et al. (2004) und Öhberg und Alfredson (2004) erhielten die Patienten zusätzlich ein schriftliches Manual, in dem die Übungen und die Progression beschrieben waren. Keine Studie beschreibt jedoch die genaue Durchführung der Instruktion und des Trainings (bezüglich Tempo, Pausen etc.). So ist für die Autorinnen zwar der Aufbau des exzentrischen Trainings klar, für das genaue Vorgehen bestehen jedoch Lücken, was zu einer falschen Umsetzung führen könnte.

Die Kontrolle der Übungsdurchführung wurde in den Studien verschieden vorgenommen. Bei Fahlström et al. (2003), Mafi et al. (2001) sowie Öhberg und Alfredson (2004) führte ein Therapeut nach 6 Wochen eine Trainingskontrolle durch. In der Studie von Norregaard et al. (2007) wurde dies bereits nach 3 Wochen gemacht. Roos et al. (2004) führten nach einer Woche eine Kontrolle durch den Therapeuten durch und nach 6 Wochen zusätzlich ein Telefongespräch mit den Probanden. Alfredson et al. (1998) machte zur Trainingskontrolle keine Angaben. Bei Silbernagel et al. (2001) fand eine wöchentliche Supervision durch einen Physiotherapeuten statt. Diese regelmässigen Kontrollen sehen die Autorinnen als nötig, da das Training für die Patienten kompliziert durchzuführen ist. Norregaard et al. (2007) und Silbernagel et al. (2001) setzten als zusätzliches Instrument zur Kontrolle der Trainingsdurchführung das Trainingstagebuch ein, welches durch die Probanden geführt werden musste.

Allgemein wurden sehr wenige Kontrollen durchgeführt, was zu einer sehr unterschiedlichen Umsetzung des Trainings geführt und somit die Ergebnisse verfälscht haben könnte. Die Autorinnen finden es wichtig, dass regelmässiger Kontrollen durchgeführt würden, mindestens einmal pro Woche, weil es essenziell ist, dass das Training korrekt und mit der richtigen Dosierung durchgeführt wird.

5.5 Resultate und Outcome measures

	Outcome measure	Resultate
Alfredson et al. (1998)	- konzentrische/exzentrische PF → Durchschnittsarbeit und Maximalkraft - Schmerz VAS 0-100	- Schmerz: IG nach 12 Wo. signifikant weniger Sz ($p < 0.001$) - Maximalkraft: IG konzentrische und exzentrische PF signifikant gestiegen - Durchschnittsarbeit: Konzentrische PF nach 12 Wo. bei IG signifikant besser ($p < 0.05$)
Fahlström et al. (2003)	- Schmerz VAS 0-100	- Schmerz IG: nach 12 Wo. 90/101 Sehnen weniger Sz während Aktivität ($p < 0.001$) - KG: 10/31 hatten gute Resultate $p < 0.01$
Mafi et al. (2001)	- Schmerz VAS 0-100	- IG: nach 12 Wo 82% zufrieden (18/22 Pat.) und zurück im vorherigen Level ($p < 0.002$) - KG: 36% waren zufrieden
Norregaard et al. (2007)	- Sehndicke (mittels Ultrasonographie) - Symptome (Fragebogen) - Globale Verbesserung	- Symptome: Allgemeine Verbesserung, kein Unterschied zw. Gruppen - Globale Verbesserung: nach 3 Mt. nicht stark verbessert, nach 1 Jahr IG deutlich verbessert - Sehndicke und Sehnenfestigkeit: IG nach 3 Mt. Verbesserung der Festigkeit ($p < 0.05$), nach 1 Jahr Dicke und Festigkeit ($p < 0.01$); KG nach 1 Jahr Festigkeit ($p < 0.01$) und Dicke ($p < 0.05$)
Öhberg und Alfredson (2004)	- Sehnenstruktur (m. Ultrasonographie) - Fragebogen (Zufriedenheit, Aktivitätslevel, Schmerzen)	- Schmerz: keine Sz während Aktivität bei 36/41 Sehnen nach durchschnittlich 28 Mt. - Sehnenstruktur: in 34/36 Sehnen normale Sehnenstruktur, in 32/36 keine verbleibende Neovaskularisation
Roos et al. (2004)	- FAOS: 0-100 → Schmerz, Symptome, ADL; Sport & Erholungsfunktion, Fuss- und Fussgelenksbezogene Lebensqualität - Aktivitätslevel: 7-Punkte Skala (0-6) für Hausarbeit/Sport, 5-Punkte-Skala für Probleme während sportlicher Aktivität	- Schmerz: IG signifikante Sz-Reduktion ($p = 0.007$) schon nach 6 Wo. und 1 Jahr ($p = 0.001$), andere Gruppen weniger Sz-Reduktion; nach 52 Wo. alle Gruppen Sz-Reduktion ($p < 0.001$) - In anderen Punkten der FAOS ähnliche Resultate (in Studie nur durch mean +/- SD angegeben, p-Wert nicht ausgerechnet) - Aktivitätslevel: IG 5/8 Pat. erreichten nach 12 Wo. früheres Aktivitätslevel, KG 1/10 (Nachtschiene) und 3/8 (Kombi) - Compliance: IG zu Beginn i.O., nach 12 Wo. nur noch 50%; KG (Schiene) während ganzer Zeit relativ gut - kein Unterschied bezüglich der Muskelschmerzen zwischen IG und KG
Silbernagel et al. (2001)	- Schmerz (VAS 0-100) - Allg. Symptome (Steifigkeit, Schwellung) - Funktion: PF, Sprungtest, Zehenstandtest	- Palpationsschmerz: IG nach 3&6 Mt. signifikant weniger Sz ($p < 0.05$) - Sz während Aktivität: beide Gruppen nach 6 Mt. signifikante Verbesserung - Sz während Gehen: Signifikante Verbesserung bei IG nach 6 Wo. und 6 Mt. - PF: keine grossen Differenzen, IG nach 6 Mt. Verbesserung von 72° auf 75° - Sprungtest: nach 3&6 Mt. deutliche Verbesserung bei beiden Gruppen (nur bei wenigen Sehnen untersucht!) - Zehenstandtest: beide Gruppen Verbesserung nach 3&6 Mt. - Mehr Pat. der IG berichteten nach 6 Mt. über eine vollständige Genesung

Tabelle 7: Outcome measures und Resultate der Studien

In den Studien ist ein grosser Bereich an Outcome measures zu finden. Zur Vereinfachung und Übersichtlichkeit stellen die Autorinnen die Outcome measures und deren Resultate der jeweiligen Studien tabellarisch dar (siehe Tabelle 7).

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, war das am häufigsten verwendete Outcome measure der Schmerz, welcher mittels VAS-Skala (Bereich 0-100) ermittelt wurde. Der Schmerz wurde zum Teil unterschiedlich definiert: Schmerz während Aktivität (Silbernagel et al., 2001; Öhberg und Alfredson 2004; Fahlström et al., 2003) oder Palpationsschmerz (Silbernagel et al., 2001).

In allen Studien wiesen die Probanden unabhängig von der Intervention, nach durchschnittlich 12 Wochen, eine Verbesserung der Schmerzsituation auf. Fahlström et al. (2003), Mafi et al. (2001), Alfredson et al. (1998), Roos et al. (2004) und Silbernagel et al. (2001) präsentierten bei der mit exzentrischem Training behandelten Interventionsgruppe eine deutlichere Schmerzreduktion als bei der jeweiligen Kontrollgruppe. Bei Mafi et al. (2001) zeigte sich, dass exzentrisches Training nach Alfredson et al. (1998) einen signifikant besseren Effekt bezüglich Schmerzsenkung erzielt als konzentrisches Training, 18 von 22 Probanden ($p < 0.002$) des exzentrischen Trainings erreichten nach 12 Wochen ihr ursprüngliches Level, während nur 8 von 22 Probanden des konzentrischen Trainings dasselbe Resultat aufwiesen. Alfredson et al. (1998) wies nach 12 Wochen exzentrischen Trainings noch leicht bessere Resultate der Schmerzlinderung vor ($p < 0.001$). Auch Roos et al. (2004) konnten in der Gruppe des exzentrischen Trainings mit einer Schmerzsenkung nach 6 Wochen bei 27 % der Teilnehmer ($p = 0.007$) und nach 52 Wochen bei 42% der Teilnehmer ($p = 0.001$) die besseren Resultate aufweisen als in der Gruppe mit der Nachtschiene (nach 26 Wochen bei 17%, $p = 0.14$) oder in der kombinierten Gruppe (nach 26 Wochen bei 22%, $p = 0.08$). Trotz des stufenweise gesteigerten und schmerzangepassten Trainings war diese Behandlung erfolgreich bezüglich der Schmerzsenkung. Der Vergleich der p-Werte von Alfredson et al. (1998) und Roos et al. (2004) zeigt, dass die Schmerzabnahme gleich signifikant war, woraus geschlossen werden kann, dass das exzentrische Training sowohl stufenweise gesteigert (Roos et al., 2004), wie auch von Beginn mit der maximalen Repetitionszahl durchgeführt (Alfredson et al., 1998), die erwünschte Wirkung erbringt. Die Ergebnisse von Norregaard et al. (2007) unterstützen mit den verbesserten Schmerzsymptomen

nach einem progressiv angepassten Training nach Alfredson et al. (1998) diese Annahme.

Roos et al. (2004) verwendeten zusätzlich einen speziellen Fragebogen zur Auswertung (FAOS: beinhaltet Schmerz, Symptome, ADL, Lebensqualität und sportliche Aktivitäten/Erholungsphase). In allen Punkten wurden ähnliche Ergebnisse erzielt wie beim Schmerz. Der Vorteil dieses Fragebogens ist die ganzheitliche Auswertung, in der verschiedenste Aspekte des täglichen Lebens untersucht werden.

Auch Patienten, welche nach dem Programm von Silbernagel et al. (2001) trainierten, konnten ihre Schmerzen deutlich reduzieren. Nach 6 Wochen zeigte die Experimentengruppe eine signifikante Verbesserung ($p < 0.05$) der Schmerzen während Aktivität (nur noch 13 von untersuchten 27 Achillessehnen), der Schmerzen während des Gehens (9/27) und während des Treppensteigens (3/27). Auch nach 6 Monaten war eine signifikante Schmerzreduktion sichtbar. Nach 6 Monaten gaben mehr Patienten der Interventionsgruppe an, sich vollständig erholt zu haben, auch im One-Year Follow-up waren deutlich mehr Patienten der Gruppe des exzentrischen Trainings mit ihrem aktuellen Aktivitätslevel zufrieden.

Öhberg und Alfredson (2004) konnten eine signifikante Schmerzverbesserung nach durchschnittlich 28 Monaten vorweisen, 36 von 41 Sehnen waren schmerzfrei während Aktivität. Auch bei Fahlström et al. (2003) wurden mit exzentrischem Training gute Resultate erzielt, nach 12 Wochen zeigten sich bei 90 von untersuchten 101 Sehnen deutlich weniger Schmerzen, sprich eine signifikante Verbesserung auf der VAS während Aktivitäten ($p < 0.001$), ausserdem konnten die erfolgreich behandelten Patienten ihr früheres Aktivitätslevel wieder aufnehmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle Gruppen, die nach dem Modell von Alfredson et al. (1998) trainiert haben, eine signifikante Schmerzverbesserung erzielt haben, unabhängig davon, wie der Aufbau oder die Stärke der Intervention gewählt wurde. Auch das Modell von Silbernagel et al. (2001) führte zu einer deutlichen Schmerzreduktion der Probanden.

Zusätzlich zum Outcome measure Schmerz untersuchten Alfredson et al. (1998) die Kraft anhand der konzentrischen und exzentrischen Plantarflexion und zeigten eine signifikante Steigerung der durchschnittlichen konzentrischen Plantarflexion

in der Interventionsgruppe nach 12 Wochen ($p < 0.05$). Die exzentrische Plantarflexion blieb unverändert. Hingegen verbesserte sich die konzentrische wie auch exzentrische Maximalkraft in Plantarflexion signifikant.

Auch Silbernagel et al. (2001) verwendeten zusätzlich die Outcome measures Kraft und Funktion, ermittelt durch Zehenstand, Sprungtest und aktive Plantarflexion. Hier zeigten zwar die Interventionsgruppe, wie auch die Experimentengruppe, eine Verbesserung nach 3-6 Monaten, es waren jedoch keine signifikanten Unterschiede sichtbar. Somit ist auffällig, dass in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede bezüglich der objektiven Messgrößen festzustellen sind, hingegen bei dem subjektiven Parameter Schmerz deutlich.

Nur diese zwei erwähnten Studien verwendeten funktionelle Outcome measures, wendeten sie aber sorgfältig und standardisiert an. Alfredson et al. (1998) beschrieben das komplexe Kraftmessverfahren ausserdem sehr genau, dennoch war es für die Autorinnen teilweise schwer verständlich. Die verwendeten objektiven Messparameter, zusätzlich zu dem subjektiven Parameter Schmerz, erhöhen die Aussagekraft der Studien.

Als weiteres Outcome measure untersuchten Roos et al. (2004) die Compliance mittels Trainingstagebuch. Dabei wurde eine gute Compliance bei der Experimentengruppe bei einer Durchführung von mindestens 75% der geforderten 14 Übungseinheiten pro Woche und bei der Kontrollgruppe beim Tragen der Nachtschiene in 5 von 7 Nächten festgelegt. Dies führte zu folgenden Resultaten: Die Compliance in der exzentrischen Gruppe war zu Beginn zufriedenstellend, nahm aber drastisch ab, wodurch nach 12 Wochen nur noch 50% dieser Gruppe eine gute Compliance aufwiesen. Währenddessen war die Compliance in der Gruppe mit der Nachtschiene für die ganze Studienperiode zufriedenstellend. Die Resultate der Compliance sind ein Indiz dafür, dass es für Patienten schwierig ist, das exzentrische Training korrekt und konsequent durchzuführen. Jedoch ist zu erwähnen, dass nach 12 Monaten mit 15% deutlich weniger Patienten der Interventionsgruppe eine andere Intervention ausprobiert hatten als diejenigen der Kontrollgruppen, welche ein hohes Cross-over zwischen Behandlungen aufwiesen (50%). Dies könnte dafür sprechen, dass die Patienten der exzentrischen Gruppe durch das strenge aktive Training stärker das Gefühl hatten, etwas gegen ihr Problem zu tun, als die Patienten mit der Nachtschiene, was eher passiv wirkt.

Roos et al. (2004) kombinierten in einer Kontrollgruppe das exzentrische Training mit Stretching (Nachtschiene) mit der Überlegung, dass anhaltendes Stretching der Achillessehne die allfälligen Muskelschmerzen aufgrund des exzentrischen Trainings reduzieren könnte. Es konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Muskelschmerzen festgestellt werden. Jedoch erzielte die Interventionsgruppe eine grössere Schmerzreduktion als die Kontrollgruppe (Schiene und exzentrisches Training), was einen negativ modulierenden Effekt des Stretchings auf die gute Wirkung des exzentrischen Trainings vermuten lässt. Interessant sind die Outcome measures bei Öhberg und Alfredson (2004) und Norregaard et al. (2007), da diese bildliche Darstellungsverfahren wählten. Öhberg und Alfredson (2004) stellten nach einem durchschnittlichen Follow-up von 28 Monaten mittels kombinierter Ultrasonographie und Colour Doppler bei 34 von 36 schmerzfreen Sehnen eine normalisierte Sehnenstruktur und bei 32 Sehnen davon sogar keine verbleibende Neovaskularisation fest. Bei fünf Sehnen, die auch nach dem exzentrischen Training keine Schmerzverbesserung aufwiesen, war nach 28 Monaten immer noch eine Neovaskularisation festzustellen. Norregaard et al. (2007) stellte ultrasonographisch nach einem Jahr eine signifikante Verbesserung der Sehnendicke und Sehnenfestigkeit fest, jedoch ohne grossen Unterschied zwischen der Experimenten- und Kontrollgruppe. Sie stellten keine signifikante Korrelation zwischen der Änderung der Sehnendicke und der Änderung der Symptome fest, was die Autorinnen nicht ganz nachvollziehen können, da sich sowohl die Schmerzen als auch die Sehnendicke/-festigkeit signifikant verbessert haben.

5.6 Studiendauer und Follow-up

In allen Studien wurde ein Interventionszeitraum von mindestens 12 Wochen untersucht. Die meisten Studien ermittelten die Ergebnisse nach dieser Zeit (Alfredson et al., 1998; Fahlström et al., 2003; Mafi et al., 2001; Öhberg und Alfredson, 2004; Roos et al., 2004). Silbernagel et al. (2001) und Roos et al. (2004) führten ausserdem nach 6 und 26 Wochen eine Überprüfung der Outcome

measures durch. Öhberg und Alfredson (2004) untersuchten zusätzlich die Sehnenstruktur nach einem durchschnittlichen Follow-up von 28 Monaten.

Roos et al. (2003) und Norregaard et al. (2007) führten als einzige ein One-Year-Follow-up durch. Bei Norregaard et al. (2007) zeigte die Experimentengruppe nach einem Jahr eine deutlich bessere globale Verbesserung als nach 3 Monaten. Dies könnte auf die lange Regenerationszeit der Achillessehne zurückzuführen sein. Auch bei Roos et al. (2004) zeigte die Schmerzabnahme nach einem Jahr eine bessere Signifikanz als nach 6 Wochen. Die Ergebnisse von Roos et al. (2004) nach einem Jahr weisen jedoch möglicherweise eine Verzerrung auf, da zwischen 20-25% der Studienteilnehmer im Verlauf ausschieden. In beiden Fällen ist unklar, ob nach 12 Wochen eine Weiterführung des Trainings bestand. Daher könnten die Verbesserungen nach einem Jahr auf das exzentrische Training als auch auf den Zeitfaktor zurückzuführen sein.

Nur in der Studie von Öhberg et al. (2004) wird angegeben, wie das Vorgehen nach dem 12-wöchigen exzentrischen Training aussieht: Es wird die Empfehlung gegeben, das Training ein- bis zweimal wöchentlich weiterzuführen, was den Autorinnen als sinnvoll erscheint. Es erfolgte jedoch keine Überprüfung mittels Follow-up.

In allen anderen Studien sind keine Angaben zu finden, weshalb unklar ist, ob das Training weitergeführt wurde und welche sportlichen Aktivitäten wieder aufgenommen wurden. Es wäre wichtig, die weiteren Massnahmen nach der 12-wöchigen Intervention zu dokumentieren, damit es in der Praxis korrekt umgesetzt wird.

5.7 Physiologische Auswirkungen des exzentrischen Trainings

Der Hintergrund zu den guten klinischen Daten des exzentrischen Trainings ist noch nicht vollständig geklärt.

Öhberg und Alfredson (2004) assoziieren die guten Resultate mit der signifikanten Abnahme der Sehnendicke und in den meisten Sehnen auch mit normalisierter Sehnenstruktur. Laut den Autoren ist die Abnahme der Blutgefässe und Nerven in den erfolgreich behandelten Sehnen ein Indiz dafür, dass die Neovaskularisation

höchstwahrscheinlich für die Schmerzen bei Achillessehnenproblematiken verantwortlich ist. Petersen et al. (2005) unterstützen diese Annahme. Weiter vermuten Öhberg und Alfredson (2004), dass während des exzentrischen Trainings in der Endstellung (maximale passive Dorsalextension) der Fluss in den Blutgefässen unterbrochen wird, wodurch diese Gefässe und gleichzeitig die Nerven verletzt werden, was dazu führt, dass sie absterben. Dies könnte ein Grund für die Schmerzen sein, welche die Patienten in der ersten Zeit des Trainings spüren.

Als Auslöser für die Neovaskularisation wird die erhöhte Konzentration an Glutamat und Laktat in Betracht gezogen, was auch Petersen et al. (2005) vermuten. Das Laktat indiziert zusätzlich die ischämischen Bedingungen (Öhberg und Alfredson, 2004).

Shalabi et al. (2004) beschreiben, dass die genaue Erklärung für das intratendinöse Signal bei der chronischen Achillodynie unbekannt ist, man jedoch glaubt, dass es mit histopathologischen Veränderungen korreliert. Typische histopathologische Funde in der schmerzhaften Achillessehne sind eine erhöhte Menge an nicht-kollagener Matrix, eine Unordnung der Kollagenfasern und eine gesteigerte Vaskularisation. Ein weiterer häufiger Befund ist ein reduzierter Flüssigkeitsgehalt, was ein Resultat des reduzierten Gehalts an Glycosaminoglycan sein kann, welches für ihre grosse Wasserbindungskraft bekannt ist.

Shalabi et al. (2004) unterstützen zudem die Aussage von Öhberg und Alfredson (2004), dass das Einsprossen von Gefässen und Nerven bei der chronischen Achillestendinose mitverantwortlich für die Schmerzen ist. Jedoch ist die Neovaskularisation auch wichtig für die Reparatur in der Sehnenmatrix.

Alfredson et al. (1998), Fahlström et. al. (2003) und Mafi et al. (2001) können die Mechanismen hinter den guten Resultaten nicht erklären, sehen aber eine mögliche Erklärung im Effekt des Stretching mit einer Verlängerung der Muskelsehneneinheit, was zu weniger Belastung und Schmerzen während der Fussgelenksbewegung führt.

5.8 Auffälligkeiten der Studien

Hakan Alfredson ist an mehreren verwendeten Studien mitbeteiligt, was dazu geführt haben könnte, dass das Studiendesign durch seine Überzeugungen beeinflusst wurde. Ausserdem wurden alle Studien im Skandinavischen Raum durchgeführt, was zu einem geographischen Bias führen könnte.

Alle Studien weisen eine relativ kleine Probandenanzahl auf. Dies widerspiegelt eine mögliche Problematik, genügend Studienteilnehmer mit chronischer Achillessehnenentzündung, welche festgelegte Einschlusskriterien erfüllen, zu finden.

6 Schlussfolgerung

In den ausgewählten Studien wurden drei unterschiedliche exzentrische Trainingsmethoden angewendet: Das exzentrische Training nach Silbernagel et al. (2001), das Training nach Alfredson et al. (1998) und die abgeänderte progressive Version davon (Norregaard et al., 2007; Roos et al., 2004).

Die Literaturarbeit zeigt, dass durch diese drei exzentrischen Trainingsvarianten bei Freizeitsportler mit chronischer Mid-Portion-Achillodynie in den Bereichen Schmerz, Kraft, Funktionalität, Beweglichkeit und der Normalisierung der Sehnenstruktur signifikante Verbesserungen erzielt werden können. Die Patienten der Interventionsgruppe zeigten jeweils bessere Outcomes als die Patienten der Kontrollgruppe, jedoch waren die Unterschiede zwischen den Ergebnissen nicht signifikant.

Exzentrisches Training, unabhängig vom Aufbau, ist somit eine effektive Behandlungsmethode für die chronische Mid-Portion-Achillodynie, jedoch konnte bislang nicht nachgewiesen werden, dass es die erfolgreichste Intervention ist.

6.1 Theorie-Praxis-Transfer

Die Autorinnen haben in der Literatur signifikante Effekte des exzentrischen Trainings bei Mid-Portion-Achillodynie gefunden, daher stellt es für sie momentan das Mittel der Wahl zur Behandlung dar. Im Vergleich zwischen dem exzentrischen Training von Alfredson et al. (1998) und Silbernagel et al. (2001) sehen die Autorinnen Vorteile im einfacheren Aufbau von Alfredsons Trainingsmethode. Die Durchführung dieses Trainings ist für den Patienten verständlicher, ausserdem ist anzunehmen, dass es aufgrund des geringeren Zeitaufwandes eher durchgeführt wird und die Compliance so positiv beeinflusst wird, daher ist es als Heimprogramm geeignet. Um die Compliance besser zu überprüfen und möglicherweise auch zu fördern, ziehen die Autorinnen ein Trainingstagebuch in Betracht, wobei jedoch beachtet werden muss, dass dies wieder mit mehr Zeitaufwand für den Patienten in Verbindung steht.

Obwohl nicht geklärt ist, wie starke Muskelschmerzen das Alfredson-Modell auslöst, ziehen die Autorinnen die progressive Steigerung des Trainings (Roos et al., 2004) vor, um dieses Risiko so gering wie möglich zu halten.

Um das Training zu überprüfen, sollten wöchentliche Kontrollen durch den Physiotherapeuten stattfinden.

6.1.1 Trainingsempfehlung

Folgende Trainingsempfehlung beruht auf der Meinung der Autorinnen, welche auf einige Studienergebnisse gestützt ist.

Übung 1

Der Patient steht mit den Vorfussballen auf einer Treppenstufe und kann sich mit einer Hand am Geländer oder an der Wand stabilisieren (1).

Mit extendierten Knien und aufgerichtetem Oberkörper geht der Patient mit Hilfe des gesunden Beins in den Zehenspitzenstand (volle Plantarflexion), damit es in der symptomatischen Wade zu keiner konzentrischen Belastung kommt (2).

Aus dieser Position wird nur noch die schmerzhafteste Wade exzentrisch belastet, indem die Ferse langsam unter das Vorfussniveau gesenkt wird (3). Diese Position wird kurz eingehalten und dann wird wieder das asymptomatische Bein benutzt, um die „Aufwärts-Belastung“ in die Plantarflexion durchzuführen.

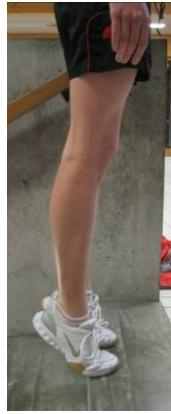
Mit dieser Übung wird vor allem der M.gastrocnemius aktiviert.

Übung 2

Dieselbe Übung, aber mit ungefähr 60° flektiertem Knie, damit auch der tiefer gelegene M.soleus aktiviert wird (4).



1)



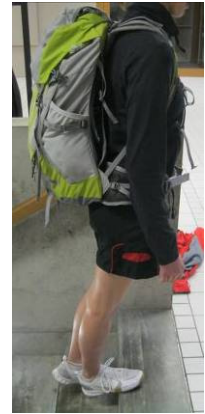
2)



3)



4)



5)

Abb. 5: Ablauf des exzentrischen Trainings

Progressiver Trainingsaufbau

- Erste Woche: nur Übung 1, 2x täglich
 - 1x15 Repetitionen (Tag 1+2)
 - 2x15 Repetitionen (Tag 3+4)
 - 3x15 Repetitionen (Tag 5+7)
- Zweite bis zwölfte Woche: Übung 1+2
 - 3x15 Repetitionen (pro Übung)
 - Übung 1+2 abwechslungsweise mit kurzen Pausen dazwischen durchführen
 - 2x täglich, 7 Tage pro Woche

Das Training soll immer leicht schmerzhaft sein, jedoch nicht die Schmerztoleranz des Patienten überschreiten. Zu Beginn wird das Training nur mit dem Eigengewicht ausgeführt. Wenn während dem Training keine Schmerzen mehr vorhanden sind, wird die Belastung durch das Tragen eines Rucksackes mit Gewicht gesteigert, sodass das Training wieder leicht schmerzhaft ist (5). Der Patient sollte gut darüber aufgeklärt werden, dass es wichtig ist, dass das Training leicht schmerzhaft ist und so am meisten Erfolg erzielt werden kann, sowie dass während den ersten Wochen Schmerzen in der Wadenmuskulatur zu erwarten sind.

Um das Training sicher durchzuführen, sollte der Patient geschlossene Sportschuhe tragen. Schmerzfreie Sportaktivitäten sind während des 12-wöchigen Trainings erlaubt, jedoch kein intensives Training oder neue Sportarten. Diese Vorgabe sollte individuell an die Patienten angepasst werden.

Nach dem 12-wöchigem exzentrischem Training wird dem Patient empfohlen, die Übungen weiterhin 1-2 mal pro Woche durchzuführen und die gewohnten Sportaktivitäten langsam und dosiert wieder aufzunehmen. Denn das Sehngewebe hat eine lange Regenerationszeit, was, so vermuten die Autorinnen, durch eine Weiterführung des Trainings positiv beeinflusst werden kann. Ausserdem gehen die Autorinnen davon aus, dass die guten Resultate einiger Studien nach einem Jahr nicht nur auf den Zeitfaktor, sondern auch auf das Training zurückzuführen sind.

6.2 Forschungsempfehlungen

Die Autorinnen sind der Meinung, dass zukünftige Studien nötig sind, um den Langzeiteffekt des exzentrischen Trainings zu dokumentieren. Denn es ist wichtig, dass die Veränderungen an der Achillessehne über einen längeren Zeitraum beobachtet werden, da das Sehngewebe eine lange Regenerationszeit hat. Es wäre interessant, zu untersuchen, wie sich die Symptome nach dem 12-wöchigen Training weiterentwickeln, wenn die Patienten wieder in ihr ursprüngliches Sportverhalten zurückkehren.

Es ist ungeklärt ob die Symptombdauer, wie auch eingenommene Medikamente und vorhergehende Therapien einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Dies könnten Inhalte zukünftiger Studien sein.

Um die positiven Effekte ausschliesslich auf das exzentrische Training zurückführen zu können, müssten Studien durchgeführt werden, in denen die Kontrollgruppe über den gleichen Zeitraum keine Intervention erhält.

Ausserdem ist es nötig, in weiteren Studien nur Patienten mit unilateralen Symptomen zu untersuchen, da bei bilateralen Symptomen konzentrische und exzentrische Muskelarbeit gemischt wird und so nicht der Effekt des rein exzentrischen Trainings nachgewiesen werden kann.

Da der physiologische Wirkmechanismus des exzentrischen Trainings noch nicht klar erforscht wurde, sollten mehr bildgebende Verfahren in der Diagnostik und bei der Auswertung der Ergebnisse verwendet werden.

Ausserdem werden mehr Studien mit verbessertem Design, vergleichbaren Gruppen und objektiven Outcome measures benötigt, um die Erkenntnisse dieser Literaturstudie zu bekräftigen.

7 Danksagung

Die Autorinnen bedanken sich bei allen, die sie bei der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank geht an Frau Monika Bodmer für die Betreuung während dem Erstellen der Arbeit und die wertvollen Ratschläge.

Ihren Familien und Freunden danken die Autorinnen für die investierte Zeit und Geduld, sowie für die kritischen Anmerkungen.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

- Alfredson, H., Pietila, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 360-366.
- Brukner, P., & Khan, K. (2006). *Clinical Sports Medicine 3E*. Sydney: McGraw-Hill Professional.
- Fahlstrom, M., Jonsson, P., Lorentzon, R., & Alfredson, H. (2003). Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscop*, 11, 327-33.
- Hegenscheidt, S., Harth, A., Scherfer, E. (2008). PEDro Scale German Translation [On-Line]. Available:
http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/media/downloads/PEDro_scale/PEDroscale_german.pdf (29.04.2010).
- Hirschmüller, A., & Südkamp, N. (2010). Auf der Stufe zum Erfolg. *Physiopraxis*, 1, 26-29.
- Hochschild, J. (2002). *Strukturen und Funktionen begreifen: Funktionelle Anatomie- Therapierelevante Details*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Kingma, J.J., de Knikker, R., Wittink, H.M., & Takken, T. (2007). Eccentric overload training in patients with chronic Achilles tendinopathy: a systemic review. *British Journal of Sports Medicine*, 41. e3.
- Krämer, R.H. (2006). *Kapilläre Mikrozirkulationsmessung der Achillessehne mittels kombinierter Laser–Doppler–Spektrophotometrie*. Dissertationsstudie.

- Lamprecht, M., Fischer, A. & Stamm, H. (2008). *Sport Schweiz 2008: Das Sportverhalten der Schweizer Bevölkerung* [On-Line]. Available: <http://www.baspo.admin.ch/internet/baspo/de/home/dokumentation.parsysrelated1.2694.downloadList.39215.DownloadFile.tmp/basposportschweizde.pdf> (30.4.2010)
- Lindner, O. (2007). Effektivität von exzentrischem Training bei chronischer Achillodynie, *Manuelle Therapie*, 11, 2-9.
- Lohrer, H. (2006). Die Achillodynie- Eine Übersicht. *Orthopädieschuhtechnik*, 7, 34-41.
- Mafi, N., Lorentzon, R., & Alfredson, H. (2001). Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9, 42-47.
- Nørregaard, J., Larsen, C.C., Bieler, T., & Langberg, H. (2007). Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17, 133-138.
- Öhberg, L., & Alfredson, H. (2004). Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 12, 465-470.
- Petersen, W., Pufe, T., Pfrommer, S., & Tillmann, B. (2005). Überlastungsschäden der Achillessehne. Die Bedeutung von Blutgefässversorgung und Angiogenese. *Der Orthopäde*, 34, 533-542.
- Rompe, J., Furia, J., & Mafulli, N. (2008). Mid-portion Achilles tendinopathy – current options for treatment. *Disability and Rehabilitation*, 30, 1666-1676.

- Roos, E., Engström, M., Lagerquist, A., & Söderberg, B. (2004). Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with mid-portion Achilles tendinopathy – a randomized trial with 1-year follow-up. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14, 286-295.
- Satyendra, L. & Byl, N. (2006). Effectiveness of physical therapy for Achilles tendinopathy: An evidence based review of eccentric exercises. *Isokinetics and Exercise Science*, 14, 71-80.
- Scherfer, E. (2006). *Forschung verstehen. Ein Grundkurs in evidenzbasierter Praxis*. München: Plaum Verlag.
- Shalabi, A., Kristoffersen-Wilberg, M., Svensson, L., Aspelin, P., & Movin, T. (2004). Eccentric Training of the Gastrocnemius-Soleus Complex in Chronic Achilles Tendinopathy Results in Decreased Tendon Volume and Intratendinous Signal as Evaluated by MRI. *American Journal of Sports Medicine*, 32, 1286-1296.
- Silbernagel, K.G., Thomeé, R., Thomeé, P., & Karlsson, J. (2001). Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain – a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 11, 197-206.
- Spitzenberg, M. (2007). "Tendinitis"- Theorie und Praxis. Chronische Sehnenbeschwerden - neue wissenschaftliche Erkenntnisse und ihre praktische Anwendung. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 59, 498-504.
- Van den Berg, F., & Cabri, J. (2003). *Angewandte Physiologie. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Van Duijn, A. (2007). *Bindegewebe von Muskel und Sehne*. Vorlesungs-Skript. Winterthur: ZHAW.

Van Usen, C., & Pumberger, B. (2007). Effectiveness of eccentric exercises in the management of chronic Achilles tendinosis. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 5.

Waldvogel, A. (2007). *Achillessehnenpathologien: Risikofaktoren und deren Auswirkungen*. Literaturstudie (OMT 2005-2007).

Wasielowski, N.J., & Kotsko, K.M. (2007). Does Eccentric Exercise Reduce Pain and Improve Strength in Physically Active Adults With Symptomatic Lower Extremity Tendinosis. A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 42, 409-421.

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anatomie der Achillessehne

Schünke, M., Schulte, E., & Schuhmacher, U. (2005). *Prometheus. Lernatlas der Anatomie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. Seite 435.

Abb 2 & 3: Schematische Darstellung einer Neovaskularisation

Brukner, P., & Khan, K. (2006). *Clinical Sports Medicine 3E*. Sydney: McGraw-Hill Professional. Seite 591.

Abb. 4: Exzentrisches Training nach Alfredson

Alfredson, H., Pietila, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 360-366. Seite 362.

Abb.5: Ablauf des exzentrischen Trainings

Persönliche Fotografien

8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Elektronische Suche	8
Tabelle 2: Einschlusskriterien	9
Tabelle 3: Verlauf, Symptome und Diagnostik der Achillodynie	12
Tabelle 4: Population der Studien	34
Tabelle 5: Diagnostik der Studien	38
Tabelle 6: Interventionen der Studien	39
Tabelle 7: Outcome measures und Resultate der Studien	43

8.4 Abkürzungsverzeichnis

ADL: Activity of daily living
DE: Dorsalextension
Flex/ Ext: Flexion/ Extension
IG: Interventionsgruppe
KG: Kontrollgruppe
Mt: Monate
PEDro: Physiotherapy Evidence Database
PF: Plantarflexion
RCT: Randomized controlled trial
Sz: Schmerzen
VAS: Visual Analog Scale
Wdh: Wiederholung/en
Wo: Wochen

9 Eigenständigkeitserklärung

„Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Winterthur, 21. Mai 2010

Fionda Bruggmann

Karin Keller

10 Anhänge

10.1 Matrix

Autoren, Jg	Design	Zweck	Population	Intervention	Kontrollgruppe	Outcome Measure	Resultate	
Alfredson et al., 1998	Prospektive Studie	Short-term Effekt von heavy-load eccentric calf muscle training bei SehnenSz während der Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> - 15 Pat - 15 M, 3 F - Freizeitsportler - mean age: 44.3 - chronic Achilles tendinosis 2-6cm oberhalb Insertion (degenerativ) - lange Zeit Sz: 18.3 Monate - bereits konventionelle Th ausprobiert (rest, NSAID, Schuhwechsel oder Orthesesen, physikalische Th, übliches Trainingsprogramm → aber kein Effekt auf Sz Diagnosestellung: <ul style="list-style-type: none"> - Achillessehnen-Sz in letzten 3M - US: degenerative Veränderungen in der im Sz-Bereich (local thickening, unregelmässige Sehnenstruktur & Faserverauf, getrennte 	<ul style="list-style-type: none"> - praktische Instruktion & schriftliches Manual - n.6Wo, Kontrolle der Übungen durch PT - 2x täglich, 7Tage/ Wo, für 12Wo - Laufsportarten gleichzeitig erlaubt, wenn nur milde Sz dabei - 2 Übungsarten: <ul style="list-style-type: none"> - Knie gestreckt - Knie felktiert (für M.soleus) - jede Übung 3x15Wh - „Mukelsurren“ ersten 2Wo erlaubt - mit gesundem Bein in ASTE zurück (keine konzentrische Belastung) - zuerst nur mit Körpergewicht, wenn gar keine Sz mehr bei Übung, zusätzlich Rucksack+ Gewicht, fortlaufend steigern, ev mit weight machine 	<ul style="list-style-type: none"> - 15 Pat - 11 M, 4 F - Freizeitsportler - mean age: 39.6 - Sz sei 33.5 Monate - gleiche Diagnose - Konventionelle Behandlung: Ruhe, NSAID, Schuhwechsel oder Orthesesen, physikalische Th, übliches Trainingsprogramm → kein Erfolg → OP → postop: stufenweises Training vom gleichen PT 	<ul style="list-style-type: none"> - VAS - Muskelkraft 	<p>Exzentrische Gruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - alle zurück in ursprüngliches Aktivitätslevel mit Full-Running - signifikante Abnahme der Sz während der Aktivität - signifikanter Anstieg der Muskelkraft auf betroffener Seite (kein signifikanter Unterschied mehr zur gesunden Seite) → sehr guter short-term Effekt des heavy load eccentric training bei Athleten in den frühen 40er <p>Kontrollgruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - signifikante Sz-Abnahme - zufrieden - zurück in ursprüngliches Level → vor OP sollte EE- 	Ausschluss von Pat mit bilateralen Sz, limitierter Fussgelenk-ROM, andere Verletzungen

			Sehnenfasern				Training ausprobiert werden!		
Fahlström et al., 2003	Porspektive Studie	Erfolg bei grösseren Gruppen und auch bei chronischen Insertions Sz aufzeigen (da EE bei kleinen Gruppen und „mid portion“ bereits gute Resultate zeigte	<p>Gruppe 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 78 Pat mit „chronic painful Achilles tendinosis at the mid-portion“ (2-6cm oberhalb Instertion) - 53 M, 25 F - 55 unilat, 23 bilat. → 101 Achillessehnen -mind. seit 3 Monaten Sz (mean 19.3M) - Freizeitsportler: 49% Joggen, 33% Walking, 18% Andere - Diagnose: basierend auf klinischen Untersuchungen von einem Orthopäden, diese zeigten knötchenartige Verdickungen in der Mid-Portion - bei 83 Sehen mit US: lokale Verdickung, unregelmässige Sehnenstruktur & Faserverlauf <p>Alle Pat. (Gruppe 1+2) hatten Sz unter Belastung der Sehne und konnten so das gewünschte Aktivitätsniveau nicht mehr ausüben. Alle wurden bereits mit „Erholung“ therapiert und die meisten zusätzlich mit anderen</p>	(n. Alfredson)	<ul style="list-style-type: none"> -praktische Instruktion & schriftliches Manual -nach 6Wo Kontrolle der Übungen durch Physio - Sz während ersten 2 Wochen erlaubt - zuerst nur mit Körpergewicht, wenn gar keine Sz mehr bei Übung, zusätzlich Rucksack, Gewicht fortlaufend steigern (soll immer sz-haft sein) 	<p>Gruppe 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 30 Pat. mit chronischen Achillessehnen-Insertions- Sz - 24 M, 6 F - 29 unilat, 1 bilat → 31 Sehnen - Freizeitsportler: 36% Joggen, 3% Walking, 61 % Andere (3 Pat: high level long distance runners) - Sz seit längerer Zeit (mean 19.3 M) - Diagnose: siehe Gruppe 1, zusätzlich 21 mit US, 1 MRI, 10 Röntgen, dabei zeigten sich: Burstits, distale Achilles tendinosis, Haglund's Deformationen 	<ul style="list-style-type: none"> - VAS - Aktivitätslevel -Sz während Sport 	<p>Gruppe 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gut bei 90 von 101 Sehnen (89%) - ... erreichten wieder ursprüngliches Aktivitätlevel -... Sz während Belastung nahm ab -...signifikante Abnahme VAS - 10 Pat. nicht zufrieden - schlechte Resultate vorwiegend bei Frauen und hohem BMI <p>Gruppe 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - 32% der unilat. gute Resultate - 68% schlechte Resultate 	

			Methoden (NSAID's, Kortisonspritze, Physio, versch. Trainingsprogramme) mit unzufriedenen Ergebnisse					
Mafi et al., 2001	prospective multicenter study -Diagnostik mittels klinischem Untersuchung und Ultrasonographie → US diagnostizierte Sz-Gebiet 2-6 cm oberhalb Insertion am Kalkaneus und lokale Erweiterung der Sehne, zudem hypoechoische Bereiche festgestellt	2 versch. Beh.methoden (exzentrisch vs. Konzentrisch) für Achillessehnenbeschwerden 2-6 cm oberhalb Insertion in einer randomisierten Studie zu untersuchen	-44 Pat. -Durchschn.alter 48 Jahre -lange Schmerzsymptomatik (Durchschn. 21 Monate), -Sz während Aktivität -Symptome 2-6 cm proximal d. Insertion -25 jogten, 19 walkten regelm., aber 43% waren sportlich nicht stark aktiv -Einige waren schon zuvor in Behandlung (NSAID, Physio, Cortison)	-Exzentrisches Training nach Alfredson (während diesen 12 Wochen war sz-freies Joggen, gehen erlaubt) - Weiterführung der Übungen trotz allfälligen Sz, wenn keine Sz, dann sollte mehr Gewicht dazugenommen werden	-Gruppe mit konzentrischem Training	-VAS-Skala 0-100	-nach 12 Wochen: exz. Gruppe 82% (18/22) erlangten ursprüngliches Aktivitätslevel und waren zufrieden → signifikant besser als konz. Gruppe (p<0.002) -VAS-Score bei ET bei 18 Pers. sank von 69 auf 12 -Resultate nicht erklärbar	-Achilles tendinosis - entdeckten grössere Mengen vom Neurotransmitter Glutamat in sz-haften Sehnen, aber keine Entzündungszeichen
Maffulli et al., 2008	prospective study -Diagnostik: Palpation → Schmerzhafteste Stelle, Arc sign test → geschwollen	Um den Effekt von eccentric strengthening exercises in athletischen/sportlichen Patienten zu testen	-45 sportliche Patienten (mind. In Sport-Club, evtl. Internationales Level) -Mindestdauer der Symptome (während Sport) 7 Monate -Sz 2-6 cm oberhalb Insertionsstelle	-Exzentrisches Training nach Alfredson, aber anderer Aufbau: Wo 1: langsames 1-Beiniges Training Wo 2/3: schnelles 1-Beiniges Training Wo 4-6: langsames 1-Beiniges Training mit	Keine	-VISA-A questionnaire	-nach 6 Monaten waren 27 der 45 Patienten geheilt, 18 verbesserten sich nicht (5 nahmen Lokalinjektionen, 10 liessen sich operieren) → nur 60% waren	-Achilles tendopathy -Wenn Sz zu stark wurden, durften Pat. Paracetamol nehmen -Pat.

	e Stelle bewegt sich bei aktiver DE/PF, Royal London Hospital Test → der schmerzhaft e Teil der Sehne ist schmerzfrei in max. aktiver DE -12-wöchiges Training		-Mindestalter bei Erkrankung: 18 J. -Alles Nichtraucher	Gewicht Wo 7-12: schnelles 1-Beiniges Training mit Gewicht -Tag 1 1x15 Rep, Steigerung bis Tag 7 3x15 Rep. - 3-minütiges Aufwärmen - nach Training 15 min Eismassage -Training trotz Schmerzen!!! Wenn keine Sz, dann Gewicht nehmen			erfolgreich!	wurden informiert, dass es während dem Training zu stärkeren Sz kommen kann in den erst Wochen
Norregaard et al., 2007	RCT	Prüfung der Long-term Effekte von EE im Vergleich mit Stretching-Übungen bei Pat. mit Achillodynia	- 21 Pat - 3 Monate Beschwerden - nicht traumatisch Sz in Achillessehne - mid-portion und Insertion → gemischte Population	EE nach Alfredson - gewisse Sz erlaubt, wenn aber ansteigender täglicher Sz oder Morgen-Steifigkeit, wurde Übung zu stark gesteigert - zuerst nur 2x15 Wh, später auf 3x15 Wh steigern	- 24 Pat Stretching Übungen: - im Stand - Dehnungsübungen des M.gastrocnemius und M.soleus - 5x 30sec - sz-frei - 12 Wo	- tendon tenderness (durch Palpation) - US - Fragebogen (Sz) - Global assesment of improvement	- keine signifikante Unterschiede beider Gruppen - signifikante Besserung der Sz und Symptome (aber schlechter als in anderen Studien) - Frauen& diejenigen mit Symptomen im distalen Bereich: signifikant schlechtere Ergebnisse - Fragebogen und global assesment zeigten nur kleine Verbesserungen bei beiden Gruppen (im Gegensatz zu anderen Studien) - keine Korrelation	Supervision von Übungen nicht so konstant, PT drang Pat nicht, die Übungen trotz Sz zu machen, wie bei vorhergehenden Studien →Sz-Akzeptanz während EE wahrscheinlich wichtig für gute Resultate

							zw Sehendicke und Symptomte	
Öhberg et al., 2003	- Unkontrollierte Studie -12 wöchiges Training -Follow up von zw. 20 & 48 Monate -Instruiert durch Physio, schriftliche Erklärung des Programms -Kontrolle nach 6 Wochen -es war erlaubt, in den letzten 4 Wochen des Trainings zu den ursprünglichen Aktivitäten zurückzukehren -Diagnostik durch Ultrasonographie und Colour Doppler Examination	Das Vorkommen von Neovaskularisation vor und nach Exzentrischem Training zu untersuchen	-30 Patienten mit 41 schmerzhaften Achillessehnen -Durchschnittsalter 48 Jahre -Freizeitsportler	-12 Wochen Exzentrisches Training nach Alfredson: -schmerzhaftes Training -in letzten 4 Wochen war Aufnahme der früheren Aktivität erlaubt -nach 12 Wochen sollten Pat. Training 1-2 mal wöchentlich weiterführen	Keine	-Neovaskularisation mittels Ultrasonographie -Sehnenstruktur -Aktivitätslevel und Zufriedenheit	-gute Resultate in 36/41 Sehnen -in 34/36 Sehnen normale Sehnenstruktur -in 32/36 Sehnen keine verbleibende Neovaskularisation	-bringen die „verschwundenen Neovaskularisationen mit dem „verschwundenen Schmerz“ in Verbindung -etwas im exz. Training greift Neovessels an

<p>Roos et al., 2003</p>	<p>-RCT -3 Behandlung sgruppen für 12 Wochen (exzentrisch (16 Pat.), Nachtschienen (13 Pat), Kombination (15 Pat)) -Kontrolle der Resultate: mit spez. Fragebogen 6,12,26,52 Wochen nach Beginn → nach 1 Woche erstes Treffen f. mögl. Fragestellungen, nach 6 Wo Telefon - Compliance wurde festgelegt → gute Compliance , wenn Pat. mind 75% der geforderten 14 Übungseinheiten</p>	<p>Um Hypothese zu testen, ob ET Sz lindert und Funktion verbessert bei Achillestendinopathie</p>	<p>-44 Pat. -Alter 20-60, Durchschn. 46 -65% waren sportlich aktiv -86% hatten tägl. od immer Sz, 14% wöchentliche Sz -Sz: mind. moderate Sz bei Aktivität -Sz-Dauer: mind. 4 Wochen, Durchschn.dauer 5.5 Monate - Symptome: Sz & Schwellung 2-6 cm proximal d. Insertion -60% hatten andere Intervent. vers.(NSAID, Schuhanpassung, Physio)</p>	<p>-Exzentrisches Training nach Alfredson: 3x15 Rep. Mit gebeugtem und gestrecktem Knie (1- Beinig), 2/Tag für 12 Wochen → aber mit abgestufter Steigerung der Rep: Tag 1- 2 1x15 Rep, Tag 3-4 2x15 Rep, Tag 5-7 3x15 Rep (Wo 1 nur mit gestrecktem Knie, Wo 2-12 3x15 Rep. mit gestrecktem/ gebeugtem Knie → nur bei Schmerzfreiheit während Übung sollte Pat. Gewicht steigern! -Instruktion von Physiotherapeut und zusätzlich schriftliches Programm (v.a. Progression erklärt)</p>	<p>-Nacht- schiene (um Muskelschmerzen von ET zu reduzieren), -Kombi von ET und Nachtsch.</p>	<p>-Fuss- und Fussgelenk- Outcome (FAOS) -Schmerz (Hauptoutcome) -Physical activity level (7-Punkte Skala 0-6 für Hausarbeit/Sport, 5-Punkte-Skala für Probleme während sportlicher Aktivität</p>	<p>-n. 6 Wochen: Exz. Gruppe signifikante Sz- Reduktion, die 1 Jahr anhielt -andere Gruppen hatten leicht tiefere Sz-Reduktion - 5 von 8 Pat in exz. Gruppe konnten nach 12 Wo ihr sportl. Level wieder aufnehmen (ca. 60%?) Vgl: Kombi- Gruppe 3 von 8, Schiene-Gruppe 1 von 10 -Compliance in exz. Gruppe war zu Beginn gut, nach 12 Wochen nur noch 50% (Nachtschiene war während ganzer Zeit rel. gut) -deutlich weniger der exz. Gruppe (nur noch 15% gaben nach 52 Wo Sz bei Sport an (p=0.07), vgl. Kombi 54%, Schiene 56%) -Gruppen probierten teilw. andere Behandl.mögl. aus während Th! -Resultate nicht erklärbar</p>	
---------------------------------	---	---	--	---	---	---	---	--

	eiten pro Woche machten -keine Diagnostik, nur klinischer Untersuch							
Shalabi et al. 2004	Prospektive unkontrollierte Kohortenstudie	Inwiefern ist das MRI nützlich für die Evaluation von EE in Bezug auf Sehenvolumen und intratendinösen Signals	- 25 Pat. - 16 M, 9 F - mean age 51 J. - chronic achilles tendinopathy - seit 18M. Symptome - Sz, locale Tenderness in der Mid-portion - 10 Pat. Sportler (8 Jogger, 2 Skifahren) - 8 Pat. kontralat. auch Sz	EE nach Alfredson	keine	- mit MRI: Sehenvolumen (2-12cm proximal Insertion) intratendinöses Signal - Fragebogen: Sz, funktionelle Beeinträchtigungen	Bei allen Pat: - signifikante Abnahme des Sehenvolumen (14%) - signifikante Abnahme des intratendinösen Signals (23%) Anhand Fragebogen: - Sz-Abnahme - Verbesserung der Funktion - Sehnensignal korreliert signifikant mit Sz-Level - Sehenvolumen korreliert nicht signifikant mit Sz-Level - Funktionalität korreliert weder mit Sehenvolumen noch mit dem Signal	
Silbernagel et al., 2000	-RCT -Kontrolle der Resultate vor	Verlässlichkeit von Messmethoden zu testen und um Effekt von exzentrischem Training bei Pat. mit	-40 Patienten (Total 57 Sehnen), Experimentengruppe 22 (30 Sehnen), Kontrollgruppe 18 (27	-progressives Programm -Tag 1-7: - Phase 1 (Tag1-7) 3 x täglich: 3x20 Zehen- und Fuss-	-18 Patienten, randomisiert eingeteilt, machten gemischtes Training (konzentrisch &	-Fragebogen -Fussgelenksbeweglichkeit -Sprungtest -Zehenstandtest	-Fussgelenksbeweglichkeit: keine grossen Unterschiede, Experimentengrupp	

	<p>Behandlung , nach 6, 12 Wochen, nach 6 Monaten und nach 1 Jahr (mit spez. Fragebogen) - wöchentliche Supervision durch Physio</p>	<p>chron. Achillessehnen Schmerzen zu evaluieren</p>	<p>Sehnen) -19-77 Jahre alt, Durchschnittsalter 45 -Durchschnittsdauer der Symptome in Exp.gruppe 9 Monate, in Kontrollgruppe 18 Monate -in beiden Gruppe ca. 50% rannten/joggten regelmässig, alle anderen ausser 2 machten Sport</p>	<p>Ext/Flex, 3x20 Wadenmuskelstretching mit gestrecktem/gebeugtem Knie, 5x30 1-Bein-Stand, 5x5m gehen auf Zehen/Fersen, 2x15 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände -Phase 2 (Woche 2-3) 2x täglich: Gleiche Übungen, aber 2x20 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände, 2x30 1-beiniger Zehenstand, 2x30 exzentrische 1-beinige Zehenstände, 20s stretching nachher -Phase 3 (week 4-12) once a day or every other day Gleiche Übungen, aber 2x20 2-beinige konzentrische/exzentrische Zehenstände, 3x15 1-beiniger Zehenstand, 1x10 exzentrische 1-beinige Zehenstände, 3x20-100 quick rebounding toe raises, 20s stretching nachher Voraussetzungen: -Schmerz durfte während Übungen bis VAS 5 gehen -Schmerz sollte am nächsten tag nach Programm wieder gesunken sein - Schmerz und Steifigkeit war nicht erlaubt zu steigen</p>	<p>exzentrisch)</p>	<p>-Schmerz und Palpation</p>	<p>e PF 75° n. Beh. anstatt 72° vor Beh. -Sprungtest: keine grossen Unterschiede, Kontrollgruppe sprang etwas höher; beide Gruppen sprangen höher nach 3/6 Monaten (jedoch nicht alle Pat. untersucht) -Zehenstand: keine grossen Unterschiede, beide Gruppen verbesserten sich -Palpationsz: Experimenten- gruppe verbesserte sich signifikant nach 3/6 Monaten -Schmerz während Aktivität: Verbesserung in beiden Gruppen -Sz während Gehen: IG verbesserte sich signifikant -Symptome: Pat. mit Steifigkeit & Schwellung verbesserten sich in beiden Gruppen; mehr Pat. der IG gaben an, asymptomatische Zeiten zu haben -1Year-Follow-Up: 37/40 befragt, Mehrheit war zufrieden</p>	
--	---	--	--	---	---------------------	-------------------------------	---	--

10.2 FAOS

FAOS FOOT & ANKLE SURVEY

Today's date: ____/____/____ Date of birth: ____/____/____

Name: _____

INSTRUCTIONS: This survey asks for your view about your foot/ankle. This information will help us keep track of how you feel about your foot/ankle and how well you are able to do your usual activities. Answer every question by ticking the appropriate box, only one box for each question. If you are unsure about how to answer a question, please give the best answer you can.

Symptoms

These questions should be answered thinking of your foot/ankle symptoms during the **last week**.

S1. Do you have swelling in your foot/ankle?
Never Rarely Sometimes Often Always

S2. Do you feel grinding, hear clicking or any other type of noise when your foot/ankle moves?
Never Rarely Sometimes Often Always

S3. Does your foot/ankle catch or hang up when moving?
Never Rarely Sometimes Often Always

S4. Can you straighten your foot/ankle fully?
Always Often Sometimes Rarely Neve

S5. Can you bend your foot/ankle fully?
Always Often Sometimes Rarely Neve

Stiffness

The following questions concern the amount of joint stiffness you have experienced during the **last week** in your foot/ankle. Stiffness is a sensation of restriction or slowness in the ease with which you move your joints.

S6. How severe is your foot/ankle stiffness after first wakening in the morning?
None Mild Moderate Severe Extrem

S7. How severe is your foot/ankle stiffness after sitting, lying or resting **later in the day?**
None Mild Moderate Severe Extrem

Pain

P1. How often do you experience foot/ankle pain?
Never Monthly Weekly Daily Always

What amount of foot/ankle pain have you experienced the **last week** during the following activities?

P2. Twisting/pivoting on your foot/ankle
None Mild Moderate Severe Extrem

P3. Straightening foot/ankle fully
None Mild Moderate Severe Extrem

P4. Bending foot/ankle fully
None Mild Moderate Severe Extrem

P5. Walking on flat surface
None Mild Moderate Severe Extrem

P6. Going up or down stairs
None Mild Moderate Severe Extreme

P7. At night while in bed
None Mild Moderate Severe Extreme

P8. Sitting or lying
None Mild Moderate Severe Extreme

P9. Standing upright
None Mild Moderate Severe Extrem

Function, daily living

The following questions concern your physical function. By this we mean your ability to move around and to look after yourself. For each of the following activities please indicate the degree of difficulty you have experienced in the **last week** due to your foot/ankle.

A1. Descending stairs

None Mild Moderate Severe Extrem

A2. Ascending stairs

None Mild Moderate Severe Extrem

For each of the following activities please indicate the degree of difficulty you have experienced in the **last week** due to your foot/ankle.

A3. Rising from sitting

None Mild Moderate Severe Extreme

A4. Standing

None Mild Moderate Severe Extrem

A5. Bending to floor/pick up an object

None Mild Moderate Severe Extrem

A6. Walking on flat surface

None Mild Moderate Severe Extrem

A7. Getting in/out of car

None Mild Moderate Severe Extrem

A8. Going shopping

None Mild Moderate Severe Extrem

A9. Putting on socks/stockings

None Mild Moderate Severe Extrem

A10. Rising from bed

None Mild Moderate Severe Extrem

A11. Taking off socks/stockings
 None Mild Moderate Severe Extrem

A12. Lying in bed (turning over, maintaining foot/ankle position)
 None Mild Moderate Severe Extrem

A13. Getting in/out of bath
 None Mild Moderate Severe Extrem

A14. Sitting
 None Mild Moderate Severe Extrem

A15. Getting on/off toilet
 None Mild Moderate Severe Extrem

For each of the following activities please indicate the degree of difficulty you have experienced in the **last week** due to your foot/ankle.

A16. Heavy domestic duties (moving heavy boxes, scrubbing floors, etc)
 None Mild Moderate Severe Extreme

A17. Light domestic duties (cooking, dusting, etc)
 None Mild Moderate Severe Extrem

Function, sports and recreational activities

The following questions concern your physical function when being active on a higher level. The questions should be answered thinking of what degree of difficulty you have experienced during the **last week** due to your foot/ankle.

SP1. Squatting
 None Mild Moderate Severe Extrem

SP2. Running
 None Mild Moderate Severe Extrem

SP3. Jumping
 None Mild Moderate Severe Extrem

SP4. Twisting/pivoting on your injured foot/ankle
None Mild Moderate Severe Extreme

SP5. Kneeling
None Mild Moderate Severe Extreme

Quality of Life

Q1. How often are you aware of your foot/ankle problem?
Never Monthly Weekly Daily Constantly

Q2. Have you modified your life style to avoid potentially
damaging activities to your foot/ankle?
Not at all Mildly Moderatly Severely Totally

Q3. How much are you troubled with lack of confidence in your foot/ankle?
Not at all Mildly Moderately Severely Extremel

Q4. In general, how much difficulty do you have with your foot/ankle?
None Mild Moderate Severe Extrem

**Thank you very much for completing all the questions in
this questionnaire.**