

**Bachelorarbeit**

# **Effektivität von exzentrischem Training bei Tendinopathien**

## **Eine systematische Literaturübersicht**

---

**Autorin:** Céline Mötteli, S12-477873

**Departement:** Gesundheit

**Institut:** Institut für Physiotherapie

**Studienjahrgang:** 2012

**Eingereicht am:** 23. April 2015

**Betreuende Lehrperson:** Herr Markus Ernst

## Inhalt

Abstract .....	5
1 Einleitung.....	6
1.1 Darstellung des Problems.....	6
1.2 Fragestellung.....	6
1.3 Zielsetzung .....	6
2 Theoretischer Hintergrund.....	7
2.1 Die Sehne.....	7
2.1.1 Physiologie einer Sehne .....	7
2.1.2 Der Knochen-Sehnen Übergang.....	7
2.1.3 Pathophysiologie einer Sehne .....	8
2.2 Tendinopathien.....	9
2.2.1 Die Achillodynie .....	9
2.2.2 Epicondylopathia lateralis .....	11
2.3 Exzentrisches Training .....	13
2.3.1 Wirkung.....	13
2.3.2 Exzentrisches Training bei Achillodynie.....	14
2.3.3 Exzentrisches Training bei Epicondylopathia lateralis .....	15
3 Methode .....	16
3.1 Beschreibung der Literaturrecherche .....	16
3.2 Ein-/ Ausschlusskriterien .....	16
4 Ergebnisse.....	18
4.1 Ergebnisse der methodischen Suche .....	18
4.2 Studienzusammenfassungen .....	20
4.2.1 Kedia et al. (2014).....	20
4.2.2 Peterson et al. (2014).....	23

4.2.3	Tyler et al. (2010).....	25
4.2.4	Yu et al. (2012) .....	28
4.3	Studienübersicht.....	31
4.4	Messinstrumente .....	33
4.4.1	VA-Skala .....	33
4.4.2	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH) .....	33
4.4.3	Gothenburg Quality of Life .....	34
4.4.4	SF-36, Short Form Health Survey .....	34
4.4.5	Foot and Ankle Outcomes Questionnaire (FAOQ).....	34
4.4.6	Biodex Balance System .....	34
4.4.7	Side-Step Test .....	35
4.4.8	Sargent Jump Test.....	35
5	Diskussion .....	36
5.1	Studienbewertung.....	36
5.1.1	Kedia et al. ....	36
5.1.2	Peterson et al.....	37
5.1.3	Tyler et al. ....	37
5.1.4	Yu et al.....	38
5.2	Gegenüberstellung der Studien .....	39
5.2.1	Outcome Schmerzintensität .....	41
5.2.2	Outcome Funktion.....	42
6	Schlussfolgerung .....	43
6.1	Limitationen .....	43
6.2	Beantworten der Fragestellung.....	43
6.3	Theorie-Praxis-Transfer.....	44
6.4	Ausblick .....	44

7	Verzeichnisse .....	46
7.1	Literatur .....	46
7.2	Abbildungen.....	48
7.3	Tabellen.....	49
7.4	Abkürzungen .....	50
8	Wortzahl .....	51
9	Danksagung .....	51
10	Eigenständigkeitserklärung.....	51
11	Anhang .....	52

## **Abstract**

### **Darstellung des Themas:**

Tendinopathien sind ein weit verbreitetes Problem, wobei sowohl Spitzensportler als auch körperlich inaktive Personen davon betroffen sein können. Das exzentrische Training hat sich bei Achillodynien bereits als vielversprechende Therapiemethode etabliert. Wie effektiv diese Kräftigung bei der degenerierten Achillessehne und weiteren Sehnen wirklich ist, wird in dieser Arbeit untersucht.

### **Ziel:**

Das Ziel der Arbeit ist die Evaluation von exzentrischem Training bei Tendinopathien in Bezug auf Schmerzintensität und Funktionsfähigkeit.

### **Methode:**

Die Arbeit vergleicht randomisierte, kontrollierte Studien, die den Effekt von exzentrischer Kräftigung bei Tendinopathien in Bezug auf Schmerzintensität und Funktion untersuchen. Die Literaturrecherche erfolgte in den Datenbanken CINAHL Database, Cochrane Library, PEDro und Pubmed. Es konnten vier Studien eingeschlossen werden, welche mittels der PEDro-Skala beurteilt wurden.

### **Relevante Ergebnisse:**

Die Auswertung macht ersichtlich, dass die Schmerzreduktion durch exzentrisches Training bei midportion-Achillodynien und Tennisellbogen effektiver ist als die der Kontrollgruppen. Die Resultate bezüglich der Funktionsfähigkeit sind widersprüchlich.

### **Schlussfolgerung:**

Exzentrisches Training empfiehlt sich bei Tennisellbogen und midportion-Achillodynien, jedoch nicht bei Insertionstendinopathien der Achillessehne.

### **Keywords:**

„tendinopathy“, „eccentric“, exercise training“

# 1 Einleitung

## 1.1 Darstellung des Problems

Sehnenprobleme sind ein häufiges Leiden in unserer Gesellschaft. Die Epicondylopathia lateralis zählt zu den häufigsten Verletzungen der oberen Extremität. Ganze ein bis drei Prozent der gesamten Bevölkerung sind davon betroffen (Stasinopoulos et al., 2005). Auch für eine Achillodynie ist die Prävalenz bei Läufern, Leichtathleten, Badminton- und Fussballspieler sehr hoch, beschränkt sich jedoch keinesfalls nur auf Sportler. Ein Drittel aller Betroffenen sind körperlich nicht einmal aktiv (Morrissey et al., 2014). Doch wie können Inaktive und Hochleistungssportler unter den gleichen Problemen leiden?

Der Heilungsprozess ist oftmals zeitraubend und verlangt viel Geduld. Damit die Sehnenruptur als Folge vermieden werden kann, ist es wichtig, das Problem möglichst rasch in den Griff zu bekommen. So gibt es eine Vielzahl von Therapieansätzen. In der Therapie ist die Rede von Krafttraining, Dehnungen, Triggerpunktbehandlungen, Taping, Stosswellen-, Laser- oder Ultraschallanwendungen, Thermotherapien und anderen (Hettenkofer et al., 2003). Das exzentrische Training wird in der physiotherapeutischen Behandlung als häufige Massnahme gewählt. Doch ist diese Wahl begründet? Leiden die Patientinnen und Patienten nicht umsonst am zeitaufwändigen und teils schmerzhaften Übungsprogramm? Zeigt exzentrisches Training wirklich ein besseres Outcome als herkömmliche Methoden?

## 1.2 Fragestellung

Die Arbeit beschäftigt sich deshalb mit folgender Fragestellung:

Wie effektiv ist das exzentrische Training bei Tendinopathien in Bezug auf Schmerzintensität und Funktionsfähigkeit?

## 1.3 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Wirkung von exzentrischem Training auf Schmerzen und Funktionsfähigkeit bei Tendinopathien zu evaluieren und danach eine Empfehlung für die Praxis abzugeben.

## **2 Theoretischer Hintergrund**

Die nachkommenden Abschnitte verschaffen den Lesenden ein besseres Verständnis über chronische Tendinopathien, sowie deren Behandlungen mit exzentrischem Training.

### **2.1 Die Sehne**

Im Folgenden wird auf die Physiologie und Pathophysiologie einer Sehne eingegangen.

#### **2.1.1 Physiologie einer Sehne**

Die Sehne ist eine nicht kontraktile Verbindungseinheit eines Muskels und eines Knochens. Sie ermöglicht die Übertragung der Muskelaktivität auf den Knochen. Durch diese Funktion können enorme Kräfte auf eine Sehne einwirken. Deshalb ist sie sehr belastbar konzipiert. So zeigt sich eine Sehne im Vergleich mit einem Stahlseil der gleichen Grösse sogar noch widerstandsfähiger (Van den Berg, 2011).

Die äussere Erscheinung einer Sehne gestaltet sich meist als weiss glänzende, feste und runde Struktur. Ihr Aussehen erinnert an ein Seil oder Kabel. Es existieren aber auch breite, flächige Sehnen, deren Funktion laut Van den Berg (2011) eher mit einem Sicherheitsgurt vergleichbar ist.

Eine Sehne ist aus grossen Mengen wellenförmig und leicht spiralig angelegter Typ-I-Kollagenfasern aufgebaut. Alle Fasern laufen parallel zueinander, sowie parallel zum Verlauf der Sehne. Dadurch können die Kräfte optimal abgefangen und die Kontraktionskraft des Muskels direkt auf den Knochen geleitet werden (Lindel, 2006). Zwischen den Kollagenfasern befinden sich verschiedene elastische Fasern, welche eine wichtige Rolle für die Absorption einwirkender Kräfte spielen. Um die gesamte Sehne liegt eine Bindegewebshülle, das sogenannte Paratenon. Sie grenzt die Sehne vom umliegenden Gewebe ab (Van den Berg, 2011).

#### **2.1.2 Der Knochen-Sehnen Übergang**

Zum Bindegewebe des Muskels gehören auch der Knochen-Sehnen-Übergang und der Muskel-Sehnen-Übergang. Beim sogenannten teno-ossalen-Übergang kann eine direkte und eine indirekte Insertion unterschieden werden. Bei der indirekten Insertion laufen die Fasern parallel und gehen direkt ins Periost und den Knochen über. Die

direkte Insertion charakterisiert sich durch ein senkrechtes Eindringen der Fasern, dessen Übergangsdistanz mit circa einem Millimeter sehr gering ist (Lindel, 2006). Da die direkte Insertion schwächer durchblutet und innerviert wird, ist sie meist problemanfälliger (Van Duijn, 2012). Der direkte Übergang von der Sehne in den Knochen kann in vier Zonen gegliedert werden. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, besteht die erste Zone noch aus dem eigentlichen Sehngewebe. Die zweite Zone ist bereits mit fibrösem Knorpel durchzogen, während der Knorpel beim dritten Abschnitt schon kalzifiziert ist. Zone 4 wird ausschliesslich vom Knochen gebildet (Van den Berg, 2011). Verletzungen in Zone 2 und 3 haben eine eher schlechte Prognose, da diese Stellen kaum durchblutet sind (Van Duijn, 2012).

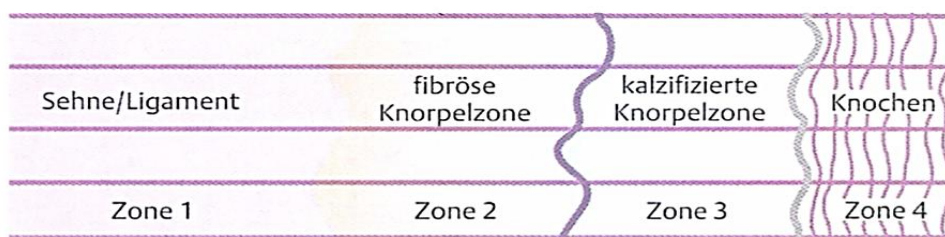


Abbildung 1: direkter Knochen-Sehnen-Übergang

### 2.1.3 Pathophysiologie einer Sehne

Eine gesunde Sehne durchläuft bei einer Verletzung oder Überbelastung gewöhnlich die übliche Abfolge von Entzündungs-, Proliferations- und Remodullierungsphase und kehrt danach langsam zur ursprünglichen Struktur zurück. Häufig ist die Sehne jedoch schon degenerativ vorbelastet und die Problematik kann zu einer Chronifizierung führen. Die Sehndegeneration geht einher mit linearer Steifheit, verminderter Zugstärke sowie Belastbarkeit. Ältere Sehnen weisen einen geringeren Wasser- und Glykosaminoglykangehalt auf und die Kollagensynthese ist beeinträchtigt, womit die Kollagendichte ab- und die Anzahl von Crosslinks zunehmen.

Erfährt eine solche Sehne eine Verletzung, heilt sie nur langsam und unvollständig. Die zelluläre Strukturierung findet unzureichend statt. Als Reaktion auf die Verletzung produziert sie zu viel dünnes und wenig belastbares Typ-III-Kollagen, in schwereren Fällen wird auch vermehrt Kalk eingelagert. Im Wundheilungsgebiet entsteht eine pathologisch erhöhte Vaskularisierung und einsprossende Nervenfasern führen zu Schmerzen. Insgesamt sinkt die Belastungstoleranz der Sehne, was das Risiko für eine erneute Verletzung zusätzlich erhöht (Morrissey et al, 2014).



## 2.2 Tendinopathien

Die nächsten Abschnitte dienen dem besseren Verständnis über die Krankheitsbilder Achillodynie und Epicondylopathia lateralis.

### 2.2.1 Die Achillodynie

*Synonyme: Achillessehnentendinopathie/ -tenopathie/ -tendinitis*

#### 2.2.1.1 Die Achillessehne

Die Achillessehne ist die kräftigste Sehne des menschlichen Körpers. Sie überträgt die Kraft des medialen und lateralen Muskelkopfes des M. Gastrocnemius, sowie des M. Soleus auf den Calcaneus. Zusammen mit dem M. Flexor digitorum longus ist der M. Triceps surae für die Plantarflexion des Fusses verantwortlich (Engelhardt, Krüger-Franke, Pieper & Siebert, 2005).

#### 2.2.1.2 Ätiologie

Laut Kristen & Bock (2014, zit. n. „Definition“) definiert sich eine Achillodynie als „Schmerzen im Bereich der Achillessehne oder ihres Ansatzes aufgrund degenerativer Prozesse, die das Risiko einer kompletten Ruptur erhöhen“. Dieses Beschwerdebild gehe auf ein Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit der Achillessehne oder ihres Ansatzes hervor. Nach Peterson & Renström (2002) können sich bereits ab dem 25. Lebensjahr degenerative Veränderungen zeigen. Durch unangepasstes Training können diese verstärkt werden und zu einer Tendinose führen. Mikroskopisch betrachtet sind bei betroffenen Sehnen eine abnorme Kollagenstruktur mit schlechter Heilungstendenz und teilweiser Vernarbung sichtbar (Engelhardt, Krüger-Franke, Pieper & Siebert, 2005). Im Bereich der Sehnenrisse ist eine pathologische Hypervaskularisation nachweisbar. Gemäss Knobloch (2009) kann dieser gesteigerte Blutfluss bis zu 50% mehr als das des Ausgangsniveaus betragen.

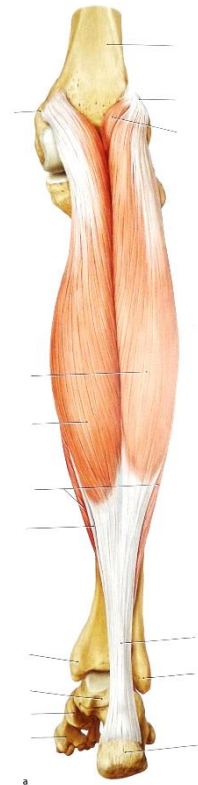


Abbildung 4: Anatomie der Achillessehne

### 2.2.1.3 Symptome

Die ersten klinischen Symptome können Schmerzen sowohl in Ruhe als auch in Bewegung sein, begleitet von morgendlicher Steifigkeit oder Anlaufschmerzen. Des Weiteren zeichnen sich gemäss Morrissey (2014) in der akuten Phase eine Schwellung und Druckdolenz ab, während auch eine Krepitation wahrnehmbar sein kann. Verminderte Kraft und Ausdauer der Plantarflexoren werden als weiteres Indiz gesehen.

Wird die Achillodynie chronisch, nehmen Krepitation und Schwellung wieder ab. Eine schmerzempfindliche, nodulare Stelle bleibt jedoch zurück (Morrissey et al, 2014).

### 2.2.1.4 Mid-portion oder Insertionsproblematik?

Wie die Namensgebung schon sagt, unterscheiden sich eine Mid-portion und eine Insertionstendinopathie durch die Lokalisation der Degeneration. Wie in nebenstehender Abbildung ersichtlich, befinden sich die Symptome bei einer Mid-portion Achillodynie

klassischerweise zwei bis sechs Zentimeter proximal an der Sehneninsertion am Calcaneus (Morrissey et al., 2014). Bei der Insertionstendinopathie ist die Achillessehne direkt über ihrem Ansatz am Calcaneus betroffen. Rees et al. (2008) sind davon überzeugt, dass sich eine Insertionsproblematik keinesfalls direkt mit einer Tendinopathie der restlichen

Sehne vergleichen lässt. Der Sehnenansatz ist in seiner Funktion und Physiologie gänzlich anders ausgerichtet. Im Gegensatz zum Sehnenkörper ist dessen Ansatz nicht zur Kraft- und Energieübertragung designt, sondern zur Verankerung zwischen Sehne und Knochen. Diese Struktur ist sehr komplex in seinem Aufbau und wird nach Meinung Rees et al. (2008) in diversen Studien vernachlässigt. Dieselben Autoren äussern zudem ihre Zweifel, ob exzentrisches Training bei Insertionstendinopathien überhaupt einen positiven Effekt zeigt.



Abbildung 7: Midportion und Insertionstendinopathie

### 2.2.1.5 Risikofaktoren

Die Wahrscheinlichkeit einer Tendinopathie kann durch bestimmte Risikofaktoren erhöht sein. Diese Risikofaktoren können intrinsischer oder extrinsischer Natur sein. Zu den intrinsischen Faktoren zählen zunehmendes Alter sowie Gewicht, das männliche Geschlecht, genetische Faktoren, Dysfunktionen des M. Triceps surae, Sprunggelenksinstabilitäten sowie Stellungsabweichungen des Fusses. Bei den extrinsischen Faktoren können eine trainingsbedingte Überlastung, unzureichendes beziehungsweise inadäquates Schuhwerk, Untergrundfaktoren wie beispielsweise der Trainingsbelag, eine Kortisontherapie oder die Einnahme von bestimmten Antibiotika aufgelistet werden (Knobloch, 2009).

### 2.2.2 Epicondylopathia lateralis

*Synonyme: Laterale Epicondylitis, Epicondylopathia radialis humeri, tennis-elbow, Tennisellbogen*

#### 2.2.2.1 Ätiologie

Die Epicondylopathia lateralis stellt ein Schmerzsyndrom durch einen degenerativen Vorgang der Hand- und Fingerextensoren dar (Pieper, 2014). Dabei sind hauptsächlich die Strecker von der Hand und den Fingern sowie die aussendrehenden Muskeln betroffen. Wie in Abbildung 4 ersichtlich, setzt sich die Extensorengruppe des Unterarms aus folgenden Muskeln zusammen (Schünke et al., 2011):

1. M. Extensor carpi radialis longus
2. M. Extensor carpi radialis brevis
3. M. Extensor carpi ulnaris
4. M. Extensor digitorum
5. M. Extensor digiti minimi

Gemäss Seidenspinner (2005) stellen diese kräftigen Streckmuskeln eine sehr grosse Zugbelastung an

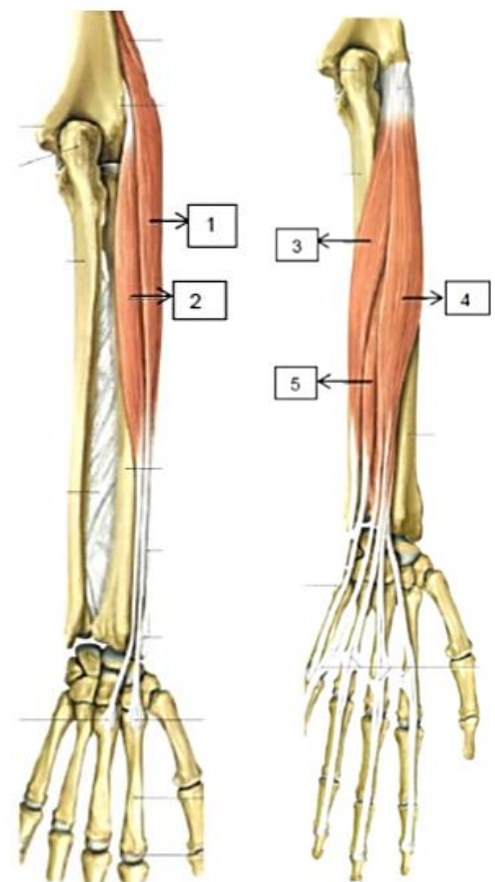


Abbildung 9: Extensoren des Unterarms

der verhältnismässig kleinen Ursprungsstelle dar. Dies kann zu den degenerativen Veränderungen der Sehnen und Muskeln führen (Pieper, 2014).

Die Überlastung findet meist durch eine funktionelle Überbeanspruchung im Beruf oder Sport statt. Crippa (2013) stellt fest, dass die Überlastungen sich durch die stereotypen, immer wiederholenden Bewegungsabläufe ähneln. Wie das Synonym „Tennisellbogen“ schon sagt, ist Tennisspielen eine typische Ursache der Epicondylopathie. Laut Seidenspinner (2005) leiden 50% der Spielerinnen und Spieler in ihrer aktiven Karriere an diesem Beschwerdebild. Auf die Gesamtzahl der Betroffenen gesehen sind Tennisspielerinnen und –spieler jedoch eine Minderheit. Nur fünf Prozent aller unter Epicondylopathia lateralis-leidender spielen Tennis. Denn genauso häufig sind auch Nicht-Sportler betroffen, die eine ungewohnte Tätigkeit ausüben und durch diesen Over-use eine Problematik entwickeln. Crippa (2013) gibt als typische Beispiele auslösende Faktoren wie den Frühjahrsputz oder Gartenarbeiten an. Die Inzidenz ist McKenzie und May (2000) zufolge bei der mittleren Altersgruppe am höchsten; welche als 35 bis 54-Jährige definiert sind.

#### *2.2.2.2 Symptome*

Es zeigen sich Schmerzen und eine lokale Druckdolenz an der Spitze des lateralen Epicondylus, welche teilweise in die Schulter oder bis zum Handgelenk ausstrahlen können (Crippa, 2013). Die Schmerzen verstärken sich laut Seidenspinner (2005) beim Heben von Gegenständen mit proniertem Unterarm. Kraftverminderung der Hand- und Fingermuskulatur sowie Bewegungseinschränkung führen zum Verlust der Griffstärke, wodurch Alltagsbewegungen wie Kaffeetassen halten oder Drehverschlüsse öffnen stark beeinträchtigt werden (Crippa, 2013). Je nach Fortschreiten des Stadiums klagen Patientinnen und Patienten über anhaltende oder intermittierende Schmerzen (McKenzie & May, 2000). Dieselben Symptome können auch durch Dorsalextension der Hand gegen Widerstand mit gestrecktem Ellenbogen reproduziert werden (Crippa, 2013).

## 2.3 Exzentrisches Training

Im Folgenden werden die Wirkung und Durchführung des exzentrischen Trainings beschrieben.

### 2.3.1 Wirkung

Ein Muskel kann nebst konzentrischer und isometrischer Aktivität auch exzentrisch belastet werden. Das bedeutet für den Muskel eine gleichzeitige Kontraktion und Verlängerung. Die exzentrische Arbeit kommt also dem Abbremsen gleich und deckt sich oftmals mit einem möglichen Unfallhergang. Durch diesen Umstand kann das exzentrische Krafttraining realitätsnaher als das klassisch konzentrische sein (Peterson & Renström, 2002).

Der genaue Wirkungsmechanismus und die Erklärung für den Erfolg von exzentrischem Training sind aber immer noch Spekulation. Rees et al. (2008) haben in ihrer Studie drei mögliche Hypothesen gefunden. Die erste Vermutung legt nahe, dass durch die exzentrische Arbeit mehr Kräfte auf die Sehne wirken als bei der konzentrischen und die Zellen stärker zur Remodullierung stimuliert werden. Eine zweite Hypothese befasst sich mit der Länge der Muskel-Sehnen-Einheit. Ist diese verkürzt, können Probleme bei der Bewegungsausführung entstehen. Durch das exzentrische Training könne Länge generiert und damit die Belastung auf die tatsächliche Sehne reduziert werden.

Eine dritte Begründung könnte die Beeinflussung des Stoffwechsels und der Schmerzempfindung durch die Übungen sein. Mit der Tendinopathie sei der Metabolismus gestört und die Vaskularisation gesteigert, was Veränderungen bei der Schmerzperzeption mit sich bringe. Im Zyklus des exzentrischen Trainings komme dieser pathologisch erhöhte Blutfluss ins Stocken und die neugebildeten Gefässe werden beschädigt. Dadurch normalisiere sich die Situation und die Schmerzintensität wird gesenkt (Rees et al., 2008).

### 2.3.2 Exzentrisches Training bei Achillodynie

Das klassische exzentrische Training für Achillessehnentendinopathien ist nach dessen Erfinder Alfredson benannt und beinhaltet ein tägliches Übungsprogramm während 12 Wochen, bei welchem „im Schmerz“ trainiert wird. Es werden jeweils zweimal täglich exzentrische Calf Raises an einer Stufe oder einem Treppentritt durchgeführt. Das Protokoll schreibt 3 x 15 Wiederholungen mit gestrecktem Knie für den M. Gastrocnemius und 3 x 15 Wiederholungen mit gebeugtem Knie für den M. Soleus vor. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, wird die exzentrische Bewegung nur mit dem betroffenen Bein ausgeführt, während die konzentrische Arbeit zurück in die plantarflexorische Ausgangsstellung zweibeinig vollzogen wird (Bizzini, 2014).



Abbildung 10: Exzentrische Übungen nach Alfredson

### 2.3.3 Exzentrisches Training bei Epicondylopathia lateralis

Das exzentrische Training für eine Epicondylopathia lateralis gestaltet sich ähnlich wie das Alfredson Programm. Das Unterarmtraining soll während 12 Wochen ein- bis zweimal täglich durchgeführt werden. Je nach gewünschter Belastung wird das Gewicht der Hantel oder anderen entsprechenden Hilfsmittel angepasst. Die Dosierung sollte drei Serien à 10-15 Wiederholungen beinhalten. Auch hier sind leichte Schmerzen erlaubt oder sogar erwünscht.

In Abbildung 6 sind die einzelnen Schritte beim exzentrischen Training einer Epicondylopathia lateralis aufgezeigt. Ausgeführt wird die Übung mit dem Unterarm in Pronation und Ellbogen Extension auf einer Ablage. Die betroffene Seite arbeitet langsam exzentrisch, bis die volle Flexionsposition erreicht ist. Danach übernimmt die andere Hand das Gewicht während der Dorsalextension und führt zurück in die Ausgangstellung, damit die Bewegung wiederholt werden kann (Stasinopoulos et al., 2005).



Abbildung 11: Exzentrisches Training der Unterarmextensoren

### **3 Methode**

In diesem Abschnitt wird die systematische Literatursuche beschrieben.

#### **3.1 Beschreibung der Literaturrecherche**

Das Thema wurde anfänglich auf den Vergleich von exzentrischem Training mit Ultraschalltherapie bei midportion-Achillodynien festgelegt, aus Mangel an Studien jedoch auf das aktuelle Thema erweitert.

Die Literaturrecherche konnte in einem Zeitrahmen zwischen Januar und Februar 2015 durchgeführt werden. Um einen Überblick über das Thema zu erhalten, wurde zuerst eine Übersichtsrecherche im Internet, Datenbanken, Fachzeitschriften und -büchern gemacht. So konnte das Thema eingegrenzt und die Fragestellung ermittelt werden.

Bei der Suche nach passenden Studien wurden die gesundheitsspezifischen Datenbanken CINAHL Database, Cochrane Library, PEDro und Pubmed verwendet. Eine zusätzliche Vorwärtssuche nach weiteren relevanten Artikeln erfolgte über das Web of Science. Gesucht wurde mit den Mesh-Terms „resistance training“ und „tendon injuries“. Die Suche mit Keywords gestaltete sich durch die Begriffe „tendino\*“, „eccentric“ und „exercise therapy“. Diese wurden mit den Bool'schen Operatoren AND und OR kombiniert.

Nachdem die Suchergebnisse in den verschiedenen Datenbanken gesammelt wurden, konnte ein erstes Titelscreening durchgeführt werden. Doppelnennungen wurden ausgeschlossen. Anschliessend erfolgte das weitere Vorgehen durch das Lesen des Abstracts oder der ganzen Studie, wobei die Ein- und Ausschlusskriterien massgebend für das weitere Vorgehen waren. Diese sind:

#### **3.2 Ein-/ Ausschlusskriterien**

Studien wurden in die Bachelorarbeit integriert, sofern

- sie Tendinopathien behandelten
- die Interventionen exzentrisches Training beinhalteten
- die Population sich an erwachsene Menschen richteten
- als Outcome „Schmerzintensität“ und „Funktionsfähigkeit“ gemessen wurde
- es sich um Randomized Controlled Trials (RCT) in deutscher oder englischer Sprache handelte



Ausgeschlossen wurden Studien, wenn

- es sich um eine traumatische Sehnenverletzung handelte
- ein anderes Studiendesign als RCT's vorlag
- exzentrisches Training nur ein Teil eines multimodalen Behandlungsansatzes spielte
- die Studie nicht in der englischen oder deutschen Sprache verfasst wurde
- die Studie über Tiere gemacht wurde
- der Volltext nicht verfügbar sein sollte

Die Studienbeurteilung erfolgte mittels der 11 Punkte umfassenden PEDro-Skala, wobei das erste Kriterium bei der Punkteauswertung nicht einbezogen wird, da es die externe Validität beeinflusst.

## 4 Ergebnisse

Im folgenden Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der methodischen Studiensuche präsentiert.

### 4.1 Ergebnisse der methodischen Suche

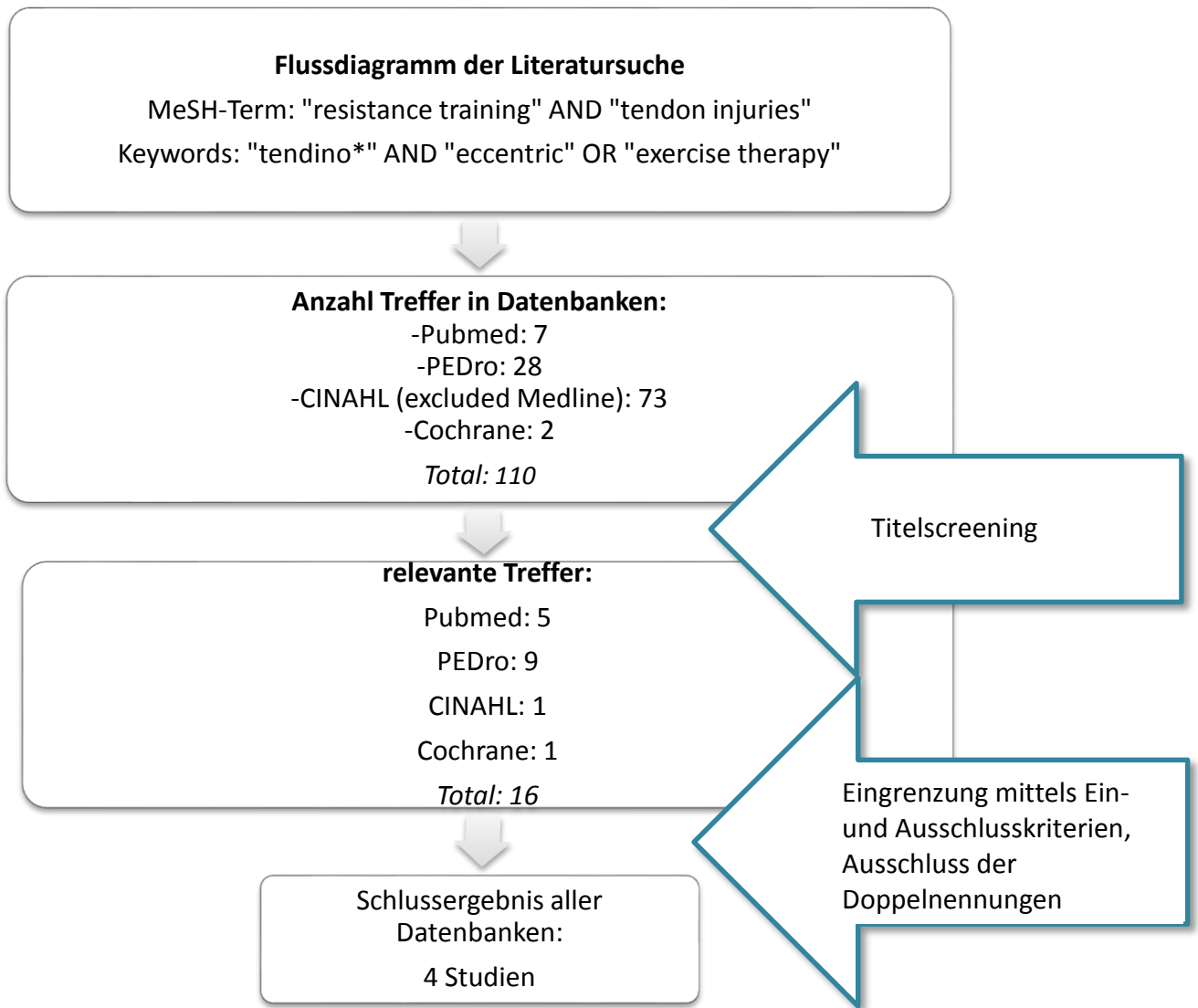


Abbildung 13: Flowchart der Studiensuche

Wie in Abbildung 7 ersichtlich, konnten durch gezielte Suche mittels MeSH-Terms und Keywords in den vier Datenbanken Pubmed, PEDro, CINAHL und Cochrane insgesamt 110 Studien generiert werden. Durch Titelscreening wurde diese Zahl auf 16 Studien eingegrenzt. Nach Verwerfung der Doppelnennungen und Überprüfen der Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten schliesslich vier Studien die Anforderungen und wurden definitiv in die Arbeit einbezogen. Diese Studien sind:

**Tabelle 1: definitive Studienwahl**

<b>Jahr</b>	<b>Autoren</b>	<b>Titel</b>	<b>Land</b>
2014	Kedia, Williams, Jain, Barron, Bird, Blackwell, Richardson, Ishikawa und Murphy	The effects of conventional physical therapy and eccentric strengthening for insertional Achilles tendinopathy	USA
2014	Peterson, Butler, Eriksson und Svardsudd	A randomized controlled trial of eccentric versus concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy)	Schweden
2010	Tyler, Thomas, Nicholas und McHugh	Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: a prospective randomized trial	USA
2012	Yu, Park, Lee	Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy	Südkorea

## 4.2 Studienzusammenfassungen

Die folgenden Abschnitte bringen den Lesenden die in die Arbeit eingeschlossenen Studien näher und bieten eine Zusammenfassung der wichtigsten Punkte.

### 4.2.1 Kedia et al. (2014)

*«The effects of conventional physical therapy and eccentric strengthening for insertional achilles tendinopathy»*

#### 4.2.1.1 Ziel der Studie

Das primäre Ziel der Studie ist die Evaluation von exzentrischem Training bei Insertionstendinopathien der Achillessehne auf die Outcomes Schmerzintensität und Funktionseinschränkung.

Die sekundären Ziele behandelten den Einfluss von BMI, Aktivitätslevel, Range of Motion der Dorsalextension und Kraft von M. Gastrocnemius und M. Soleus auf das Behandlungsergebnis.

#### 4.2.1.2 Teilnehmer

Es wurden insgesamt 36 Teilnehmer in vier amerikanischen, orthopädischen Kliniken mit Physiotherapie rekrutiert. Sie wurden in zwei Gruppen (Kontroll- und Interventionsgruppe) randomisiert. Bei Patienten mit beidseitiger Achillodynie wurde nur die mehr betroffene Seite in die Studie eingeschlossen. Des Weiteren wurden mit folgenden Kriterien gearbeitet:

Tabelle 2: Kriterien der Studie von Kedia et al.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symptome seit mindestens 3 Monaten vorhanden</li> <li>• Probanden mind. 18 Jahre alt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rheumatoide Arthritis</li> <li>• Polyarthritits</li> <li>• Reiter Syndrom</li> <li>• Durchblutungsstörungen</li> <li>• Endokrine Krankheiten</li> <li>• Tumore</li> <li>• Lokale Infektionen</li> <li>• Periphere Verschlusskrankheiten</li> <li>• Schwangerschaften</li> <li>• Vorhergehende Achillessehne Operation</li> <li>• Fussgelenks-Arthrodesen</li> <li>• Frakturen des hinteren Fusses (Talus oder Calcaneus)</li> <li>• Beinlängenunterschied von mehr als einem halben Zoll (=1.27 cm)</li> </ul>

#### 4.2.1.3 Outcomes und Messinstrumente

Es wurden die Outcomes Schmerzintensität und Funktionsfähigkeit gewählt. Dabei wurden mit den Messinstrumenten VA-Skala, Short Form Health Survey (SF-36) und Foot and Ankle Outcomes Questionnaire (FAOQ) gearbeitet. Alle verwendeten Messinstrumente werden in Abschnitt 4.4 „Messinstrumente“ vorgestellt.

#### 4.2.1.4 Interventionen

Die Kontroll- und Interventionsgruppen erhielten jeweils ein Therapieprogramm für insgesamt 12 Wochen. Das Therapieprogramm sah für die **Kontrollgruppe** folgende Massnahmen vor:

- Dehnen von M. Gastrocnemius, M. Soleus und Hamstrings zweimal täglich, 3 Repetitionen à 30 Sekunden pro Dehnung
- Eismassage der Achillessehne zweimal täglich für 5-10 min

- Gebrauch von beidseitigen Schuheinlagen zur Erhöhung der Ferse. Die Höhe (anfänglich bei 9.5 mm) wurde dabei alle 2 Wochen um 3.2 mm herabgesetzt, bis sie schliesslich ganz entfernt werden konnte
- Nachtschiene für das Sprunggelenk

Die **Interventionsgruppe** erfuhr die gleiche Behandlung, führte dazu aber zusätzlich noch zwei exzentrische Kräftigungsübungen der Mm. Gastrocnemius und Soleus durch. Das Training wurde zweimal täglich mit 2 x 15 Wiederholungen durchgeführt. Als Progression wurde ein Rucksack als Zusatzgewicht angeboten.

#### *4.2.1.5 Resultate*

Beide Gruppen zeigen eine statistisch signifikante Verbesserung in den beiden Outcomes „Schmerz“ und „Funktion“ gemessen mit der VAS, dem SF-36 und dem FAOQ. Die durchschnittliche Veränderung betrug auf der SF-36 10 Punkte und auf der VAS 41.3%. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe festgestellt.

Bezüglich des sekundären Ziels der Studie kann gesagt werden, dass folgende Punkte statistisch keinen signifikanten Unterschied machen: Alter, Abstammung, BMI, Dauer der Symptome und Aktivitätslevel.

Jedoch zeigte sich, dass Frauen das bessere Ergebnis als Männer erzielten, ungeachtet der Trainingsmethode ( $P = 0.033$ ).

Die Studienautoren ziehen den Schluss, dass konventionelle Physiotherapie mit oder ohne Zusatz von exzentrischem Training effektiv zur Behandlung der Insertionstendinopathie der Achillessehne ist.

#### *4.2.1.6 Limitationen*

Die Studiendurchführenden sehen in ihrer Studie einige Limitationen. Diese sind die niedrige Zahl von 36 Teilnehmern und der Zeitraum des Follow-ups nach nur sechs Wochen. Ausserdem hätte eine Supervision der Heimübungen die Resultate präzisieren können.

## 4.2.2 Peterson et al. (2014)

«A randomized controlled trial of eccentric vs. concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy)»

### 4.2.2.1 Ziel der Studie

Ziel der Studie war es, den Effekt von exzentrischem im Vergleich zu konzentrischem Training auf Schmerz und Funktion bei chronischen Tennisellbogen zu prüfen.

### 4.2.2.2 Setting und Teilnehmer

Die Teilnehmer wurden in verschiedenen Gesundheitszentren von Uppsala, Schweden rekrutiert. Von anfänglich 150 Partizipanten erfüllten 120 Teilnehmer die Kriterien und bildeten die definitive Population. Diese Kriterien sind:

Tabelle 3: Kriterien der Studie von Peterson et al.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"><li>• Alter zwischen 20-75 Jahren</li><li>• Symptome des Tennisellbogens bestehen seit mehr als 3 Monaten</li><li>• Diagnose wurde von einem Experten bestätigt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Supinator-Syndrom</li><li>• Kompartmentsyndrom des M. Anconeus</li><li>• Rhizarthrose</li><li>• Entzündliche Gelenkserkrankung</li><li>• Fibromyalgie</li><li>• Vorhergehende Ellbogen-Operationen</li><li>• Unvermögen schwedisch zu verstehen</li></ul>

### 4.2.2.3 Messinstrumente

Das Outcome „Schmerzintensität“ wurde anhand der VA-Skala gemessen. Es wurden dabei zwei Werte berücksichtigt: Die erste Messung fand während maximaler Muskelkontraktion der Unterarmextensoren statt, die zweite während der Muskelverlängerung der Mm. Extensor carpi radialis brevis et longus. Für die Messung der Muskelstärke wurde ein Handdynamometer verwendet, während die

Funktionsfähigkeit mittels DASH- und Goethenburg Quality of Life Questionnaire ermittelt wurde.

#### *4.2.2.4 Interventionen*

Beide Gruppen führten ein Heimübungsprogramm für drei Monate aus. Das Übungsgerät bestand aus einem mit Wasser gefüllten Gefäß, welches bis zur gewünschten Belastung aufgefüllt werden konnte und mit einem Handgriff ausgestattet war. Die initiale Belastung bestand aus einem Liter (ein Kilogramm) für Frauen und zwei Liter (zwei Kilogramm) für Männer. Die Steigerung entsprach einem Deziliter pro Woche. Die Teilnehmer saßen bei der Übung auf einem Stuhl und unterstützten den betroffenen Unterarm auf die Armlehne oder einen Tisch. Beide Gruppen wurden angewiesen, den Griff in Pronation mit geschlossener Faust zu halten, während das Gefäß frei in der Luft hing.

Die **Interventionsgruppe** hatte die Aufgabe, das Gefäß langsam durch Flektieren des betroffenen Handgelenks sinken zu lassen. Die nicht betroffene Seite führte das Gewicht wieder in Dorsalextension zurück. Das Übungsprogramm wurde einmal täglich mit 3 x 15 Wiederholungen durchgeführt.

Die **Kontrollgruppe** führte das Kräftigungsprogramm konzentrisch mit dem gleichen Gefäß aus. Durch Extension im Handgelenk wurde der Wasserbehälter hochgezogen und mittels nicht betroffener Seite in Ausgangsstellung gebracht. Auch hier galt die Durchführung einmal täglich mit 3 x 15 Wiederholungen.

#### *4.2.2.5 Resultate*

Beide Gruppen konnten die gleiche Schmerzabnahme während der maximalen Muskelkontraktion und –verlängerung, sowie eine verbesserte Muskelstärke im Verlaufe der Studie vorweisen. Jedoch trat die Entwicklung bei der Interventionsgruppe signifikant früher ein als bei der Kontrollgruppe. Das zeigte sich vor allem beim zwei-Monats Follow-up. Auf die ganze Zeitspanne berechnet zeigt die Interventionsgruppe eine signifikant tiefere Schmerzintensität (bei Maximalkontraktion  $P < 0.0001$ , bei Muskelverlängerung  $P < 0.001$ ) und Muskelstärke ( $P < 0.05$ ) als die Kontrollgruppe.



Die Werte zwischen den beiden Gruppen waren sich bezüglich der DASH-Score ähnlich und zeigten keine eindeutige Tendenz. Es wurde also kein signifikanter Unterschied der Studienresultate bezüglich Funktion und Lebensqualität festgestellt.

Das Fazit der Studie ist, dass exzentrisches Training beim Tennisellbogen die Schmerzen besser reduziert und die Muskelkraft effektiver steigert als konzentrisches Training.

#### *4.2.2.6 Limitationen*

Die Studienautoren sind sich bewusst, dass die Population als nicht randomisiert galt, sind jedoch der Meinung, dass sie trotzdem als repräsentativ für diese Patientengruppe erachtet werden kann. Ausserdem konnte die Datenerhebung nicht verblindet durchgeführt werden, was die beiden Patientengruppen beeinflusst haben könnte. Auch wurde zum Vereinfachen der Aufgabenstellung mit einem standardisierten Gewicht trainiert. Um den maximalen Effekt von der Übung zu bekommen, hätte die Belastung individuell angepasst werden müssen, wie zum Beispiel anhand des Repetitionsmaximums.

#### **4.2.3 Tyler et al. (2010)**

*«Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: A prospective randomized trial»*

##### *4.2.3.1 Ziel der Studie*

Ziel der Studie war es, die Effektivität von exzentrischem Training zusätzlich zur Standardbehandlung bei Epicondylopathia lateralis zu evaluieren. Dabei sollten die Patienten möglichst ohne kostspielige Hilfsmittel zu Hause trainieren können.

##### *4.2.3.2 Setting und Teilnehmer*

Von anfänglich 30 Teilnehmern wurden 21 Patienten definitiv in die Studie eingeschlossen. Das Vorgehen richtete sich nach den unten aufgelisteten Ein- und Ausschlusskriterien. Die Stichprobenmenge wurde in eine Interventions- (n=11) und eine Kontrollgruppe (n=10) aufgeteilt.

Tabelle 4: Kriterien der Studie von Tyler et al.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"><li>• Symptome sind seit mehr als 6 Wochen vorhanden</li><li>• Tennisellbogen wurde durch einen Experten bestätigt (durch Druckdolenz des lateralen Epicondylus, Schmerzen bei Handgelenks- und Mittelfingerextension gegen Widerstand)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frakturen</li><li>• Dislokationen</li><li>• Vorhergehende Ellbogenoperationen</li><li>• Bilaterale Ellbogen-Symptome</li><li>• HWS- Pathologien</li><li>• Arthrosen</li><li>• Steroidinjektionen vor weniger als 6 Wochen</li></ul>

#### 4.2.3.3 Messinstrumente

Als Outcomes wurden Funktionsfähigkeit, Schmerzintensität, Muskelkraft und Druckempfindlichkeit gewählt. Diese wurden mittels DASH- Fragebogen, VA-Skala, Handdynamometer und mittels Druckapplikation einer Sonde am Dynamometer gemessen.

#### 4.2.3.4 Interventionen

Die Standardtherapie für alle Patienten beinhaltete Dehnungen der Handgelenksex tensoren, Ultraschallbehandlungen, Quersfraktionen, sowie Hitze- und Eistherapie.

Die **Kontrollgruppe** führte zusätzlich dazu ein isometrisches Krafttraining der Handgelenksex tensoren durch.

Die Teilnehmer der **Interventionsgruppe** absolvierten anstelle dessen ein isoliertes exzentrisches Training mithilfe des sogenannten FlexBars (Theraband; The Hygenic Corporation, Akron OH). Der FlexBar ist ein elastischer Kunststoffstab, welcher sich nebst exzentrischer Kräftigung für die Steigerung der Griffkraft und als Stabilisationsübung der oberen Extremität eignet (Hygenic Corporation, 2014).



Abbildung 14: FlexBar von Theraband

Für das Behandeln von Tennisellbogen wird der Stab mit der nicht betroffenen Seite durch Handgelenksflexion verdreht und mit dem betroffenen Arm langsam und exzentrisch wieder gelöst. Durchgeführt wurde das Training einmal täglich für sechs Wochen mit 3 x 15 Wiederholungen. Die Patienten sollten beim Trainieren einen leichten Schmerz verspüren, ansonsten wurde die Übung durch einen stärkeren FlexBar gesteigert.

#### *4.2.3.5 Resultate*

Sowohl bei der Kontroll-, als auch bei der Interventionsgruppe wurden eine Reduktion der Schmerzen und eine verbesserte Funktionsfähigkeit gemessen. Die DASH-Score zeigte einen signifikant besseren Wert für die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe an (durchschnittlicher Fortschritt 76% vs 13%,  $P = 0.01$ ). Ebenso waren die Werte auf der VAS signifikant besser für die Interventionsgruppe (durchschnittlicher Fortschritt 81% vs 22%,  $P = 0.002$ ). Zwischen den beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Muskelstärke.

Die Resultate führen zur Schlussfolgerung, dass isoliertes exzentrisches Training zusätzlich zur Standardtherapie zu einem besseren Behandlungsergebnis von Tennisellbogen führt.

#### *4.2.3.6 Limitationen*

Die Studie von Tyler et al. (2010) wies den Meinungen der Autoren nach eine zu geringe Stichprobengrösse auf. Eine mögliche Erklärung für das schlechte Resultat der Kontrollgruppe sahen sie in der ungenügenden Supervision des Heimprogrammes. Ausserdem waren sich die Studiendurchführer bewusst, dass infolge des Zeitpunktes des letzten Follow-ups, welches nur sieben Wochen nach Studienbeginn stattfand, nur eine Aussage zum Kurzeiteffekt gemacht werden konnte. Gerade bei einer Diagnose wie Epicondylopathia lateralis hätte der Verlauf über längere Zeit beobachtet werden sollen, da sie eine hohe Rezidivrate aufweisen kann.

#### 4.2.4 Yu et al. (2012)

«Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy»

##### 4.2.4.1 Ziel der Studie

Das Ziel der Studie ist die Effektivität des exzentrischen Trainings in Bezug auf Schmerz, Muskelstärke, Ausdauer und funktioneller Fitness (spezifiziert in Balance, Geschicklichkeit und Wendigkeit) im Vergleich zu konzentrischem Training zu evaluieren.

##### 4.2.4.2 Teilnehmer

Es konnten 32 Männer zwischen 20 und 30 Jahren in einer ambulanten orthopädischen Klinik in Seoul, Südkorea rekrutiert werden. Es wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Kriterien verwendet, wobei keine Ausschlüsse verzeichnet wurden. Die Studienteilnehmer wurden mittels eines Computerprogramms in eine Interventionsgruppe (n=16) und eine Kontrollgruppe (n=16) randomisiert.

Tabelle 5: Kriterien der Studie von Yu et al.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"><li>• Unilaterale Achillodynie, welche durch Ultraschalldiagnostik eine strukturelle Veränderung aufweist</li><li>• Seit mindestens 6 Monaten auftretende Symptome</li><li>• Die Fähigkeit, eine ambulante Klinik aufzusuchen</li><li>• Die Fähigkeit, selbständig und ohne Hilfsmittel zu laufen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stark eingeschränkte Range of Motion des Sprunggelenks</li><li>• Vorhergehende operative Eingriffe der unteren Extremität</li><li>• Derzeitiger Gebrauch einer Fussgelenksorthese</li><li>• Andere Erkrankungen des Sprunggelenks (Osteoarthritis, rheumatoide Arthritis oder Osteoporose)</li><li>• Neurologische Schäden oder Krankheiten</li></ul>

#### 4.2.4.3 Interventionen

Die Teilnehmer führten dreimal wöchentlich für 50 min ein Übungsprogramm durch. Beide Gruppen begaben sich als Aufwärm- und Abkühlübung jeweils 10 min auf ein Fahrradergometer.

Die **Interventionsgruppe** führte ein exzentrisches Übungsprogramm mit einer vorgegebenen Trainingsintensität durch. Es beinhaltete exzentrisches Lösen der Mm. Gastrocnemius et Soleus. Die beiden Übungen wurden mit einer Dosierung von 3 x 15 Wiederholungen und folgender Trainingsintensität durchgeführt:

- In Woche 1: exzentrisches Training mit beiden Beinen.
- In Woche 2: exzentrisches Training mit beiden Füßen oder gesteigert mit dem Gewicht mehr auf der betroffenen Seite.
- In Woche 3: exzentrisches Training nur auf der betroffenen Seite.
- In Woche 4: exzentrisches Training nur auf der betroffenen Seite mit 10% zusätzlichem Gewicht durch Hanteln in einem Rucksack.
- In Woche 5-8: exzentrisches Training nur auf der betroffenen Seite mit zusätzlichem Gewicht von 5-10 pounds (2.27 - 4.54 kg) zur vorhergehenden Woche

Das konzentrische Übungsprogramm der **Kontrollgruppe** fand mithilfe eines Therabands statt und konnte durch Auswechseln mit einem zugstärkeren gesteigert werden. Das Programm sah folgendes vor:

- In Woche 1-2: Mit gestreckten Beinen am Boden sitzend und Plantarflexion gegen den Zug des Therabands ausführen. Danach Heben der Ferse in aufrechtem Sitz auf einem Stuhl. Schliesslich beidbeinige Calf-raises mit Halt an der Wand und Dehnen der Hamstrings und Wadenmuskulatur (fünfmal beide Seiten).
- In Woche 3-4: Die gleichen Übungen, jedoch die Calf-raises mit nur einem Fuss.
- In Woche 5-8: Zusätzlich zu den bisherigen Übungen das seitliche Springen von einem Fuss zum anderen.

#### *4.2.4.4 Messinstrumente*

Es wurden die Outcomes Schmerzintensität, Muskelstärke und – ausdauer, und funktionelle Fitness unterteilt in Balance, Geschicklichkeit und Wendigkeit gewählt. Dafür wurden die Messinstrumente VA-Skala, Biodex System 3, Biodex Balance System, Side-Step Test und Sargent-Jump Test verwendet.

#### *4.2.4.5 Resultate*

Die Interventions- und die Kontrollgruppe wiesen beide eine signifikante Verminderung des Schmerzes auf ( $P < 0.05$ ). Die Resultate der Interventionsgruppe waren im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser ( $-3.56 \pm 0.6$  vs  $-2.46 \pm 0.66$ ).

Die Balance wurde bei der Interventionsgruppe gesteigert und war im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser. Sowohl bei der Interventions- als auch der Kontrollgruppe konnte eine signifikante Steigerung in Geschicklichkeit und Wendigkeit festgestellt werden. Während bei der Geschicklichkeit die Resultate etwa gleich waren, schnitt die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe bei der Wendigkeit signifikant besser ab.

Die Studiendurchführenden nehmen aus ihrer Arbeit mit, dass exzentrische Kräftigung effektiver als konzentrisches in Bezug auf Schmerzreduktion und Funktionssteigerung bei Achillodynien ist.

#### *4.2.4.6 Limitationen*

Wegen der geringen Stichprobengrösse ist diese Studie gemäss den Autoren nicht zur Verallgemeinerung geeignet. Dafür wären weitere Untersuchungen mit einer grösseren Population notwendig.

### 4.3 Studienübersicht

Um die Studien optimal vergleichen zu können, folgt aus Gründen der Übersicht eine Tabelle mit den wichtigsten Informationen der vier Studien.

Tabelle 6: Studienübersicht

	<b>Kedia et al.</b>	<b>Peterson et al.</b>	<b>Tyler et al.</b>	<b>Yu et al.</b>
<b>Population</b>	36 Teilnehmer (72.2% weiblich, 27.8% männlich)	120 Teilnehmer (47.5% weiblich, 52.5% männlich)	21 Teilnehmer (52.4% weiblich, 47.6% männlich)	32 Teilnehmer (100% männlich)
<b>Alter</b>	>18y, Durchschnittsalter 53.6y	20- 75y, Durchschnittsalter 47.9y	Durchschnittsalter 49y	Zwischen 20 und 30y, Durchschnittsalter 20.3y
<b>Schmerzmedikamente</b>	Keine Medikation bei allen Patienten.	56 (46.6%) Teilnehmer nahmen NSAID ein	Keine Angabe	Keine Angabe
<b>Kontrollgruppe</b>	Standardtherapie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dehnen von M. Gastrocnemius, M. Soleus und Hamstrings</li> <li>• Eismassage der Achillessehne</li> <li>• Beidseitige Schuheinlagen</li> <li>• Nachtschiene</li> </ul>	Konzentrisches Übungsprogramm	Standardtherapie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dehnen der Handgelenksexpressoren</li> <li>• Ultraschall</li> <li>• Quersfraktionen</li> <li>• Hitze- und</li> <li>• Eisbehandlung</li> </ul> + isotonische Kräftigungsübung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzentrisches Übungsprogramm mit Theraband</li> <li>• Dehnen der Hamstring und Wadenmuskulatur</li> </ul>

<b>Interventionsgruppe</b>	Standardtherapie + exzentrische Kräftigung	Exzentrisches Übungsprogramm	Standardtherapie + exzentrische Kräftigung	Exzentrisches Übungsprogramm
<b>Durchführung des exzentrischen Trainings</b>	Exzentrisches Training an einer Stufe Zweimal täglich, 2 x 15 Wiederholungen. Keine Angabe zur erwünschten Schmerzintensität	Mittels Wasserbehälter einmal täglich, 3 x 15 Wiederholungen. Keine Angabe zur erwünschten Schmerzintensität	Mittels FlexBar einmal täglich, 3 x 15 Wiederholungen. Leichte Schmerzen erwünscht	Exzentrisches Training an einer Stufe Dreimal wöchentlich, 3 x 15 Wiederholungen, Intensitätssteigerung pro Woche vorgegeben, Rucksack als Zusatzgewicht Keine Schmerzen erwünscht.
<b>Interventionsdauer</b>	12 Wochen	12 Wochen	6 Wochen	8 Wochen
<b>Follow-up</b>	4 Datenmessungen, letztes Follow-up nach 6 Wochen	6 Datenmessungen, letztes Follow-up nach 12 Monaten	2 Datenmessungen, letztes Follow-up nach 7 Wochen	2 Datenmessungen, jeweils 3 Tage vor und nach der Intervention
<b>Schlussfolgerung</b>	Physiotherapie ist mit oder ohne Zusatz von exzentrischem Training effektiv auf die Schmerzreduktion und Funktionssteigerung von Insertionsachillodynien	Exzentrisches Training reduziert Schmerzen und steigert die Muskelstärke effektiver als konzentrische Kräftigung	Physiotherapie mit Zusatz von exzentrischem Training reduziert Schmerzen und steigert die Funktionsfähigkeit von Tennisellbogen effektiver als konventionelle Therapie mit isotonischer Kräftigung.	Exzentrisches Training hat effektiveren Einfluss auf die Schmerzreduktion und Funktionssteigerung bei Achillodynien als konzentrische Kräftigung.



## 4.4 Messinstrumente

In den Studien wurde mit verschiedenen Messinstrumenten gearbeitet. In der nachfolgenden Tabelle wird eine Übersicht der relevanten Outcomes dieser Arbeit sowie deren Messinstrumente dargestellt, welche anschliessend erläutert werden.

Tabelle 7: Übersicht der Messinstrumente

	Schmerz	Funktion
Kedia et al.	VAS	SF-36 FAQO
Peterson et al.	VAS	DASH Gothenburg Quality of Life
Tyler et al.	VAS	DASH
Yu et al.	VAS	Balance: →Biodex Balance System Geschicklichkeit: →Side-Step Test Wendigkeit: →Sargent Jump Test

### 4.4.1 VA-Skala

Die Visual Analog Scale (VAS) ist ein Messinstrument zur Schmerzintensität. Es wird mithilfe eines 10 cm langen Sichtfenster gemessen, dessen Anfang und Ende bezeichnet sind (von „kein Schmerz“ zu „stärkster Schmerz“). Darauf kann die Patientin oder der Patient die aktuelle Schmerzstärke angeben (Zalpour, 2013).

### 4.4.2 Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH)

Das Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire ist ein Fragebogen, welches 30 Punkte über die Funktionsfähigkeit der oberen Extremität bei Tätigkeiten des täglichen Lebens umfasst. Es wird eine fünf Punkte Skala mit Werten von „keine Schwierigkeiten“ bis „unmöglich“ verwendet (Gummesson et al., 2003).

#### 4.4.3 Gothenburg Quality of Life

Der Gothenburg Quality of Life Fragebogen wird benutzt, um Aspekte der Lebensqualität zu evaluieren. Er besteht aus drei Subsystemen; einer Score jeweils für Beschwerden-, Wohlergehen- und Aktivitätslevel (Peterson et al., 2014).

#### 4.4.4 SF-36, Short Form Health Survey

Das SF-36 ist ein krankheitsunspezifischer Fragebogen, welcher 36 Fragen enthält und sich in insgesamt acht Themenbereiche rund um das körperliche und psychische Wohlbefinden aufbaut. Diese sind „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rollenfunktion“, „Körperliche Schmerzen“, „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“, „Vitalität“, „Soziale Funktionsfähigkeit“, „Emotionale Rollenfunktion“ und „Psychisches Wohlbefinden“. Jedes dieser Subsysteme wird mit einer Skala von 1 bis 100 gemessen (Bullinger, 1998).

#### 4.4.5 Foot and Ankle Outcomes Questionnaire (FAOQ)

Das Foot and Ankle Outcomes Questionnaire besteht aus 25 Fragen. Es wird eingesetzt, um Schmerz und Stabilität des Fusses und des Sprunggelenks während verschiedenen Aktivitäten zu ermitteln, inwiefern der Alltag dadurch behindert ist und bezieht Steifigkeit und Schwellung von Fuss und Sprunggelenk mit ein (Kedia et al., 2014).

#### 4.4.6 Biodex Balance System

Das Balance System ist ein dynamisches Gerät der Firma Biodex (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY), dessen Plattform bis zu 20° in alle Richtungen kippen kann, wobei es möglich ist, den Schwierigkeitsgrad zu variieren. Das Gerät wird in Abbildung 9 dargestellt.

Für die Studie von Yu et al. wurde diese

Bewegungsfreiheit in acht Stufen klassifiziert. Stufe acht steht dabei für die einfachste, relativ stabile Unterlage, während Level eins die schwierigste, mit dem grössten Bewegungsgrad darstellt. Die Studienteilnehmer stellten sich jeweils für 30 Sekunden im Einbeinstand auf das Gerät und erhielten Punkte gemäss erreichten Schwierigkeitsgrads (Yu et al., 2012).



Abbildung 15: Biodex Balance System

#### 4.4.7 Side-Step Test

Yu et al. benutzen für die Messung der Geschicklichkeit (engl. „dexterity“) den Side-Step Test. Durchgeführt wurde der Test in der Studie folgendermassen: Als Referenz wurde eine zentrale Linie auf den Boden markiert. Parallel davon wurden rechts und links je eine weitere Linie gezogen, jeweils 1.2 m von der Mittellinie entfernt. Die Studienteilnehmer standen schulterbreit mit der zentralen Linie zwischen den Beinen und traten nach dem Startsignal abwechselnd mit einem Fuss über die seitliche Linie und zurück. Das Ganze wurde für 30 Sekunden ausgeführt, wobei für jedes richtige Überkreuzen der Linie ein Punkt gegeben wurde.

#### 4.4.8 Sargent Jump Test

Raya et al. (2013) definiert die Wendigkeit oder “agility” damit, dass eine kontrollierte Körperposition gehalten sowie die Richtung schnell gewechselt werden kann, ohne dabei das Gleichgewicht, die Körperkontrolle oder die Geschwindigkeit zu verlieren. Für diese Messung nutzen Yu et al. den Sargent Jump Test. Dieser wurde an einer Wand durchgeführt, auf welcher Höhenmasse eingetragen waren. Die Probanden gingen nach der Anweisung, mit den Fingerspitzen das untere Ende der Massstelle zu berühren in die Hocke, während der Blick weiterhin nach oben gerichtet blieb. Auf Kommando sprang der Proband oder die Probandin so hoch wie möglich, um den am weitesten Teil der Messplatte zu treffen. Der Sprung wurde dreimal ausgeführt und als Resultat der Mittelwert berechnet.

## 5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die verwendeten Studien unter verschiedenen Aspekten von der Verfasserin betrachtet, verglichen und diskutiert.

### 5.1 Studienbewertung

Der folgende Abschnitt enthält die methodologische Beurteilung der in die Arbeit eingeschlossenen Studien. Die Bewertung wurde mittels PEDro-Skala durchgeführt, welches ein physiotherapeutisch spezifisches Beurteilungsinstrument für Randomized Controlled Trials darstellt. Im Anhang befindet sich die Erläuterung zu den einzelnen Beurteilungspunkten, welche in Tabelle 8 als Übersicht aufgeführt sind. Ergänzend werden die Stichprobengrösse, die Durchführung der Intervention und die gewählten Messinstrumente beurteilt.

**Tabelle 8: Methodologische Beurteilung: Erreichte Punktezah bei 10 PEDro-Kriterien (Kriterium 1 [externe Validität] zählt nicht zum Gesamtscore)**

Autoren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gesamt-score
Kedia et al.	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	6/10
Peterson et al.	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	7/10
Tyler et al.	X	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	5/10
Yu et al.	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	5/10

1 = externe Validität; 2 = Randomisierung; 3 = verblindete Zuteilung; 4 = Baseline-Vergleichbarkeit; 5 = verblindete Probanden; 6 = verblindete Therapeuten 7 = verblindete Beurteiler; 8 = adäquates Follow-up; 9 = Intention-to-treat-Analyse; 10 = Extremgruppenanalyse; 11 = Punktschätzung und Schwankungen

#### 5.1.1 Kedia et al.

Die Studie von Kedia et al. (2014) ergab gemäss der PEDro-Skala eine Gesamtzahl von 6 bei möglichen 10 Punkten. Keine Punkte erzielte die Studie mit der Verblindung von Probanden, Therapeuten und Beurteiler. Ein weiterer Kritikpunkt ist die nicht angemessene Zeitspanne des Follow-ups, da nur sechs Wochen nach Studienbeginn noch keine repräsentative Aussage gemacht werden kann.

**Stichprobengrösse:** Die Stichprobengrösse ist mit 36 Teilnehmern zu klein für eine verallgemeinernde Aussage.

**Intervention:** Die Dosierung wurde bei 2 x 15 Wiederholungen zweimal täglich festgelegt. Die Repetitionszahl des Alfredsonprotokolls würde 3 x 15 Wiederholungen, zweimal täglich vorsehen. Ob diese Abweichung zu einem veränderten Ergebnis führt, bleibt offen. Der verwendete Wiederholungssatz deckt sich jedoch nicht mit dem in Sportwissenschaften gebräuchlichen Kraftausdauerbereich von 3 x 15 – 20 Repetitionen (Van Duijn, 2012). Die Dauer von einer 12-wöchigen Intervention entspricht dagegen wieder dem klassischen Alfredsonprogramm.

Wie von den Studiendurchführenden selbst kritisiert, hätte eine Supervisionen des Heimübungsprogramms durchgeführt werden sollen.

**Messinstrumente:** Die Messinstrumente sind für die Outcomes angebracht.

#### 5.1.2 Peterson et al.

Die Studie von Peterson et al. (2014) erzielte mit 7 von 10 möglichen Punkten die höchste Score dieser vier Studien. Einzige Kritikpunkte gemäss der PEDro-Skala sind auch hier das fehlende Blinding von Probanden, Therapeuten und Beurteiler.

**Stichprobengrösse:** Mit 120 Teilnehmern war die Stichprobe ausreichend gross, um zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu gelangen.

**Intervention:** Das Trainingsgewicht wurde zur Vereinfachung der Studie nach Geschlecht bestimmt. Für ein optimales Resultat hätte es individuell angepasst werden müssen, zum Beispiel anhand des Repetitionsmaximums der Probanden.

**Messinstrumente:** Die Messinstrumente sind für die Outcomes geeignet.

#### 5.1.3 Tyler et al.

Tyler et al. (2010) konnten in ihrer Studie als einzige einen verblindeten Beurteiler vorweisen, führten die Zuteilung jedoch nicht verblindet aus. Weitere Mängel sind auch hier die nicht verblindeten Probanden und Therapeuten, ausserdem konnte mit dem Follow-up sieben Wochen nach Initiierung der Studie keinen Punkt für eine adäquate Zeitspanne geholt werden. Ohne Erwähnung blieb, ob die Intention-to-treat

Analyse befolgt wurde. Insgesamt erfüllte die Studie 5 von 10 Punkten auf der PEDro-Skala.

**Stichprobengrösse:** Die Stichprobengrösse ist mit  $n=21$  zu klein.

**Intervention:** Es fehlen Angaben zur genauen Durchführung der isotonischen Kräftigung der Kontrollgruppe. Der FlexBar als Trainingsgerät ist eine interessante Idee und scheint umsetzbar zu sein, dennoch sieht die Verfasserin keinen Vorteil zum exzentrischen Training mit einer konventionellen Hantel. Die Dosierung des Krafttrainings wurde adäquat gewählt, jedoch sind sechs Wochen eine kurze Zeitspanne der Intervention. Es fehlt zudem die Supervision des Übungsprogramms.

**Messinstrumente:** Die Messinstrumente sind auf die Outcomes abgestimmt.

#### 5.1.4 Yu et al.

Ebenfalls 5 Punkte erlangt die Studie von Yu et al. (2012) anhand der PEDro-Bewertung. Nebst der fehlenden Verblindung von Probanden, Therapeuten und Beurteiler werden keine Angaben über den Zeitpunkt des Follow-ups und die Intention-to-treat Analyse gemacht.

**Stichprobengrösse:** Aufgrund der kleinen Stichprobengrösse und der vorliegenden Population kann die Repräsentativität der Studie angezweifelt werden. Die Studie schliesst lediglich 32 junge, in Südkorea rekrutierte Männer ein.

Durchaus möglich aber etwas fragwürdig sind die fehlenden Ausschlüsse anhand der Ein- und Ausschlusskriterien, ausserdem das Fehlen von Drop-outs während des Studienverlaufes und die trotz Randomisierung exakt gleiche Gruppengrösse ( $n=16$ ) von Interventions- und Kontrollgruppe.

**Intervention:** Die genaue Ausführung der Kräftigungsübung der Kontrollgruppe blieb trotz der Beschreibung in der Studie unklar. Ausserdem führten die Probanden ihr Übungsprogramm nur dreimal wöchentlich aus. Mit einem täglichen Training und einer Interventionsdauer von mehr als acht Wochen wäre die Studie vermutlich ergebnisreicher.

**Messinstrumente:** Positiv zu vermerken ist das Nachgehen und Aufteilen der funktionellen Fitness in Balance, Geschicklichkeit und Wendigkeit, wenngleich deren Messinstrumente bezüglich Validität und Reliabilität zu hinterfragen sind.

## 5.2 Gegenüberstellung der Studien

Die in dieser Arbeit behandelten Studien wurden so gewählt, dass sie alle die Themenbereiche „Tendinopathie“ und „exzentrisches Training“ beinhalteten und dabei die Outcomes „Schmerzintensität“ und „Funktionsfähigkeit“ berücksichtigten. Dies sollte ein Vergleichen der Studien ermöglichen. Dennoch ist ein Gegenüberstellen dieser Studien nur bedingt möglich.

Einerseits handelte es sich um verschiedene Diagnosen, welche unterschiedlich auf die Behandlungen reagieren können. So stellt Rees et al. (2008) sogar die Hypothese auf, dass exzentrisches Training bei Insertionstendinopathien überhaupt keine Wirkung zeigt.

Andererseits wurden die Interventionen in jeder Studie unterschiedlich gewählt. Es fanden sich Unterschiede in der Durchführung des exzentrischen Trainings, wie auch in unterschiedlichen Behandlungen der Kontrollgruppen. Kedia et al. (2014) und Yu et al. (2012) liessen ihre Studienteilnehmer Übungen ähnlich dem Alfredsonprotokoll durchführen. Kedia et al. (2014) wählten dafür die Dosierung 2 x 15 Wiederholungen zweimal täglich, während Yu et al. (2012) 3 x 15 Repetitionen dreimal in der Woche verlangten. Das klassische Protokoll nach Alfredson dauert wie bei Kedia et al. (2014) zwölf Wochen und es wird ebenfalls zweimal täglich trainiert, jedoch mit 3 statt 2 x 15 Wiederholungen. Eine Studie von Stevens & Chee-Wee (2014) hat ergeben, dass das klassische Alfredsonprogramm sowie dasselbe Übungsprogramm mit einer kleineren Repetitionszahl die gleichen Outcomes bei einer midportion-Achillodynie liefern. Dieselbe Studie kommt auch zum Schluss, dass Trainieren „im Schmerz“ nicht zu besseren Behandlungsergebnissen führt. Yu et al. (2012) haben in ihrer Studie ohne Schmerzen und mit einer relativ niedrigen Wiederholungszahl gearbeitet und sind doch zu einem besseren Ergebnis als Kedia et al. (2014) mit dem strengeren Übungsprotokoll gekommen. Soweit dies zu sagen ist, kann die Aussage von Stevens & Chee-Wee (2014) demzufolge bestätigt werden.

Nicht nur die Durchführung des exzentrischen Trainings unterschied sich, auch die Kontrollgruppen erfuhren verschiedene Behandlungen. Kedia et al. (2014) und Tyler et al. (2010) haben dazu mit Standardtherapien gearbeitet. Bei Kedia et al. (2014) beinhalteten diese Dehnungen, Eismassagen, Schuheinlagen und Nachtschienen, welches alles passive Massnahmen darstellten. Dagegen bedachten Tyler et al. (2010) ihre Patienten mit Dehnungen, Ultraschall, Querfriktionen, Hitze- und Eisbehandlungen, sowie als Gegensatz zum exzentrischen Training mit einer isotonischen Kräftigungsübung. Obwohl jede Therapie individuell gestaltet ist, scheinen diese Therapieinhalte realitätsnaher als diejenige von Kedia et al (2014). In den Studien von Tyler et al. (2010) und Peterson et al. (2014) wurde die exzentrische Kräftigung bei Epicondylopathia lateralis mit verschiedenen Hilfsmitteln durchgeführt. Peterson et al. (2014) trainierten mit einem Wasserbehältnis, welches sehr wahrscheinlich nicht überall zur Verfügung steht. Tyler et al. (2010) benutzten den sogenannten FlexBar, wobei sie vor allem die Vorteile der einfachen Handhabung und niedrigen Beschaffungskosten in den Vordergrund stellten. Stasinopoulos et al. (2005) arbeiten in ihrer Publikation mit konventionellen Hanteln, welche ebenfalls nicht kostspielig in der Anschaffung sein müssen und genauso zum exzentrischen Training der Unterarmextensoren führt. Die Verfasserin sieht deshalb keinen speziellen Vorzug beim Trainieren mit dem FlexBar.

Was das Vergleichen der Studien ebenfalls schwierig macht, sind die niedrigen Stichprobengrößen und unterschiedlichen Populationen. So lag das Durchschnittsalter bei der Studie von Kedia et al. (2014) bei annähernd 54 Jahren mit einem Grossteil von weiblichen Teilnehmerinnen, während im Gegensatz dazu die Publikation von Yu et al. (2012) nur männliche, zwischen 20 und 30 Jahre alte Probanden einschlossen. Es ist sehr gut möglich, dass die exzentrische Kräftigung auf diese beiden Populationsgruppen nicht den gleichen Effekt hat. Zusätzlich liegen auch unterschiedliche Ethnizitäten vor, wobei Kedia et al. in ihrer Studie gezeigt haben, dass die Abstammung keinen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hat.



### 5.2.1 Outcome Schmerzintensität

Die Studie von Kedia et al. (2014) hat bei der Insertionstendinopathie eine durchschnittliche Schmerzabnahme von 41.3% auf der VAS ergeben, wobei es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontroll- und der Interventionsgruppe gab. Und das, obwohl die Kontrollgruppe keine Muskelkräftigung durchgeführt hat. Die Patientinnen und Patienten mit Standardtherapie und zusätzlichem exzentrischem Training haben also die gleich grossen oder auch kleinen Fortschritte gemacht wie die rein passive Standardtherapie der Kontrollgruppe. Es kann deshalb zwar gesagt werden, dass die Standardtherapie sowohl mit als auch ohne exzentrischer Kräftigung effektiv bezüglich Schmerzreduktion bei der Insertionstendinopathie ist, aber auch, dass exzentrisches Training keinen zusätzlichen Vorteil bringt und folglich wirkungslos ist.

Die Untersuchung von Peterson et al. (2014) hat gezeigt, dass die Wirkung von exzentrischem Training bei Epicondylopathia lateralis signifikant früher eintritt als bei isolierter konzentrischer Kräftigung. Dadurch leiden die Patienten gemäss den Autoren unter weniger Schmerzen bei der maximalen Muskelkontraktion sowie der Muskelverlängerung. Die Studie sagt aus, dass exzentrisches Training wirkungsvoller als konzentrisches auf die Schmerzreduktion bei Tennisellbogen ist. Auch die Resultate von Tyler et al. (2010) sprechen für ein exzentrisches Training bei der Epicondylopathia lateralis. Die Schmerzabnahme ist bei der Interventionsgruppe signifikant grösser als bei derjenigen der Kontrollgruppe, welche eine Standardtherapie mit zusätzlichem konzentrischem Training durchführten. Tyler et al. (2010) empfehlen deshalb, exzentrisches Training als Heimprogramm zur konventionellen Behandlung der Epicondylopathia lateralis durchführen zu lassen. Yu et al. (2012) sind zum Schluss gekommen, dass exzentrisches Training effektiv bei midportion- Achillodynien ist. Die Interventionsgruppe hat in Bezug auf die Schmerzreduktion signifikant besser abgeschnitten als die Kontrollgruppe mit der konzentrischen Kräftigung.

### 5.2.2 Outcome Funktion

Bei der Messung der Funktionsfähigkeit der betroffenen Extremität wurden verschiedene Assessments verwendet und die Autoren Yu et al. (2012) haben sogar noch eine Unterteilung vorgenommen. Die Resultate sind deshalb nicht direkt vergleichbar und es werden die Ergebnisse jeder Studie in sich betrachtet.

Kedia et al. (2014) verwendeten den FAOQ und den SF-36 als Messinstrument, wobei sich gleich wie bei der Schmerzintensität keinen nennenswerten Unterschied zwischen den Resultaten der Interventions- und Kontrollgruppe ergab. Sowohl die Standardtherapie mit exzentrischem Training als auch ohne beeinflusste die Funktionsfähigkeit der Insertionstendinopathie positiv. Wobei aber auch hier wieder der Nutzen der exzentrischen Kräftigung hinterfragt werden muss.

Peterson et al. (2014) konnten ebenfalls keinen Unterschied zwischen der exzentrischen und der konzentrischen Gruppe in Bezug auf eine Funktionszunahme bei Tennisellbogen feststellen. Sie verwendeten das Assessment DASH.

Ebenfalls bei Tennisellbogen und mit demselben Messinstrument (DASH) zeigte sich in der Studie von Tyler et al. (2010) ein signifikant besseres Resultat der Standardtherapie mit exzentrischem Training als diejenige mit konzentrischem. Die verschiedenen Studienresultate könnten entweder auf die unterschiedlichen Therapien der Kontrollgruppen zurückzuführen sein, was heissen würde, dass die Standardtherapie von Tyler et al. (2010) ein schlechteres Ergebnis als das isolierte konzentrische Übungsprogramm von Peterson et al. (2014) erzielte und die Interventionsgruppe nur im Vergleich dazu besser abschnitt. Es könnte aber auch bedeuten, dass die beiden Hilfsmittel beim exzentrischen Training unterschiedlich gut wirkten, wobei dies für den FlexBar sprechen würde. Weitere Hypothesen sind die ungenügende Stichprobengrösse von Tyler et al. (2010), was zu einem ungenauen Resultat geführt haben könnte oder weniger wahrscheinlich, ein Fehler beim Messinstrument DASH.

Die Resultate von Yu et al. (2012) ergeben ein besseres Outcome der exzentrischen im Vergleich zur konzentrischen Gruppe in Bezug auf die Balance und die Wendigkeit. Es zeigte sich keine signifikante Differenz bei der Geschicklichkeitsmessung mit dem Side-Step Test.

## **6 Schlussfolgerung**

Im diesem Teil der Arbeit werden die Limitationen besprochen, die Fragestellung beantwortet, die Bedeutung dessen für den Praxisalltag erläutert, sowie einen Ausblick für weitere Untersuchungen gegeben.

### **6.1 Limitationen**

Bei der Bearbeitung der Fragestellung gibt es einige Limitationen. So konnten durch die Studiensuche nur vier Studien generiert werden, teils eingeschränkt durch die Kriterien der englischen oder deutschen Sprache und dem Studienformat RCT. Die vier ausgewählten Studien decken nur die Pathologien der Achillodynie und der Epicondylopathia lateralis ab. Die Fragestellung bezieht sich jedoch auf alle Tendinopathien des menschlichen Körpers. Deshalb ist eine Beantwortung dieser Frage aufgrund der bearbeiteten Studien nicht vollständig möglich.

In den vier Studien werden nicht für alle Outcomes die gleichen Assessments verwendet, ebenso wie die Population und die Durchführung des exzentrischen Trainings sich stark unterscheiden. Dies erschwerte einen Vergleich der Resultate. Auch lassen die kleinen Teilnehmerzahlen der Studien eine Verallgemeinerung nicht zu. Ein weiteres Problem ist die unterschiedliche Dauer der Interventionen. Die Ergebnisse beziehen sich alle auf Kurzzeiteffekte und vernachlässigten die Spontanheilung und Rezidivrate der Tendinopathien.

### **6.2 Beantworten der Fragestellung**

Die Fragestellung dieser Arbeit lautete:

„Wie effektiv ist das exzentrische Training bei Tendinopathien in Bezug auf Schmerzintensität und Funktionsfähigkeit?“

Aufgrund der bearbeiteten Studien kann diese Frage nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Es kann jedoch eine Aussage zur Achillodynie und der Epicondylopathia lateralis gemacht werden. Die Studien haben gezeigt, dass exzentrische Kräftigung sich bei der midportion-Achillodynie und der Epicondylopathia lateralis positiv auf die Schmerzen auswirkt. Bei der Insertionstendinopathie der Achillessehne hat das exzentrische Training keinen

Effekt gezeigt.

Eine bessere Funktionsfähigkeit bei beiden Diagnosen kann ebenfalls nicht eindeutig bezeugt werden. Die Studien haben diesbezüglich unterschiedliche Resultate geliefert.

Zur Dosierung des exzentrischen Trainings kann gesagt werden, dass ein niedriger dosiertes und nicht im Schmerzbereich durchgeführtes Kräftigungsprogramm im Vergleich zum klassischen Alfredsonprotokoll nicht unbedingt zu einem schlechteren Behandlungsergebnis führen muss.

### **6.3 Theorie-Praxis-Transfer**

Für den Praxisalltag empfiehlt sich exzentrisches Training zusätzlich zur konventionellen Therapie bei midportion-Achillodynien und Tennisellbogen, da es sich positiv auf die Schmerzreduktion auswirkt. Die exzentrische Kräftigung eignet sich dabei besonders als Heimübungsprogramm zur Ergänzung der Therapie. Eine angepasste Dosierung, ebenso wie das Trainieren ohne Schmerzen haben keinen negativen Einfluss auf den Behandlungserfolg.

Bei der Achillodynie sollte durch Lokalisieren der Symptome eine Differenzierung zwischen midportion- und Insertionstendinopathie erfolgen. Die Insertionstendinopathie der Achillessehne hat keine Wirkung auf exzentrisches Training gezeigt.

### **6.4 Ausblick**

Das Bearbeiten der Fragestellung hat einige neue Erkenntnisse gebracht. Der Forschungsstand zu diesem Thema könnte noch vertieft werden und es wäre nötig, weitere Studien mit einer höheren Stichprobengrösse zu generieren, um eine evidenzbasierte Empfehlung abgeben zu können. Das exzentrische Training sollte dabei auch bei anderen Sehnendegenerationen als Achillodynie und Epicondylopathia lateralis geprüft werden.

Ausserdem wäre es spannend, weitere Forschung über die Wirkung von exzentrischem Training bei Insertionstendinopathien der Achillessehne zu tätigen, um dessen tatsächlichen Nutzen klären zu können.

Es könnte zudem die Behauptung überprüft werden, dass eine niedrigere Dosierung sowie Intensität des exzentrischen Trainings kein schlechteres Therapieergebnis zur

Folge haben. Der Zeitaufwand und die Schmerzen könnten dadurch für die Patienten erheblich reduziert werden, was wiederum zu einer höheren Compliance führen kann.

Wie sich im Vergleich der Studienresultate herausstellte, könnten unterschiedliche Hilfsmittel bei der exzentrischen Kräftigung der Unterarm-Extensoren einen Einfluss haben. Auch hierzu würden sich weitere Forschungsfragen anbieten.

Ein weiteres unerforschtes Gebiet sind die geschlechterspezifischen, unterschiedlich grossen Erfolge des exzentrischen Trainings.

## 7 Verzeichnisse

### 7.1 Literatur

- Bizzini, M. (2014). Exzentrische Übungen für Achillessehnen-Patienten. *Sportphysio*, 3/2014, 103.
- Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). *SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Crippa, M. (2013). *Rheumatologie- Ellbogen*. Vorlesungsunterlagen ZHAW Winterthur.
- Engelhardt, M., Krüger-Franke M., Pieper, H. & Siebert, Ch. (2005). *Sportverletzungen- Sportschäden*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Gummesson, Ch., Atroshi, I. & Ekdahl, Ch. (2003). The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 4 :11. doi :10.1186/1471-2474-4-11
- Hettenkofer, H.J. (2003). *Rheumatologie, Diagnostik- Klinik- Therapie (5. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Hygenic Corporation (2014). *Theraband- FlexBar*. Heruntergeladen von <http://www.thera-band.com/store/products.php?ProductID=20> am 13.3.2015.
- Kedia, M., Williams, M., Jain, L., Barron, M., Bird, N., ... & Murphy, G. A. (2014). The effects of conventional physical therapy and eccentric strengthening for insertional achilles tendinopathy. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9 :4, 488-497. Heruntergeladen von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25133077> am 2.4.2015.
- Knobloch, K. (2009). *Aus nach Sportverletzungen? Moderne Diagnostik, Therapie und Präventionsmöglichkeiten*. Balingen: Spitta Verlag.
- Kristen, K.-H. & Bock, P. (2014). *Achillessehnedegeneration, Insertionstendinose, Ruptur*. Heruntergeladen von <http://www.lexikon-orthopaedie.com/pdx.pl?dv=0&id=02286> am 9.3.2015.
- Lindel, K. (2006). *Muskeldehnung*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Morrissey, D., Morton, S., Chauhan A. A. & Screen, H. (2014). Achillessehnentendinopathie. *Sportphysio*, 3, 105-111.

- Peterson, L. & Renström, P. (2002). *Verletzungen im Sport- Prävention und Behandlung (3. Auflage)*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Peterson, M., Butler, St., Eriksson, M. & Svärdsudd, K. (2014). A randomized controlled trial of eccentric vs. Concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). *Clinical Rehabilitation*, 28, 862-872. doi:10.1177/0269215514527595
- Pieper, H.G. (2014). *Epicondylitis humeri lateralis (oder radialis)*. Heruntergeladen von <http://www.lexikon-orthopaedie.com/pdx.pl?dv=0&id=00614> am 9.3.2015.
- Raya, M., Gailey, R., Gaunaurd, I., Jayne, D., Campbell, S., Gagne, E., ... & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 50:7, 951-960. doi:10.1682/JRRD.2012.05.0096
- Rees, J.D., Wolman, R.L. & Wilson, A. (2008). Eccentric exercises; why do they work, what are the problems and how can we improve them? *British Journal of Sports Medicine*, 43, 242-246. doi:10.1136/bjism.2008.052910
- Schünke M., Schulte E. & Schumacher U. (2011). *Prometheus, Lernatlas der Anatomie*. Stuttgart: Thieme.
- Stasinopoulos, D., Stasinopoulou, K. & Johnson, M.I. (2005). An exercise programme for the management of lateral elbow tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 944–947. doi:10.1136/bjism.2005.019836
- Stevens, M., Chee-Wee, T. (2014). Effectiveness of the Alfredson Protocol Compared With a Lower Repetition-Volume Protocol for Midportion Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44:2, 59-67. doi:10.2519/jospt.2014.4720
- Tyler, T., Thomas, G., Nicholas, S. & McHugh, M. (2010). Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: A prospective randomized trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees*, 19 :6, 917-922. doi:10.1016/j.jse.2010.04.041
- Van den Berg, F. (2011). *Angewandte Physiologie 1- Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen (2. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Van Duijn, A. (2012). *Einführung in die Bindegewebsphysiologie und allgemeine Physiologie*. Vorlesungsunterlagen ZHAW Winterthur.
- Van Duijn, A. (2012). *Physiologie- Die Sehne*. Vorlesungsunterlagen ZHAW Winterthur.
- Yu J., DaeSung, P. & Lee G. (2012). Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92, 68-76. doi:10.1097/PHM.0b013e31826eda63
- Zalpour, Ch. (2013). *Physiotherapie von A bis Z (2. Auflage)*. Heidelberg: Springer Verlag.

## 7.2 Abbildungen

- Abbildung 1: direkter Knochen-Sehnen-Übergang ..... 8  
 Van den Berg, F. (2011). *Angewandte Physiologie 1- Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen (2. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Abbildung 2: Anatomie der Achillessehne ..... 9  
 Schünke M., Schulte E., Schumacher U (2011). *Prometheus, Lernatlas der Anatomie*. Stuttgart: Thieme.
- Abbildung 3: Midportion und Insertionstendinopathie ..... 10  
 Angehrn, D. (n. d.). *Gesundheits-Wiki*. Heruntergeladen von <http://sanihaus.ch/wiki/gelenke/sprunggelenk-achillessehne/achillodynie/> am 20. 4.2015.
- Abbildung 4: Extensoren des Unterarms ..... 11  
 Schünke M., Schulte E., Schumacher U (2011). *Prometheus, Lernatlas der Anatomie*. Stuttgart: Thieme.
- Abbildung 5: Exzentrische Übungen nach Alfredson ..... 14  
 Bizzini, M. (2014). Exzentrische Übungen für Achillessehnen-Patienten. *Sportphysio*, 3/2014, 103.
- Abbildung 6: Exzentrisches Training der Unterarmextensoren ..... 15  
 eigene Darstellung, 2015



Abbildung 7: Flowchart der Studiensuche .....	18
eigene Darstellung, 2015	
Abbildung 8: FlexBar von Theraband .....	26
Hygenic Corporation (2014). <i>Theraband- FlexBar</i> . Heruntergeladen von <a href="http://www.hygenicblog.com/wp-content/uploads/2010/12/Flexbar-Tyler-Twist.jpg">http://www.hygenicblog.com/wp-content/uploads/2010/12/Flexbar-Tyler-Twist.jpg</a> am 1.4.2015.	
Abbildung 9: Biodex Balance System.....	34
Biodex Medical Systems (2015). <i>Balance System SD</i> . Shirley, New York. Heruntergeladen von <a href="http://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/balance-system-sd">http://www.biodex.com/physical-medicine/products/balance/balance-system-sd</a> am 25.3.2015.	

### 7.3 Tabellen

Tabelle 1: definitive Studienwahl (eigene Darstellung, 2015) .....	19
Tabelle 2: Kriterien der Studie von Kedia et al. (eigene Darstellung, 2015) .....	21
Tabelle 3: Kriterien der Studie von Peterson et al. (eigene Darstellung, 2015) .....	23
Tabelle 4: Kriterien der Studie von Tyler et al. (eigene Darstellung, 2015).....	26
Tabelle 5: Kriterien der Studie von Yu et al. (eigene Darstellung, 2015) .....	28
Tabelle 6: Studienübersicht (eigene Darstellung, 2015) .....	31
Tabelle 7: Übersicht der Messinstrumente (eigene Darstellung, 2015) .....	33
Tabelle 8: Methodologische Beurteilung: Erreichte Punktezahl bei 10 PEDro-Kriterien (Kriterium 1 [externe Validität] zählt nicht zum Gesamtscore (eigene Darstellung, 2015) .....	36
Tabelle 9: Abkürzungsverzeichnis (eigene Darstellung, 2015) .....	50

## 7.4 Abkürzungen

Tabelle 9: Abkürzungsverzeichnis

engl.	englisch
et al.	et alii / et aliae (lat. „und andere“)
FAOQ	Foot and Ankle Outcomes Questionnaire
HWS	Halswirbelsäule
inkl.	inklusive
M.	Musculus
MESH	Medical Subject Headings
min	Minuten
mind.	mindestens
mm	Milimeter
NSAID	non-steroidal anti-inflammatory drugs (=nicht steroidale Entzündungshemmer)
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
RCT	Randomized controlled trial
RM	Repetitionsmaximum
SF-36	Short Form Health Survey
VAS	Visual Analog Scale
vs	versus
y	years
ZHAW	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

## 8 Wortzahl

Die Wortzahl des Abstracts beträgt 166 Wörter.

Die Wortzahl der Arbeit beträgt 7'648 Wörter (ohne Abstract, Tabellen, Beschriftungen, Verzeichnisse, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge).

## 9 Danksagung

Ein herzlicher Dank geht an Herrn Markus Ernst für die kompetente Betreuung der vorliegenden Arbeit. Ausserdem dankt die Autorin allen, die sie beim Verfassen unterstützt und ihre Arbeit korrektur- und gegengelesen haben.

## 10 Eigenständigkeitserklärung

### **Eigenständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.

Datum, Ort:

Céline Mötteli:

## 11 Anhang

### a) Methodologische Beurteilung

**Titel der Studie:** The effects of conventional physical therapy and eccentric strengthening for insertional Achilles tendinopathy

**Autor :** Kedia et al.

**Jahr :** 2014

Kriterium	Erfüllt?	Beschreibung
1. Externe Validität (zählt nicht zur Gesamtscore)	<b>Ja</b>	S, 489, Abschnitt „inclusion and exclusion criteria »
2. Randomisierung	<b>Ja</b>	S. 489, „The computer generated randomized identification numbers following a 4 :4 assignment... »
3. Verblindete Zuteilung	<b>Ja</b>	dito
4. Baseline- Vergleichbarkeit	<b>Ja</b>	S. 493, Table 2
5. Verblindete Probanden	<b>Nein</b>	
6. Verblindete Therapeuten	<b>Nein</b>	
7. Verblindete Beurteiler	<b>Nein</b>	
8. Adäquates Follow-up	<b>Nein</b>	S. 494, Table 5 S. 496, „This study has several limitations, including low patient numbers, short follow-up... »
9. Intention-to-treat-Analyse	<b>Ja</b>	S. 491, „Intention-to-treat was used to assess...“
10. Extremgruppenanalyse	<b>Ja</b>	S. 493, Table 2
11. Punktschätzung und Schwankungen	<b>Ja</b>	S. 494, Table 3
<b>Gesamtscore</b>	<b>6/10</b>	

**Titel der Studie:** A randomized controlled trial of eccentric versus concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy)

**Autor:** Peterson et al.

**Jahr:** 2014

<b>Kriterium</b>	<b>Erfüllt?</b>	<b>Beschreibung</b>
1. Externe Validität (zählt nicht zur Gesamtscore)	<b>Ja</b>	S. 863, „Inclusion criteria were...“
2. Randomisierung	<b>Ja</b>	S. 863, „were randomly assigned to eccentric or concentric exercise... »
3. Verblindete Zuteilung	<b>Ja</b>	S. 863, „The SAS software ‚ranuni‘ function, generating random numbers with equal probability distribution so that for each four consecutive participants, two were randomly allocated... »
4. Baseline- Vergleichbarkeit	<b>Ja</b>	S. 867, Table 1 und 2
5. Verblindete Probanden	<b>Nein</b>	
6. Verblindete Therapeuten	<b>Nein</b>	
7. Verblindete Beurteiler	<b>Nein</b>	S. 865, „Data were collected by an un-blinded assessor »
8. Adäquates Follow-up	<b>Ja</b>	S. 865, „The tertiary outcomes [...] were measured at baseline, and at the three-, six-, and 12- months follow-up“
9. Intention-to-treat-Analyse	<b>Ja</b>	S 866, „The intention-to-treat approach was followed.“
10. Extremgruppenanalyse	<b>Ja</b>	S. 867, Table 1 und 2
11. Punktschätzung und Schwankungen	<b>Ja</b>	S. 868, Table 3
<b>Gesamtscore</b>	<b>7/10</b>	

**Titel der Studie:** Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: A prospective randomized trial

**Autor:** Tyler et al.

**Jahr:** 2010

Kriterium	Erfüllt?	Beschreibung
1. Externe Validität (zählt nicht zur Gesamtscore)	Ja	S. 918, „Patients were included if they were diagnosed with...“
2. Randomisierung	Ja	S. 918, „Twenty-one patients with chronic unilateral epicondylitis participated in the study and were randomized into...“
3. Verblindete Zuteilung	Nein	
4. Baseline- Vergleichbarkeit	Ja	S. 920, Abschnitt „Demographics“
5. Verblindete Probanden	Nein	
6. Verblindete Therapeuten	Nein	
7. Verblindete Beurteiler	Ja	S. 919, „All pre- and post-treatment outcome measures were made by the same physical therapist, who was blinded to the patient’s randomized treatment assignment and not involved in their direct care“
8. Adäquates Follow-up	Nein	S. 921, „the follow-up period was only 7 weeks after the initiation of treatment“
9. Intention-to-treat-Analyse	Nein	
10. Extremgruppenanalyse	Ja	S. 920, Table
11. Punktschätzung und Schwankungen	Ja	S. 920, Table
<b>Gesamtscore</b>	<b>5/ 10</b>	

**Titel der Studie:** Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy

**Autor:** Yu et al.

**Jahr:** 2012

<b>Kriterium</b>	<b>Erfüllt?</b>	<b>Beschreibung</b>
12. Externe Validität (zählt nicht zur Gesamtscore)	<b>Ja</b>	S. 69, „Patients were collected on the basis of the following criteria :... »
13. Randomisierung	<b>Ja</b>	S. 70, „All subjects included in this study were randomly allocated»
14. Verblindete Zuteilung	<b>Ja</b>	S. 70, « randomly allocated [...] using a computer-based randomized controlled trial. »
15. Baseline- Vergleichbarkeit	<b>Ja</b>	S. 72, „In the pretest, there were no significant differences in all variables between the groups.“
16. Verblindete Probanden	<b>Nein</b>	
17. Verblindete Therapeuten	<b>Nein</b>	
18. Verblindete Beurteiler	<b>Nein</b>	
19. Adäquates Follow-up	<b>Nein</b>	S. 70, „The authors measured all parameters [...] the day after the 8-wk intervention was completed.“ Keine Angaben zum Follow-up
20. Intention-to-treat-Analyse	<b>Nein</b>	
21. Extremgruppenanalyse	<b>Ja</b>	S. 72 und 73, Table 4, 5 und 6
22. Punktschätzung und Schwankungen	<b>Ja</b>	dito
<b>Gesamtscore</b>	<b>5/10</b>	