

Bachelorarbeit

Stretching als präventive Massnahme vor Muskelverletzungen im Sport

2010

**Manuel Thoma
Wilerstrasse 27
9230 Flawil
S07-165-178**

**Markus Weber
Sonnenbergstrasse 6
9613 Mühlrüti
S07-166-440**

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

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	3
2	Einleitung	4
2.1	Fragestellung	5
3	Hauptteil	6
3.1	Muskelphysiologie	6
3.1.1	Einführung.....	6
3.1.2	Aufbau der quergestreiften Skelettmuskulatur	6
3.1.3	Feinstruktur des Skelettmuskels.....	7
3.1.4	Ruhespannung – Titin.....	8
3.1.5	Muskelfasertypen.....	9
3.1.6	Wie verlängern sich Muskeln?.....	10
3.2	Arten von Stretching.....	11
3.2.1	Wirkungsweise der einzelnen Methoden.....	11
3.3	Wissenschaftliche Auswertung.....	12
3.4	Suchmethode	15
3.5	Ausgewertete Studien	16
3.5.1	E. Witvrouw, L. Danneels, P. Asselman, T. D’Have, D. Cambier: 2003.....	16
3.5.2	A. Arnason, T. E. Andersen, I. Holme, L. Engebretsen, R. Bahr: 2008.....	19
3.5.3	J. H. M. Brooks, C. W. Fuller, S.P. T. Kemp, D. B. Reddin: 2006	25
3.5.4	R. P. Pope, R. D. Herbert, J. D. Kirwan, B. J. Graham: 2000	29
3.5.5	M. Amako, T. Oda, K. Masuoka, H. Yokoi, P. Campisi: 2003	33
4	Diskussion	37
4.1	Kritische Bewertung der Studien	37
4.1.1	Bestätigende Studien.....	37
4.1.2	Verwerfende Studien	38
4.1.3	Vergleich von bestätigenden und verwerfenden Studien	42
4.2	Vergleich bei Profi- und Breitensportlern.....	42
4.2.1	Breitensportler.....	42
4.2.2	Profisportler.....	43
5	Schlussfolgerung	45
6	Verzeichnisse	46
6.1	Literaturverzeichnis	46
6.2	Internetquellen	47
6.3	Abbildungsverzeichnis.....	47
6.4	Tabellenverzeichnis.....	47

7	Danksagung	48
8	Eigenständigkeitserklärung	49
9	Anhang	50

1 Abstract

Zielsetzung: Ziel dieser Arbeit ist es, den Effekt des Dehnens auf das Verletzungsrisiko der Hamstringmuskulatur bei erwachsenen Sportlern zu evaluieren.

Methode: Verwendet wurde ausschliesslich Primärliteratur, die auf den Datenbanken AMED, Medline, PEDro und PubMed durch eine elektronische Recherche ausfindig gemacht wurde. Nach dem Prüfen des Inhalts und Bewerten der Qualität der Studien durch ein eigens entwickeltes Schema, blieben noch fünf Studien übrig, die für diese Arbeit verwendet werden konnten. Die fünf Studien bestehen aus einem RCT, zwei CCT's und zwei Kohortenstudien.

Resultate: Von den fünf ausgewählten Studien zeigen zwei einen signifikant positiven Effekt von Stretching auf das Verletzungsrisiko der Hamstringmuskulatur, drei können keinen signifikanten Einfluss nachweisen.

Schlussfolgerung: Aufgrund der Heterogenität der Studien und der vielen beeinflussenden Faktoren gestaltet sich eine eindeutige Aussage zu diesem Thema schwierig. Herausgestellt hat sich aber, dass die unterschiedliche Belastung der Muskulatur einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko hat und somit Dehnen bei verschiedenen Sportarten einen anderen Effekt erzielt. Aus diesem Grund müsste Dehnen bei jeder einzelnen Sportart kritisch hinterfragt und der jeweiligen spezifischen Belastung angepasst werden. Dies müsste aber mit weiteren wissenschaftlichen Studien untersucht werden.

2 Einleitung

In der folgenden Arbeit werden Dehnen und Stretchen als Synonyme benutzt. Es wird darauf hingewiesen, dass zur Vereinfachung nur die männliche Geschlechtsform verwendet wird, die Untersuchungen sich aber auf beide Geschlechter beziehen. Ausnahmen bilden Angaben über Studien, bei denen separat aufgeführt wird, um welches Geschlecht es sich bei den Probanden handelt.

Im physiotherapeutischen Alltag und in der Sportwelt wird man immer wieder mit der Thematik des Dehnens konfrontiert. Man hört verschiedene Ansichten von verschiedenen Personen mit verschiedenen beruflichen Hintergründen. Auch in der physiotherapeutischen Ausbildung wurden unterschiedliche Aussagen betreffend der Wirkung des Dehnens gemacht.

Bis zu den 80er Jahren dehnten Sportler eher intuitiv, mit Schwerpunkt auf wippen und nachfedern. Danach änderte sich die Gewichtung vom plyometrischen Ansatz auf statisches Stretching (Klee und Wiemann, 2002). Fragt man heute in verschiedenen Institutionen nach wie gedehnt wird, sind die Antworten sehr unterschiedlich.

Spieler im Amateur-Handballclub Gossau (SG) stretchen beispielsweise vor dem Training und vor den Spielen statisch. Dieselbe Vorbereitung wird auch im Amateur-Fussballclub FC Linth 04 (GL) bei den Damen praktiziert. Informiert man sich im Leichtathletikbereich wie zum Beispiel im KTV Bütschwil (SG), von dem mehrere Athleten zu den besten Läufern der Schweiz gehören, praktizieren diese häufig dynamisch-funktionelles Stretching vor Training und Wettkämpfen. Ähnlich scheint es auch in Profiligen des Männerfussballs zu sein, welche zur Vorbereitung eher dynamisch stretchen (z.B. FC Aarau).

Im physiotherapeutischen Umfeld wird viel mit sogenannten PNF-Methoden gearbeitet, die später deutlicher erläutert werden. Als Vorbereitung auf sportliche Leistung wird aber von Sportphysiotherapeuten eher das dynamisch-funktionelle Stretching empfohlen (Van Duijn, 2007).

Allgemein werden dem Stretching laut Zahnd 2005 folgende positive Veränderungen zugeschrieben:

- Vorbeugen von Verletzungen
- Verringern von Muskelspannung
- Vermindern der Muskelungleichgewichte
- Reduzieren der Muskelverkürzungen
- Erhöhen der Muskelleistung (Kraft und Energie)
- Steigern der Flexibilität

Diese Auswirkungen werden in der Wissenschaft kontrovers diskutiert, denn es gibt keine eindeutige wissenschaftlich evidente Bestätigung dieser Veränderungen, und häufig sind die Aussagen widersprüchlich.

Dies gibt den Anstoss, die Bachelorarbeit diesem Thema zu widmen.

2.1 Fragestellung

Die Fragestellung dieser Arbeit bezieht sich auf den Einfluss des Dehnens der Hamstringmuskulatur in Zusammenhang mit dem Verletzungsrisiko dieser Muskulatur. Es werden sowohl Profisportler als auch Breitensportler zwischen 18 und 35 Jahren miteinbezogen, um einen Überblick zu gewinnen und Unterschiede in Bezug auf die Fragestellung dieser beiden Typen von Sportlern aufzuzeigen. Da die Hamstringmuskulatur gemäss Brooks, Fuller, Kemp und Reddin (2006) sehr oft von Verletzungen betroffen ist, hat man die Studiensuche auf diese Muskulatur beschränkt. Weiter beschränkt sich die Fragestellung nicht auf einen bestimmten Zeitpunkt des Stretchings, das heisst vor oder nach der sportlichen Leistung. Aus diesen Aspekten ergibt sich für unsere Arbeit folgende Fragestellung:

„Hat Stretching der Hamstringmuskulatur bei erwachsenen Profi- oder Breitensportlern, die mindestens zwei Mal pro Woche trainieren, eine präventive Wirkung auf Verletzungen der genannten Muskulatur?“

3 Hauptteil

3.1 Muskelphysiologie

3.1.1 Einführung

Gemäss Lindel (2006) wird die menschliche Muskulatur in drei verschiedene Arten unterteilt:

1. quergestreifte Skelettmuskulatur
2. glatte Muskulatur
3. quergestreifte Herzmuskulatur

Charakteristiken bei den verschiedenen Muskelgeweben sind die Steuerung, der Aufbau und die Funktion. Die quergestreifte Skelettmuskulatur wird grösstenteils willkürlich gesteuert. Unter dem Lichtmikroskop zeigt sie eine Streifung aus hellen und dunklen Banden. Sie ist schnell ermüdbar, kann dafür viel Kraft entwickeln. Die glatte Muskulatur wird unwillkürlich gesteuert. Wegen der unregelmässigen Anordnung der Minisarkomere ist keine Querstreifung zu erkennen. Sie ist nur schlecht ermüdbar, kann im Gegenzug keine grosse Kraft aufbringen. Die quergestreifte Herzmuskulatur ist dem Aufbau der Skelettmuskulatur ähnlich, hat aber sowohl Eigenschaften vom quergestreiften Skelettmuskel als auch von der glatten Muskulatur (Klinke, Pape, Silbernagl, 2005).

In Bezug auf die Arbeit wird weiter nur noch auf die quergestreifte Skelettmuskulatur eingegangen. Diese hat die Aufgaben, mittels 430 verschiedener Muskeln die Körperhaltung zu sichern sowie Bewegung zu ermöglichen.

3.1.2 Aufbau der quergestreiften Skelettmuskulatur

Die Skelettmuskulatur besteht aus bindegewebigen und kontraktilen Elementen. Die bindegewebigen Elemente beginnen laut Van den Berg (2003) am Knochen und beim teno-ossalen Übergang werden sie zur Sehne. Über das Epi-, Peri- und Endomysium geht das Bindegewebe in den Muskelbauch über. Schliesslich endet es

wieder in der Sehne und verbindet sich mit dem Knochen, damit Bewegung entstehen kann. Die bindegewebigen Anteile bieten dem Muskel mechanischen Schutz bei der Kontraktion sowie der Dehnung und übertragen die Kraft der kontraktilen Elemente auf Sehnen und Knochen. Die kontraktilen Elemente sind in den Muskelfaserbündeln enthalten, wobei ein Muskelfaserbündel gemäss Lindel (2006) ca. 10-20 Muskelfasern

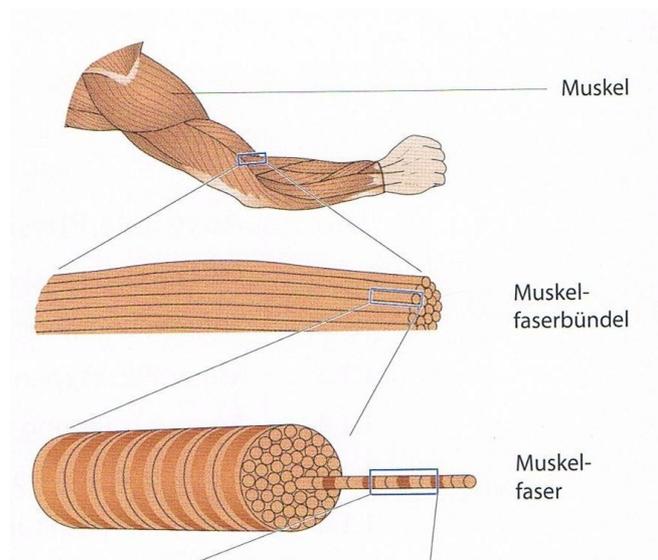


Abb 1:
Aufbau der quergestreiften Skelettmuskulatur

enthält. Die Muskelfaser ist die kleinste strukturelle Einheit innerhalb des Muskels und stellt die Muskelzelle dar. Diese Muskelzelle enthält unzählige Zellkerne und kann je nach Muskel 1-30cm lang sein.

3.1.3 Feinstruktur des Skelettmuskels

Unter dem Mikroskop erkennt man die vielen Myofibrillen, aus denen eine Muskelfaser besteht. In den Myofibrillen befinden sich die Myofilamente, Aktin und Myosin, welche die kontraktilen Elemente ausmachen. Die Aktinfilamente sind an der Z-Scheibe angeheftet, zwischen den Aktinfilamenten sind die Myosinfilamente in regelmässiger Form angeordnet. Der Abschnitt zwischen zwei Z-Linien wird als Sarkomer bezeichnet und ist die kleinste funktionelle Einheit in der Myofibrille. Bei einer Kontraktion bewegen sich die Z-Scheiben und die Aktinfilamente zur M-Linie und zu den Myosinfilamenten

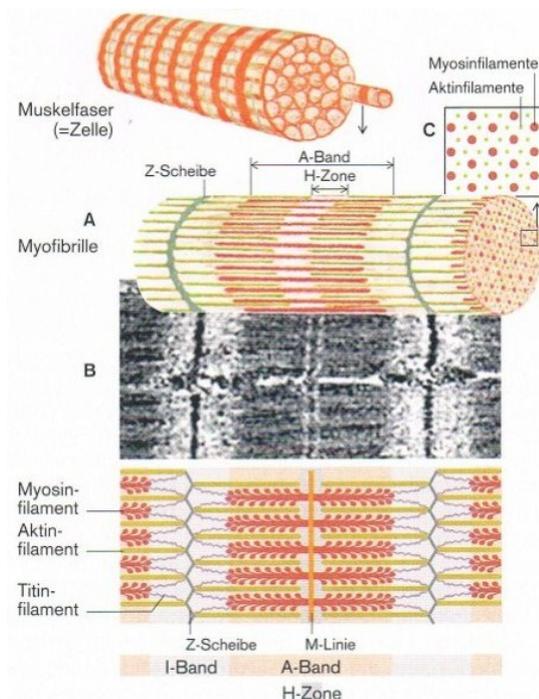


Abb: 2
Feinstruktur der quergestreiften Skelettmuskulatur

hin. Das Sarkomer wird bei einer Kontraktion kürzer, wobei die Filamente in ihrer Länge immer gleich bleiben (Gleitfilamenttheorie).

3.1.4 Ruhespannung – Titin

Zu den Funktionen eines Muskels gehören neben der Kontraktion auch die Dehnbarkeit und die Elastizität. Bei Lindel (2006) wird die Dehnbarkeit als Möglichkeit der Verlängerung und die Elastizität als Eigenschaft, wieder die Ursprungslänge anzunehmen, definiert. Bei diesen beiden Funktionen spielt gemäss Klee und Wiemann (2002) das Protein Titin eine grosse Rolle. Das Titin erstreckt sich über ein Halbsarkomer und verbindet Z-Scheibe mit den Myofilamenten und der M-Linie. Die Funktion des Titin besteht darin, dass die Sarkomere nicht über den kritischen Punkt, an dem die Myosin- und Aktinfilamente sich nicht mehr überlappen, gedehnt werden. Zusätzlich ist es auch verantwortlich, dass der Muskel nach der Dehnung wieder seine Ursprungslänge einnimmt. Im Artikel von Klee und Wiemann (2002) wird das Titin mit einer Feder verglichen, die bei einer Dehnung unter 60% weich ist und darüber steif wird. Freiwald (2009) erklärt, dass innerhalb des physiologischen Dehnungsbereichs nur das Titin für die Einhaltung dieses Bereichs und für die Dehnspannung verantwortlich ist. Das Bindegewebe um die Muskelfasern haben erst einen Einfluss, wenn der physiologische Dehnungsbereich (ca. 160% der Ruhelänge, bei der Hamstringmuskulatur nur 140% gemäss Wiemann (1991; zit. nach Freiwald, 2000, S. 43)) überschritten wird. Weiter erwähnt Freiwald (2009), dass sich Titinfilamente gemäss bisherigen Forschungsergebnissen nicht an Dehnungen anpassen. Auch bei wiederholten Dehnungen bleiben ihre mechanischen Eigenschaften und die Dehnungskurven der Titinfilamenten identisch. Leider existiert noch keine Literatur, wie sich die verschiedenen Dehnarten auf das Titin auswirken.

3.1.5 Muskelfasertypen

Es werden zwei verschiedene Typen extrafusaler Muskelfasern unterschieden. Zum einen gibt es den Typ I, oder auch slow-twitch-fibres, zum anderen den Typ II, die fast-twitch-fibres.

Die Typ I Muskelfasern zeichnen sich vor allem durch ihr Ausdauervermögen aus. Sie kontrahieren langsamer und können auch weniger Kraft generieren. Daher sind sie auch vorwiegend in Halte- und Stützmuskulatur vorzufinden. Da diese Muskelfasern auf eine aerobe Energiebereitstellung angewiesen sind, muss in diesen Muskeln genügend Sauerstoff vorhanden sein. Zwangsläufig ist in diesem Gewebe auch die Anzahl Myoglobine und Mitochondrien erhöht. Ein untrainierter Mensch hat im Durchschnitt etwa 40-50% Typ I Fasern, während ein Marathonläufer bis zu 90% Typ I Fasern in seiner Muskulatur aufweisen kann.

Einige der wichtigsten Merkmale der Typ II Muskelfasern sind die hohe Kraft, die schnelle Kontraktion und die geringe Ausdauerfähigkeit. Folglich sind sie vorwiegend in der bewegenden Muskulatur, die schnell Kraft generieren muss, vorhanden. Diese Muskelfasern greifen auf die anaerobe Energiebereitstellung zurück. Sie besitzen schnelleres Myosin und auch das ATP kann schneller gespalten werden. Wegen der höheren Frequenz wird das ATP in diesen Muskelfasern vermehrt gebraucht. Untrainierte Personen haben ca. 50-60% Muskelfasern dieses Typs, während Sprinter bis zu 90% besitzen. Die Typ II Fasern können in drei weitere Untergruppen eingeteilt werden, Typ IIa, IIb und IIc, auf welche hier nicht weiter eingegangen wird, da sie für die Arbeit zu wenig relevant sind.

Jeder Muskel besitzt aber beide Typen Muskelfasern, daher kann auch kein Muskel eindeutig zum Muskelfaser Typ I oder Typ II gezählt werden. Die Verteilung der beiden Typen ist grundsätzlich genetisch festgelegt und kann individuell sehr variieren. Durch Training kann das Verhältnis zwischen den Muskelfasern jedoch beeinflusst werden (Lindel, 2006).

3.1.6 Wie verlängern sich Muskeln?

Diese Frage stellte sich zwangsläufig im Laufe dieser Arbeit. Um die Muskellänge korrekt zu bestimmen, müsste die Anzahl in Serie geschalteter Sarkomere gemessen werden. Da dies aber nur bei Tierversuchen möglich ist, nimmt man beim Menschen die Gelenkbeweglichkeit als indirekter Indikator der Muskellänge. Klar ist, dass für eine längerfristige strukturelle Verlängerung der Muskulatur, die Zunahme in Serie geschalteter Sarkomere unabdingbar ist.

Bisher ist wissenschaftlich belegt, dass durch ein regelmässiges Dehnungsprogramm die Gelenkbeweglichkeit vergrössert werden kann. Jedoch ist diese Beweglichkeitsverbesserung meist nur kurzfristig.

Es konnte bewiesen werden, dass durch die mechanische Einwirkung einer Dehnung, der Zellkern stimuliert wird und so eine Zunahme in Serie geschalteter Sarkomere bewirkt werden kann.

Jedoch konnte nicht bewiesen werden, dass durch allgemeine Dehnungsprogramme (gemeint sind statisches Dehnen der Hauptmuskelgruppen, 3-5 Serien à 30s) eine solche Zunahme generiert werden kann. Das Problem ist hier ziemlich sicher die Zeit. Bei Tierversuchen hat man gesehen, dass für eine Zunahme in Serie geschalteter Sarkomere die Tiere über Wochen ununterbrochen in einer Zwangshaltung gehalten werden müssen, um dies zu erreichen. Ein solches Resultat kann auch mit einem intensiven, täglichen Dehnprogramm nicht erreicht werden (Klee und Wiemann, 2002).

3.2 Arten von Stretching

Nach Klee und Wiemann (2002) werden fünf Stretchingmethoden unterschieden:

1. Dynamisches Stretchen: Nahe der Endposition werden Ausholbewegungen ausgeführt.
2. Statisches Stretchen: In der Endposition wird ausgeharrt, ohne weitere Bewegungen.
3. AC-Stretching (Antagonist-Contract-Stretching): Während des Stretchens wird der Antagonist des zu dehnenden Muskels angespannt.
4. CR-Stretching (Contract-Relax-Stretching): Vor dem Stretchen wird die Zielmuskulatur kontrahiert.
5. CR-AC-Stretching (Contract-Relax-Antagonist-Contract): Hier wird zuerst die zu stretchende Muskulatur kontrahiert, danach wird in der Stretching-Stellung der Antagonist kontrahiert.

Die letzten drei Methoden werden auch als PNF-Methoden bezeichnet.

3.2.1 Wirkungsweise der einzelnen Methoden

Genauere Wirkungsmechanismen des dynamischen Stretchens sind nicht bekannt. Jedoch konnten gemäss Lindel (2006) die Vorwürfe, Verletzungen zu provozieren und die Effektivität des dynamischen Dehnens durch das Auslösen eines Dehnungsreflexes aufzuheben, wissenschaftlich nicht belegt werden. Diese Dehnmethode wurde deshalb in den letzten Jahren kontrovers diskutiert, wird aber heute durchaus wieder eingesetzt. Das dynamische Dehnen wird gemäss Lindel (2006) vor allem als Vorbereitung für schnellkraftorientierte Sportarten oder Wurfdisziplinen verwendet.

Lindel (2006) beschreibt sowohl beim statischen- als auch beim CR-Stretching die autogene Hemmung als Wirkungsweise. Das heisst, durch das passiv statische Dehnen wird der Eigenreflex des gedehnten Muskels durch die Aktivierung des Golgi-Sehnenapparates gehemmt. Derselbe Vorgang soll bei der CR-Methode

ausgenutzt werden. Hier kommt es durch die vorangehende Kontraktion des Zielmuskels zu einer hemmenden Wirkung der Sehnenspindeln auf den Dehnreflex. Freiwald (2009) sowie Klee und Wiemann (2002) bestreiten diese Wirkungsweise und behaupten, es sei noch keine wissenschaftliche Erkenntnis über die Wirkungsweise des statischen Dehnens bekannt.

Laut Lindel (2006) wird beim AC-Stretching durch das Anspannen des Antagonisten der Zielmuskel durch die reziproke Inhibition gehemmt. Ebenfalls erklärt Lindel (2006), dass beim CR-Stretching die autogene Hemmung genutzt wird. Bei der CR-AC-Technik wird sowohl die reziproke Inhibition als auch die autogene Hemmung genutzt. Auch bei diesen Techniken sehen Freiwald (2009) und Klee und Wiemann (2002) die genannten Wirkungsweisen als widerlegt an. Bei diesen Dehnmethoden gehen die beiden Autoren aber von anderen Wirkungen aus, wie Mehrdurchblutung, Kräftigung, Aufmerksamkeitssteigerung auf die gedehnte Muskulatur und Verbesserung der aktiven Beweglichkeit.

Es ist sehr schwierig, die Wirkungsweisen der einzelnen Methoden wissenschaftlich fundiert darzustellen. Was aber laut Freiwald (2009) und Klee und Wiemann (2002) zusammengefasst werden kann, sind, dass alle Dehnmethoden zu einer verbesserten Gelenkbeweglichkeit führen, eine Vergrößerung der maximalen Dehnungsspannung ermöglichen sowie eine kurzfristige Herabsetzung der Ruhespannung generieren.

3.3 Wissenschaftliche Auswertung

Als Grundlage für die wissenschaftliche Auswertung der Studien wurde das Bewertungsformular von Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch und Westmorland (1998), „Critical Review Form – Quantitative Studies“ verwendet. Die Autoren dieser Arbeit übernahmen den Bewertungsbogen nicht vollständig. Einige Unterkategorien der acht Hauptpunkte wurden aufgrund geringer Relevanz für die Arbeit ausgeschlossen. In dem Bewertungsformular von Law et al. (1998) sind die einzelnen Kategorien nicht gewichtet. Ebenso fehlt eine abschliessende Aussage über die Qualität der Studie. Somit fehlt eine übersichtliche Vergleichbarkeit der bewerteten Studien. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit für die einzelnen Kriterien Punkte vergeben und eine Übersichtstabelle erstellt. Dadurch lassen sich

die fünf verwendeten Studien, bezüglich Qualität, miteinander vergleichen. Im folgenden Abschnitt werden diese Punkte mittels des Dokuments von Law et al. (1998) genauer erläutert.

Vorerst erfolgen Angaben über Autoren und Publikationsjahr.

Im zweiten Abschnitt des Bewertungsformulars wird der Studienzweck erläutert. Dieser galt als erfüllt, wenn der Zweck der zu bewertenden Studie klar angegeben ist. Zudem wird unter dieser Kategorie die Relevanz für diesen Review erläutert. Der Zweck wurde für die Bewertung mit einem Punkt gewichtet.

Als nächstes folgt die Literatur. Darunter fallen zwei Aspekte. Zum einen müssen zur Erfüllung dieser Kategorie Lücken im heutigen Wissen beschrieben werden, um so die Notwendigkeit der Studie zu rechtfertigen. Zum anderen muss Hintergrundliteratur aufgezeigt werden mit einer Diskussion über die klinische Bedeutung des Themas. Wenn beide Punkte erfüllt sind, gilt die Literatur als erfüllt. Die Gewichtung beträgt einen Punkt.

Beim Design sollte begründet werden, ob und wieso das gewählte Studiendesign das Geeignetste ist. Ein RCT-Design wurde mit zwei Punkten bewertet, alle anderen mit einem.

Unter den nächsten Punkt fällt die Stichprobe. Zur Erfüllung der Stichprobe mussten drei der fünf folgenden Punkte erfüllt sein:

- Anzahl beteiligter Personen der Studie angegeben
- Stichprobe mit Alter, Geschlecht und funktionellem Status (Dadurch wurde ersichtlich, ob die Population ihrer eigenen ähnelt).
- Gleiche Grösse der Gruppen (Die Autoren legten die maximale Differenz der Gruppengrößen auf zehn Prozent, bezogen auf den Wert der grössten Gruppe, fest).
- Freiwillige, nicht überwiesene Personen
- Angabe von Einschluss- und Ausschlusskriterien

Wenn mindestens drei dieser Punkte erfüllt waren, wurde die Stichprobe mit einem Punkt bewertet.

In der folgenden Kategorie werden die Ergebnisse (Outcome) bewertet. Diese sind in Reliabilität und Validität unterteilt. Bei der Reliabilität existieren wiederum zwei verschiedene Arten. Die eine ist die sogenannte „Test-Retest-Reliabilität“. Diese ist erfüllt, wenn derselbe Beobachter an zwei zeitlich kurz auseinander liegenden Momenten die gleiche Information untersucht. Die andere Art ist die Interbeurteiler-

Reliabilität. Hierbei wird die gleiche Information zum selben Zeitpunkt aber von mehreren Beobachtern untersucht. Ist eine dieser Reliabilitäten oder auch beide erfüllt, erhält die Studie einen Punkt. Auch die Validität besitzt zwei Unterkategorien. Die Inhalts-Validität ist eine der beiden. Hier wird geprüft, ob ein Mass alle relevanten Elemente eines Ergebnisses miteinbezieht. Die Kriteriumsvalidität ist die andere. Diese ist erfüllt, wenn das verwendete Mass mit anderen verglichen wurde und so das Verhältnis in Bezug auf andere Masse klar ist. Nur wenn beide Validitäten erfüllt sind, erhält die Studie einen Punkt. Somit können bei den Ergebnissen insgesamt zwei Punkte erreicht werden.

Bei der Intervention werden drei verschiedene Aspekte genauer betrachtet. Als Erstes wird analysiert, ob die Intervention im Detail beschrieben wurde. Entscheidend sind Informationen über Schwerpunkt der Massnahmen, welche Person diese durchführte, wie oft und an welchem Ort behandelt wurde. Aus diesen Informationen können unterschiedliche Resultate von vergleichbaren Studien begründet werden. Die Beschreibung im Detail wurde nur mit einem Punkt versehen, wenn alle erwähnten Informationen angegeben waren. Der zweite Punkt wurde bei Verhinderung einer Kontaminierung vergeben. Bei keiner Ko-Intervention erhielt die Studie den dritten Punkt. Wenn bei einer Kohortenstudie keine Intervention durchgeführt wurde, erhielt die Studie ebenfalls die volle Punktzahl. Der Abzug für das qualitativ weniger starke Studiendesign erfolgte bereits unter der entsprechenden Kategorie.

Als Nächstes sind die Resultate zu betrachten. Auch diese sind wie die Interventionen in drei Bereiche aufgeteilt, wovon jeder einen Punkt erzielen kann. Zunächst wird analysiert, ob die statistische Signifikanz der Resultate angegeben ist. Wenn keine statistische Signifikanz erreicht wurde, müssen für das Erreichen des Punktes die Gründe angegeben sein. Für den zweiten Punkt muss die klinische Relevanz in der Studie erwähnt werden. Der letzte Punkt wird für die Angabe der Drop-outs (Ausscheiden von Teilnehmern) mit Begründung vergeben. Sind keine Drop-outs angegeben, kann davon ausgegangen werden, dass keine erfolgten und der Punkt wird ebenfalls vergeben.

Der neunte und somit letzte Punkt behandelt die Schlussfolgerung einer Studie. Dieser gilt als erfüllt, wenn eine klare, nachvollziehbare Schlussfolgerung aus den Ergebnissen erfolgte und bei Notwendigkeit weitere Forschung empfohlen wurde.

Somit konnte eine Studie eine maximale Punktzahl von 14 in dem Bewertungsformular der Autoren erreichen.

Law et al. (1998) beschreiben einige systematische Fehler bei der Stichprobe, Outcome und Intervention. In dieser Arbeit werden diese berücksichtigt, haben jedoch mit Ausnahme der systematischen Fehler der Interventionen keinen Einfluss auf die Punktebewertung.

Zusätzlich erstellten die Autoren eine eigene Tabelle mit Aspekten, die bei dem Formular von Law et al. (1998) nicht berücksichtigt wurden, jedoch für die Vergleichbarkeit der Resultate der einzelnen Studien entscheidend sind. Folgende Punkte wurden berücksichtigt: Trainingszustand, Kontakt-/ nicht-Kontaktsport, Dauer, Häufigkeit und Zeitpunkt des Stretchings.

3.4 Suchmethode

Die Literaturrecherche erfolgte über die online Datenbanken AMED, Medline, PEDro und PubMed. Für die Suche wurden folgende Schlüsselwörter verwendet und miteinander verknüpft: Athletic Injuries mit dem Zusatz „prevention and control“, Humans, Muscle, Skeletal mit dem Zusatz „injury“, Risk Factors. Diese ergaben zwei verwendbare Studien. Die restlichen Ergebnisse wurden aufgrund für diese Arbeit nicht passender Thematik ausgeschlossen. Weiter wurde mittels Titel von Studien gesucht. Die Begriffe „stretching“ und „prevention“ wurden miteinander verknüpft und ergaben zwei relevante Studien für diese Arbeit. Die Referenzen dieser vier Studien wurden daraufhin überprüft. Das Ergebnis der Recherche bestand in einer weiteren Studie, welche für die Arbeit relevant war. Bei allen Ergebnissen wurde zuerst der Titel durchgelesen und anschliessend die Zusammenfassung überprüft, vorausgesetzt der Titel gab Anlass zu dieser Überprüfung. Das maximale Alter der Studien legten die Autoren auf 10 Jahre fest, also frühestens aus dem Jahre 2000. Obwohl die Sprache der Studien in der Suche nicht eingeschränkt wurde, waren alle Studien in englischer Sprache. Somit bestand die Anzahl bewerteter Studien schlussendlich aus fünf Stück.

3.5 Ausgewertete Studien

3.5.1 E. Witvrouw, L. Danneels, P. Asselman, T. D'Have, D. Cambier: 2003

3.5.1.1 Titel

Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players.

3.5.1.2 Zweck

In dieser im Jahr 2003 veröffentlichten Studie untersuchten Witvrouw et al. (2003), ob eine geringe Muskelmasse und -Flexibilität Risikofaktoren für Verletzungen der unteren Extremität bei Profi-Fussballern sei.

Kritik: Der Zweck ist klar ersichtlich. Die Hamstrings sind neben weiteren Muskelgruppen differenziert untersucht worden. Obwohl Dehnen nicht mit anderen Interventionen verglichen wurde, ist die Studie für diesen Review trotzdem von Bedeutung. Denn gemäss Hartig und Henderson (1999) korreliert eine bessere Beweglichkeit mit regelmässigem Dehnen.

3.5.1.3 Literatur

Witvrouw et al. (2003) zeigen in der Studie auf, dass der aktuelle Forschungsstand es verlange, weitere Untersuchungen durchzuführen, um Risikogruppen und Aspekte zu identifizieren, die eine Verletzung begünstigen. In der Studie werden Referenzen von Artikeln erwähnt, die die gleiche Thematik untersuchten. Mit Ausnahme einer Studie erzielten alle aufgeführten einen positiven Effekt der Verletzungsprophylaxe durch Dehnen (Ekstrand und Gillquist (1983); Knapik, Bauman, Jones, Harris und Vaughan (1991); Krivickas und Feinberg (1996)). Die Studie von Orchard, Marsden, Lord, und Garlick (1997) erzielte ein gegenteiliges Resultat. Witvrouw, et al. (2003) erläutert, dass bei Orchard, et al. (1997) kein spezifischer Test angewendet wurde, und aus diesem Grund hätte ein widersprüchliches Ergebnis entstehen können.

Kritik: Aktueller Forschungsstand und Gründe für unterschiedliche Ergebnisse von Studien wurden aufgezeigt und erläutert. Ebenso wurden bestehende Lücken und somit die Notwendigkeit dieser Studie beschrieben.

3.5.1.4 Design

Kohortenstudie während den Spielsaisons von 1999 bis 2000.

Kritik: Dieses Design ist für eine solche Studie geeignet. Denn ein RCT- und CCT-Design bei Profifussballern durchzuführen, die sich während zweier Jahre an bestimmte Übungen halten müssen, und anderen, die diese nicht ausüben dürfen, ist sehr schwierig.

3.5.1.5 Stichprobe

Bei 249 männlichen Fussballspielern aus 14 verschiedenen Teams wurden vorgängig die Flexibilität der unteren Extremität getestet. 103 Spieler, die innerhalb von zwei Jahren vor der Studie eine Muskelverletzung der unteren Extremität erlitten oder nicht mehr im Team mitspielten, wurden ausgeschlossen.

Kritik: Die Fussballspieler wurden in der Studie detailliert beschrieben. Die Autoren gaben jeweils den durchschnittlichen Wert des Gewichts und der Grösse der Studienteilnehmer an. Weiter informierten sie über Anzahl Spieler, die getestet und ausgeschlossen wurden, und begründeten dies. Systematische Fehler in der Stichprobe entstanden keine.

3.5.1.6 Outcome

Die Beweglichkeit der Hamstringmuskulatur wurde mittels Goniometer auf beiden Seiten gemessen. Alle Messungen führten dieselben zwei erfahrenen Physiotherapeuten durch. Die Spieler befanden sich in Rückenlage, während ein Therapeut mass und sein Kollege das gestreckte Bein des Spielers in der Hüfte flektierte, ohne Ausweichbewegungen zuzulassen. Die Autoren gaben an, gemäss Smith, Stroud und McQueen (1991) seien diese Messverfahren reliabel und gemäss Gogia, Braatz, Rose und Norton (1987) valide. Zusätzlich wurde das Schussbein notiert. Jede Verletzung dokumentierten jeweils die Teamtherapeuten und wurde folgendermassen definiert: Jede Verletzung, verursacht beim Fussballspielen, die einem Spieler es verunmöglichen, mindestens bei einem Training oder Match teilnehmen zu können. Jede Verletzung eines Spielers für einen Muskel oder eine Muskelpartie wurde nur einmal gezählt, auch wenn der gleiche Muskel mehrmals beteiligt war. Weiter dokumentierten sie die Einsatzdauer der einzelnen Spieler während des Trainings und des Matches.

Kritik: Die verwendeten Messinstrumente der Muskellängen sind wie in der Studie beschrieben reliabel und valide. Bei der Aufzeichnung von Verletzungen kann aufgrund der einfachen Definition davon ausgegangen werden, dass keine Fehler entstehen konnten, die das Ergebnis entscheidend beeinflussten. Kontaktverletzungen wurden nicht differenziert aufgezeichnet und könnten somit die Ergebnisse beeinflusst haben. Systematische Fehler entstanden keine.

3.5.1.7 Intervention

Aufgrund einer Kohortenstudie wurden die Studienteilnehmer lediglich beobachtet.

Kritik: Wie bereits erwähnt wurde keine Intervention durchgeführt.

3.5.1.8 Resultate

Während der Studie erlitten insgesamt 67 Spieler eine Muskelverletzung der unteren Extremität, 31 betrafen die Hamstrings. Die verletzten Spieler hatten eine signifikant geringere Beweglichkeit als die Unverletzten. Witvrouw et al. (2003) geben an, bei einer Beweglichkeit unter 90° Hüft-Becken-Winkel, besteht ein statistisch erhöhtes Risiko, eine Muskelverletzung der Hamstrings zu erleiden. Statistisch gesehen bestand kein Unterschied bei der Dauer der Spielzeit von verletzten und unverletzten Spielern. Daraus wird geschlossen, dass das Auftreten von Verletzungen in der Studie hauptsächlich auf intrinsische Faktoren zurückzuführen ist. Die Messungen basieren auf 95% Konfidenzintervall.

Kritik: Die Resultate wurden klar und mit statistischer Signifikanz erläutert. Die klinische Bedeutung wird durch die Empfehlung zu dehnen, wenn Fußballspieler eine geringere Beweglichkeit als 90° Hüft-Bein-Winkel aufweisen, gegeben. Drop-outs wurden in der Studie nicht erwähnt, daher kann davon ausgegangen werden, dass keine erfolgten.

3.5.1.9 Schlussfolgerung

Die Autoren schliessen aus den Resultaten, dass die Beweglichkeit der Hamstringmuskulatur ein intrinsischer Risikofaktor für Muskelverletzungen sei. Darum müssten Spieler mit verkürzten Hamstrings identifiziert werden, um ihnen ein Stretchingprogramm zur Prävention aufzeigen zu können. Weiter sind sich die Autoren bewusst, dass viele intrinsische und extrinsische Faktoren zu einer Verletzung beitragen. Sich lediglich auf das Stretching zu konzentrieren, müsse

daher klar als eine Beschränkung der Studie betrachtet werden. Andere Faktoren müssen in zukünftigen Studien untersucht werden.

Kritik: Eine klare Schlussfolgerung ist ersichtlich. Weitere Forschung von anderen Faktoren, die zu Verletzungen beitragen, wurden empfohlen. Empfehlungen oder Instruktionen von korrekten Dehnmethoden wurden nicht erwähnt.

3.5.2 A. Arnason, T. E. Andersen, I. Holme, L. Engebretsen, R. Bahr: 2008

3.5.2.1 Titel

Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study.

3.5.2.2 Zweck

Zweck dieser Studie war es, die Auswirkung von exzentrischem Krafttraining und Stretching bei Profi-Fussballspielern in Bezug auf Hamstringzerrungen aufzuzeigen.

Kritik: Der Zweck wurde klar beschrieben, und die Relevanz für diesen Review ist durch den Vergleich von Dehnübungen mit anderen präventiven Massnahmen gegeben.

3.5.2.3 Literatur

Die Häufigkeit von Hamstringzerrungen haben seit den Achtzigern stark zugenommen. Arnason et al. (2008) zitieren mehrere Studien, die aufzeigen, dass diese die Knöchelverletzung vom ersten Rang der häufigsten Verletzungen beim Fussballspiel abgelöst haben. Bisherige Studien, welche Risikofaktoren wie Alter, vorgängige Hamstringzerrungen, schlechte Beweglichkeit, Muskelschwäche und schlechtes Aufwärmen untersuchten, hatten nur geringe Evidenz. Weiter geben die Autoren an, dass ein spezifisches Dehnprogramm, welches die Prävention vor Hamstringzerrungen bei Profisportlern untersucht, noch nicht einmal existiert. Es gäbe lediglich zwei Studien, die ähnliches behandeln (Hartig und Henderson, 1999; Pope, Herbert, Kirwan und Graham, 2000). Jedoch werden in diesen Studien Militärrekruten und alle Verletzungen der unteren Extremität untersucht.

Kritik: In der Studie wurden sowohl zahlreiche Hintergrundliteratur als auch Studien beschrieben, die ähnliche Untersuchungen durchführten. Die klinische Bedeutung ist in der Einleitung durch die hohe Anzahl von Hamstringverletzungen, aber gleichzeitig

geringer Erforschung von Gründen und von präventiven Massnahmen gegen diese Verletzung gegeben.

3.5.2.4 Design

Bei dieser Studie handelt es sich um ein CCT.

Kritik: Dies ist eine geeignete Form. Ein RCT wäre sicherlich geeigneter, um Beeinflussung von Ergebnissen zu minimieren, obwohl die Autoren der Meinung sind, dass die Nicht-Randomisierung die Kontrollgruppe begünstigt habe. Der Aspekt, dass sie wussten, nicht in der Interventionsgruppe zu sein, könnte dazu geführt haben, Verletzungen weniger gewissenhaft aufzuzeichnen. In welchem Mass die Ergebnisse effektiv beeinflusst wurden, lässt sich nicht eindeutig abwägen.

3.5.2.5 Stichprobe

In der Studie wurden männliche Fussballspieler der höchsten Ligen von isländischen und norwegischen Fussballclubs untersucht. Die Anzahl der Spieler variierte zwischen 18 und 24 pro Team. Insgesamt nahmen 20 isländische Teams teil, wobei die Anzahl je nach Jahr unterschiedlich war. Norwegen zählte 14 Teams, die alle während den drei Saisons von 2000 und 2002 teilnahmen. Bei Änderungen von Teams durch Auf- oder Abstieg in den Ligen, wurden die neuen Teams eingeladen, an der Studie teilzunehmen. Alle Teams durften selbst entscheiden, ob sie in der Interventionsgruppe teilnehmen wollten.

Kritik: Die Stichprobe wurde nicht detailliert beschrieben. Angaben über vorgängige Hamstringverletzungen der einzelnen Spieler fehlen. Aufgrund der Tatsache der hohen Inzidenz von Rezidiven (Arnason et al., (2008)) sollten solche Verletzungen nicht mitgerechnet werden. Die Autoren nehmen dazu Stellung und behaupten, dies spiele keine Rolle, denn im Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe bestehe bei Rezidiven während den Studienjahren kein Unterschied. Unklar ist, wie sehr sich die Population ähnelte. Ausschlusskriterien sind keine bekannt. Die Stichprobengrösse wurde dadurch begründet, dass nicht mehr Sportler mitmachen wollten. Systematische Fehler in der Stichprobe erfolgten keine.

3.5.2.6 Outcome

Hamstringzerrungen und Spielbelastung wurde während den Saisons aufgezeichnet. In Island dauert die Saison von Mitte Mai bis Mitte September und in Norwegen von

April bis Oktober. Teamphysiotherapeuten dokumentierten Verletzungen auf einem speziell dafür vorgesehenen Dokument mit Informationen über genaue Lokalisation der Zerrung, bisherige Zerrungen und genauer Diagnose. Weiter wurde die Match- und Trainingsbelastung aufgezeichnet. Eine Hamstringzerrung wurde nur gezählt, wenn sie durch aktiven Muskelgebrauch ohne Kontakt mit anderen Spielern erfolgte. Somit konnten Kontaktverletzungen ausgeschlossen werden. Die Zerrung diagnostizierte das medizinische Personal der Clubs. Als verletzt galt ein Spieler, wenn er bei einem oder mehreren Trainings oder Spielen nicht teilnehmen konnte, aufgrund einer Hamstringzerrung, welche während dem Fussballspielen erfolgte. Dieser galt solange als verletzt, bis er wieder vollständig an einem Training teilnehmen konnte. Der Schweregrad einer Verletzung richtete sich nach der Dauer des Ausfalles. „Gering“ bedeutete bis sieben Tage, „mittel“ bis 21 Tage und „schwer“ von mehr als 21 Tagen. Die Teams durften selbst entscheiden, ob sie der Interventions- oder der Kontrollgruppe zugehörten.

Kritik: Die Reliabilität wurde nicht erfüllt, da eine Verletzung nur eine Person klinisch diagnostizierte. Der Punkt der Validität ist ebenfalls nicht erfüllt. Eine mögliche Zerrung bestätigte lediglich eine klinische Untersuchung des Teamphysiotherapeuten. Geringe Verletzungen von nur wenigen Tagen könnten auch andere Ursachen gehabt haben. Weitere diagnostische Methoden zur eindeutigen Bestätigung wurden keine gemacht. Ein nicht zu vermeidender systematischer Fehler entstand aufgrund der Kenntnisse der Beurteiler, den Teamphysiotherapeuten, die wussten, in welcher Gruppe sich das jeweilige Team befand.

3.5.2.7 Intervention

Das medizinische Personal von jedem Club instruierte den Spielern zwei verschiedene Dehnübungen und eine exzentrische Kraftübung für die Hamstrings. Dieses Personal wurde drei Monate vor Start jeder Saison, erstmals im Jahre 2001, über die Übungen und den Zweck der Studie informiert. Während den Saisons der Jahre 1999 und 2000 in Island und 2000 in Norwegen, wurde lediglich die Anzahl der Hamstringverletzungen aufgezeichnet, ohne eine bestimmte Intervention durchzuführen. Das Interventionsprogramm bestand aus drei verschiedenen Teilen: 1. Aufwärmen und Dehnen, 2. CR-Stretching und 3. exzentrisches Krafttraining. Der erste Teil galt als Standardprogramm, welche alle Interventionsgruppen durchführten. Dies beinhaltete ein individuelles Aufwärmprogramm und eine contract-relax Dehnübung der Hamstrings. Diese Übungen mussten vor jedem Spiel oder Training durchgeführt werden, bei dem im Anschluss Sprint- oder Schiessübungen erfolgten. Wie auf dem Bild ersichtlich, wurde die Übung mit folgenden

Instruktionen durchgeführt. Die Ferse 5-10 Sekunden Richtung Boden drücken, danach locker lassen, mit den Händen das Knie durchdrücken und für 20 Sekunden halten. Wenn nötig, gerader Rücken nach vorne beugen bis ein Dehnzug der Hamstrings spürbar ist. Jedes Bein drei Mal dehnen.

Den zweiten Teil im Jahre 2001 führten alle Interventionsteams durch. Es handelte sich hierbei um die CR-Stretchingmethode mit einem Partner. Sie wurde jeweils nach dem Training drei Mal pro Woche ausgeführt, während der Meisterschaft nur ein bis zwei Mal. Die Spieler sollten ihr Bein zehn Sekunden gegen die Schulter ihres Partners drücken, das Bein entspannen, während der Mitspieler sich vorsichtig nach vorne lehnte. Diese Position sollte 45 Sekunden gehalten werden. Auf diese Art wurde jedes Bein drei Mal gedehnt.

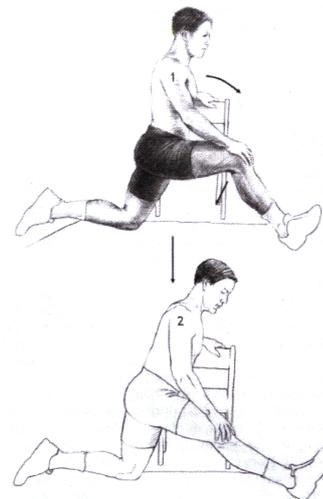


Abb. 3:
Hamstring eigendehnung

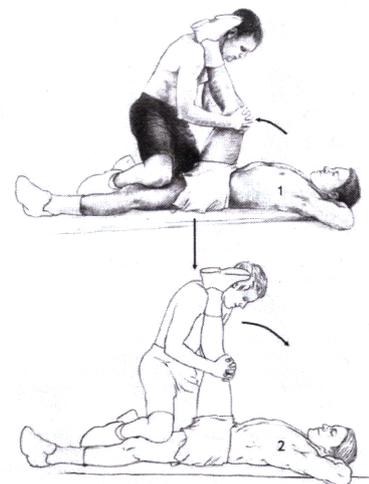


Abb. 4:
Dehnung Hamstrings mit Partner

Der dritte Teil beinhaltete eine exzentrische Kraftübung, welche die Isländer im Jahre 2001 und 2002, die Norweger 2002 durchführten. Der Name der Übung lautet „Nordic Hamstring Lowers“. Die Durchführung pro Woche korrelierte mit dem Beweglichkeitstraining von Gruppe 2.

Die Übungen mussten von den Interventionsgruppen mindestens zwei Mal pro Woche während der Vorbereitungszeit und ein Mal während der Meisterschaft ausgeführt werden, um nicht ausgeschlossen zu werden. Die Kontrollgruppen dokumentierten, wie bereits in den Saisons zuvor, nur die Verletzungen der Hamstrings.

Kritik: Die Übungen wurden mit Text und Bild detailliert beschrieben. Es erfolgten aber einige systematische Fehler. Eine Kontaminierung durch die Nordic Hamstring Lowers-Übung konnte nicht verhindert werden, da einzelne Spieler von Kontrollgruppen diese Übung ebenfalls ausführten. Dies begünstigt die Kontrollgruppe. Weiter können Ko-Interventionen nicht ausgeschlossen werden, da es sich um Profisportler handelt, welche viele verschiedene Übungen ausführen. Ein weiterer systematischer Fehler ereignete sich dadurch, dass jedes Team durch andere Physiotherapeuten betreut wurde. Die Therapeuten könnten sich in der Gewissenhaftigkeit, Daten aufzuzeichnen und zu übermitteln, unterscheiden haben. Bei den isländischen Teams waren die Therapeuten oft nur bei Spielen dabei und beim Training nicht. Auch dadurch könnten geringe Verletzungen von kurzer Dauer nicht registriert worden sein.

3.5.2.8 Resultate

Kein signifikanter Unterschied der Anzahl Hamstringverletzungen pro 1000 Stunden Spielzeit trat bei folgenden Teams im Vergleich zu den Kontrollgruppen auf: Den norwegischen Interventionsgruppen, welche Teil eins und zwei (Aufwärmen, Dehnen, Beweglichkeitstraining) ausführten; Ebenfalls beim Vergleich dieser Daten mit Ergebnissen der gleichen Teams im Jahre 2000. Teams der Interventionsgruppe 2002 (Aufwärmen und exzentrisches Krafttraining) zeigten eine signifikant geringere Anzahl Verletzungen der Hamstrings verglichen mit den Grunddaten derselben Teams der Jahre 1999 und 2000 und der Kontrollgruppe im gleichen Jahr.

Beim Schweregrad bestand ebenso kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen unter Punkt eins und zwei der Tabelle 2. Hingegen bestand bei den Interventions- und Kontrollgruppen (Gruppe eins und drei der Tabelle 2) zu Gunsten

ersterer ein signifikanter Unterschied. Beim Schweregrad zeigte sich zwischen Gruppe vier und sechs der Tabelle kein signifikanter Unterschied. Ein Team, welches sich nicht an die Vorgaben bezüglich Intensität der Kraftübung hielt, fiel aus der Bewertung. Während den Übungen traten keine Verletzungen auf. Alle Angaben basieren auf einem relativen Risiko von 95% Konfidenzintervall.

Kritik: Die Resultate waren signifikant und die Analysemethoden geeignet. Die Anzahl Teams, welche auf- oder abgestiegen sind, bleibt unbekannt.

Tabelle 1: Schweregrad

Gruppe	Intervention	Schweregrad der Verletzung in Prozent gering/mittel/schwer
1) Interventionsgruppen 2001	Aufwärmen/ Dehnen, nach Training CR-Stretching	12/29/59
2) Gleiche Teams wie bei „1)“ ein Jahr zuvor	Keine	10/20/70
3) Kontrollgruppe 2001	Keine	50/50/0
4) Interventionsgruppen 2002	Aufwärmen/ Dehnen, Nordic Hamstring Lowers	27/64/9
5) Gleiche Teams wie bei „4)“ ein und zwei Jahr zuvor	Keine	29/21/50
6) Kontrollgruppen 2002	Keine	36/50/14

3.5.2.9 Schlussfolgerung

Als Hauptaussage geben die Autoren an, dass aufgrund der Ergebnisse darauf geschlossen werden kann, dass exzentrisches Krafttraining durch „Nordic Hamstring Lowers“, kombiniert mit Aufwärmen und Dehnen eine effektive Wirkung zur Prävention vor Hamstringverletzungen im Fussball habe. Im Kontrast dazu habe statisches Dehnen und die CR-Methode während dem Aufwärmen keine präventive Wirkung. Diese Ergebnisse müsse man noch durch eine randomisierte kontrollierte Studie bestätigen. Grund des negativen Ergebnisses für Dehnen erklären sie sich dadurch, dass die meisten Hamstringzerrungen während dem Sprinten erfolgen und dabei die Hamstringmuskulatur nicht auf ihre maximale Länge gedehnt werde. Die präventive Wirkung durch Nordic Hamstring Lowers begründen die Autoren aufgrund der Studienergebnisse von Jonhagen, Ericson, Nemeth, und Eriksson (1996), in denen untersucht wurde, dass die höchste Belastung auf die Hamstrings während der späten Schwungphase und dem Zeitpunkt, indem die Ferse am Boden aufsetzt,

auftreten. Also zu dem Zeitpunkt, wenn die Muskulatur exzentrisch arbeiten muss oder beim Transfer von exzentrischer zu konzentrischer Aktivität. Andere Studien wie beispielsweise von Mjolsnes, Arnason, Osthagen, Raastad, und Bahr (2004) haben bereits die Ineffektivität von konzentrischem Krafttraining zur Steigerung von exzentrischer Kraft bewiesen. Die Nordic Hamstring Lowers sei eine einfache Partnerübung, die ohne weiteres in ein Trainingsprogramm integriert werden könne. Wichtig sei es, langsam mit wenigen Wiederholungen und Serien zu beginnen, sich an die genaue Ausführung der Übung zu halten und Repetitionen sowie die Last stufenweise zu steigern.

Kritik: Die Schlussfolgerung erfolgte sehr ausführlich mit klaren Aussagen über die Ergebnisse der Studie. Weitere Untersuchungen werden abschliessend nicht empfohlen.

3.5.3 J. H. M. Brooks, C. W. Fuller, S.P. T. Kemp, D. B. Reddin: 2006

3.5.3.1 Titel

Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union.

3.5.3.2 Zweck

Zweck der Studie bestand zum einen darin, die Häufigkeit, den Schweregrad und Risikofaktoren von Verletzungen der Hamstringmuskulatur bei professionellen Rugbyspielern aufzuzeigen, und zum anderen zu untersuchen, ob Krafttraining und Dehnen das Auftreten und den Schweregrad dieser Verletzungen verringern kann.

Kritik: Der Zweck der Studie ist klar ersichtlich. Die Relevanz für diese Arbeit ist durch die Untersuchung der Auswirkungen durch Dehnen der Hamstrings in Bezug auf Verletzungsprävention gegeben. In gleicher Beziehung untersuchten die Autoren auch Auswirkungen durch Krafttraining, was für diesen Review aber nicht von Bedeutung ist.

3.5.3.3 Literatur

Brooks et al. (2006) beschreiben Hamstringverletzungen als häufig auftretend bei Australischem Football. Die Autoren belegen folgende Aussagen durch diverse Studien, welche Forschung auf diesem Gebiet betrieben haben: Die prozentuale

Häufigkeit dieser Art von Verletzung, die Tatsache des hohen Anteils an Rezidiven sowie die Mechanismen und Risikofaktoren, die zu Hamstringverletzungen führen. Jedoch sind deren Ergebnisse oft widersprüchlich.

Evidenzbasierte Informationen seien gemäss Croisier (2004) und Orchard (2001) limitiert, was auf zu kleine Teilnehmerzahlen in Studien, nicht aufzeichnen der Intensität oder Durchführung von Case-control Studien zurückzuführen sei.

Brooks et al. (2006) zählen einige Studien auf, die den präventiven Effekt auf Verletzungen durch aktives und passives Aufwärmen, Dehnen und Kräftigungsübungen bestätigen. Aufgrund der unterschiedlichen Körpermasse der Spieler und Anforderungen des Australian Football sind die Autoren unschlüssig, ob diese bisherigen Ergebnisse auch auf diesen Sport übertragen werden können.

Kritik: Die Hintergrundliteratur wird ausführlich durch zahlreiche Beispiele aufgezeigt. In der Einleitung wird auf die Notwendigkeit des Themas aufgrund der hohen Verletzungsanzahl und häufigen Rezidiven hingewiesen. Ebenfalls wird erläutert, warum es notwendig ist, bei der Sportart Australian Football Untersuchungen zu diesem Thema durchzuführen.

3.5.3.4 Design

Diese Studie wurde im Jahre 2002 bis 2004 in Grossbritannien durchgeführt und als eine Kohortenstudie angelegt.

Kritik: Das gewählte Studiendesign ist zur Ermittlung von Interventionen zur Verletzungsprävention geeignet. Ein RCT-Design wäre, falls durchführbar, sicherlich geeigneter. Da es sich bei den Teilnehmern aber um Profisportler handelt, ist ein RCT nur sehr schwierig durchzuführen.

3.5.3.5 Stichprobe

Hierbei handelte es sich um Spieler von 12 der 13 englischen Premiership Clubs des Rugbys. Insgesamt nahmen 546 Spieler teil, wovon 296 während beiden Saisons der Jahre 2002/2003 und 2003/2004 teilnahmen. Alle Spieler unterzeichneten eine schriftliche Bestätigung zur freiwilligen Teilnahme. Zwischen den Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied in Bezug auf Alter, BMI (Body-Mass-Index) und Grösse.

Kritik: Vor Studienbeginn wurden intrinsische Faktoren überprüft, um aufzuzeigen, dass sich die Population ähnelt. Somit können diese Faktoren als Grund für

unterschiedliche Ergebnisse ausgeschlossen werden. Systematische Fehler bei der Stichprobe begingen die Autoren keine. Die Studie gibt keine Auskunft darüber, wieso der eine Club der Premiership nicht teilnahm. Ausserdem wurde nicht abgeklärt, ob einige Teilnehmer bereits vorgängig Hamstringverletzungen erlitten. Gemäss Arnason et al. (2008) sind solche Spieler prädisponiert, Rezidive zu erleiden. Dadurch könnten sich die Gruppen entscheidend unterscheiden haben.

3.5.3.6 Outcome

Das medizinische Personal des jeweiligen Clubs notierte alle Verletzungen der Hamstrings auf einem dafür vorgesehenen standardisierten Formular, dem OSICS (Orchard Sports Injury Classification System). Die Definition von Verletzung lautete folgendermassen: Jegliche Verletzung der Hamstrings, ausgeschlossen Schnittwunden, Schürfungen und Hämatome, durch welche ein Spieler nicht vollständig beim Training oder Match teilnehmen kann. Zusätzlich galt eine zeitliche Einschränkung. Der Spieler musste mehr als 24 Stunden ausfallen, gezählt ab Mitternacht, an dem sich die Verletzung ereignete. Der Schweregrad wurde nach Anzahl ausgefallener Tage des Spielers gemessen. Als „gering“ galt eine Absenz von weniger als einer Woche, „mittel“ von einer bis drei Wochen und als „schwer“ bei mehr als drei Wochen. Die Diagnosestellung erfolgte durch eine klinische Untersuchung. Ebenso wurden Rezidive diagnostiziert und berücksichtigt. Die Einsatzdauer wurde bei Spielen dokumentiert. Auf einem standardisierten Formular notierten die Fitnesstrainer die Anzahl der Trainingseinheiten und auf einem weiteren genaue Angaben zu den durchgeführten Übungen.

Kritik: Die Reliabilität ist nicht gegeben, nur eine Person hat die Verletzung klinisch diagnostiziert. Die Studie ist dagegen valide, da alle Verletzungen gezählt und nicht nur auf eine bestimmte Art eingegangen wurde. Somit war es nicht notwendig, die Verletzung durch ein MRI oder dergleichen differenziert zu bestätigen. Weiter ist die Definition von Verletzungen dieselbe wie bei anderen vergleichbaren Studien. Systematische Fehler beim Outcome erfolgten keine.

3.5.3.7 Intervention

Die Spieler wurden in eine der drei folgenden Gruppen eingeteilt: Konzentrisches und exzentrisches Krafttraining der Hamstrings, statisches Dehnen mindestens einmal pro Woche mit zusätzlichem Krafttraining gemäss Gruppe eins, und die dritte

Gruppe absolvierte das gleiche Programm wie Gruppe zwei mit einer zusätzlichen exzentrischen Kraftübung, der Nordic Hamstring. Diese Übung wird in der Studie folgendermassen instruiert: Der Trainingspartner fixiert die Fussgelenke des knienden Spielers. Dieser lässt sich langsam nach vorne fallen und bremst den Fall mit seiner Hamstringmuskulatur ab, bis er mit dem Oberkörper den Boden berührt. Danach stösst sich der Spieler mit den Armen vom Boden ab, um wieder in die Ausgangsposition zu kommen. Die Hamstrings sind während des ganzen Bewegungsablaufes aktiv.

Kritik: In der Studie werden die Übungen mit Ausnahme der „Nordic Hamstring“ nicht beschrieben. Ebenso enthält die Studie keine Angaben über Anzahl der Trainingseinheiten, Dauer, Wiederholungen, Serien und welche Übungen durchgeführt wurden. Bei der Intervention erfolgten systematische Fehler. Informationen über Ko-Intervention und Kontaminierung sind nicht enthalten und können somit nicht ausgeschlossen werden. Weiter waren bei jedem Team andere Therapeuten tätig, was die Ergebnisse beeinflussen könnte. Dies war jedoch ein systematischer Fehler der unvermeidbar war.

3.5.3.8 Resultate

Im Laufe der Studie erlitten die Spieler insgesamt 164 Hamstringverletzungen und fielen gesamthaft 2707 Tage aus. Jeweils 37% davon waren geringe oder mittlere und 26% schwere Verletzungen. Keine mussten chirurgisch behandelt werden. Von den 546 Spielern erlitten 122 mindestens eine Hamstringverletzung. Von den 164 Verletzungen waren 37 Rezidive. Solche Spieler hatten eine signifikant höhere Ausfallzeit von durchschnittlich 25 Tagen, verglichen mit Erstverletzungen von lediglich 14 Tagen. Weiter zeigte sich, je höher die Trainingsintensität eine Woche vor dem Spiel, gemessen an der Dauer der gesamten Trainingszeit, desto wahrscheinlicher ist es, im darauf folgenden Spiel eine Hamstringverletzung zu erleiden. Zwischen den drei Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied des Verhältnisses von Match und Training in Bezug auf Schweregrad und Häufigkeit von Verletzungen. Die effektive Häufigkeit von Verletzungen der Hamstrings von Gruppe drei (Dehnen, Kräftigung, Nordic Hamstring) war als einzige signifikant tiefer, verglichen mit Gruppe eins (Kräftigung). Gruppe zwei (Kräftigung und Dehnen) schnitt ebenfalls besser ab als Gruppe eins. Dieser Unterschied ist aber nicht signifikant. Ebenso besteht zwischen der Gruppe zwei und drei kein signifikanter

Unterschied in der Anzahl der Hamstringverletzungen. Beim Laufen ereigneten sich am häufigsten Verletzungen. Schwere Verletzungen ereigneten sich prozentual beim Kicken am meisten. Der Schweregrad scheint sich bei Gruppe drei ebenfalls zu verringern. Jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant. Zur Bestimmung der Signifikanz wendeten die Autoren ein 95% Konfidenzintervall an.

Kritik: Resultate wurden klar und mit statistischer Signifikanz aufgezeigt sowie begründet. Da Gruppe drei ebenfalls das gleiche Dehnprogramm wie Gruppe zwei ausführte, kann die signifikante Verbesserung nicht mit Bestimmtheit allein auf die Nordic Hamstring Übung zurückgeführt werden. Denn Gruppe zwei wies ebenfalls eine geringere Verletzungshäufigkeit im Vergleich zur Gruppe eins auf. Somit lässt sich nicht eindeutig klären, welche Intervention der Gruppe drei maßgeblich zu einer signifikanten Veränderung beigetragen hat. Drop-outs wurden nicht erwähnt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass keine erfolgten.

3.5.3.9 Schlussfolgerung

Die Autoren geben an, Risikofaktoren zu identifizieren sei wichtig um Präventionsstrategien zu entwickeln. Die Schlussfolgerung der Autoren lautet folgendermassen: Es ist möglich, die Verletzungshäufigkeit und den Schweregrad durch Integration der Nordic Hamstring Übung in einem Trainingsprogramm zu reduzieren. Es sei jedoch wichtig, die Ausführung der Übung zu kontrollieren und zu überwachen, da bei falscher Intensität Verletzungen begünstigt werden können.

Kritik: Eine klare Schlussfolgerung wird in der Studie erwähnt. Es wird keine Empfehlung zur genauen Ausführung der Übung abgegeben. Weitere Studien zu diesem Thema werden ebenfalls keine empfohlen. Zu den Ergebnissen des Dehnens wird nicht weiter Stellung genommen.

3.5.4 R. P. Pope, R. D. Herbert, J. D. Kirwan, B. J. Graham: 2000

3.5.4.1 Titel

A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury.

3.5.4.2 Zweck der Studie

Zweck dieser Studie war es, den Effekt von Stretching der Muskulatur während dem Aufwärmen auf das Risiko von übungsabhängigen Verletzungen zu untersuchen.

Kritik: Der Zweck der Studie wurde sowie im Abstract als auch in der Einleitung klar angegeben. Obwohl die Hamstringmuskulatur nicht speziell betrachtet wurde, ist diese Studie trotzdem für unsere Arbeit relevant, da wir auch Breitensportler miteinbeziehen wollen. Zudem werden die Verletzungsarten und die Lokalisationen der Verletzungen in einer Tabelle aufgelistet.

3.5.4.3 Literatur

Pope et al. (2000) zeigen auf, dass bis zum Zeitpunkt dieser Studie wenig evidenzbasierte Literatur zu diesem Thema existierte. Die einzige RCT zum selben Thema wurde zwei Jahre zuvor vom gleichen Autor durchgeführt (Pope, Herbert and Kirwan, 1998). Zusätzlich gibt er verschiedene Kohortenstudien zum gleichen Thema an, die aber alle keinen positiven Einfluss des Stretchens auf das Verletzungsrisiko zeigten. Ebenfalls ist neben der Tatsache, dass alle diese Kohortenstudien vor 1990 stattfanden, die Resultate einer solchen Studie nicht so evident wie bei einem RCT-Design

Kritik: Relevante Hintergrundliteratur und Studien zum gleichen Thema wurden vom Autor erwähnt und diskutiert. Durch das Fehlen evidenzstarker Studien zu diesem Thema ist die Relevanz für diese Studie gegeben.

3.5.4.4 Design

Bei der Studie, die zwischen Januar und Dezember 1994 durchgeführt wurde, handelt es sich um einen randomisierten kontrollierten Untersuchung (RCT).

Kritik: Das Design ist wegen der hohen wissenschaftlichen Evidenz für dieses Thema sicherlich geeignet. Auch ist die Institution für dieses Design geeignet, da Rekruten relativ gut überwacht werden können und relativ viele Teilnehmer eingeschlossen werden können.

3.5.4.5 Stichprobe

Die Teilnehmer waren alles männliche Rekruten zwischen 17 und 35 Jahren. Insgesamt nahmen 1538 Personen teil, welche alle freiwillig teilnahmen und dies schriftlich bezeugten. Alle Rekruten wurden vor dem Eintritt in die Armee von medizinischem Personal gecheckt und waren in einem guten Gesundheitszustand. Zusätzlich wurde ein psychologischer Eignungstest durchgeführt.

Eingeschlossen wurden alle freiwilligen Rekruten, die während dieser Zeit die Rekrutenschule absolvierten. Die Rekruten wurden alle zufällig in ein „stretch-platoon“ oder in ein „control-platoon“ eingeteilt.

Kritik: Die Teilnehmer wurden in der Studie ausführlich beschrieben. Ein- und Ausschlusskriterien wurden angegeben.

3.5.4.6 Outcome

Die Verletzungen wurden zuerst von Assistenzärzten und Pflegefachpersonal registriert und überwacht. War der betroffene Rekrut nicht fähig, innert dreier Tage uneingeschränkt seine militärischen Aufgaben ohne Symptome zu erfüllen, galt es als eine für die Studie relevante Verletzung und wurde zum sogenannten „regimental medical officer“ weitergeleitet. Dieser wurde beauftragt eine Diagnose zu erstellen mit Angaben über Lokalität und Art der Verletzung. Weiter leitete er seine Ergebnisse an das wissenschaftliche Team der Studie, welches während der ganzen Zeit in engem Kontakt mit dem medizinischen Personal der Institution stand.

Kritik: Es geht aus der Studie nicht hervor ob die Testung den Aspekt der Reliabilität erfüllt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Messungen valide sind, da die für die Studie relevanten Verletzungen im Voraus klar definiert und vom medizinischen Personal nach diesen Kriterien eingeschlossen wurden.

3.5.4.7 Intervention

Die Interventionsgruppe absolvierte ein Stretchingprogramm während dem Aufwärmen. Dieses Programm enthielt Übungen für sechs verschiedene Muskelgruppen der unteren Extremität: M. Gastrocnemius, M. Soleus, Hamstrings, M. Quadrizeps, Hüftadduktoren und Hüftflexoren. Die jeweilige Dehnzeit betrug 20 Sekunden. Die genauen Dehntechniken sind aus dem Buch „Muscle and Fitness Book“ von St. George aus dem Jahre 1989 übernommen. Zusätzlich zum Stretchen betrieben sie vier Minuten Aufwärmtechniken wie Laufen und seitliche Sprünge.

Die Sporttrainer instruierten die Übungen den Rekruten und korrigierten diese wenn sie falsch ausgeführt wurden. Die Rekruten sollten nur soweit dehnen, dass sie ein Ziehen spürten, aber keinen Schmerz.

Die Kontrollgruppe absolvierte nur ein Aufwärmen ohne zu stretchen.

Kritik: Die Autoren dieser Arbeit gehen davon aus, dass die Rekruten neben dem Stretchingprogramm keine anderen beeinflussenden Massnahmen absolviert hatten.

Da in der Studie nichts von einer Ko-Intervention erwähnt wird, wird davon ausgegangen, dass keine stattfand. Wie aus der Studie hervorgeht, werden die Stretchmethoden von verschiedenen „Physical Training Instructors“ instruiert und überwacht. Hier könnte sich ein systematischer Fehler eingeschlichen haben, da eventuell nicht alle Instructors gleich motiviert oder positiv eingestellt sind.

3.5.4.8 Resultate

Aus den Analysen geht hervor, dass Stretching keinen signifikanten Einfluss auf das allgemeine Verletzungsrisiko hat. Es konnte auch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen beobachtet werden, wenn nur die Weichteil- oder die Knochenverletzungen separat analysiert wurden. Alle Berechnungen basieren auf einem 95% Konfidenzintervall. Die Stichprobe von über 1500 Personen erscheint gross genug und die Analysemethoden geeignet. 189 Rekruten sind aus der Studie ausgeschieden, 89 sind aus militärischen Gründen in ein anderes Platoon versetzt worden und 94, alle aus der Kontrollgruppe, sind freiwillig aus der Studie ausgeschieden, da sie auch stretchen wollten während dem Aufwärmen.

Kritik: Die Drop-outs wurden klar angegeben und die Relevanz der Resultate ist gegeben, da das Dehnen in Zukunft unterlassen werden könnte.

3.5.4.9 Schlussfolgerung

Die Autoren dieser Studie entdeckten mit dieser Studie keinen wissenschaftlich signifikanten Effekt von Stretching auf das Risiko von Verletzungen; weder auf das Risiko aller Verletzungen zusammen, noch auf die Muskel- und Sehnenverletzungen, oder Knochenverletzungen separat. Es wird aber darauf hingewiesen, dass eventuell die Stretchmethode einen Einfluss haben könnte. Hierzu wird speziell die Stretchdauer, die noch verlängert werden könnte, erwähnt. Weiter wurden auch andere Variablen berücksichtigt. Es wurden am Anfang der Studie verschiedene Daten wie Grösse, Gewicht, BMI, Alter, Fitness registriert. Letztere wurde mittels eines 20m Shuttle-run-test ermittelt. Diese Daten wurden auch bei der Analyse berücksichtigt, und es stellte sich heraus, dass keine dieser Variablen ausser Alter und die Fitness einen signifikanten Einfluss hatten. Da diese Studie aber den Fokus auf das Stretching gelegt hatte, wird weitere Forschung in diesem Bereich empfohlen, um eine evidenzbasierte Aussage machen zu können.

Kritik: Es erfolgte eine ausführliche Schlussfolgerung, in der neben dem Dehnen auch noch andere Einflüsse berücksichtigt werden. Zusätzlich wurde auch weitere spezifische, wissenschaftliche Forschung mit dem Fokus auf andere Aspekte als das Stretching empfohlen.

3.5.5 M. Amako, T. Oda, K. Masuoka, H. Yokoi, P. Campisi: 2003

3.5.5.1 Titel

Effect of Static Stretching on Prevention of Injuries for Military Recruits

3.5.5.2 Zweck der Studie

Zweck der Studie war es, zu eruieren, ob statisches Stretching bei militärischen Rekruten Verletzungen vermindern kann.

Kritik: Dieser Zweck ist im Abstract klar angegeben. Die Studie untersucht nicht speziell die Hamstringverletzungen, trotzdem ist sie für diese Arbeit relevant, da sie die Hamstringverletzungen extra auflistet. Zusätzlich untersucht diese Studie die Thematik im Zusammenhang mit Breitensportlern.

3.5.5.3 Literatur

Amako et al. (2003) erwähnt in der Diskussion relevante Hintergrundliteratur über dieses Thema. Er nennt mehrere Studien mit positivem Effekt, wobei jene das Dehnen meistens im Zusammenhang mit Aufwärmen kombinierten. Es werden aber auch Studien mit negativen Ergebnissen hervorgehoben. Die Notwendigkeit dieser Studie ist insofern gegeben, dass der Autor bei der Einführung die hohe Verletzungsrate bei militärischen Rekruten erwähnt.

Kritik: Eine Diskussion über relevante Hintergrundliteratur wurde gehalten, sowie auch die Notwendigkeit der Studie ausreichend begründet.

3.5.5.4 Design

Diese Studie ist ein prospektiver Clinical Controlled Trial (CCT) mit einer Interventions- und einer Kontrollgruppe.

Kritik: Das Design ist für eine solche Untersuchung geeignet, ein RCT wäre wissenschaftlich gesehen sicher besser und wie man bei Pope et al. (2000) gesehen auch durchführbar.

3.5.5.5 Stichprobe

Die Teilnehmer waren alles männliche Rekruten der „Japan Ground Self-Defense Force“. Insgesamt nahmen 901 Personen im Alter zwischen 18 und 25 Jahren teil, mit einem Durchschnittsalter von 19 Jahren. Eingeschlossen wurden alle Rekruten, die im Zeitraum der Studie die Rekrutenschule absolvierten.

Kritik: Die Teilnehmer wurden nicht zufällig in die Interventions- oder Kontrollgruppe eingeteilt. Sie konnten selbst wählen ob sie an der Studie teilnehmen wollten. Jene, die nicht teilnehmen wollten, stellten die Kontrollgruppe dar. Demnach sind die beiden Stichproben nicht 100% miteinander vergleichbar, da diejenigen der Interventionsgruppen freiwillig dort mitmachten und somit motivierter sein könnten. Dies wäre ein systematischer Fehler.

3.5.5.6 Outcome

Eine Verletzung wurde gezählt, sobald der betroffene Rekrut das Spital aufsuchen musste. Jeweils einer der vier Orthopäden, die gleichzeitig auch die Autoren dieser Studie sind, diagnostizierte die Verletzungen. Diese Daten wurden von der medizinischen Abteilung der Armee und vom Personal des Spitals gesammelt.

Kritik: Die Tatsache, dass die Untersucher und die Autoren dieselben waren, könnte zu einem systematischen Fehler geführt haben, da die Orthopäden die Resultate unbeabsichtigt hätten beeinflussen können. Die Kompanie wurde als ganzes in eine der zwei Gruppen eingeteilt. Sie entschieden selbst, ob sie beim Stretchingprogramm teilnahmen. Diejenigen Kompanien die nicht teilnahmen, zählten automatisch zur Kontrollgruppe. Diese Einteilung könnte die Interventionsgruppe begünstigen, da sie eventuell motivierter waren. Dies wäre ein systematischer Fehler. Über die Reliabilität der Messungen sind keine Informationen enthalten, weder über die Test-Retest- noch über die Interbeurteiler-Reliabilität. Aufgrund der bescheidenen Definition einer Verletzung und lediglich eines klinischen Untersuchs, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Resultate valide sind.

3.5.5.7 Intervention

Alle Rekruten absolvierten jeden Nachmittag ein dreistündiges körperliches Training. Die Interventionsgruppe führte ein standardisiertes Stretchingprogramm vor und nach dem Training durch. Dieses umfasste 18 Übungen, davon sieben für die untere Extremität und eine für die Hamstrings. In jeder Stretchingposition wurde mindestens

30 Sekunden verharret, das gesamte Programm dauerte 20 Minuten. Überwacht wurde das Stretching vom Befehlshaber der Kompanie.

Kritik: Es geht aus der Studie nicht hervor, ob diese Übungen evidenzbasiert sind. Zu beachten ist hier speziell die Kontrollgruppe, die nicht gehindert werden konnte, einige Vorbereitungsübungen zu absolvieren. Der grosse Teil dieser Rekruten führte dynamische Stretchübungen während fünf bis zehn Minuten vor dem Training aus. Dies führte zu einer Kontaminierung der Kontrollgruppe. Informationen über Ko-Interventionen sind in der Studie keine enthalten. Die Autoren dieser Arbeit gehen aufgrund der gegebenen Umstände innerhalb dieser Institution davon aus, dass keine entstanden sind.

3.5.5.8 Resultate

Bei dieser Studie wurde sowohl die Gesamtheit aller Verletzungen auf einen signifikanten Unterschied hin geprüft, als auch die einzelnen Verletzungsarten differenziert. In Bezug auf alle Verletzungen geht aus den Analysen hervor, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen existiert. Wenn jedoch nur die Muskelverletzungen beleuchtet werden, manifestieren sich signifikant weniger Verletzungen (95% Konfidenzintervall).

Kritik: Eine Probandenzahl von 901 scheint für eine solche Studie genügend gross zu sein. Die klinische Relevanz ist gegeben, da es in solchen Rekrutenschulen häufig zu trainingsbedingten Verletzungen kommt. Über Drop-outs wurde in der Studie nichts berichtet.

3.5.5.9 Schlussfolgerung

Im Diskussionsteil der Studie spekulieren die Autoren, dass Stretching das Risiko auf „low-energy“-Verletzungen senken könnte, jedoch nicht auf „high-energy“-Verletzungen. Mit low-energy-Verletzungen sind Muskel- und kleinere Sehnenverletzungen sowie Rückenschmerzen gemeint. Knochen-, Bänder- und Gelenkverletzungen werden als High-energy-Verletzungen bezeichnet. Die Autoren weisen aber auch darauf hin, dass die Anzahl der Teilnehmer (n=901) und Verletzungen zu klein sind, um dies statistisch zu untermauern. Darum empfehlen sie auch weitere Forschung im Spezifischen auf die Muskel- und Sehnenverletzungen. Es wird auch die Untrainiertheit der Rekruten hervorgehoben. Die Autoren sehen

darin den Grund für die anfänglich hohe Rate an Verletzungen, die während der Studie bei beiden Gruppen aber laufend abnahm.

Kritik: Eine klare Schlussfolgerung ist ersichtlich. Da die Studie keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich aller Verletzungen aufzeigt, sehr wohl jedoch, wenn man die verschiedenen Unterkategorien beleuchtet, wird auch weitere wissenschaftliche Forschung spezifischer Art empfohlen.

Tabelle 2: Vergleichbarkeit

Autor	Trainiert/ Untrainiert	Kontaktsport	Dauer	Häufigkeit	Vor/Nach dem Training
Witvrouw et al. 2003	Trainiert	Ja	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben
Arnason et al. 2008	Trainiert	Ja	1) 30s 2) 55s	Jedes Training/Spiel	1) Vor 2) Nach
Brooks et al. 2006	Trainiert	Ja	Keine Angaben	Mind. ein Mal pro Woche	Keine Angaben
Pope et al. 2000	Untrainiert	Nein	20s	Jedes Training	Vor
Amako et al. 2003	Untrainiert	Nein	30s	Jedes Training	Vor und Nach

4 Diskussion

Von den fünf ausgewerteten Studien zeigen zwei einen signifikant positiven Einfluss von Dehnen auf das Verletzungsrisiko der Hamstringsmuskulatur. Um nun entscheiden zu können, welche Studien recht behalten, muss die wissenschaftliche Qualität berücksichtigt werden.

4.1 Kritische Bewertung der Studien

4.1.1 Bestätigende Studien

4.1.1.1 Witvrouw et al. (2003)

Die zwei bestätigenden Studien weisen teilweise qualitative Mängel auf. Bei der Studie von Witvrouw et al. (2003), die ein geringeres Verletzungsrisiko der Hamstrings bei einem Hüft-Flexions-Winkel von über 90° aufzeigt, wurde ein Kohorten-Design angewendet. Ein solches weist weniger Evidenz auf als eine CCT- oder RCT-Design. Weiter untersuchte die Studie nicht direkt den Einfluss von Stretching, sondern beobachtete die Korrelation der Länge der Hamstrings in Bezug auf das Risiko, eine Verletzung zu erleiden. Da gemäss Hartig und Henderson (1999) eine bessere Beweglichkeit mit regelmässigem Stretchen korreliert, kann von einem adäquaten Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsrisiko ausgegangen werden. Diese zwei Beispiele sind natürlich keine qualitativen Mängel, müssen aber als mögliche Gründe für Abweichungen von Resultaten anderer Studien berücksichtigt werden. Ausserdem ist die Stichprobe mit 146 Probanden relativ klein gehalten. Der Punkt der Vergleichbarkeit hingegen ist deutlich erfüllt durch Angabe von Körpermassen und Ausschluss von Probanden mit bisherigen Hamstringverletzungen innerhalb der letzten zwei Jahre. Die Outcome-Messungen erfüllten sowohl die Reliabilitäts- als auch die Validitätsnorm. Grundsätzlich weist die Studie von Witvrouw et al. (2003) mit Ausnahme der geringen Probandenzahl keine qualitativen Mängel auf. Diese Aussage wird durch die erreichte Punktzahl von 13 der möglichen 14 unserer Bewertungsskala bekräftigt.

4.1.1.2 Amako et al. (2003)

Das Design dieser Studie ist ein prospektiver CCT. Dies ist ein evidenzstarkes Design, trotzdem erhält dieses nur einen der möglichen zwei Punkte in der Bewertungsskala der Autoren. Die Stichprobe bestand nicht aus freiwilligen Personen, zudem sind keine Angaben über Einschluss- und Ausschlusskriterien vorhanden. Des Weiteren besteht zwischen den zwei Gruppen ein relativ grosser Unterschied (>10%) in der Anzahl Teilnehmer. Aus diesen drei Gründen erhält die Studie unter dem Aspekt „Stichprobe“ keinen Punkt. Weiter ist die Validität erfüllt aber keine der beiden Reliabilitäten, was zu einem Punkteabzug im Outcome führt. Zur Intervention ist zu erwähnen, dass sie vor und nach der jeweiligen Trainingseinheit stattgefunden hat. Ebenfalls hat eine Kontaminierung der Kontrollgruppe stattgefunden, da diese vor dem Training jeweils dynamisch gedehnt hat. Somit wird hier ein Punkt abgezogen. Bei dieser Studie konnte in Bezug auf alle Verletzungen kein Einfluss auf das Verletzungsrisiko entdeckt werden. Jedoch wurden aber die Muskel- und Sehnenverletzungen auch einzeln berücksichtigt, und in diesem Bereich wurde sehr wohl eine signifikante Verminderung des Verletzungsrisikos in der Interventionsgruppe beobachtet. Es fehlen Angaben über Drop-outs der Studie, daher wird angenommen, dass keine erfolgten. Wichtig ist auch, dass die Probanden meist untrainierte Breitensportler waren. Dies kann sich im Vergleich zu Spitzensportlern in den Resultaten auswirken, da jene andere muskuläre Voraussetzungen mitbringen. Diese Studie erhält schliesslich nach den Bewertungskriterien der Autoren 10 von 14 Punkten.

4.1.2 Verwerfende Studien

4.1.2.1 Arnason et al. (2008)

Auch die nicht bestätigenden Studien weisen einige qualitative Mängel auf. Obwohl es sich bei der Studie von Arnason et al. (2008) nur um einen CCT und nicht um eine randomisierte Studie handelt, darf dies nicht als ein qualitativer Nachteil angesehen werden. Die Autoren dieser Arbeit sind gleicher Meinung wie die Autoren der Studie, denn durch die Kenntnis der Kontrollgruppe nicht in der Interventionsgruppe zu sein, ist es wahrscheinlich, dass die Verletzungen weniger gewissenhaft aufgezeichnet wurden. Dadurch wird die Kontrollgruppe begünstigt und somit die Nicht-

Randomisierung wieder ausgeglichen. Trotz dieser Tatsache erhielt die Studie unter Design nur einen Punkt. Bei der Stichprobe entstanden einige qualitative Mängel. Einerseits ist die genaue Anzahl Probanden unklar, andererseits wurde die Stichprobe nicht detailliert beschrieben. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich die Probanden einander ähneln. Obwohl die Autoren den Hauptaspekt, die nicht Überprüfung von vorgängigen Hamstringverletzungen, dadurch begründen wollen, dass zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe bei Rezidiven keinen Unterschied bestand. Unklar bleibt, auf welchen Zeitraum die Rezidive beschränkt wurden. Es ist möglich, dass die Autoren lediglich mehrmalige Verletzungen innerhalb der Interventionssaisons als Rezidive registrierten, nicht aber vorgängige abklärten. Ausserdem wurden keine Einschluss- und Ausschlusskriterien angegeben. Aus diesen Gründen erhielt die Studie für die Stichprobe keinen Punkt. Unter dem Punkt Outcome erhielt die Studie keinen Punkt. Weder die Reliabilität, noch die Validität wurden erfüllt. Verletzungen wurde nur durch einen klinischen Untersuch durch dieselbe Person diagnostiziert. Da die Studie explizit nur Hamstringzerrungen als Verletzung zählte, können einige falsch positive und falsch negative Diagnosen entstanden sein. Bei der Intervention erhielt die Studie nur einen von den möglichen drei Punkten. Zwar wurde die Intervention detailliert beschrieben, eine Kontaminierung und Ko-Intervention konnte dagegen nicht verhindert werden. Obwohl bei der Kontaminierung die Kontrollgruppe begünstigt wurde, indem einige Spieler dieser Gruppe ebenfalls die Nordic Hamstring Lowers Übung ausführten, muss dennoch dieser Punkt klar als nicht erfüllt betrachtet werden. Aufgrund der Tatsache, dass Profisportler untersucht wurden, die sehr viele verschiedene Übungen und Trainingseinheiten im Laufe der Saison durchführten, gehen die Autoren dieser Arbeit davon aus, dass eine Ko-Intervention nicht ausgeschlossen werden kann. Auf den ersten Blick scheinen die Resultate ebenfalls von nicht sehr hoher Qualität, jedoch erreichte die Studie alle drei Punkte in dieser Kategorie. Denn sowohl die statistische Signifikanz der Resultate als auch die klinische Relevanz wird in der Studie beschrieben. Die Autoren beschreiben nur den Drop-out eines Teams und geben keine Auskunft über weitere. Da jedoch bei keinen Angaben davon ausgegangen wird, dass keine weiteren erfolgten, erhielt die Studie auch hier einen Punkt. Von aufgestiegenen Teams, welche an der Studie erst später teilnahmen, konnten natürlich keine Grunddaten aufgenommen werden. Unklar bleibt hier, ob die Autoren der Studie die Ergebnisse solcher Teams mit Resultaten von Teams, welche

von Beginn dabei waren und dieselbe Intervention durchführten, zusammen zählten. Wenn später solche Resultate von einer Intervention mit den allgemeinen Grunddaten verglichen wurden, ist ein Fehler entstanden. Die Grunddaten von diesen aufgestiegenen Teams wurden überhaupt nicht erhoben, sondern es handelt sich um Grunddaten von anderen Teams, welche abgestiegen sind. Jedoch gehen die Autoren dieser Arbeit davon aus, dass dieser Fehler kaum Einfluss auf das Resultat gehabt hat. Ausserdem sind sie der Meinung, die Autoren der Studie hätten ein Resultat falsch interpretiert. Die Autoren geben an, der Schweregrad der Verletzungen des norwegischen Teams im Jahre 2001 (12/29/59% gering, mittel, schwer), sei im Vergleich zur Kontrollgruppe (50/50/0%) signifikant besser. Die Verfasser dieser Arbeit sind hingegen genau gegenteiliger Meinung. Sie denken, die Kontrollgruppe ist signifikant besser als das norwegische Team. Eine geringe Rate der schweren Verletzungen hat eine geringere Ausfallzeit von Training und Spiel zur Folge und ist somit besser. In der Schlussfolgerung entstanden keine qualitativen Mängel. Mit der abschliessenden Aussage, dass Dehnen bei Sportarten mit hoher Belastung der Hamstrings keinen präventiven Effekt erziele, sind die Autoren dieser Arbeit nicht einer Meinung. Dazu später mehr. Die Gesamtpunktzahl der Studie beträgt abschliessend 8 von 14.

4.1.2.2 Brooks et al. (2006)

In dieser Studie sind einige entscheidende qualitative Fehler erfolgt, durch die die eigentlich gute Studie in der Bewertungsskala der Verfasser dieser Arbeit nur 7 von 14 Punkten erhielt. Abzug erhielt sie beim Design, da es sich um eine Kohortenstudie handelt. Weiter erfolgten die Angaben der Stichprobe, mit Ausnahme der vorgängigen Hamstringverletzungen, sehr detailliert. Diese fehlende Information ist jedoch sehr entscheidend und könnte die Ergebnisse massgeblich beeinflusst haben, wenn in einer Gruppe viele Probanden mit vorgängigen Hamstringverletzungen zugeteilt worden waren. Weiter unterschied sich die Anzahl der Gruppen um mehr als 10%, und Ausschlusskriterien erwähnten die Autoren keine. Aus diesen Gründen wurde für die Stichprobe kein Punkt vergeben. Auch für das Outcome erhielt die Studie keinen Punkt. Die Validität sowie die Reliabilität wurden nicht erfüllt. Ebenso ereigneten sich Fehler bei den Interventionen. Alle Interventionen ausser der Nordic Hamstring Übung wurden nicht weiter beschrieben. Somit kann mit diesen Übungen

kein Vergleich mit anderen Studien erstellt werden. Zum anderen sind in der Studie keinerlei Informationen über Ko-Interventionen und Kontaminierung enthalten. Die Verfasser dieser Arbeit gehen davon aus, dass beide Fehler zutrafen. Aus diesen Gründen erhielt die Studie keinen Punkt für die Intervention. Bei den Resultaten ist mit Ausnahme der fehlenden klinischen Relevanz bei der Qualität keine Kritik anzubringen. Für diese Arbeit wäre jedoch der Vergleich der Stretching-Gruppe mit der Nordic Hamstring-Gruppe interessanter gewesen. Da jedoch letztere Gruppe auch ein Stretchingprogramm absolvierte, lässt sich nicht eindeutig klären, welche Intervention wie viel zu dem positiven Ergebnis beigetragen hat. Denn die Stretching-Gruppe wies im Vergleich zur Krafttraining-Gruppe ebenfalls eine geringere Verletzungshäufigkeit auf. Diese Differenz war aber nicht signifikant. Die hier nicht erwähnten Aspekte erfüllte die Studie alle.

4.1.2.3 Pope et al. (2000)

Mit diesem RCT konnte kein Einfluss des Stretchings auf das Verletzungsrisiko ermittelt werden. Trotz der hohen wissenschaftlichen Qualität kann bemängelt werden, dass in der Studie die Intervention nicht ausführlich beschrieben wird. Es wird aber im Weiteren auf das Buch verwiesen, nachdem die Stretching-Übungen durchgeführt wurden. Wie auch bei Amako et al. (2003) sind die Teilnehmer grösstenteils untrainierte Breitensportler. Im Gegensatz zur Studie von Amako et al. (2003) wurde hier aber kein präventiver Effekt auf Verletzungen festgestellt, auch nicht als die Autoren die Muskel- und Sehnenverletzungen isoliert analysierten. Diese Studie erhält 13 von 14 Punkten im Bewertungsschema der Autoren dieser Arbeit. Der einzige Abzug ist die mangelhafte Reliabilität, welche in der Zusammenfassung der Studie beschrieben ist. Obwohl bei der Stichprobe keine Einschluss- und Ausschlusskriterien angegeben sind, erhält die Studie unter diesem Punkt keinen Abzug, da die restlichen Aspekte erfüllt wurden.

Tabelle 3: Punkteübersicht

Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Witvrouw et al. 2003	1/1	1/1	1/2	1/1	2/2	3/3	3/3	1/1	13/14
Arnason et al. 2008	1/1	1/1	1/2	0/1	0/2	1/3	3/3	1/1	8/14
Brooks et al. 2006	1/1	1/1	1/2	0/1	0/2	0/3	3/3	1/1	7/14
Pope et al. 2000	1/1	1/1	2/2	1/1	1/2	3/3	3/3	1/1	13/14
Amako et al. 2003	1/1	1/1	1/2	0/1	1/2	2/3	3/3	1/1	10/14

Legende: 1: Zweck, 2: Literatur, 3: Design, 4: Stichprobe, 5: Outcome, 6: Intervention, 7: Resultate, 8: Schlussfolgerung

4.1.3 Vergleich von bestätigenden und verwerfenden Studien

Die Vergleichbarkeit der Studien fällt angesichts der unterschiedlichen Probanden, welche unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt waren, schwer. Von den fünf ausgewerteten Studien untersuchten jene von Pope et al. (2000) und Amako et al. (2003) Militärrekruten. Die anderen drei Studien untersuchten Spitzensportler im Bereich Fussball und Australian Football. Aus diesem Grund vergleichen wir als nächstes Studien in den genannten Konstellationen.

4.2 Vergleich bei Profi- und Breitensportlern

4.2.1 Breitensportler

Wie bereits erwähnt waren bei beiden Studien von Pope et al. (2000) und Amako et al. (2003) die Probanden Militärrekruten. Beim konkreten Studium wird ersichtlich, dass beim Vergleich ein paar wichtige Aspekte berücksichtigt werden müssen. Der wesentliche Unterschied der beiden Studien besteht bei der Intervention und der Einteilung der Intervention- und der Kontrollgruppe. Bei Amako et al. (2003) wurde vor und nach dem Training gestretcht, während bei der anderen Studie nur vor der sportlichen Ertüchtigung gestretcht wurde. Es wird davon ausgegangen, dass dies einen Einfluss auf die Resultate haben kann, da die Muskulatur bei den Probanden so in einem anderen physiologischen Zustand bezüglich Durchblutung, Temperatur, Stoffwechselprozesse, usw. beim Zeitpunkt des Stretchen vorzufinden ist. Ebenfalls ist bei der Einteilung der Rekruten ein Unterschied vorhanden. Während bei Pope et

al. (2000) die Probanden zufällig in die beiden Gruppen eingeteilt wurden, konnten die Rekruten bei Amako et al. (2003) zum Teil selbst entscheiden, welcher Gruppe sie angehörten. Dies könnte eventuell die Interventionsgruppe begünstigen. Da Amako et al. (2003) in seiner Studie einen präventiven Effekt aufzeigen konnte, kann angenommen werden, dass Stretching nach dem Training aufgrund der veränderten physiologischen Situation des Gewebes, einen positiven Einfluss auf das Verletzungsrisiko haben könnte. Jedoch muss dieses Resultat durch die fehlende Randomisierung zum Teil relativiert werden.

4.2.2 Profisportler

Die drei Studien, welche Profisportler untersuchten, erzielten unterschiedliche Resultate. Jene von Witvrouw et al. (2003) erzielte als einzige von den dreien einen präventiven Effekt in Bezug auf die Verletzungshäufigkeit der Hamstrings; Obwohl bei Arnason et al. (2008) die Stretching-Gruppe, welche vor und nach dem Sport dehnten, im Vergleich zur Kontrollgruppe, welche nur davor dehnte, ebenfalls weniger Verletzungen erlitt. Die Differenz war für eine statistische Signifikanz jedoch zu gering. Trotz qualitativer Mängel (8 von 14 Punkten) traten keine Fehler auf, welche die Ergebnisse entscheidend beeinflusst haben könnten. Jedoch haben alle Gruppen in dieser Studie regelmässig vor dem Sport ein Dehnprogramm absolviert. Somit ist für diese Arbeit lediglich der Unterschied der einen Gruppe, die auch nach dem Sport regelmässig dehnte, mit der Gruppe, die lediglich vor dem Sport dehnte, von Bedeutung. Die Probanden wendeten eine contract-relax Dehnmethode an, wobei in der Studie von Witvrouw, Mahieu, Danneels und McNair (2004) die Methode gänzlich unbekannt ist, und bei Brooks et al. (2006) eine rein statische Variante erfolgte. Dies ist ein weiterer Aspekt, warum die Resultate nur schwer miteinander verglichen werden können.

Die beiden nicht bestätigenden Studien weisen viele qualitative Mängel auf, wohingegen die Studie von Witvrouw et al. (2003) nur beim Studiendesign Abzug erhielt, was darauf hinweisen könnte, dass die eine bestätigende Studie recht behalten könnte. Ein gravierender Fehler ereignete sich bei der Studie von Brooks et al. (2006). Die Probanden wurden vor Studienbeginn nicht auf vorgängige Hamstringverletzungen überprüft. Dadurch könnten die Ergebnisse entscheidend

verändert worden sein. Denn ein positiver Effekt des Stretchings war durchaus ersichtlich, jedoch nicht signifikant. Zudem ist unklar, ob die Kontrollgruppe, welche nur ein standardisiertes Krafttraining absolvierte, nicht auch Dehnübungen der Hamstrings im normalen Trainingsalltag integrierten und somit den positiven Effekt der Stretching-Gruppe abschwächten.

Bei der Studie von Witvrouw et al. (2003) wurde nicht der eigentliche Effekt des Stretching untersucht, sondern nur, ob die Muskellänge einen Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit hat. Wie bereits erwähnt, hat Stretching direkten Einfluss auf die Muskellänge und kann daher als direkte Folge betrachtet werden. Unklar bleibt, wenn man der Studie von Witvrouw et al. (2003) glauben schenkt, ob allein die Muskelverlängerung, bewirkt durch Stretching, die Verletzungshäufigkeit reduziert. Vielleicht könnte Stretching auch noch andere Auswirkungen haben. Ein weiterer limitierender Punkt für die Vergleichbarkeit ist die Tatsache, dass keinerlei Informationen über Art, Häufigkeit und Zeitpunkt des Stretching enthalten sind.

Unabhängig der qualitativen Unterschiede ist die Dehnart, Häufigkeit und der Zeitpunkt des Dehnens bei allen drei Studien unterschiedlich. Wenn davon ausgegangen wird, dass alle Dehnmethoden selbst und zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Auswirkungen haben, können die Resultate unmöglich objektiv miteinander verglichen werden. Trotz dieser Tatsache dürfen die oben beschriebenen Punkte nicht ignoriert werden. Es können dennoch daraus Informationen abgeleitet werden, ob man einer Studie glauben kann und eine Dehnmethode Hilfreich ist oder eher nicht.

5 Schlussfolgerung

Mit den ausgewählten Studien, welche aufgrund ihrer Heterogenität schwierig zu vergleichen sind, kann die Fragestellung der Autoren dieser Arbeit nicht eindeutig beantwortet werden. Es existieren sowohl bestätigende als auch verwerfende Resultate im Spitzen- und Breitensport. Unabhängig der Resultate erfolgten qualitative Mängel, wodurch keine richtungsweisende Tendenz ersichtlich ist. Dennoch glauben wir, einige Aussagen treffen zu können. Es zeigte sich, dass die unterschiedliche Belastung von Sportarten einen Einfluss hat. Laut Hawkins, Hulse, Wilkinson, Hodson und Gibson (2001; zit. nach Brooks et al., 2006, S. 1297) sind Aktivitäten, bei denen Dehnverkürzungszyklen wie sprinten und kicken auftreten, prädisponiert für Hamstringzerrungen. Dies ist ein möglicher Grund, warum häufig bei Studien, die Rekruten oder andere Breitensportler untersuchten, kein präventiver Effekt durch Dehnen erzielt wurde, weil die Belastung der Hamstrings zu gering war. Da gemäss Witvrouw et al. (2004) die Belastung auf den Muskel durch Dehnen reduziert wird, kann der präventive Effekt bei diesen Sportarten teilweise erklärt werden.

Um die Forschungsfrage eindeutig zu klären, müssen noch zahlreiche weitere Studien für dieses Themengebiet durchgeführt werden. Besser wäre gewesen, die Frage auf eine Sportart zu beschränken. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Resultate müssten mehrere Studien mit der gleichen Dehnmethode, Sportart und zum gleichen Zeitpunkt untersucht werden, um eine eindeutige Aussage treffen zu können. Jede Änderung dieser drei Kategorien müsste wiederum durch mehrere Studien untersucht werden. Nur so kann eine eindeutige Aussage über die Effektivität einer Dehnmethode getroffen werden.

6 Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18(1), 40-48.
- Brooks, J. H., Fuller, C. W., Kemp, S. P., & Reddin, D. B. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med*, 34(8), 1297-1306.
- Freiwald, J. (2009). *Optimales Dehnen*. Balingen: Spitta Verlag
- Hartig, D. E., & Henderson, J. M. (1999). Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *American Journal of Sports Medicine*, 27(2), 173-176.
- Klee, A., Wiemann, K. (2002). Zur Problematik des Dehnens in der Gymnastik - theoretische und experimentelle Überlegungen. Schorndorf: Verlag K. Hofmann. 100-111.
- Klinke, R., Pape, H., Silbernagl, S. (2005). *Physiologie*. (5. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Lindel, K., Kolster, B. C., Van den Berg, F. (2006). *Muskeldehnung*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 271-277.
- Van den Berg, F., Cabri, J. (2003). *Angewandte Physiologie*. (2. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.
- Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L., & McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443-449.

Zahnd, F. (2005). Stretching - Suche nach Erklärungen. *Manuelle Therapie* 2005; 9: 1-8.

6.2 Internetquellen

Law, M., Steward, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). *Critical Review Form - Quantitative Studies* [On-Line]. Available: <http://www.srs-mcmaster.ca/Portals/20/pdf/ebp/quantreview.pdf> (26.4.2010).

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lindel, K., Kolster, B. C., Van den Berg, F. (2006). *Muskeldehnung*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag

Abb. 2: Klinke, R., Pape, H., Silbernagl, S. (2005). *Physiologie*. (5. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Abb. 3: Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18(1), 40-48.

Abb. 4: Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18(1), 40-48.

6.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: aus eigenem Bestand

Tabelle 2: aus eigenem Bestand

Tabelle 3: aus eigenem Bestand

7 Danksagung

Wir danken den hier aufgeführten Personen herzlich für ihre Hilfe, die zur Verwirklichung dieser Arbeit beigetragen haben:

- Sandra Schächtelin (Betreuerin)
- Dr. Werner Anderegg (Korrekturlesen)
- Brigitte Weber (Korrekturlesen)
- Nicole Fegble (Korrekturlesen)

8 Eigenständigkeitserklärung

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

Datum und Ort:

Unterschrift

Manuel Thoma

Datum und Ort:

Unterschrift

Markus Weber

9 Anhang

Autoren	Zweck	Design	Stichprobe	Outcome	Intervention	Resultate	Schlussfolgerung	Punkte
E. Witvrouw L. Danneels P. Asselman T. D'Have D. Cambier	Ergründen, ob geringe Muskelmasse und -flexibilität Risikofaktoren für Verletzungen der unteren Extremität bei Profi-Fussballern sind.	Kohorte	249 männliche Fussballspieler aus 14 verschiedenen Teams.	Beweglichkeitsmessungen der Hamstrings mittels Goniometer. Aufzeichnen von Verletzungen.	Lediglich beobachten der Stichprobe.	Verletzte Spieler hatten eine signifikant geringere Beweglichkeit als die Unverletzten.	Eine geringe Beweglichkeit der Hamstrings ist ein Risikofaktor. Es gibt aber viele andere intrinsische- und extrinsische-Faktoren die untersucht werden müssen.	13/14
A. Arnason T.E. Andersen I. Holme L. Engebretsen R. Bahr	Auswirkung von exzentrischem Krafttraining und Stretching bei Profi-Fussballspielern in Bezug auf Hamstringzerrungen aufzeigen.	CCT	Männliche Fussballspieler der höchsten Ligen von Island und Norwegen. 34 Teams, 18-24 Spieler pro Team.	Aufzeichnen von Hamstringzerrungen.	Interventionsprogramm bestand aus drei Teilen: 1. Aufwärmen und Dehnen, 2. CR-Stretching, 3. exzentrisches Krafttraining. Probanden führten unterschiedliche Kombinationen dieser drei Teile durch.	Teams, welche aufwärmten und exzentrisches Krafttraining durchführten, zeigten signifikant weniger Verletzungen als Kontrollgruppen.	Resultate müssen noch durch RCT bestätigt werden. Dehnen hilft nicht, da die Muskulatur während der Aktivität nicht auf die maximale Länge gebracht wird.	8/14
J. H. M. Brooks C. W. Fuller S. P. T. Kemp D. B. Reddin	Untersuchung, ob Krafttraining und Dehnen die Häufigkeit und den Schweregrad von Hamstringverletzungen reduzieren kann.	Kohorte	546 Spieler von 12 englischen Premiership Clubs des Rugbys.	Aufzeichnen von Hamstringverletzungen.	Stretching, konzentrisches und exzentrisches Krafttraining. Probanden führten unterschiedliche Kombinationen dieser Interventionen durch.	Einzig signifikanter Unterschied in Anzahl Verletzungen der Hamstrings: Teams, welche dehnten sowie konzentrische und exzentrische Kraftübungen ausführten, verglichen mit den Kräftigungsgruppen.	Durch Integration der Nordic Hamstring Übung in ein Trainingsprogramm kann die Verletzungshäufigkeit der Hamstrings sowie der Schweregrad reduziert werden. Bei falscher Intensität können Verletzungen jedoch begünstigt werden.	7/14
R. P. Pope R. D. Herbert J. D. Kirwan B. J. Graham	Effekt von Stretching der Muskulatur während dem Aufwärmen auf das Risiko von übungsabhängigen Verletzungen untersuchen.	RCT	1538 männliche Armeeerkruten.	Die Messungen sind valide. Über die Reliabilität kann keine Aussage gemacht werden.	Stretchingprogramm für sechs verschiedene Muskelgruppen der unteren Extremität während dem Aufwärmen vor dem Training.	Kein signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Interventionsgruppen.	Stretching hat keine positiven Auswirkungen auf das Verletzungsrisiko bei Armeeerkruten. Eventuell zurückzuführen auf zu kurze Stretchingdauer.	13/14
M. Amako T. Oda K. Masuoka H. Yokoi P. Campisi	Untersucht statisches Stretching der Muskulatur als Prävention von trainingsbedingten Verletzungen.	CCT	901 männliche Armeeerkruten.	Über die Reliabilität kann keine Aussage gemacht werden. Validität ist nicht gewährleistet.	Statisches Stretchingprogramm für Muskelgruppen der oberen und unteren Extremität vor und nach jedem Training.	Signifikant tiefere Verletzungsrate bei Muskel- und Sehnenverletzungen in Interventionsgruppe.	Statisches Stretching vor und nach Training kann Muskel- und Sehnenverletzungen vorbeugen aber nicht Knochen-, Bänder- oder Gelenkverletzungen.	10/14