

Bachelorarbeit

Verhindert Dehnen das Auftreten von Muskelkater bei Sportlern?

Bichsel Stéphanie

Bitziusweg 9

3432 Lützelflüh

S07-166-333

Departement:

Gesundheit

Institut:

Institut für Physiotherapie

Studienjahr:

2007

Eingereicht am:

21. Mai 2010

Betreuende Lehrperson:

Frau S. Schächtelin

Inhaltsverzeichnis

1 Abstract	1
2 Einleitung	2
2.1 Problematik	2
2.2 Zielsetzung	3
2.3 Fragestellung	4
2.4 Bemerkungen	4
3 Methodik	5
4 Theorie	7
4.1 Muskelkater	7
4.1.1 Mythos Laktat	8
4.1.2 Ursache des Muskelkaters	8
4.2 Dehnen	10
4.2.1 Wirkungsmechanismen und Dehneffekte	10
4.2.2 Dehnmethoden	11
4.2.3 Bedeutung für die Praxis	12
5 Hauptteil	14
5.1 Studien	14
5.1.1 Präsentation Studien	14
5.1.1.1 <i>Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise</i>	14
5.1.1.2 <i>Effects of postexercise recovery procedure following strenuous stair-climb running</i>	16

5.1.1.3 <i>A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness</i>	19
5.2 Review	21
5.2.1 Präsentation Review	21
5.2.1.1 <i>Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise</i>	21
6 Diskussion _____	24
6.1. Diskussion Studien	24
6.2. Diskussion Review	26
6.3. Diskussion Studien und Review	28
6.4 Transfer Theorie – Praxis	29
6.5 Limitationen	29
6.7 Empfehlung für weitere Studien	30
7 Schlussfolgerung _____	31
8.1 Studien / Review	32
8.2 Literatur	32
8.3 Abbildungen	34
9 Danksagung _____	35
10 Eigenständigkeitserklärung _____	36
11 Anhang _____	A

1 Abstract

Kontext: Dehnen ist unter Sportlern weit verbreitet und wird oft als Prophylaxe von Muskelkater angewendet. Aktuell herrscht jedoch Unklarheit über die tatsächlichen Effekte des Dehnens auf Muskelkater und dessen Symptome.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist herauszufinden, ob Dehnen Muskelkater verhindern oder dessen Intensität lindern kann. Es soll ein Überblick über die aktuelle Literatur zum Thema „Dehnen als Prophylaxe von Muskelkater“ geschaffen, die Ergebnisse erörtert und eine Empfehlung für die Praxis abgegeben werden.

Methoden: Eine elektronische Recherche in den für die Physiotherapie relevanten Datenbanken ohne Sprachlimitation stellt die Grundlage dar. Es werden ausschliesslich Untersuchungen ab dem Publikationsjahr 2006 in die Arbeit eingeschlossen. Die verwendeten drei Studien und das Review werden nach wissenschaftlichen Kriterien bewertet und deren Resultate verglichen. Zum Schluss wird ein Fazit daraus erarbeitet und somit eine Empfehlung für die Praxis abgegeben.

Resultate: Von den ausgewählten drei Studien stellen zwei keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontroll- und Dehngruppe fest. Die dritte Studie, welche zugleich am meisten wissenschaftliche Kriterien erfüllt, kann einen signifikanten Unterschied feststellen. Das untersuchte Review zeigt eine minimale Reduktion der Muskelschmerzen, welche jedoch nicht signifikant ist und demnach Muskelkater nicht positiv beeinflusst werden kann.

Schlussfolgerung: Werden die grossen Unterschiede bezüglich der Heterogenität, der Wissenschaftlichkeit und der verschiedenen Resultate der Studien berücksichtigt ist es schwierig, ein definitives Fazit abzugeben. Die Autorin zieht jedoch die Schlussfolgerung, dass mit Dehnen die Entstehung und Intensität des Muskelkaters gelindert werden kann, auch wenn der Effekt nicht gross ist.

2 Einleitung

Jeder kennt das Gefühl – man hat hart trainiert und ein bis zwei Tage später treten Schmerzen in den Muskeln auf. Die Rede ist von Muskelkater.

Die meisten Leute dehnen vor oder nach dem Training oder auch beide Male. Man denkt, so Muskelkater und andere Verletzungen, wie Zerrungen, vorzubeugen. Viele dehnen auch, weil man es einfach schon immer so gemacht hat. Jamtvedt, Herbert, Flottorp, Odgaard-Jensen, Havelrud, Barratt, ...Oxman (2009) befragten in ihrer Studie 2377 Sportler zu ihrem Trainingsverhalten und Dehngewohnheiten. Davon gaben 1272 Personen an, dass sie regelmässig dehnen. 70% davon nach, 8% vor und 22% vor und nach dem Training. Als Grund des Dehnens, gab etwa ein Drittel (32%) Prävention von Muskelkater an, gefolgt von Leistungsverbesserung (19%) und Reduzierung des Verletzungsrisikos (17%). Dabei wurden hauptsächlich Einzelsportler befragt. In Teamsportarten wird in der Regel noch mehr gedehnt, da es für viele Trainer zum Trainingsablauf nach dem Warm-Up oder Cool-Down dazugehört und alle zusammen dehnen.

2.1 Problematik

Die meisten Sportler, Trainer, Betreuer und Physiotherapeuten wissen jedoch nicht genau, weshalb und ob man eigentlich wirklich dehnen sollte.

Wie die Autorin bereits selber festgestellt hat, kommt seitens der Betroffenen immer mehr die Frage auf, ob Dehnen gegen Muskelkater hilft oder nicht. Viele der Sportler haben bereits erfahren, dass Dehnen ein umstrittener Punkt ist und sind deshalb verunsichert. Auch Trainer und Therapeuten geben verschiedene Empfehlungen ab. Dehnen im Zusammenhang mit Muskelkater ist tatsächlich ein umstrittenes Thema. Selbst in der Forschung ist man sich bis heute nicht einig, ob und welche Auswirkungen Dehnen auf die Prophylaxe von Muskelkater hat. Es gibt zwar viele Studien in diesem Zusammenhang, jedoch keine einheitlichen Ergebnisse. Bis Mitte der 80er Jahre wurde angenommen, dass mittels Dehnen die Gefahr von Muskelkater nach dem Training gesenkt werden kann. Zu dieser Erkenntnis kamen unter anderem Abraham (1977) sowie Rodenburg, Steenbeek, Schiereck und Bär (1994) in ihren Studien.

Im letzten Jahrzehnt bewiesen allerdings mehrere Studien und Reviews das Gegenteil. Herbert und de Noronha (2007) zeigten in ihrem Review, dass Dehnen keine positiven Auswirkungen auf die Prophylaxe von Muskelkater hat. Dies ist, wie die Autorin feststellte, zugleich eine weitverbreitete vertretene Meinung von Physiotherapeuten.

Weshalb will man Muskelkater überhaupt verhindern?

Erstens hat Muskelkater den positiven Aspekt, dass es dadurch zu einer Muskelhypertrophie kommt und zweitens ist es für den Körper nicht schädlich, da sich die Verletzungen wieder vollständig regenerieren (Siehe auch Kapitel 4.1).

Was ist also das Ziel von Dehnen?

Das Problem an Muskelkater ist der Schmerz. Die Intensität kann dabei von einem leichten Ziehen bis zu sehr starken Schmerzen variieren. Dies kann soweit führen, dass freies Bewegen im Alltag nicht mehr möglich ist. Für viele Sportler, welche regelmässig trainieren oder Wettkämpfe bestreiten, kann es belastend sein, da durch den Muskelkater ihre Leistungen eingeschränkt werden. Ziel ist es somit, das Auftreten der unangenehmen Schmerzen und der daraus folgenden Einschränkungen zu verhindern oder die Intensität möglichst gering zu halten.

2.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Forschungsstand bezüglich des Dehnens als Prophylaxe von Muskelkater zu beschreiben.

Das neuste Review, welches der Autorin bekannt ist, ist von Herbert et al. im Jahr 2007 erschienen. In diesem und in älteren Reviews wurde oft die Anzahl der Studienteilnehmer der bewerteten Studien bemängelt und für weitere Studien als Forschungslücke definiert. Seit dem Review von Herbert et al. (2007) sind jedoch bereits mehrere neue Studien im Zusammenhang von Muskelkater und Dehnen erschienen. Unter anderem haben Jamtvedt et al. 2009 eine Studie veröffentlicht. Diese hat die oben genannte Forschungslücke mit einer grossen Studienteilnehmerzahl von 2377 Personen behoben. Seit dem letzten Review sind also neue relevante Erkenntnisse bezüglich Muskelkaterprophylaxe durch Dehnen erschienen. Ziel dieser Arbeit ist es

nun, diese neuen Studien zu beurteilen und somit einen aktuellen Überblick über den Forschungsstand zu gewinnen.

Daraus soll eine Anleitung für den Sportalltag und die Praxis abgeleitet werden. Dies kann Trainern, Sportlern und Physiotherapeuten helfen den richtigen Einsatz von Dehnen in Bezug zu Muskelkater zu bestimmen.

2.3 Fragestellung

Aus der Problematik und der Zielsetzung ergibt sich folgende Fragestellung:

„Kann durch Dehnen vor oder/und nach dem Training das Auftreten von Muskelkater bei Sportlern verhindert oder die Intensität gelindert werden?“

Ist es möglich, dass Dehnen, und die daraus folgenden Effekten, die Ursachen der Entstehung von Muskelkater und dessen Symptomen verhindern, respektive die Intensität mildern können?

Bei der Dehnmethode oder der Zeitpunkt wann gedehnt wird finden keine Eingrenzungen statt.

2.4 Bemerkungen

Entsprechend dem Grundsatz der Gleichberechtigung von Frau und Mann gelten alle Personen- und Funktionsbezeichnungen, ungeachtet der angewandten Sprachform, für beide Geschlechter.

Unter dem Begriff „Sportler“ werden in dieser Arbeit nicht nur Profisportler, sondern auch Amateure und Hobbysportler, welche regelmässig, mehrmals in der Woche, Sport treiben, zusammengefasst.

3 Methodik

Nach Festlegung der Fragestellung stand die Literaturrecherche im Vordergrund. Als erstes wurde anhand von Büchern und Artikeln im Internet das Wissen über die beiden Themen „Dehnen“ und „Muskelkater“ vertieft. Parallel dazu begann die intensive Suche nach Studien in den physiotherapeutisch relevanten Datenbanken wie PEDro, Pubmed, Medline, CINAHL und The Cochrane Library, mit den verschiedenen Keywords. Die Keywords „Delayed onset muscle soreness“, „prevention“, „stretching“, „soreness“, „muscle damage“, „DOMS“ und „eccentric training“ wurden mit den Begriffen AND und OR kombiniert. Bei der Suche wurden nur Studien mit einbezogen, welche ab dem Jahr 2006 erschienen sind, da Herbert et al. (2007) ihre Suche in diesem Jahr abgeschlossen haben und so Überschneidungen verhindert werden konnten. Bei der Sprache der Suchergebnisse hat keine Limitierung stattgefunden. Trotzdem sind alle als zulässig erachteten Studien in der englischen Sprache verfasst worden. Die Literaturrecherche hat im Zeitraum zwischen Juli 2009 und Februar 2010 stattgefunden.

Bedingung für die Zulassung war, dass es sich um gesunde Probanden ohne grössere körperliche oder psychische Einschränkungen handelte. Es wurden alle Dehnungsmethoden mit einbezogen, ausser Kombinationen mit anderen Interventionen wie Massage oder Eisbäder.

Die als zulässig empfundenen Studien wurden anhand des Abstracts auf ihre Relevanz bezüglich der Fragestellung beurteilt und weiter selektiert. Nach dieser ersten Beurteilung blieben sechs Studien übrig, welche gelesen und in der Matrix aufgeführt wurden. Die Ausschluss- und Einschlusskriterien sind der Tabelle zu entnehmen (siehe Anhang A). So blieben zum Schluss noch drei Studien übrig, welche für diese Arbeit nützlich erschienen.

Anschliessend ging es um die Bewertung der neuen Studien. Sie wurden erst mit dem „Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group“ Bewertungsbogen, demselben wie Herbert et al. (2007) in ihrem Review benutzten, beurteilt. Der Autorin erschien dieses Tool jedoch nicht als optimal zur Beurteilung und entschied sich deshalb, die Studien zusätzlich mit dem Bewertungsbogen „Critical Review Form – Quantitative Studies“ von Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch und Westmorland

(1998), zu beurteilen. Das Review von Herbert et al. (2007) wurde mit dem Bewertungsbogen „Critical Appraisal Skills Programme“ von Oxman, Cook und Guyatt (1994) beurteilt. Die Studien und das Review wurden kurz anhand der wichtigsten Punkte erläutert und die Hauptkritikpunkte aufgelistet. Erst im Diskussionsteil wurden die Studien und ihre Ergebnisse untereinander verglichen und kritisch beurteilt. Das Review steht für sich. Zum Schluss folgte noch ein Vergleich der Ergebnisse des Reviews mit denen der beurteilten Studien.

Aus den gewonnenen Ergebnissen und Erkenntnissen wurde am Ende, eine Empfehlung für den Sportalltag und die physiotherapeutisch Praxis abgegeben, welche die Relevanz von Dehnen im Bezug zu Muskelkater erläutern sollte.

4 Theorie

4.1 Muskelkater

Jeder kennt Muskelkater und hat es bestimmt schon einmal selber erlebt. Gemäss Reinberger (2008), können zwei verschiedene Arten von Muskelschmerzen unterschieden werden. Zum einen gibt es den akuten Schmerz, welcher während oder unmittelbar nach der Übung auftritt. Zum anderen wird der verzögerte Muskelschmerz beschrieben, welcher sich erst nach zirka zwölf Stunden entfaltet. Wenn von Muskelkater die Rede ist, spricht man vom verzögerten Muskelschmerz. Die englische Bezeichnung von Muskelkater ist „Delayed onset muscle soreness“, kurz DOMS, was wörtlich übersetzt „verzögert auftretender Muskelschmerz“ heisst und den Muskelkater noch präziser definiert.

Da der akute Schmerz nicht Teil der Fragestellung ist, wird in dieser Arbeit nur noch auf den verzögerten Muskelschmerz, also Muskelkater im eigentlichen Sinn, eingegangen.

Zu Muskelkater kommt es, wenn eine ungenügende intramuskuläre Koordination vorhanden ist. Muskelkater tritt häufig nach ungewohnter körperlicher Aktivität, nach längeren Pausen oder neuen, noch nicht beherrschten Bewegungen auf, so Freiwald (2009). Aber auch besonders starke Belastungen bei trainierten Sportlern können Muskelkater auslösen. Nach exzentrischem Training tritt er häufiger auf als nach dynamisch-konzentrischem oder statischem.

Laut Böning (2002) kann Muskelkater verschiedene Symptome beinhalten und muss nicht immer gleich intensiv sein. Unter anderem können die Muskeln anschwellen, steif, hart, kraftlos oder druckempfindlich werden und das Bewegungsausmass der beteiligten Gelenke kann eingeschränkt sein. Doch auch wenn die Schmerzen sehr stark und unangenehm sein können, hinterlässt Muskelkater keine bleibenden Schäden. In der Regel haben die Schmerzen nach ein bis drei Tagen ihren Höhepunkt erreicht und dauern maximal eine Woche an (Böning, 2002).

4.1.1 Mythos Laktat

Jahrelang war man der Überzeugung, dass Muskelkater aufgrund einer Übersäuerung des Muskels durch Milchsäure ausgelöst wird. Erst durch intensive Forschungen in den letzten 20 Jahren, wurde diese These verworfen. Die Hypothese der Übersäuerung kann durch zwei Fakten widerlegt werden. Zum einen müsste nach der Laktathypothese Muskelkater besonders nach Belastungen auftreten, bei welchen viel Milchsäure entsteht, was zum Beispiel bei einem 400-Meter-Lauf der Fall wäre. Doch die Praxis zeigt, dass Muskelkater eher nach Krafttraining auftritt, wo nicht viel Laktat gebildet wird. Zum anderen hat Laktat eine Halbwertszeit (Die Zeit, die es braucht um die Hälfte der Stoffe abzubauen) von etwa 20 Minuten. Muskelkater tritt aber erst 12-24 Stunden später auf, nachdem sich der Laktatspiegel bereits normalisiert hat (Wikipedia, 2009).

Durch weitere Forschungen und neue Erkenntnisse konnte bewiesen werden, dass andere Ursachen der Grund für Muskelkater und dessen Symptome sind.

4.1.2 Ursache des Muskelkaters

Heute weiss man, dass kleine Mikrotraumas für die Entstehung von Muskelkater zuständig sind. Dies konnte erst durch elektromikroskopische Untersuchungen nachgewiesen werden. Fridén, Sjöström und Ekblom (1983) gehörten zu den ersten, welche in ihrer Studie bewiesen, dass Schäden an den sogenannten Z-Scheiben zu den Ursachen von Muskelkater gehören. Sie entnahmen aus den Oberschenkeln der Versuchspersonen unmittelbar und einige Tage nach dem Training Muskelproben. In 20 bis 30 Prozent der Muskelfasern fanden Schäden insbesondere an den Z-Scheiben statt sowie zerstörte Filamente, Zellmembrane und Mitochondrien.

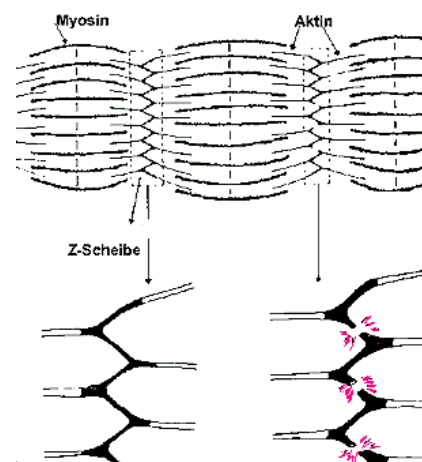


Abb. 1: Verletzungen an den Z-Scheiben der Sarkomere. Böning, (2002)

Weshalb kommt es zu diesen Rissen an der Z-Scheibe?

Zur Veranschaulichung hilft die Erklärung von Reinberger (2008) aus seinem Artikel über Muskelkater. Um ein Gewicht zu heben oder zu überwinden, aktiviert unser

Nervensystem viele Muskelfasern, die sich die Arbeit teilen. Beim Abstieg oder Nachlassen eines Gewichtes, also bei exzentrischer Muskelarbeit, werden weniger Muskelfasern aktiviert um das Gewicht abzufangen. Zudem erfährt der Muskel bei solchen Bewegungen eine Dehnung, welcher er mittels Kontraktion entgegenwirken muss. Obwohl beispielsweise beim Bergsteigen das gleiche Gewicht (Körpergewicht) sowohl beim Auf- wie beim Absteigen vorhanden ist, werden beim Abstieg weniger Fasern rekrutiert, was zur Folge hat, dass diese überlastet sind und es so zu mikroskopisch feinen Verletzungen kommt. Ein trainierter Bergsteiger leidet deutlich weniger darunter. Sein Körper hat gelernt mehr Muskelfasern zu aktivieren und hat so eine bessere intramuskuläre Koordination. Aber nicht nur bei exzentrischen Übungen kommt es zu diesen Verletzungen, sondern auch nach extrem starken, vor allem konzentrischen oder statischen Belastungen, die sich der Muskel nicht gewohnt ist. In diesem Fall ziehen die Aktinfilamente an der Z-Scheibe so stark, dass es zu Rissen in den Scheiben kommt, so Reinberger (2008).

Wieso treten die Schmerzen erst verzögert auf?

Die Empfindung bei Muskelkater wird jedoch nicht durch diese Verletzungen hervorgerufen. Denn obwohl die Verletzungen unmittelbar nach, respektive während der Kontraktion auftreten, spüren wir den Schmerz erst später. Laut Böning (2002), liegt der Grund, weshalb der Schmerz nicht direkt nach der Verletzung spürbar ist, darin, dass die Schmerznervenendigungen extrazellulär im Bindegewebe liegen. Damit es also zur Wahrnehmung von Schmerz kommt, müssten auch an dieser Stelle Risse entstehen, welche sofort spürbar wären. Also muss es noch einen anderen Grund geben. Die beschädigten Strukturen werden in der Zelle erst abgebaut, bevor die Spaltprodukte nach aussen treten und dort die Nervenendigungen reizen was zu Schmerzen führt. Zudem saugen die Zellen wegen der Spaltprodukte der Entzündung Wasser auf, was zur Zellschwellung führt. Dies verursacht eine Gefässeinengung und somit eine Verschlechterung der Durchblutung und verursacht ebenfalls Schmerzen. Ausserdem führen Muskelschmerzen reflektorisch zu Verspannungen, welche die Durchblutung weiter herabsetzen und so einen Teufelskreis bilden (Böning, 2000). All dies, das Anlaufen der Autolyse (Selbstabbau/-zerfall der Zellen) und Entzündung erklärt das verzögerte Auftreten der Symptome des Muskelkaters.

4.2 Dehnen

Seit vielen Jahren gehört Dehnen für die meisten Sportler zum alltäglichen Training. Gemäss Freiwald, Engelhardt, Konrad und Gnewuch wurde bis in die 80er Jahre hauptsächlich federnd und wippend gedehnt, mit dem Hauptziel, die Beweglichkeit zu verbessern und sich für das Training oder den Wettkampf warm zu machen. Erst in den Achtzigern respektive Neunzigern bekam das Dehnen eine grössere Beachtung und wurde so dann schnell als unfunktionell betrachtet. Man vermutete, dass die ruckartigen Bewegungen reflektorisch Kontraktionen auslösen könnten. So wurden die schwingenden Bewegungen weitgehend durch statisches Stretching ersetzt. Diese Dehntechnik beinhaltet eine langsame und gehaltene Dehnung (Freiwald et al., 1999).

Da Dehnen ein sehr komplexes Thema ist, über welches man sich bis heute noch nicht einig ist, kann es in dieser Arbeit nicht im Detail erklärt werden. Es wird also nur auf die für die Arbeit relevanten Aspekte eingegangen.

4.2.1 Wirkungsmechanismen und Dehneffekte

Wirkung auf die Sarkomere

Früher war man der Annahme, dass mittels Dehnen der Muskel verlängert wird. Damit es jedoch zu einer Verlängerung kommt, müssten mehr hintereinander geschaltete Sarkomere aufgebaut werden. Durch normales Dehnen ist dies jedoch nicht der Fall, denn der Muskel kommt nach dem Dehnen wieder in seine ursprüngliche Länge. Verantwortlich dafür ist das Molekül Titin. Titin ist ein Strukturprotein, welches Aktin- und Myosinfilamente elastisch miteinander und mit der Z-Scheibe verbindet. Diese molekulare Feder ist für die Ruhespannung, wie auch für den Dehnungswiderstand und die Elastizität im Muskel verantwortlich (Freiwald, 2009).

Wirkung auf die Durchblutung

Die Muskulatur verfügt über eine gute Vaskularisation und somit einer optimalen Bereitstellung von Nährstoffen, wie auch dem Abtransport von Stoffwechselprodukten. Ist die Durchblutung jedoch durch erhöhten Tonus eingeschränkt, kommt es zur Beeinträchtigung. Dehnen bewirkt durch wiederholte isometrische Vorspannung und der daraus folgenden Tonusregulation eine Steigerung der Durchblutung und somit des Stoffwechsels (Freiwald, 2009).

Freiwald et al. (1999) zeigten jedoch, dass statisches Dehnen direkt nach kraftausdauernder Aktivität sich eher negativ auswirkt. Endgradige Dehnstellungen können die kapillaren Blutversorgungen unterbrechen und somit die Unterstützung der unmittelbaren Regeneration behindern. Deshalb empfehlen sie eher dynamische Dehnungen nach dem Training.

4.2.2 Dehnmethode

Wird in der Literatur nach Dehnungsmethoden gesucht, ergibt sich mittlerweile eine kaum noch überschaubare Anzahl an verschiedenen Möglichkeiten. Verschiedene Kombinationen, wie auch unterschiedliche Bezeichnungen, machen eine Übersicht kaum möglich.

In dieser Arbeit werden die beschriebenen Methoden auf die drei häufigsten angewendeten Dehnarten beschränkt.

Lindel (2006) teilt die Dehnmethoden wie folgt ein:

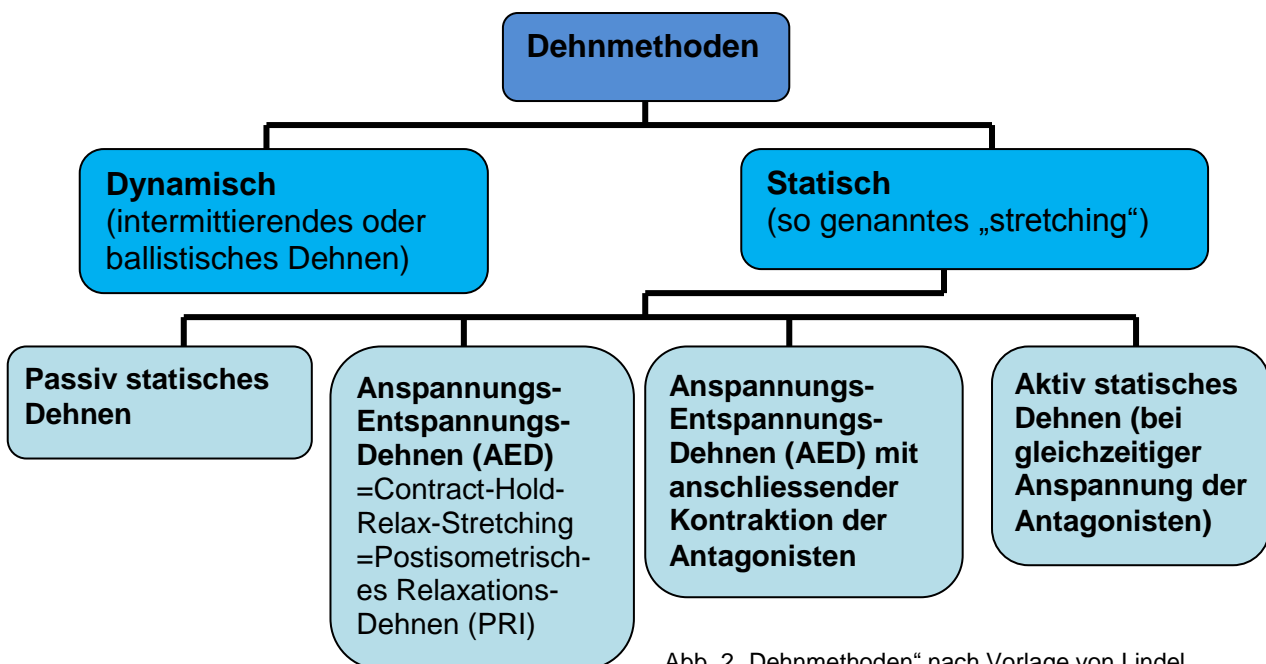


Abb. 2 „Dehnmethode“ nach Vorlage von Lindel (2006)

Dynamisches Dehnen

Beim dynamischen Dehnen, auch intermittierendes oder ballistisches Dehnen genannt, kommt es am Bewegungsende zu wiederholten rhythmischen Bewegungen

oder wippendem Nachfedern. Dabei handelt es sich nicht um ruckartige Streckungen, sondern um gezielte, kontrollierte Bewegungen, so Lindel (2006).

Vorteile des dynamischen Dehnens liegen darin, dass die inter- und intramuskuläre Koordination geschult wird und es zu einer Durchblutungssteigerung kommt. Da jedoch schnelle, unkontrollierte Bewegungen reflektorisch eine Kontraktion hervorrufen können, muss auf die richtige Ausführung geachtet werden (Freiwald, 2009).

Statisches Dehnen

Der Muskel wird langsam und kontrolliert in die Länge gezogen und diese Position wird über längere Zeit (meist 15-30 Sekunden) gehalten. Beim aktiven, statischen Dehnen wird die Position durch Kontraktion des Antagonisten eingenommen (Lindel, 2006).

Laut Freiwald (2009) kann statisches Dehnen unmittelbar vor dem Sport eingesetzt werden und so zu einer erhöhten Flexibilität der Gelenke führen. Statisches Dehnen empfiehlt sich jedoch nicht bei Sportarten mit schnellkräftigen Belastungen.

Anspannungs-Entspannungs-Dehnen

Laut Lindel (2006) gehört diese Methode zu den statischen Dehnungen, dabei wird auf ein Zusammenspiel von Agonist und Antagonist gesetzt. Der zu dehnende Muskel wird in die eingeschränkte Bewegungsrichtung gebracht. In dieser Position wird der Muskel aktiv isometrisch angespannt. Anschliessend wird er während etwa einer Sekunde entspannt und danach passiv verlängert (Lindel, 2006).

Mit dieser Technik wird durch die isometrische Vorspannung eine Spannungserhöhung in den Sehnen erreicht, welches zu einer autogenen Hemmung führt (Freiwald, 2009).

4.2.3 Bedeutung für die Praxis

Durch die unterschiedlichen Wirkungen der Methoden muss überlegt werden, welche Effekte beim Dehnen vor und nach dem Training ausgelöst werden sollen. Deshalb werden hier Dehnungen vor und nach dem Training getrennt betrachtet.

Dehnungen vor dem Training

Wie bereits erklärt, entsteht Muskelkater oft aufgrund einer ungenügenden intramuskulärer Koordination. Demnach sollte vor dem Training, respektive Wettkampf das Ziel sein, diese zu verbessern. Durch dynamisches Dehnen wird die inter- und intramuskuläre Koordination geschult, was zu einer vermehrten Aktivierung der Muskelfasern führt. Somit ist die Belastung für die einzelnen Fasern weniger gross und die Gefahr von Überbelastung und daraus folgenden Mikroverletzungen geringer. Laut Lindel (2000; zit. nach Zahnd, 2006, S. 28), bietet sich statisches Dehnen nicht als Aufwärmprogramm an, da es eine Leistungsverminderung und Verletzungsrisiko zur Folge haben kann, besonders bei maximalen und explosiven Belastungen. Es ist allgemein sehr wichtig, dass vor dem Dehnen immer ein Warm-Up absolviert und nicht in kaltem Zustand gedehnt wird.

Dehnen nach dem Training

Falls es zu Mikrotraumas im Sinne von Muskelkater kommt, ist dies während dem Training oder unmittelbar danach nicht feststellbar. Daher muss man reagieren, auch wenn noch keine Symptome vorhanden sind. Schober et al. (1990, zit. nach Freiwald, 1999) stellten fest, dass sich statisches Dehnen auf die Regeneration nach kraftausdauernden Leistungen negativ auswirkt. Sie erklärten dies mit der Annahme, dass die endgradige Dehnstellung die kapillare Blutversorgung unterbricht. Doch für die Regeneration und den Abtransport von Entzündungsprodukten nach Mikrotraumas ist eine gute Blutversorgung zu gewährleisten. Daraus folgend empfiehlt sich eher dynamisches Dehnen und dies auch erst nach einer Latenzzeit von mehr als einer Stunde (Reinberg, 2008).

Verspürt man nach einiger Zeit die typischen Muskelkatersymptome, kann man wiederum mit Dehnen intervenieren. In diesem Fall gilt es mit grosser Vorsicht zu dehnen, damit es nicht zu neuen Mikrotraumas oder zu Retraumas führt. Dies bedeutet, dass nicht über die Schmerzgrenze gedehnt werden darf. Im Falle von Muskelkater ist aufgrund des hohen Tonus in der betroffenen Muskulatur, oft die Durchblutung vermindert. Leichte statische Dehnungen sollen den Tonus regulieren und so die Durchblutung verbessern. Dies soll helfen, die Entzündungsprozesse im Muskel positiv zu beeinflussen und so die Heilung zu fördern. Zudem können laut Freiwald et al. (1999) Dehnungen die Schmerzgrenze senken, wobei lediglich das Symptom gelindert wird.

5 Hauptteil

In diesem Teil der Arbeit werden die ausgewählten Studien und das Review beschrieben. Zuerst werden sie alle einzeln präsentiert. Die Darstellung der wichtigsten Aspekte, wie Zweck, Design, Teilnehmer, Intervention, Messungen und Ergebnissen, schaffen einen Überblick. Anschliessend werden die wichtigsten Kritikpunkte der einzelnen Arbeiten erläutert, welche anhand des Beurteilungsbogens von Law et al. (1998) definiert wurden. Die genauere Auseinandersetzung mit den Studien und dem Review wird in der Diskussion (Kapitel 5) dargestellt.

5.1 Studien

5.1.1 Präsentation Studien

5.1.1.1 Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise

Publikation	LaRoche, D. P., Connolly, A. J. The American Journal of Sports Medicine, 2006
Zweck	Die Studie untersuchte, ob vier Wochen statisches, respektive dynamisches Dehnen die Zunahme von Schmerzen und die Abnahme von Flexibilität nach exzentrischem Training schwächt.
Design	Randomisierte, kontrollierte Labor-Studie.
Teilnehmer	<ul style="list-style-type: none">• Personen konnten freiwillig unter den folgenden Bedingungen teilnehmen: Alter 18 – 60, kein Kraft- oder Beweglichkeitstraining in den letzten sechs Monaten und in ihrer Freizeit aktiv.• Es gab nur männliche Studienteilnehmer.• N = 29• <i>Statische-Gruppe</i>: 9; Durchschnittsalter: 31.0• <i>Dynamische-Gruppe</i>: 10; Durchschnittsalter: 28.2• <i>Kontroll-Gruppe</i>: 10; Durchschnittsalter: 35.1
Intervention	<ul style="list-style-type: none">• <i>Stretching</i>: Im Stand gestreckte Beine zirka Schulterbreit, mit den Händen zu den Füßen hinunter bis ein leichtes Ziehen spürbar ist.

	<p>Rücken dabei gestreckt und Knie leicht gebeugt halten. Dies während vier Wochen dreimal wöchentlich 10 x 30 Sekunden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Statische-Gruppe</i>: Langsam die oben beschriebene Position einnehmen und während 30 Sekunden halten. • <i>Dynamische-Gruppe</i>: In die beschriebene Dehnung dynamisch, im Sekundentakt, ein und aus gehen. • <i>Kontroll-Gruppe</i>: Kein Stretching, führte ihre Aktivitäten wie gewohnt fort. • <i>Alle</i>: Während der Studie wurden die Teilnehmer aufgefordert, kein Kraft- oder Beweglichkeitstraining der Unteren Extremitäten oder strenge körperliche Aktivitäten durchzuführen. Nach diesen vier Wochen Dehnen absolvierten alle ein Krafttraining der Hamstrings an vier darauffolgenden Tagen. Dies auf einer Leg curl, mit 70% der individuellen Maximalkraft, welche vorher getestet wurde. Die Übung führten sie dreimal mit 15 Wiederholungen und zwei Minuten Pause dazwischen durch.
Messungen	<ul style="list-style-type: none"> • Intensität von Muskelkater wurde anhand einer VAS bewertet (0 = „keine Schmerzen“ und 100 = „schlimmst mögliche Schmerzen“). • Die VAS mussten sie an allen vier Tagen des Krafttrainings ausfüllen.
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Es gab einen signifikanten Unterschied im Bezug auf die Zeit und die Zunahme der Schmerzbewertung zwischen den Test-Tagen (24, 48, 72 Stunden später) ($p < 0.05$). • Obwohl der Unterschied zwischen den Gruppen nicht signifikant war, wies die Kontrollgruppe eine grössere Zunahme der Intensität der Muskelschmerzen auf.
Spezielles	<ul style="list-style-type: none"> • Neben Muskelkater wurde auch noch das Bewegungsausmass, die Maximalkraft und Steifigkeit gemessen.

Kritik

Bei der Studie von LaRoche et al. (2006) handelt es sich um eine Laborstudie. Dies kann den Transfer in den Alltag erschweren, da hier andere Voraussetzungen oder Hilfestellungen vorhanden sind.

Die Teilnehmer sind nicht verblindet, was zu einer Verzerrung der Resultate führen kann. Wenn eine Person weiss, worum es in der Studie geht und in welcher Interventionsgruppe er ist, kann dies die subjektive Bewertung der Schmerzempfindung beeinflussen, da sie den erwarteten Effekt kennen.

Zudem hatten die verschiedenen Interventionsgruppen nicht das gleiche Programm während den vier Wochen Training. Die Stretching-Gruppe absolvierte dreimal wöchentlich zehn Minuten ein lockeres Fahrradergometertraining. Im Gegensatz dazu trainierte die Kontroll-Gruppe wie gewohnt weiter. Dies hat zur Folge, dass zum Zeitpunkt der vier Testtage, neben dem Unterschied der Stretching-Intervention, auch die Trainingsgewohnheiten der letzten vier Wochen unterschiedlich waren. So steigen die Teilnehmer unter verschiedenen Voraussetzungen in die Testphase.

Die Teilnehmerzahl von 29 Personen ist eher klein, damit eine gute Auswertung der Resultate gemacht werden kann. Dazu kommt, dass es sich bei den Teilnehmern nur um männliche Probanden handelte, was nicht die gesamte Population repräsentiert.

Wenn man genaue Daten haben möchte, müsste man von den Teilnehmern wissen, ob sie in den letzten sechs Monaten in den unteren Extremitäten je Muskelkater hatten. Wäre dies der Fall gewesen, hätte das zur Folge, dass Symptome nicht mehr oder nur abgeschwächt auftreten würden. Auf diese Angaben haben die Autoren jedoch verzichtet.

5.1.1.2 Effects of postexercise recovery procedure following strenuous stair-climb running

Publikation	Robey, E., Dawson, B., Goodman, C., Beilby, J. Research in Sports Medicine, 2009
Zweck	Die Studie verglich den Effekt von heiss/kalt Wasserbäder, statischem Dehnen und keiner Intervention (Kontrollgruppe) auf die Beinmuskelfkraft, Ruderleistung sowie Indikatoren von Muskelkater und Verletzungen nach anstrengendem Treppensteigen.
Design	Semi-Randomisiert: Teilnehmer wurden zufällig auf die Gruppen zugeteilt. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass die Klublevel- und Elitelevel-Ruderer gleichmässig verteilt waren. Labor-Studie
Teilnehmer	• Die Teilnehmer waren alle aktive Ruderer des „Amateur Rowing

	<p>Association of Western Australia“ Klub. Eine Gruppe war Klubruderer und die andere Junior-Elite-Ruderer.</p> <ul style="list-style-type: none"> • N = 20 • <i>Klub</i> = 14; w: 6 / m: 8; Alter (mean): 20,8 • <i>Elite</i> = 6; w: 2 / m: 4; Alter (mean): 18,6
Intervention	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stretching-Gruppe</i>: Statisches Dehnen von acht verschiedenen Muskelgruppen der Unteren Extremitäten für zweimal 30 Sekunden. Direkt nach dem Lauf, nach 24 und 48 Stunden. • <i>Kontroll-Gruppe</i>: Teilnehmer blieben während 15 Minuten sitzen. • <i>Alle</i> absolvierten einen Lauf von 3,6 km, welchen sie so schnell wie möglich durchlaufen mussten. Dieser beinhaltete ein Treppe mit 242 Stufen, welche sie mit maximaler Geschwindigkeit auf- und absteigen mussten.
Messungen	<ul style="list-style-type: none"> • Elite- und Klubruderer sind aufgrund des unterschiedlichen Levels und Trainingsprogramms separat bewertet worden. • Intensität von Muskelkater wurde auf einer Skala von 1-7 angegeben (1 = sehr, sehr gut und 7 = sehr, sehr schmerzhaft). • unmittelbar vor und nach dem Lauf sowie 24, 48 und 72 Stunden danach wurde gemessen. Bei den drei letzten wurden jeweils 18 Tritte ab- und aufgestiegen, um die Muskelschmerzen besser beurteilen zu können.
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Die Einschätzung der Intensität von Muskelkater wies keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen auf. • Alle Interventionsgruppen wiesen jedoch einen signifikanten Unterschied im Bezug auf die Zeit auf ($p < 0.001$). <ul style="list-style-type: none"> – Bei den Klub-Ruderer stieg die Intensität unmittelbar nach dem Lauf signifikant an ($p < 0.05$). Diese erreichten den Höhepunkt nach 24 Stunden und war 48 und 72 Stunden später immer noch signifikant über dem Startwert. – Die Elite-Ruderer wiesen ein ähnliches Muster auf, erreichten den Höhepunkt jedoch unmittelbar nach dem Lauf.
Spezielles	<ul style="list-style-type: none"> • Neben dem Dehnen wurde auch der Effekt von heiss/kalt Wasser-

<p>bäder getestet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zudem wurde auch die maximale Beinmuskelfkraft, die Ruderleistung und Kreatinkinase getestet und gemessen. • Jeder Ruderer hat innerhalb von acht Wochen jede Intervention einmal durchgeführt. Dies jeweils in einem Abstand von mindestens einer Woche. Dabei wurde darauf geachtet, dass zirka gleich viele Personen von jeder Gruppe (Klub und Elite) eine der drei Interventionsverfahren als erstes absolvierten.

Kritik

Die erste Kritik an der Studie von Robey et al. (2009) liegt darin, wie die Teilnehmer eingeteilt wurden. Da sie darauf achteten, dass von jeder Rudergruppe gleich viele je eine der Interventionen als erstes absolvierten, war es nur Semi-randomisiert. Zudem war es eine Laborstudie, die den Transfer in den Alltag erschweren kann.

Ein anderer Kritikpunkt ist, dass die Studie nur über acht Wochen lief und innerhalb dieser Zeit alle Teilnehmer jede Intervention einmal durchführen mussten. Das Problem liegt darin, dass es bei einem Auftreten von Muskelkater bis zu sechs Monaten dauern kann, bis erneut Muskelkater auftritt. Hatte ein Teilnehmer also Muskelkater nach der ersten Testdurchführung, ist die Wahrscheinlichkeit, dass er erneut dieselben Symptome nach einem darauffolgenden Test hatte, klein bis unwahrscheinlich. Die Zuweiser haben jedoch darauf geachtet, dass etwa gleich viel Leute je eine der drei Interventionen als erstes durchführten, um somit diesem Problem so gut wie möglich auszuweichen.

Die Anzahl der Teilnehmer von nur 20 Personen ist eher klein. Zudem wurden Klub- und Elite-Ruderer aufgrund ihrer unterschiedlichen Levels und Trainingsgewohnheiten nicht gemischt.

Genauere Resultate hätte man durch eine grössere Teilnehmerzahl und indem verschiedenen Interventionen mehrmals durchgeführt worden wären erreichen können.

Zudem müssen die Resultate kritisch betrachtet werden. Besonders auffällig ist es bei den Elite Ruderer. Diese werteten den Schmerz unmittelbar nach dem Lauf als am stärksten. Muskelkater zeichnet sich jedoch durch ein verzögertes Auftreten von Schmerzen auf. Deshalb muss man sich fragen, ob die angegebenen Schmerzen

wirklich zu den Symptomen von Muskelkater gehören oder aufgrund anderer Muskelverletzung wie Zerrungen oder dergleichen entstanden sind.

5.1.1.3 A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness

Publikation	Jamtvedt, G., Herbert, R.D., Flottrop, S., Odgaard-Jensen, J., Håvelsrud, K., Barrett, A., Mathieu, E., Buris, A., Oxman, A.O. British Journal of Sports Medicine, 2009
Zweck	Untersucht wurde, ob Dehnen vor oder nach dem Training bei verschiedenen physischen Aktivitäten das Risiko von Verletzungen und Muskelkater und dessen Intensität senkt.
Design	Randomisierte pragmatische Internet-basierende Studie
Teilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> • Teilnehmer konnten sich unter folgenden Bedingungen im Internet registrieren: mindestens 18 Jahre alt, Sprache Englisch oder Norwegisch, mindestens ein Training pro Woche und keine Verletzungen der Unteren Extremitäten oder am Rücken. Danach wurden sie durch den Computer randomisiert in die jeweilige Gruppe eingeteilt. • N = 2,321 • <i>Stretching-Gruppe</i> = 1,220 (w: 763 / m: 457) Altersdurchschnitt 39.8 • <i>Kontroll-Gruppe</i> = 1,157 (w: 749 / m: 408) Altersdurchschnitt: 40.0
Intervention	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stretching-Gruppe</i>: Sieben Muskelgruppen (M. gastrocnemius, Hüft Adduktoren, Hüft Flexoren, Hamstrings, M. rectus femoris, Hüft Aussenrotatoren, Rumpf Rotatoren) auf beiden Seiten vor und nach jeder physischen Aktivität mussten mindestens 30 Sekunden lang statisch gedehnt werden. • <i>Kontroll-Gruppe</i>: Keine Dehnungen der unteren Extremitäten oder des Rumpfs während den zwölf Wochen. • <i>Beide Gruppen</i> wurden gebeten ihr normales Trainingsprogramm (egal welche Sportart) weiter zu führen, inklusive Dehnungen der oberen Extremitäten. Teilnehmer, welche vor der Studie ein Warm-Up oder Cool-Down praktizierten, sollten dies wie gewohnt weiter

	führen, ausser diese beinhalteten Dehnungen.
Messungen	<p>Die Teilnehmer mussten einmal wöchentlich im Internet einen Fragebogen ausfüllen mit verschiedenen Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auftreten von Muskelkater in den Beinen, Gesäss oder Rumpf • Intensität der Schmerzen von Muskelkater auf einer Skala von 0 - 10 (0 = „kein Schmerz“ und 10 = „schlimmster vorstellbarer Schmerz“)
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Dehnen konnte das Risiko von Muskelkater innerhalb zwölf Wochen signifikant reduzieren ($p = 0.003$). Das Durchschnittsrisiko lag bei 24.6% für die Stretching- und 32.3% für die Kontroll-Gruppe. Somit lag der Unterschied bei 7.8%. • Durch Dehnen konnte die Schmerzintensität um 0.4 auf der 0-10 Punkte- Skala gesenkt werden (95% CI 0.2 zu 0.5). • Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Glauben daran und dem tatsächlich aufgetretenen Effekt von Dehnen und dem Auftreten von Muskelkater ($p = 0.034$) konnte festgestellt werden.
Spezielles	<ul style="list-style-type: none"> • Neben Muskelkater wurde auch die Anzahl von Verletzungen gemessen, welche sie mit einem Zusatzbogen bewerten und erklären mussten. • Zudem wurde die Wahrnehmung von „Schlaffheit“ auf einer VAS-Skala von 0-10 bewertet.

Kritik

Im Gegensatz zu den anderen Studien handelt es sich nicht um eine Laborstudie. Dies hat zur Folge, dass die Teilnehmer keinen direkten Kontakt zu den Untersuchern hatten und somit bei der Durchführung der Dehnungen nicht kontrolliert werden konnten. Deshalb kann man keine genauen Angaben zu Kointerventionen machen und ob sie zusätzliche Interventionen wie Bäder oder Massagen bekommen hatten, welche die Resultate in Bezug auf Muskelkater verfälschen könnten.

Zudem absolvierten die Teilnehmer unterschiedliche Sportarten, was dazu führen kann, dass die Schmerzen aufgrund der verschiedenen Aktivitäten und deren Intensi-

tät unterschiedlich bewertet wurden und nicht aufgrund der verschiedenen Interventionen.

Falls Muskelschmerzen aufgetreten sind, mussten sie genaue Angaben machen, wann dieser auftrat, in welchem Muskel oder Muskelgruppe und nach welcher sportlicher Aktivität. Die Teilnehmer mussten das gesamte Protokoll nur einmal in der Woche ausfüllen. Dies kann dazu führen, dass die Angaben zum Teil nicht genau sind, da sie zum Beispiel die Stärke der Schmerzen nach einigen Tagen vergessen haben. Die Teilnehmer wurden aufgefordert, die Warm-Up und Cool-Down Gewohnheiten weiter zu führen. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass bereits diese Gewohnheiten selbst den Muskelkater beeinflusst haben könnte, was wiederum das Resultat verfälschen kann.

5.2 Review

Das Review wurde in die Arbeit mit einbezogen, da es relativ neu ist. Zudem repräsentiert es einen guten Überblick der Ergebnisse früherer Studien und lässt so einen Vergleich mit älteren Ergebnissen zu. Dies erlaubt die Beurteilung von Studien über einem grossen Zeitraum.

5.2.1 Präsentation Review

5.2.1.1 Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise

Publikation	Herbert, R. D., de Noronha, M. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007
Zweck	Das Ziel dieser Studie war herauszufinden, welchen Effekt Dehnen vor oder nach dem Training auf Muskelkater hat.
Methoden	<ul style="list-style-type: none">• Design: randomisierte und quasi-randomisierte Studien.• Interventionen: alle Dehnmethode, welche vor oder nach dem Training zur Muskelkaterprävention eingesetzt wurden.• Messungen: Muskelkater (Schmerz) oder Empfindlichkeit (Schmerzempfindung aufgrund von Palpation).• Suchmethode: In verschiedenen Suchmaschinen Studien zwischen 1949 und Mai 2006 gesucht.• Analyse: Die Studien wurden anhand der „Cochrane Bone, Joint

	<p>and Muscle Trauma Group Quality Assessment Tool“ bewertet.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Schmerzen wurden zum Vergleich alle auf eine 100mm VAS übertragen. (Siehe Abb. 3)
Ergebnisse	<p>10 Studien wurden eingeschlossen und bewertet. Die genaue Bewertung der einzelnen Studien anhand der Qualitätskontrolle ist der Tabelle im Anhang B zu entziehen.</p> <p>Der Unterschied zwischen den Stretchinggruppen und denen, die keine Intervention erhielten, war nach 24 Std. um 0.9 Punkte auf der 100mm Skala gesunken. Nach 48 Std. bewirkte es jedoch einen Anstieg von 1.0 und nach 72 Std. wiederum eine Reduktion von 0.3 Punkten im Vergleich zur Kontrollgruppe.</p>
	<p>Abb. 3 „Effekte des Dehnens auf Muskelkater nach 24, 48 und 72 Std (mm-VAS“ nach</p>
Diskussion	<p>Die Evidenz von randomisierten Studien bewies, dass Dehnen kurz vor oder nach dem Training Muskelschmerzen nicht signifikant reduzieren konnte.</p> <p>Die Qualität der Studien erwies sich als nicht sehr hoch.</p> <p>Die Autoren vermuten jedoch, dass Dehnen mehr effektiv wäre, wenn es sich um Personen mit stark verkürzten Muskeln handeln würde oder Dehnen über eine längere Zeit praktiziert werden würde.</p>
Empfehlung für die Praxis	<p>Die Autoren behaupten, dass Dehnen vor oder nach dem Training Muskelkater bei jungen gesunden Personen nicht reduziert.</p>

Kritik

Herbert et al. (2007) erläutern in ihrer Einleitung, wie Muskelkater entsteht und welche Formen von Dehnungen in diesem Zusammenhang oft angewendet werden. Sie erklären jedoch nicht den physiologischen Effekt des Dehnens auf Muskelkater. Die

Autoren versuchen nicht zu erklären, welchen theoretischen Effekt verschiedene Dehntechniken haben und lassen so eine theoretische Begründung aus.

Die Autoren des Reviews suchten ihre Studien in physiotherapeutisch relevanten Datenbanken. Sie machen jedoch keine Angaben dazu, ob nach unveröffentlichten Studien gesucht wurde. Zudem ist bekannt, dass lediglich Studien in englischer Sprache bewertet wurde. Es kann nicht gesagt werden, ob dies aufgrund einer sprachlichen Eingrenzung war oder ob die untersuchten Studien per Zufall alle Englisch waren.

Bei der Wahl der untersuchten Studien wurde kein Punktesystem angewendet. Die Studien wurden jedoch von beiden Autoren beurteilt und so gemeinsam entschlossen, ob diese in die Untersuchung ein- oder ausgeschlossen wurden. Die Ein- und Ausschlusskriterien werden im Anhang ihres Reviews angegeben und sind so für den Leser nachvollziehbar.

Ein weiterer Schwachpunkt des Reviews liegt in der Heterogenität der untersuchten Studien. Zum einen sind grosse Unterschiede bei den Teilnehmern zu vermuten und zum anderen gab es grosse Differenzen in Bezug auf die Interventionen und Dehntechniken. Dagegen beurteilten die Autoren die verschiedenen Zeitpunkte der Dehnungen getrennt voneinander, so dass genauere Angaben dazu gemacht werden konnten, welcher Zeitpunkt welchen Effekt hat.

Als weitere Kritik gilt die fehlende Differenzierung der Schlussfolgerung. Die Autoren machen ihre Aussage für alle Dehntechnik gemeinsam und unterscheiden nicht in der Technik, obwohl die verschiedenen Varianten unterschiedliche Wirkungen haben. Zudem wurde in ihrem Review nur die Kurzzeitwirkung von Dehnungen untersucht, somit gilt die Aussage nur begrenzt für das Dehnen allgemein.

6 Diskussion

6.1. Diskussion Studien

Die Effekte von Dehnen auf Muskelkater wurden anhand von drei Studien (Jamtvedt et al., 2009; LaRoche et al., 2006; Robey et al., 2009) aus den vergangenen drei Jahren untersucht. Zwei der Studien (LaRoche et al., 2006; Robey et al., 2009) stellten keine signifikante Wirkung fest, während eine Studie (Jamtvedt et al., 2009) einen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe feststellen konnte.

Die Teilnehmer aller Studien waren Sportler, welche mindestens einmal pro Woche trainierten. Das Niveau war jedoch sehr unterschiedlich. Von Amateurruderer, in der Studie von Robey et al. (2009), welche regelmässig mindestens dreimal wöchentlich trainierten, bis zu Personen, welche einmal in der Woche Sport als Hobby absolvierten. Das unterschiedliche Trainingsniveau erschwert den direkten Vergleich der Studien. Als Ursache für Muskelkater wurde eine fehlende oder zu geringe intra- und intermuskuläre Koordination angegeben. Bei Teilnehmern, welche besser trainiert sind und zusätzlich gezielt Koordinationsübungen in ihr Training einbauen, kann somit das Risiko von Muskelkater gesenkt werden. Dies hat zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens von Muskelkater bei gut Trainierten kleiner ist, welches eine Verzerrung der Resultate herbeiführen kann.

Alle Teilnehmer waren gesunde Probanden. Es ist jedoch nicht bekannt, ob Probanden unter Muskelverkürzungen litten. In keiner der Studie wurde dies erwähnt. Falls jedoch Personen mit Verkürzungen in den untersuchten Extremitäten an den Studien teilgenommen hätten, könnte dies das Resultat beeinflussen, weil verkürzte Muskeln anfälliger für Muskelkater und dessen Symptome sind. Da jedoch nichts erwähnt wurde, geht die Autorin davon aus, dass es keine grösseren Einschränkungen aufgrund von Verkürzungen gegeben hat.

Zwei der Studien (Robey et al., 2008 und LaRoche et al., 2006) waren Laboruntersuchungen, in denen die Probanden von Untersuchungspersonen angewiesen und

kontrolliert wurden. Auch die Trainingseinheit bekamen sie vorgegeben. Die Studie von Jamtvedt et al. (2009) war keine Laboruntersuchung. Sie untersuchten Personen, welche ihr normales Training absolvierten, jedoch genaue Angaben zu den Dehninterventionen bekamen. Im Grunde spielt es keine Rolle, wie die Untersuchungen gemacht wurden, da die Ursache von Muskelkater für diese Arbeit nicht relevant ist. Der einzige Unterschied liegt darin, dass die Probanden der Laborstudien besser kontrolliert werden konnten. Im Gegensatz dazu kann der Transfer, der Studie von Jamtvedt et al. (2009) besser durchgeführt werden, da die Bedingungen mehr dem Alltag entsprechen, als in einem Labor.

Bei sämtlichen Studien wurden die Probanden darauf hingewiesen, keine zusätzlichen Interventionen, welche Muskelkater beeinflussen könnten, in Anspruch zu nehmen. Da die Teilnehmer jedoch nicht 24 Stunden kontrolliert werden konnten, kann eine Kointervention, wie Massage, Bäder oder beeinflussende Ernährung, nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Im Bezug auf die Dehnmethode sind grosse Unterschiede zwischen den Studien zu erkennen. Zwei Studien (LaRoche et al., 2006; Jamtvedt et al., 2009) untersuchten den Unterschied zwischen statischem Dehnen und keiner Intervention. Robey et al. (2008) wollte herausfinden, ob es einen Unterschied zwischen statischem, dynamischem und keinem Dehnen gibt.

Nicht nur die Dehnmethode, sondern auch der Zeitpunkt variierte stark. LaRoche et al. (2006) untersuchten den Effekt einer Langzeitbehandlung. Sie liessen die Probanden während vier Wochen dreimal wöchentlich nach einem kurzen Warm-up dehnen. Robey et al. (2008) liessen ihre Teilnehmer unmittelbar nach dem Lauf, nach 24, 48 und 72 Stunden, jeweils nach dem Beurteilen des Muskelkaters, dehnen. In der Studie von Jamtvedt et al. (2009) mussten die Probanden unmittelbar vor und nach dem Training dehnen.

Aufgrund der grossen Heterogenität, was die Intervention und dessen Zeitpunkt betrifft, ist ein Vergleich der Studien schwierig. Wie bereits im Theorieteil dieser Arbeit erklärt, können mit dem Zeitpunkt und der Methode verschiedene Ziele verfolgt werden. Welche genauen Ziele, auf pathophysiologischer Ebene, die Autoren der Studien verfolgten, wurde nicht erwähnt. In der Langzeitstudie von LaRoche et al. (2006) könnte es zu einer kleinen Verbesserung von Muskelkater gekommen sein, da Deh-

nen über längere Zeit allfällige Verkürzungen beheben konnte und so das Risiko von Muskelkater gesenkt wurde. Robey et al. (2008) stellten keinen Unterschied fest, ob die Probanden unmittelbar nach dem Training oder gewisse Zeit später dehnten. Jamtvedt et al. (2009) konnten als einzige einen signifikanten Unterschied feststellen. In ihrer Studie mussten die Probanden sowohl vor wie auch nach dem Training dehnen. Dies kann so interpretiert werden, dass Dehnen kurz vor und nach dem Training den grössten Erfolg erzielte.

In keiner der untersuchten Studien fand eine Verblindung statt. Sowohl die Teilnehmer wie auch die Untersucher kannten den Zweck der Studie. Bekannt war ihnen auch, zu welcher Gruppe sie gehörten. Dies kann jedoch nicht direkt als Kritik an das Studiendesign gezählt werden, da für diese Studien keine andere Möglichkeiten vorhanden waren. Die Teilnehmer wie auch die Untersucher konnten nicht verblindet werden, da sie aktiv an der Studie und an der Intervention teilnahmen. Trotzdem ist zu beachten, dass in Studien, in welchen nicht verblindet wird, das Resultat beeinflusst werden kann. Die Wahrscheinlichkeit ist grösser, dass Teilnehmer den untersuchten Effekt angeben, da sie diesen erwarten und die Motivation grösser ist.

6.2. Diskussion Review

Damit es nicht zu grossen Überschneidungen und Wiederholungen kommt, werden nicht alle Kriterien aus der Kritik des Reviews erneut besprochen.

Das Ziel des Reviews von Herbert et al. (2007) war es zu untersuchen, ob Dehnungen vor oder nach dem Training Einfluss auf Muskelkater haben. Die Autoren legten keine Einschränkungen bei den Teilnehmern der untersuchten Studien fest. Die Bedingung in Bezug auf die Interventionen der untersuchten Studien war, dass die Dehnungen kurz vor oder nach dem Training durchgeführt wurden. Somit wurde nur die kurzfristige Wirkung des Dehnens untersucht. Erst in der Schlussfolgerung wird betont, dass die Langzeitwirkung in weiteren Studien behandelt werden müssten. So kann ihre Aussage nur auf die Kurzzeitwirkung bezogen werden.

Im Weiteren fehlen Angaben dazu, ob es sich bei den Probanden der Studien um gesunde Teilnehmer oder Patienten mit Einschränkungen handelte. Besonders wichtig scheinen die Angaben, ob es sich um Personen mit verkürzten Muskeln handelt.

Es gibt Studien, in denen speziell die Wirkung des Dehnens bei Probanden mit Verkürzungen untersucht wurde. Durch den Einschluss von Personen mit Muskelverkürzungen könnte das Resultat verzerrt worden sein. Da die Resultate der Studien auf ein einheitliches Mass übertragen wurden, diese zusammengeführt und verglichen wurden, können die Angaben von Teilnehmern mit unterschiedlichen Voraussetzungen das Resultat beeinflusst haben.

Im Gegensatz zu dieser vorliegenden Arbeit haben Herbert et al. (2007) in ihrem Review keine Angaben zum Trainingszustand der Teilnehmer gemacht. Aus den Angaben ist nicht klar zu entziehen, ob die Teilnehmer regelmässig Sport treiben oder nicht. Bei einer trainierten Person tritt Muskelkater weniger rasch auf als bei jemandem, der kaum physische Aktivitäten ausübt. Falls nun in den untersuchten Studien das Trainingslevel stark variiert, kann dies die Ergebnisse beeinflussen. Demzufolge wäre es von Vorteil, wenn dieses Kriterium erwähnt würde, damit die Resultate besser interpretiert werden könnten.

Ein Kritikpunkt des Reviews liegt bei den Angaben zur Studiensuche. Es fehlen gewisse Angaben bezüglich der Recherche und Begrenzung. Deshalb können keine Angaben gemacht werden, ob diese Punkte berücksichtigt worden sind oder einfach nicht erwähnt wurden.

In einem weiteren Schritt wurden die zehn ausgelesenen Studien anhand des „Methodological Quality Assessment Tool“ von Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group's bewertet. Die Bewertung ist für den Leser ersichtlich und ist im Anhang dieser Arbeit zu sehen. Dieses Tool schien der Autorin aufgrund der beinhalteten Fragen für dieses Review nicht geeignet. Als Beispiel wurde in diesem Tool viel Wert auf die Verblindung des Untersuchers und der Teilnehmer gelegt (Frage C; E; F, siehe Anhang B). Dies ist jedoch bei diesen Studien nicht möglich, da die Teilnehmer und Untersucher über die Intervention Bescheid wissen und es nicht möglich wäre den Interventionsstatus zu verblinden. Deshalb wäre es vielleicht besser gewesen, ein anderes Tool zu benutzen, welches aussagekräftiger und differenzierter ist.

6.3. Diskussion Studien und Review

Von den drei untersuchten Studien zeigten zwei (LaRoche et al., 2006; Robey et al., 2009) keinen signifikanten Effekt des Dehnens in Bezug auf Muskelkater auf. LaRoche et al. (2006) konnte einen Unterschied zwischen den Gruppen feststellen, dieser war jedoch nicht signifikant, was bei einer grösseren Teilnehmerzahl eventuell anders gewesen wäre. Die Studie von Jamtvedt et al. (2009) konnte einen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe feststellen. Es ist wichtig zu erwähnen, dass von allen untersuchten Studien, inklusive denjenigen des Reviews, die Studie von Jamtvedt et al. (2009) welche am meisten wissenschaftliche Kriterien erfüllt hat, einen signifikanten Effekt feststellen konnten. Vergleicht man die Gesamtpunktzahl der erreichten wissenschaftlichen Kriterien der einzelnen untersuchten Studien und denen des Reviews, sind grosse Unterschiede festzustellen (Tabelle mit Kriterien und Punkten im Anhang B ersichtlich). Von möglichen 24 Punkten war das Maximum 18 Punkte der Studie von Jamtvedt et al. (2009), und das Minimum 9 Punkte bei einer der bewerteten Studie von Herbert et al. (2007). Auffällig ist, dass die Studien aus jüngeren Publikationsjahren insgesamt höhere Punktetotals aufweisen. Dies kann jedoch verschiedene Gründe haben. Zum einen weil in neueren Studien mehr auf diese wissenschaftlichen Kriterien geachtet wurde. Zum anderen darf trotz klarer Vorgaben nicht ausgeschlossen werden, dass die Studien von verschiedenen Personen, in diesem Fall von der Autorin dieser Arbeit und denen des Reviews, bewertet wurden und so ein Unterschied aufgrund subjektiver Vorstellungen entstanden ist.

Das Review von Herbert et al. (2007) und die Studie von Robey et al. (2009) verneinen einen prophylaktischen Effekt des Dehnens auf den Muskelkater. LaRoche et al. (2006) stellen keinen signifikanten Unterschied fest, lehnt die Wahrscheinlichkeit eines Effektes jedoch nicht ab und die Studie von Jamtvedt et al. (2009) konnte eine hohe Signifikanz feststellen. Das Review lässt jedoch nach Ansicht der Autorin keine abschliessende Aussage zu, da die Ergebnisse aufgrund der mangelnden Qualität der verwendeten Primärstudien nicht deutlich ausfallen. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ergebnissen und der Berücksichtigung der erreichten Punktezahl der Studienbewertung kann nur mit Vorsicht eine Schlussfolgerung gezogen werden.

6.4 Transfer Theorie – Praxis

Die Ergebnisse zeigen, dass kein eindeutiges Rezept abgegeben werden kann. Die Autorin empfiehlt schlussfolgernd, Dehnungen zur Muskelkaterprophylaxe anzuwenden. Selbst wenn es nicht in jedem Fall eine positive Wirkung zeigt, schadet es auf keinen Fall. Die Durchführung muss jedoch korrekt sein. Sportler sollten sich jedoch in jedem Fall Dehnungen von Therapeuten oder einer geschulten Person zeigen lassen, da nur die richtige Durchführung ihren erwünschten Effekt hat und nicht allfälligen Nebenwirkungen oder Schäden auftreten.

Zudem darf man den psychologischen Effekt des Dehnens nicht vernachlässigen. Jamtvedt et al. (2009) konnten einen signifikanten Zusammenhang feststellen zwischen dem Glauben und dem tatsächlichen Effekt des Dehnens in Bezug auf Muskelkater.

Somit empfiehlt die Autorin den Betroffenen sowohl vor, wie nach jeder sportlichen Aktivität zu dehnen, um Muskelkater zu verhindern, respektive zu lindern. Basierend auf theoretischem Wissen empfiehlt sich vor sowie zirka 30 Minuten nach dem Training dynamisch zu dehnen. Falls Muskelkater auftritt, sollte dieser mit statisches Dehnen gelindert werden.

Den Effekt von Dehnungen in Bezug auf die Verletzungsprophylaxe oder Leistungssteigerung wurde in dieser Arbeit nicht berücksichtigt und müsste separat nachgeforscht werden.

6.5 Limitationen

Betrachtet man das Ziel dieser Arbeit und die Fragestellung im Nachhinein, muss festgestellt werden, dass diese etwas zu offen formuliert wurde. Ziel war es, den Effekt des Dehnens in Bezug auf Muskelkater bei Sportlern zu untersuchen. Um genauere Ergebnisse zu finden, müssten jedoch mehr Einschränkungen festgelegt werden. Zum Beispiel wurden alle möglichen Dehnmethoden und verschiedenen Zeitpunkte der Dehnung in die Arbeit eingeschlossen. Da diese jedoch, auf theoretischem Wissen basierend, verschiedene Wirkungen auf die Muskulatur und das umliegende Gewebe haben, ist ein direkter Vergleich der Studien schwierig. Auch die verschiedenen Trainingsniveaus haben unterschiedlichen Auswirkungen auf die Entstehung von Muskelkater. Trotz dieser Punkte und Einschränkungen wurde versucht eine Schlussfolgerung zu ziehen.

6.7 Empfehlung für weitere Studien

Viele Studien, die bis heute zu diesem Thema gemacht wurden, zeigen vermehrt wissenschaftliche Lücken auf. Meistens wurde die kleine Teilnehmerzahl kritisiert. Unter den untersuchten Studien und dem Review gab es eine Studie mit einer nennenswerten grösseren Probandenzahl (Jamtvedt et al., 2009). Bei zukünftigen Studien sollte deshalb darauf geachtet werden, dass mehr wissenschaftliche Kriterien erfüllt werden und eine grössere Teilnehmerzahl untersucht wird. Somit können bessere Aussagen über die Ergebnisse gemacht werden.

Ausserdem sollten zukünftige wissenschaftliche Studien vermehrt die Wirkung der verschiedenen Dehntechniken zueinander vergleichen um so eine Aussage der verschiedenen Techniken zu gewinnen. In diesem Zusammenhang lässt sich weiter konkretisieren, ob es einen Unterschied gibt und ob die Dehnungen vor oder nach der sportlichen Betätigung durchgeführt werden.

7 Schlussfolgerung

Aufgrund der Heterogenität der untersuchten Studien ist es schwierig, eine definitive Aussage zu machen. Trotzdem lässt sich die Fragestellung der vorliegenden Arbeit anhand der untersuchten drei Studien und des Reviews mit der Aussage beantworten, dass Dehnen eine prophylaktische Wirkung auf Muskelkater und dessen Intensität im Bereich der unteren Extremitäten hat.

Unter Berücksichtigung der erwähnten Kritikpunkte kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass mittels Dehnen die Wahrscheinlichkeit und die Intensität von Muskelkater gesenkt werden kann.

8 Verzeichnisse

8.1 Studien / Review

Herbert, R.D. & de Noronha, M. (2007). Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2007*, 4. DOI: 10.1002/14651858.CD004577.pub2

Jamtved, G., Herbert, R.D., Flottorp, S., Odgaard-Jensen, J., Havelrud, K., Barratt, A., Mathieu, E., Burls, A. & Oxman, A. (2009). A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *British Journal of Sports and Medicine*. DOI:10.1136/bjism.2009.062232

LaRoche, D.P. & Connolly, D.A. J. (2006). Effects of Stretching on Passive Muscle Tension and Response to Eccentric Exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 4. DOI : 10.1177/0363546505284238

Robey, E., Dawson, B., Goodman, C. & Beilby, J. (2009). Effect of Postexercise Recovery Procedures Following Strenuous Stair-Climb Running. *Research in Sports Medicine*, 17, 245-259. DOI : 10.1080/15438620902901276

8.2 Literatur

Abraham, W. M. (1977). Factors in delayed muscle soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 9, 11 - 20.

Böning, D. (2002). *Deutsches Ärzteblatt: Muskelkater*, 99, 372 -375 [On-Line]. Available:<http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=suche&p=muskelkater&id=30395> (15.10.2009).

Böning, D. (2000). *Leistungskurs Sport: Muskelkater* [On-Line]. Available: <http://www.sportunterricht.de/lksport/muskelkater.html#m> (16.10.2009).

Dawson, B. (2005). Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8, 2, 210-221.

- Eston, R.G., Rowlands, A.V., Caulton, D., McKiney, J., Gleenson, N.P. (2007). Effects of flexibility training on symptoms of exercise-induced muscle damage: A preliminary study. *School of sport and Health Science*, 5, 33-39.
- Freiwald, J. (2009). *Optimales Dehnen : Sport – Prävention – Rehabilitation*. Balingen: Spitta Verlag.
- Freiwald, J., Engelhardt, M., Konrad, P., Jäger, M. & Gnuewuch, A. (1999). Dehnen – Neuere Forschungsergebnisse und deren praktische Anwendung. *Manuelle Medizin*, 37, 1, 3-10.
- Fridén, J., Sjöström, M. & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*; 4,170–176
- Handoll, H., Elstub, L., Elliott, J., Gillespie, L.D., Gillespie, W. J & Madhok, R. (2008). Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group. *About The Cochrane Collaboration*, 4.
- Lindel, K. (2006). *Muskeldehnung*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Reinberger, S. (2008). Katerstimmung im Sportlerbein. *Spektrum der Wissenschaft*, 50-51.
- Reismann, S., Allen, T.J., Proske, U. (2008). Changes in passive tension after stretch of unexercised and eccentrically exercised human plantarflexor muscle. *Experimental Brain Research*, 193, 4, 545-554.
- Rodenburg, J.B., Steenbeek, D., Schiereck, P. & Bär, P.R. (1994). Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 414 - 419.

Wikipedia (2009). *Muskelkater* [On-Line]. Available: <http://de.wikipedia.org/wiki/Muskelkater> (21.10.2009).

Bewertung Studien/Review :

Oxman, A.D., Cook, D.J. & Guyatt, G.H. (1994). *Critical Appraisal Skills Programme (CASP)* ; Public Health Resource Unit [On-Line]. Available : http://www.phru.nhs.uk/Doc_Links/S.Reviews%20Appraisal%20Tool.pdf (10.2.2010).

Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M . (1998). *Critical Review Form – Quantitative Studies*. [On-Line]. Available : http://elearning.zhaw.ch/moodle/file.php/2295/Dateiablage_Interdisziplinaer_4.Semester/Themenwoche_Vorbereitung_Bachelorarbeit/Unterrichtsmaterial/Nuetzliches/quanreview.pdf (29.12.2009).

Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group. *Quality Assessment Tool*. [On-Line]. Available: <http://bjmtg.cochrane.org/sites/bjmtg.cochrane.org/files/uploads/Quality%20assessment%20tool.pdf> (10.1.2010).

8.3 Abbildungen

Abb. 1: Böning, D. *Muskelkater*. [On-Line]. Available : http://sport.freepage.de/cgi-bin/feets/freepage_ext/41030x030A/rewrite/lksport/muka2.gif (23.3.2010).

Abb. 2: Lindel, K. (2006). *Muskeldehnung*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Abb. 3: [On-Line]. Available : <http://www.bmj.com/cgi/content-nw/full/325/7362/468/F1> (15.3.2010)

9 Danksagung

Diesen Teil wird all denen gewidmet, welche haben, diese Arbeit zu ermöglichen. Ein grosses Dankeschön geht an Frau Schächtelin für Ihre gute Betreuung, Hilfestellung und Tipps.

Ein Dank gilt auch Lorenz Ramseier für das kritische Lesen, die Korrektur der Arbeit und seine Geduld. Als nächstes bedanke ich mich bei meinen Mitstudentinnen für ihre Feedbacks, das Gegenlesen und die moralische Unterstützung.

Ohne die Hilfe und Unterstützung in allen Bereichen wäre diese Arbeit, so wie sie jetzt ist, nicht möglich gewesen. MERCI!

10 Eigenständigkeitserklärung

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

Winterthur, den 17.5.2010

Stéphanie Bichsel

11 Anhang

A) Matrix

Autor (Datum)	Studienzweck	Teilnehmer	Randomisiert	Kontrollgruppe	Übung	Art des Stretching	Vorher/nachher/beides	Messinstrument	Ergebniss	Einschluss/Ausschluss
Robey et al. (2009)	Effekt von heiss/kalt Wasserbäder, statischem Dehnen und keiner Intervention (Kontrollgruppe) auf die Beinmuskulatur, Ruderleistung sowie Indikatoren von Muskelkater und Verletzungen nach Treppensteiglaufen.	N: 20 (Club+Elite Rowers)	Semi-Randomisiert	Ja	Treppenlauf	Statisch	Nachher (3x) + 24h +48h	7-point Likert scale	Keine signifikanten Unterschiede	Kriterien erfüllt +
Reismann (2008)	Wirkung von Stretching auf die untrainierte und exzentrisch trainierte Plantarflexormuskulatur	N: 17	Ja	Ja, anderes Bein	Rückwärts bergab; nur ein Bein vorab	Statisch 30s	Vorher		Keine Angaben	Keine präzisen Angaben bei den Ergebnissen -
La Roche et al. (2006)	Ob vier Wochen statisches, resp. dynamisches Dehnen die Zunahme von Schmerzen und die Abnahme von Flexibilität nach exzentrischem Training schwächt.	N: 29 Sportlich aktiv	Ja	Ja (N:10)	Hamstring Curt 3x15	Statisch (n:9) Dynamisch (n:10)	4 Wochen vorher, 3x pro Woche	Analog scale 1-100 mm	Nicht signifikant, aber Unterschied da	Kriterien erfüllt +
Jamtvedt et al. (2009)	Sinkt mit Dehnen vor oder nach dem Training bei verschiedenen physischen Aktivitäten das Risiko von Verletzungen und Muskelkater und dessen Intensität?	N: 2321	Ja, Internet-basierend randomisiert	Ja	Normales Training, keine Laborstudie	Statisch 30s	Beides	1-10	Hat signifikanter Unterschied bei Stärke und Häufigkeit	Kriterien erfüllt +
Eston (2007)	Effekte von Flexibilitätstraining auf übungsabhängige Muskelverletzungen	N: 14	Ja	Ja	Isokinetische exzentrische Hamstring- kontraktion	PNF ; Anspannung- Entspannung s-Dehnen	5 Wochen vorher	1-10	Nicht signifikant, keine genauen Angaben	Keine präzisen Angaben bei den Ergebnissen -
Dawson et al. (2005)	Heifen unmittelbare Erholungsmassnahmen nach dem Sport die Erholung bei Fussballern in den ersten 48 Std. zu fördern?	N: 17	Nein	Ja, alle einmal	Reguläres Fussball- spiel	Statisch	Nachher	0-7	Nicht signifikant	Von Heribert und de Noronha im Review untersucht -

B) Qualitative Studienbewertung nach Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group

Quality Assessment Tool

Study ID:..... Raters initials: Date:.....

		Score	Query	A/B/C
A	Was the assigned treatment adequately concealed prior to allocation? 2 = method did not allow disclosure of assignment 1 = small but possible chance of disclosure of assignment or unclear 0 = quasirandomized or open list/tables Clearly yes = A Not sure = B Clearly no = C			
B	Were the outcomes of patients who withdrew described and included in the analysis (intention to treat)? 2 = withdrawals well described and accounted for in analysis 1 = withdrawals described and analysis not possible 0 = no mention, inadequate mention, or obvious differences and no adjustment			
C	Were the outcome assessors blinded to treatment status? 2 = effective action taken to blind assessors 1 = small or moderate chance of unblinding of assessors 0 = not mentioned or not possible			
D	Were the treatment and control group comparable at entry? 2 = good comparability of groups, or confounding adjusted for in analysis 1 = confounding small; mentioned but not adjusted for 0 = large potential for confounding, or not discussed.			
E	Were the subjects blind to assignment status after allocation? 2 = Effective action taken to blind subjects 1 = Small or moderate chance of unblinding of subjects 0 = Not possible, or not mentioned (unless double-blind), or possible but not done			
F	Were the treatment providers blind to assignment status? 2 = Effective action taken to blind treatment providers 1 = Small or moderate chance of unblinding of treatment providers 0 = Not possible, or not mentioned (unless double-blind), or possible but not done			
G	Were care programmes, other than the trial options, identical? 2 = Care programmes clearly identical 1 = Clear but trivial differences 0 = Not mentioned or clear and important differences in care programmes			
H	Were the inclusion and exclusion criteria clearly defined? 2 = Clearly defined 1 = inadequately defined 0 = not defined			
I	Were the interventions clearly defined? 2 = Clearly defined 1 = inadequately defined 0 = not defined			
J	Were the outcome measures used clearly defined? 2 = Clearly defined 1 = inadequately defined 0 = not defined			
	Outcome 1:			
	Outcome 2:			
	Outcome 3:			
	Outcome 4:			
	Outcome 5:			
K	Were diagnostic tests used in outcome assessment clinically useful? 2 = optimal 1 = adequate 0 = not defined, not adequate			
	Outcome 1:			
	Outcome 2:			
	Outcome 3:			
	Outcome 4:			
	Outcome 5:			
L	Was the surveillance active, and of clinically appropriate duration? 2 = optimal 1 = adequate 0 = not defined, not adequate			
	Outcome 1:			
	Outcome 2:			
	Outcome 3:			
	Outcome 4:			
	Outcome 5:			

	Buroker 1989	Dawson 2005	Gulick 1996	High 1989	Johansson 1999	Maxwell 1988	McGlynn 1979	Terry 1985	Wessel 1994a	Wessel 1994b	Robey 2009	LaRoche 2006	Jamtvedt 2009
A	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
B	0	0	0	0	No consensus	0	0	0	0	0	1	0	2
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
H	2	0	No consensus	1	2	0	2	2	0	0	1	1	2
I	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
J	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	13	9	11	12	13	11	13	13	13	13	15	14	18

C) Qualitative Bewertungsformular der Studien

Critical Review Form - Quantitative Studies

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M., 1998
McMaster University

CITATION:

Comments

STUDY PURPOSE: Was the purpose stated clearly? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to occupational therapy and/or your research question?
LITERATURE: Was relevant background literature reviewed? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	Describe the justification of the need for this study.
DESIGN: <input type="radio"/> randomized (RCT) <input type="radio"/> cohort <input type="radio"/> single case design <input type="radio"/> before and after <input type="radio"/> case-control <input type="radio"/> cross-sectional <input type="radio"/> case study	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, outcomes, ethical issues, etc.) Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results.

Comments

<p>SAMPLE: N =</p> <p>Was the sample described in detail? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> <p>Was sample size justified? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A</p>	<p>Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?</p> <p>Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?</p>				
<p>OUTCOMES:</p> <p>Were the outcome measures reliable? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Were the outcome measures valid? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p>	<p>Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure).</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">List measures used.</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px dashed black; height: 150px;"></td> <td style="border-right: 1px dashed black; height: 150px;"></td> </tr> </table>	Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure).	List measures used.		
Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure).	List measures used.				
<p>INTERVENTION: Intervention was described in detail? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Contamination was avoided? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed <input type="radio"/> N/A</p> <p>Cointervention was avoided? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed <input type="radio"/> N/A</p>	<p>Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in occupational therapy practice?</p>				

Comments

<p>RESULTS: Results were reported in terms of statistical significance? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Were the analysis method(s) appropriate? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Clinical importance was reported? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p>	<p>What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis?</p> <p>What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable)</p>
<p>Drop-outs were reported? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p>	<p>Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?)</p>
<p>CONCLUSIONS AND CLINICAL IMPLICATIONS: Conclusions were appropriate given study methods and results <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p>	<p>What did the study conclude? What are the implications of these results for occupational therapy practice? What were the main limitations or biases in the study?</p>

D) Qualitatives Bewertungsformular des Reviews

Screening Questions

1. Did the review ask a clearly-focused question? Yes Can't tell No

Consider if the question is 'focused' in terms of:

- the population studied
- the intervention given or exposure
- the outcomes considered

2. Did the review include the right type of study? Yes Can't tell No

Consider if the included studies:

- address the review's question
- have an appropriate study design

Is it worth continuing?

Detailed Questions

3. Did the reviewers try to identify all relevant studies? Yes Can't tell No

Consider:

- which bibliographic databases were used
- if there was follow-up from reference lists
- if there was personal contact with experts
- if the reviewers searched for unpublished studies
- if the reviewers searched for non-English-language studies

4. Did the reviewers assess the quality of the included studies? Yes Can't tell No

Consider:

- if a clear, pre-determined strategy was used to determine which studies were included. Look for:
 - a scoring system
 - more than one assessor

5. If the results of the studies have been combined, was it reasonable to do so?

Yes Can't tell No

Consider whether:

- *the results of each study are clearly displayed*
- *the results were similar from study to study (look for tests of heterogeneity)*
- *the reasons for any variations in results are discussed*

6. How are the results presented and what is the main result?

Consider:

- *how the results are expressed (e.g. odds ratio, relative risk, etc.)*
- *how large this size of result is and how meaningful it is*
- *how you would sum up the bottom-line result of the review in one sentence*

7. How precise are these results?

Consider:

- *if a confidence interval were reported. Would your decision about whether or not to use this intervention be the same at the upper confidence limit as at the lower confidence limit?*
- *if a p-value is reported where confidence intervals are unavailable*

8. Can the results be applied to the local population?

Yes Can't tell No

Consider whether:

- the population sample covered by the review could be different from your population in ways that would produce different results*
- your local setting differs much from that of the review*
- you can provide the same intervention in your setting*

9. Were all important outcomes considered?

Yes Can't tell No

Consider outcomes from the point of view of the:

- individual*
- policy makers and professionals*
- family/carers*
- wider community*

10. Should policy or practice change as a result of the evidence contained in this review?

Yes Can't tell No

Consider:

- whether any benefit reported outweighs any harm and/or cost. If this information is not reported can it be filled in from elsewhere?*