

Effekt von Dehnen oder Wechselbad auf die Intensität von Muskelkater

Zwei physiotherapeutische Behandlungsansätze im Überblick

Atzrodt, Caroline
S13546130

Lüddecke, Valerie
S13546197

Departement: Gesundheit
Institut für Physiotherapie
Studienjahr: 2016
Eingereicht am: 22.04.2016
Begleitende Lehrperson: Frau Sandra
Schächtelin

**Bachelorarbeit
Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
1.1 Darstellung des Themas.....	1
1.2 Begründung der Themenwahl.....	2
1.3 Zielsetzung und Fragestellung	2
1.4 Abgrenzung	3
2 Methodisches Vorgehen	4
2.1 Themenfindung	4
2.2 Literaturrecherche.....	4
2.3 Ein- und Ausschlusskriterien.....	5
3 Theoretischer Hintergrund.....	7
3.1 Muskelkater.....	7
3.1.1 Definition	7
3.1.2 Entstehung.....	8
3.1.3 Physiologische Prozesse bei Exercise Induced Muscle Damage	10
3.2 Wechselbad	10
3.2.1 Definition	10
3.2.2 Anwendungsweisen.....	11
3.2.3 Die Kombination von Kälte- und Wärmereiz.....	12
3.2.4 Kältereiz	12
3.2.5 Wärmereiz	13
3.2.6 Hydrostatischer Druck.....	13
3.3 Dehnen	14
3.3.1 Verschiedene Dehnarten und deren Wirkungsweise.....	14
3.3.2 Passiv statisches Dehnen	14
3.3.3 Wirkung auf die Muskulatur	16
3.3.4 Wirkung auf das Bindegewebe	17
3.3.5 Wirkung auf Schmerzen	17
3.3.6 Wirkung auf Muskelleistung und Regeneration	17
3.4 Blutwert im Zusammenhang mit Muskelkater.....	17
4 Zusammenfassungen der Studien	19
4.1 Studie D1.....	20
4.1.1 Einleitung	20
4.1.2 Methode.....	20
4.1.3 Ergebnisse	21
4.1.4 Diskussion	21
4.2 Studie D2.....	22
4.2.1 Einleitung	22
4.2.2 Methode.....	22
4.2.3 Ergebnisse	23
4.2.4 Diskussion	23
4.3 Studie D3.....	24
4.3.1 Einleitung	24
4.3.2 Methode.....	24
4.3.3 Ergebnisse	25
4.3.4 Diskussion	25
4.4 Studie W1.....	26

4.4.1 Einleitung	26
4.4.2 Methode	26
4.4.3 Ergebnisse	28
4.4.4 Diskussion	28
4.5 Studie W2	28
4.5.1 Einleitung	28
4.5.2 Methode	28
4.5.3 Ergebnisse	30
4.5.4 Diskussion	31
4.6 Studie W3	31
4.6.1 Einleitung	31
4.6.2 Methode	31
4.6.3 Ergebnisse	32
4.6.4 Diskussion	33
5 Diskussion	34
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse Dehnen	34
5.2 Kritische Würdigung der Studien Dehnen	34
5.2.1 Studie D1	35
5.2.2 Studie D2	36
5.2.3 Studie D3	38
5.2.4 Vergleich der Studien D1 und D3 anhand der PEDro-Skala	39
5.3 Vergleich der Resultate der Studien Dehnen	39
5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse Wechselbad	41
5.5 Kritische Würdigung der Studien Wechselbad	41
5.5.1 Studie W1	41
5.5.2 Studie W2	43
5.5.3 Studie W3	45
5.5.4 Vergleich der Studien W1 bis W3 anhand der PEDro-Skala	47
5.6 Vergleich der Resultate der Studien Wechselbad	48
5.7 Vergleich Resultate Dehnen und Wechselbad	49
5.8 Beantwortung der Fragestellung	50
6 Theorie-Praxis-Transfer	51
7 Schlussfolgerung	52
7.1 Limitationen dieser Arbeit	52
7.2 Offene Fragen	52
7.3 Ausblick	53
8 Danksagung	54
Anhang	55
A.1 Literaturverzeichnis	55
A.2 Abbildungsverzeichnis	60
A.3 Tabellenverzeichnis	60
A.4 Wortanzahl	61
A.5 Eigenständigkeitserklärung	61
A.6 Abkürzungsverzeichnis	61
A.7 Glossar	62
A.8 Matrix Prüfung der Zulassungskriterien	64
A.9 Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien	70
A.10 Zeitplan	103

Abstract

Einleitung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist, herauszufinden, ob die Interventionen Dehnen und Wechselbad die Intensität von Muskelkater in Bezug auf Schmerzen reduzieren können, wenn sie sofort nach exzentrischem Training angewendet werden.

Methode

Anhand einer Literaturrecherche wurde in den Datenbanken CINAHL Complete, Cochrane Library, Medline via OvidSP, Pubmed und PEDro passende Studien gesucht. 16 Studien wurden auf spezifische Ein- und Ausschlusskriterien geprüft, wovon sechs als Hauptstudien festgelegt wurden. Diese wurden anhand der Bewertungsformulare von Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch und Westmorland (1998) sowie der PEDro-Skala von Hegenscheidt, Harth und Scherfer (2010) kritisch bewertet. Anschliessend wurden die Resultate einander gegenübergestellt und die Fragestellung beantwortet.

Ergebnisse

Bezüglich der Intervention statisches Dehnen kann die Aussage getroffen werden, dass sie keinen Effekt auf Muskelschmerzen hat, weder lindernd noch verstärkend. Bei den Studien zum Thema Wechselbad konnte nur in einer Studie eine signifikante Linderung des Muskelschmerzes nach exzentrischem Training festgestellt werden.

Diskussion

Nach Bearbeitung der Studien kommen die Autorinnen zum Schluss, dass die Beweislage für einen positiven Effekt von Dehnen und Wechselbad auf muskelkaterbedingten Schmerz sehr dünn ist. Im Bereich Wechselbad kann keine klare Aussage getroffen werden, da die Güte der beurteilten Studien unzureichend ist. Aufgrund der Evidenz muss die Intervention Dehnen hingegen als schmerzlindernde Massnahme bei Muskelkater verworfen werden.

Keywords

Delayed Onset Muscle Soreness, Stretching, Contrast Water

1 Einleitung

1.1 Darstellung des Themas

Muskelkater hat vermutlich jeder erwachsene Mensch schon einmal verspürt und sich gefragt, was zu tun ist, um sich von den unangenehmen Schmerzen zu befreien. Da Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten Bewegungsexperten sind, werden sie auf das Phänomen Muskelkater regelmässig angesprochen. Es tauchen Fragen auf, wie möglichst schnelle Linderung erreicht werden kann, beziehungsweise wie Muskelkater gänzlich zu vermeiden ist. Vor allem im Bereich des Leistungssportes sind Techniken zur Umgehung von Muskelkater gefragt, da er in der betroffenen Muskulatur Schmerzen und eine Verminderung der Kraft sowie eine Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit hervorrufen und damit die sportliche Leistung negativ beeinflussen kann (Cheung, Hume und Maxwell, 2003). Das Thema Muskelkater und seine Linderung ist hauptsächlich im Bereich Sportphysiotherapie anzusiedeln, wobei die Erkenntnisse auch Hobby-Sportlerinnen und -Sportler interessieren, da sich auch diese durch die oben genannten Symptome eingeschränkt fühlen können. Verschiedene Interventionen gelten in Bezug auf den Muskelkater als lindernd. Zwei davon sind die Dehnung und das Wechselbad.

Gedehnt wird aufgrund verschiedenster Überzeugungen: Um das Bewegungsausmass eines Gelenks zu steigern oder zu erhalten, um einen Muskel auf die bevorstehende Belastung vorzubereiten und so vor Verletzungen zu schützen oder um die Durchblutung zu steigern (Lindel, 2010). In Bezug auf Muskelkater wird vor allem präventiv gedehnt (Weineck, 2007), aber auch zur Symptombehandlung (Hüter-Becker, Schewe und Heipertz, 1997). Die physiologischen Vorgänge innerhalb des Muskelgewebes bei Dehnung werden im später folgenden Theorieteil dargestellt.

Weitere Interventionen gegen Muskelkater bestehen aus physikalischen Massnahmen wie dem Wechselbad. Die Wirkungsweise des Wechselbades ist nur wenig er-

forscht (Vaile, Gill und Blazevich, 2007a¹). Laut Cochrane (2004) haben Wechselbäder eine Pumpwirkung auf die Blutgefäße, da durch die abwechselnde Wärme- und Kälteanwendung die Gefäße analog erweitert und zusammengezogen werden. Daraus folgt ein verbesserter Blutfluss. Dieser trägt dazu bei, dass Stoffwechselprodukte und Entzündungsmediatoren, die bei Muskelkater entstehen, schneller abtransportiert werden können.

1.2 Begründung der Themenwahl

Die Autorinnen dieser Bachelorarbeit wurden von ihren Mitmenschen schon mehrfach gefragt, was gegen Muskelkater zu tun sei, worauf sie keine evidenzbasierten Antworten geben konnten. Das Thema ist deshalb interessant in einer Bachelorarbeit intensiv zu betrachten, weil erfahrungsgemäss auch bei diplomierten Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen viele widersprüchliche Meinungen existieren. Im sportphysiotherapeutischen Alltag wird unter anderem Dehnen und die Anwendung von Wechselbädern empfohlen. Bezüglich dieser beiden Interventionen soll das bestehende Wissen in den wissenschaftlichen Kontext eingeordnet werden. Dadurch sollen einerseits eigene Vorstellungen hinterfragt werden. Andererseits wollen die Autorinnen Sicherheit in diesem Themenbereich gewinnen um zukünftig klare Empfehlungen abgeben zu können.

1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit besteht darin, herauszufinden, ob die Interventionen Dehnen und Wechselbad die Intensität von Muskelkater in Bezug auf Schmerzen reduzieren können, wenn sie sofort nach exzentrischem Training angewendet werden. Diese beiden weit verbreitet angewendeten Interventionen sollen somit auf ihre Wirksamkeit geprüft werden. Die Erkenntnisse sollen eine Hilfestellung im Alltag von Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen darstellen. Zusätzlich sollen mögliche Fragen zu diesem Themenbereich in Zukunft besser beantwortet werden können und die Wahl der Behandlungsmethoden von Muskelkater erleichtert werden.

Aufgrund dieser Überlegungen lässt sich folgende Fragestellung ableiten: Welche Auswirkungen haben die Interventionen Wechselbad und Dehnen nach einem exzentrischen Training auf die Intensität von Muskelkater?

¹ Für die Erklärung der Bezeichnung siehe Tabelle 3 auf Seite 19.

1.4 Abgrenzung

Allgemein besteht sehr viel Literatur zu den verschiedenen Interventionen gegen Muskelkater. Die Autorinnen möchten sich inhaltlich von Massnahmen wie Aktiver Erholung, Ultraschall, Kryo- und Thermotherapie, Massage und TENS abgrenzen.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Themenfindung

Die Autorinnen entschieden sich im Frühling des Jahres 2015 dazu, dieses Projekt gemeinsam in Angriff zu nehmen. Individuell machten sie sich Gedanken, welche Themen sie besonders interessieren würde und überlegten sich mögliche wissenschaftliche Fragestellungen dazu. Schnell einigten sie sich auf das Krankheitsbild Jumper's Knee und dessen Behandlung mit Elektro- oder Stosswellentherapie. Nach einigen intensiven Stunden erfolgloser Suche nach passenden Studien mussten die Autorinnen allerdings von diesem Thema ablassen. Der Themenbereich (Sportphysiotherapie) sollte aber derselbe bleiben, weshalb logischerweise auch das Thema Muskelkater zur Sprache kam. Nach Abgabe der Disposition wurde den Autorinnen bei einem persönlichen Gespräch mit der Betreuerin Frau Sandra Schächtelin bewusst, dass bezüglich dieser Thematik schon verschiedene Bachelorarbeiten existieren. Nichtsdestotrotz wurden sie ermutigt das Thema beizubehalten, unter der Bedingung, die Fragestellung noch mehr zu spezifizieren. Dies taten die Autorinnen und begannen mit der gründlichen Literaturrecherche die im nachfolgenden Kapitel beschrieben wird.

2.2 Literaturrecherche

Nachdem das zu untersuchende Thema festgelegt worden war, erarbeiteten die Autorinnen das Hintergrundwissen anhand von Fachliteratur, Artikeln und Internetrecherchen. Gleichzeitig startete die Literaturrecherche, die während den Monaten Juli und August 2015 stattfand. Um die spezifizierte Fragestellung zu bearbeiten, wurde nach Studien gesucht, in denen entweder Dehnen und/oder Wechselbad als Intervention gegen Muskelkater verwendet wurde, um den Effekt auf Symptome von Muskelkater zu ergründen. Nach erfolgloser Suche nach deutschen Studien verwendeten die Autorinnen die englische Übersetzung der Keywords. Die wichtigsten Suchbegriffe lauteten daher *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) beziehungsweise *Muscle Soreness*, *Stretching* und *Contrast Water*. In den Datenbanken CINAHL Complete, Cochrane Library, Medline via OvidSP, Pubmed und PEDro kombinierten sie die Stichworte folgendermassen: *Delayed Onset Muscle Soreness AND Stretching* oder *AND Contrast Water*. Um die Studien weiter einzugrenzen,

kombinierten die Autorinnen die Hauptkeywords jeweils mit AND *Intervention* oder AND *Eccentric Exercise*. Weitere zutreffende Studien konnten mit dem Begriff *Flexibility Training* anstatt *Stretching* ausfindig gemacht werden. Analog wurde anstelle von *Contrast Water* der Begriff *Water Immersion* benutzt um weitere Studien zu ermitteln. Teilweise wurde Google Scholar verwendet um die Volltexte zu erhalten.

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Damit die Studien differenziert werden konnten, wurden folgende Zulassungskriterien gewählt: Die Studien sollten in deutscher oder englischer Sprache verfasst sein, um Verständnisprobleme zu minimieren. Um die Fragestellung zu beantworten, musste die verwendete Intervention, Dehnen oder Wechselbad jeweils isoliert angewendet werden, und zwar innerhalb der ersten 24h nach der muskelkaterinduzierenden Tätigkeit. Dadurch sollten mögliche beeinflussende Effekte von Ko-Interventionen ausgeschlossen werden. Der Muskelkater sollte durch eine ähnliche Art von Training ausgelöst werden. Um eine gewisse Vereinheitlichung zu erreichen, wählten die Autorinnen exzentrisches Training. Dabei sollte Muskelschmerz als subjektives Verlaufszeichen gemessen werden, ebenfalls um die Fragestellung genau beantworten zu können. Da Menschen verschiedener Altersgruppen unterschiedlich auf Training reagieren, wurden die Studien insofern eingeschränkt, dass die Teilnehmer zwischen 18 und 46 Jahre alt sein mussten. Dies entspricht in etwa der Alterskategorie "Adults" der Datenbank Medline. Aus Sicht der Autorinnen spielt es zudem eine Rolle, ob die Studienteilnehmer gesund sind beziehungsweise muskuläre Beschwerden zum Zeitpunkt der Studie bestehen. Leider wurde dazu in den wenigsten Studien Angaben gemacht. Eine Kontrollgruppe soll keinerlei Intervention erfahren, um den tatsächlichen Effekt von Dehnen beziehungsweise Wechselbad aufzuzeigen. Die Autorinnen suchten nach einem qualitativ hochwertigen Studiendesign, das jedoch mangels Studien in den Ein- und Ausschlusskriterien nicht berücksichtigt werden konnte. Um der Aktualität der Themen gerecht zu werden, suchten die Autorinnen Studien der letzten zehn Jahre. Zum Thema Wechselbad fanden sich einige Studien in diesem Zeitraum, wobei die älteste Hauptstudie im Jahr 2007 publiziert wurde. Bei der Intervention Dehnen gestaltete sich die Suche etwas schwieriger, da die älteste Hauptstudie 1996 veröffentlicht wurde. Nur diejenigen Studien wurden verwendet, welche den genannten Ein- und Ausschlusskriterien entsprechen. Dazu wurde der

Volltext von sechzehn Studien gelesen, die aufgrund ihrer Titel und Abstracts in die engere Auswahl kamen. Um Ähnlichkeiten der verschiedenen Studien schnell erfassen zu können und einen groben Überblick über die gefundenen Studien zu erhalten, wurde eine Matrix in einem Excel-Dokument erstellt. Kriterien wie Erscheinungsjahr, Sprache der Studie, Alter der Teilnehmer, Verlaufsparemeter muskelerinduzierende Tätigkeit, Zeitpunkt der Intervention etc. wurden tabellarisch aufgeführt. Die relevantesten Beurteilungskriterien wurden in neuen Tabellen zusammengefasst und sind im Anhang dieser Arbeit ersichtlich. Oben beschriebene Matrix half den Autorinnen, die sechs Hauptstudien dieser Arbeit zu bestimmen. Die Titel sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Titel	Autoren, Jahr
Various treatment techniques on signs and symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness	Gulick, Kimura, Sitler, Paolone und Kelly, 1996
The effect of passive stretching on Delayed Onset Muscle Soreness, and other detrimental effects	Lund, Vestergaard-Poulsen, Kanstrup und Sejrson, 1998
Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise	Torres, Pinho, Duarte und Cabri, 2013
The effect of contrast water therapy on symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness	Vaile, Gill und Blazeovich, 2007a
Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness	Vaile, Halson, Gill und Dawson, 2007b
Cold water immersion in the management of Delayed Onset Muscle Soreness: Is dose important? A randomised controlled trial ^{*2}	Glashow, Ferris und Bleakley, 2013

Tab. 1: Hauptstudien

² Alle mit einem * gekennzeichneten Begriffe werden im Glossar (siehe Anhang 7) näher erklärt.

3 Theoretischer Hintergrund

3.1 Muskelkater

3.1.1 Definition

Toigo beschreibt in seinem Buch *MuskelRevolution* (2015, S. 76) Muskelkater als ein „Gefühl von Muskelschmerz, –schwellung und –steifigkeit, welches sich nach ungewohnter muskulärer Beanspruchung manifestieren kann“. Dieses tritt meist nicht sofort nach der absolvierten Anstrengung ein, sondern erreicht seinen Spitzenwert 24 bis 48 Stunden danach (Nosaka, 2008). Daher wird im englischen Sprachraum von *Delayed Onset Muscle Soreness* gesprochen.

Zu unterscheiden ist die *Delayed Onset Muscle Soreness* von der *Acute Muscle Soreness*. Dies ist ein Muskelschmerz, welcher während einer Aktivität des Muskels auftritt und durch die Ischämie des Muskelgewebes zu erklären ist (Gulick und Kimura (1996, zit. nach Dorpat und Holmes, 1955)).

Mit dem oben beschriebenen Gefühl von Schmerz und Steifigkeit gehen oft folgende Symptome einher: Kraftverlust, Beweglichkeitseinschränkung, Schwellung und Druckdolenz (Connolly, Sayers und MgHugh, 2003). Diese Symptome werden von Cheung et al. (2003) durch Muskelschmerz und Beweglichkeitsverlust ergänzt. Ferner verändert sich die Zusammensetzung des Blutplasma: Erhöhte Werte von Creatinkinase (CK), C-reaktivem Protein (CRP) und Myoglobin sind messbar. Ausserdem verändert sich das Verhältnis von Phosphokreatin zu anorganischem Phosphat. Toigo (2015) nennt zwei Hauptfaktoren, die zu den oben genannten Symptomen führen: freigesetzte Stoffwechselprodukte und Mikrotraumata. Die genauen physiologischen Prozesse, die zu Muskelkater führen, werden im nachfolgenden Kapitel 3.1.2 beschrieben.

3.1.2 Entstehung

Um das Phänomen Muskelkater besser verstehen zu können, ist es essenziell zu wissen, wie dieser zustande kommt. Dafür ist ein Exkurs in die Muskelphysiologie notwendig. In Abbildung 1 wird beispielhaft die Zusammensetzung eines menschlichen Muskels dargestellt.

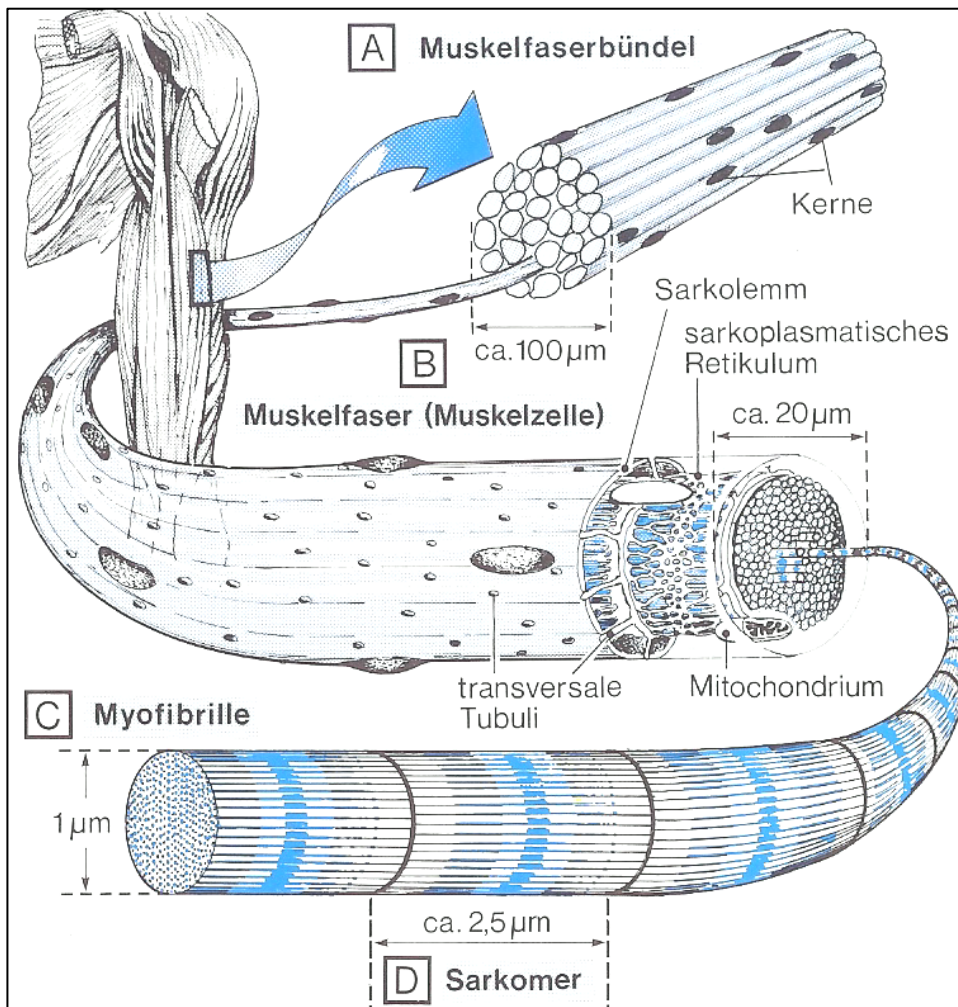


Abb. 1: Bau und Struktur der Muskelzelle

Ein Muskel besteht aus vielen Muskelfaserbündeln, wobei eine Muskelfaser einer Muskelzelle entspricht. Eine Muskelfaser besteht aus Myofibrillen, die sich aus in Serie geschalteten Sarkomeren zusammensetzen. Die einzelnen Sarkomere werden durch sogenannte Z-Scheiben abgetrennt. Ein Sarkomer ist die kleinste muskuläre Einheit und setzt sich jeweils aus einem sich überlappenden Aktin-Myosin-Komplex zusammen. Auf dieser Ebene kommt die Muskelkontraktion zustande. Durch einen vom Gehirn gesendeten Impuls entsteht an der Zellmembran der Muskelzelle (Sarkolemm) ein Aktionspotenzial. Ionenkanäle werden geöffnet und Calcium strömt in die

Myofibrillen. Unter Spaltung von Adenosintriphosphat (ATP) verbinden sich Aktin- und Myosinköpfchen und Kraft wird produziert (Toigo, 2015). Dieser Vorgang findet nicht nur bei der allseits bekannten Muskelverkürzung (konzentrische Kontraktion), sondern auch bei Muskelverlängerung statt. Bremst ein Muskel eine äussere Last ab (exzentrische Kontraktion), geschieht auf Mikrostrukturebene genau dasselbe wie bei der konzentrischen Kontraktion.

Vor allem durch exzentrische Belastungen auf das Muskelgewebe entstehen Risse in den kleinsten Muskelgewebsteilen. Die Schädigungen treten auf Sarkomerebene hauptsächlich an den Z-Scheiben sowie am Struktureiweiss Desmin auf (siehe Abbildung 2).

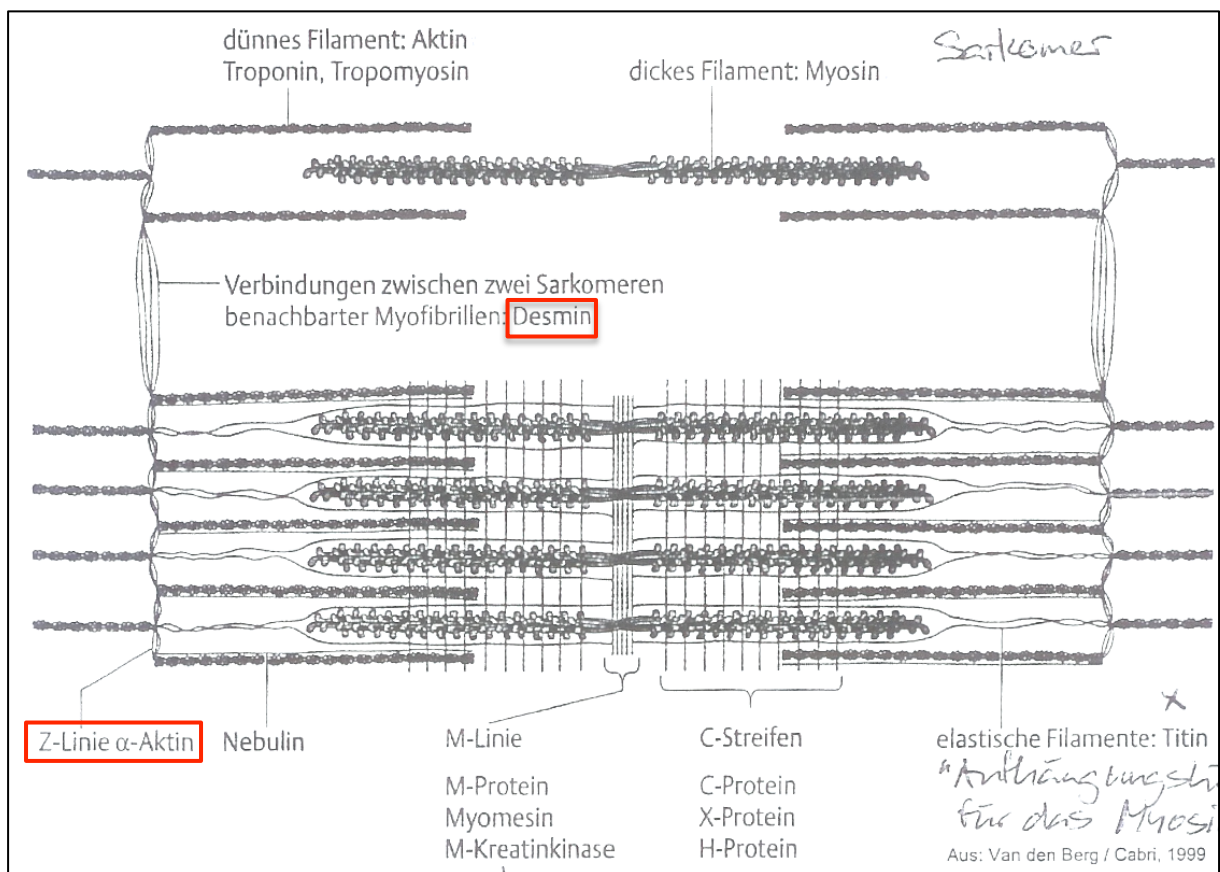


Abb. 2: Bau und Struktur des Sarkomers

Diese Risse lösen einen Reparaturprozess im Muskelgewebe aus, welcher ungefähr acht Tage dauert. Hierbei entstehen mehr in einer Reihe geschaltete Sarkomere, wodurch die Muskelzellen länger werden (van den Berg und Cabri, 2011). Die muskeltypischen Symptome entstehen durch den Entzündungsprozess, der durch

die Mikrotraumata ausgelöst wird. Die Schmerzauslöser sind dabei Entzündungsmediatoren wie Histamin, Bradykinin und Prostaglandin welche die Nozizeptoren reizen (Camenisch, Funk und Schächtelin, 2013). Muskelkater kann auch durch andere Belastungsformen als die exzentrische entstehen (Versey, Halson und Dawson, 2010). Die Autorinnen beschränken sich auf die exzentrische Trainingsform, da der menschliche Muskel darauf besonders anfällig ist. Weitere Ausführungen folgen im nächsten Kapitel.

3.1.3 Physiologische Prozesse bei Exercise Induced Muscle Damage

In diesem Kapitel werden die physiologischen Prozesse, die mit der Entstehung von Muskelkater einhergehen, genauer beschrieben. Die Ausführungen beruhen auf Morgans (1990) Theorie der *popping sarcomeres*. Grob vereinfacht geht dieses Modell davon aus, dass Sarkomere verschieden lang sind, weshalb sie zu verschiedenen Stadien der Muskellänge individuell besser Kraft generieren können. So nimmt die Kraft von kurzen Sarkomeren bei der Dehnung eines Muskels zu, während diejenige von langen Sarkomeren abnimmt, je länger der Muskel wird. Der Grossteil der Dehnung wird auf die langen Sarkomere übertragen, da sich die kurzen besser widersetzen können. Als Reaktion auf die Dehnung nimmt die Länge der längeren Sarkomere schlagartig zu (*to pop*), woher auch der Name für dieses Phänomen stammt. Daraus folgt, dass nicht primär die externe Kraft, die auf den Muskel wirkt, für die Schädigung verantwortlich ist, sondern viel eher der Muskelgebrauch bei unüblich langen Muskellängen. Dies könnte die Anfälligkeit des menschlichen Muskels auf exzentrisches Training erklären. Dabei wird der Muskel immer mehr verlängert und muss auch bei ungewöhnlicher Muskellänge noch Kraft generieren. Morgans Theorie wurde zwar sowohl durch theoretische Berechnungen, als auch durch praktische Experimente bestätigt, allerdings existieren auch Studienresultate, die gegen seine Theorie sprechen (Toigo, 2015).

3.2 Wechselbad

3.2.1 Definition

Das Wechselbad wird sowohl im Sportbereich als auch in der Medizin verwendet. Durch die wiederholte Anwendung von unterschiedlich temperiertem Wasser in Form von Teil- oder Vollbädern kann diese Intervention auf verschiedene Arten durchge-

führt werden. Es wird mit der Warmphase begonnen und mit der Kaltanwendung geschlossen. Die Wärmeanwendung sollte etwa zehn Mal länger als die Kälteanwendung dauern und die Temperaturdifferenz sollte mindestens 12°C betragen (Guntenbrunner, Fialka-Moser, Kersch-Schindl, Mittermaier, Paternostro-Sluga und Schuhfried, 2009).

3.2.2 Anwendungsweisen

Wechselbäder werden auf verschiedene Arten durchgeführt, wobei die Dauer der Bäder, die Temperatur der Wasserbecken, die Anzahl der Wechselbadzyklen und die Länge der gesamten Anwendung je nach Autor variieren. Es konnten keine evidenzbasierten Begründungen für einen spezifischen Ablauf der Anwendung gefunden werden. Dabei bestehen auch keine einheitlichen Angaben zur Temperaturdifferenz oder Anwendungsdauer.

In den in dieser Arbeit verwendeten Studien variieren die Temperaturen des für das Wechselbad verwendeten kalten Wassers zwischen 6°C (Glashow et al., 2013) und 15°C (Vaile et al., 2007b). Das heiße Wasser variiert zwischen 34.4°C (Stanley, Buchheit und Peake, 2011) und 42°C (Vaile et al., 2007a). Die Anwendungsdauer der einzelnen Bäder beträgt in einigen Studien 1 min, wie zum Beispiel bei Elias, Varley, Wyckelsma, McKenna, Minahan und Aughey (2012), Versey et al. (2010) und Glashow et al. (2013). Teilweise dauern die einzelnen Anwendungen jedoch bis zu 2 min (Ingram, Dawson, Goodman, Wallman und Beilby, 2009). Die gesamte Wechselbadanwendung dauert in den verwendeten Studien zwischen 6 min (Versey et al., 2010) und 18 min (Versey, Halson und Dawson, 2012). Ein Wechselbad kann als Teilbad, welches bis zur Spina iliaca anterior superior reicht (Vaile et al., 2007a), (Glashow et al., 2013), angewendet werden oder als Vollbad (Vaile et al., 2007b), (Versey et al., 2010), bei dem der Wasserspiegel bis zum Hals reicht.

In der Studie von Versey et al. (2010) wird getestet, ob die Dauer der Wechselbadanwendung einen Effekt auf die Erholung nach einem Hochleistungs-Fahrradtraining hat. Das Fazit ist, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anwendungen festgestellt werden konnten.

Obwohl Zweifel bezüglich der physiologischen Wirkungsweise von Wechselteilbädern bestehen (Vaile et al., 2007b), werden diese vor allem bei Hochleistungssportle-

rinnen und –Sportlern eingesetzt. Verschiedene Sportmagazine beschreiben das Wechselbad als schmerzbekämpfende und regenerative Methode, die bei Muskelkater wirkt (Leonhard, 2014), (Schraa, 2012).

Die Vermutung ist, dass durch die Abwechslung von Vasodilatation und Vasokonstriktion eine „Pumpwirkung“ entsteht, welche Ödeme verringert, Entzündungen senkt und die Range of Motion verbessert (William Myrer, Draper und Durrant, 1994). Nach mehreren Wiederholungen der Kalt-Warm-Anwendung sollte es nach Guntenbrunner et al. (2009) zu einer Hyperämie im behandelten Bereich kommen, wobei der Muskeltonus allerdings nur wenig beeinflusst wird. Physiologisch gesehen könnten einige der genannten Effekte den Symptomen von Muskelkater entgegenwirken.

3.2.3 Die Kombination von Kälte- und Wärmereiz

Bei der Anwendung des Wechselbades werden kryotherapeutische mit thermotherapeutischen Effekten kombiniert. Durch die Abwechslung der unterschiedlichen Temperatureinwirkungen wird die reaktive Wiedererwärmung gefördert und eine Normalisierung der Durchblutungslage und Wärmeregulation ist möglich (Gillert und Rulffs, 1990).

3.2.4 Kältereiz

Bei der Anwendung eines Kältereizes treten verschiedene physiologische Reaktionen des menschlichen Körpers auf. Durch eine Vasokonstriktion erhöht sich der Gefäßdruck in den Arterien und Venen. Die Pulsfrequenz wird reduziert, wohingegen der systolische und diastolische Blutdruck steigen. Schon nach einer kurzen Kälteanwendung bewirkt die reaktive Vasodilatation der Gefäße eine Hyperämie im behandelten Hautareal (Uehleke und Hentschel, 2006). Der Kältereiz bewirkt ausserdem eine vegetative Umstimmung von sympathikoton zu vagoton, das heisst das Gleichgewicht zwischen Para- und Sympathikus wird in Richtung Parasympathikus verschoben. Zusätzlich bringt Kälte eine entzündungshemmende und schmerzlindernde Wirkung mit sich. (Hüter-Becker und Dölken, 2007). Eine Kälteeinwirkung auf das Gewebe führt direkt zu einem Elastizitätsverlust der kollagenen Fasern, wodurch auch die Muskelkontraktionsfähigkeit leicht herabgesetzt wird (Watson, 1990).

3.2.5 Wärmereiz

Eine Wärmeanwendung auf den menschlichen Körper bringt eine passive Hyperämie durch eine Steigerung der allgemeinen Durchblutung mit sich. Zudem wird der Stoffwechsel gesteigert und das Gleichgewicht des vegetativen Nervensystems verschiebt sich in Richtung Parasympathikus. Durch die Wärme wird der Muskeltonus erhöht und das Bindegewebe gelockert. Die Herzleistung wird gesteigert. Ausserdem wirkt Wärme generell analgetisch (Hüter-Becker et al., 2007).

Im Buch von Hüter-Becker et al. (2007, S. 154) wird folgende Aussage zur Stoffwechselwirkung von Wärme gemacht: „Nach der van t'Hoffschen Regel erhöht sich der körpereigene Energieumsatz mit jedem Grad Anstieg der Körpertemperatur um 17%“. Durch die Wärme werden ausserdem die kollagenen Fasern elastischer und sie gewinnen an Dehnbarkeit. Durch den Temperaturanstieg im Gewebe wird die Muskelkontraktion leicht verbessert (Watson, 2008).

3.2.6 Hydrostatischer Druck

Sobald Körperteile in ein Wasserbad getaucht werden, erhöht sich der Druck auf die Hautoberfläche. Dafür verantwortlich sind die physikalischen Eigenschaften von Wasser. Die Eintauchtiefe und Lage des Körpers ist dabei ausschlaggebend für die Drucksteigerung, denn mit der Eintauchtiefe nimmt der hydrostatische Druck zu. Allgemein wirkt der hydrostatische Druck auf den venösen Kreislauf insofern, dass eine Volumenverschiebung von peripher nach zentral geschieht. Das venöse Blut wird in die intrathorakalen Blutgefässe zurückgestaut, was eine Erhöhung der Vorlast des Herzens zur Folge hat. Aufgrund des Eigendruckes des arteriellen Systems ist die Wirkung des hydrostatischen Drucks darauf nur gering. Die Körperabschnitte die sich im Wasser befinden zeigen eine messbare Umfangminderung auf (Hüter-Becker et al., 2007).

3.3 Dehnen

3.3.1 Verschiedene Dehnarten und deren Wirkungsweise

Wenn bei einem sportlichen Wettkampf darauf geachtet wird, wie die Athletinnen und Athleten dehnen, scheinen sehr viele verschiedene Dehnvarianten zu existieren. Bei einer näheren Betrachtungsweise wird jedoch klar, dass alle Dehnarten in zwei Hauptmethoden eingeteilt werden können. Einerseits in Schwunggymnastik (= dynamisches, ballistisches Dehnen), andererseits in Stretching, das fälschlicherweise oft als Synonym für allgemeines Dehnen verwendet wird (Spring, Schneider und Tritschler, 1997). Die verschiedenen Dehnmethoden werden in untenstehender Abbildung dargestellt. In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise bei den verschiedenen Dehnarten sowie deren Wirkungsweise auf die Muskulatur beschrieben.

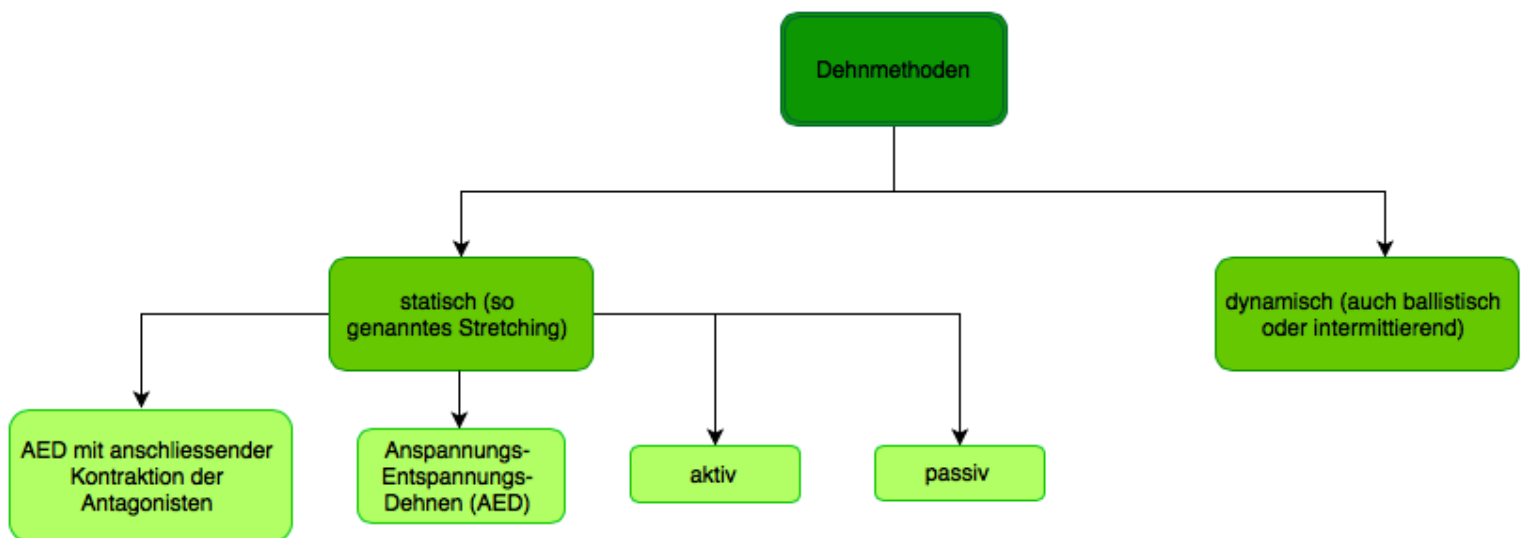


Abb. 3: Übersicht der Dehnmethoden nach Vorlage von Lindel (2010)

3.3.2 Passiv statisches Dehnen

In den verwendeten Studien wird ausschliesslich passiv statisch gedehnt. Deshalb wird diese Dehnmethode in dieser Bachelorarbeit ausführlicher beschrieben als die anderen. Beim passiven statischen Dehnen wird der Muskel „langsam und kontrolliert in eine maximale Dehnposition gebracht und in dieser Stellung längere Zeit gehalten“ (Lindel, 2010, S. 31). Die Intensität soll in der Endposition nur noch minim verstärkt werden. Dies geschieht entweder durch einen Partner/Therapeuten, die

Schwerkraft oder eigene Muskelkraft. Um Verletzungen zu vermeiden soll die Intensität so gewählt werden, dass ein leichtes Ziehen spürbar ist, aber auf keinen Fall Schmerzen entstehen. Das Prinzip des passiven statischen Dehnens besteht in der autogenen Hemmung des Muskels. Das heißt, dass durch die langsame Annäherung an die Endposition die Muskelkontraktion durch Aktivierung der Golgi-Sehnenorgane gehemmt wird und der Muskeltonus reaktiv gesenkt wird. Dadurch kann der Muskel durch den Partner/Therapeuten intensiver gedehnt werden. Die Empfehlungen zu Dehndauer (zwischen 15-90 Sekunden) und Wiederholungsanzahl (3 bis 10 Mal) variieren stark (Lindel, 2010). Nun folgt in Tabelle 2 eine Übersicht zu den restlichen Dehnmethoden. Die Informationen stammen, wenn nicht anders deklariert, aus Lindel (2010).

Dehnmethode	Ausführung	Wirkungsweise	Dehndauer und Repetitionen	Einsatz
Aktiv statisches Dehnen	Antagonisten des zu dehnenen Muskels werden während gesamter Dehnphase aktiv angespannt.	Prinzip der reziproken Hemmung: Durch Anspannen der Antagonisten wird der gedehnte Muskel zusätzlich entspannt und eine intensivere Dehnung ist möglich.	Weder zu Dehndauer noch zu Repetitionsanzahl wird eine Aussage gemacht.	Kann auch ohne Therapeut durchgeführt werden.
Dynamisches Dehnen	„Wiederholte, rhythmische Bewegungen oder wippendes Nachfedern am Bewegungsende.“ (Lindel, 2010, S. 30)	Durch wiederholte Wippbewegungen kann man sich in kleinen Schritten an Endposition herantasten.	Weder zu Intensität, Dehndauer oder Repetitionsanzahl wird eine Aussage gemacht.	Spring et al. empfehlen, dann dynamisch zu dehnen, wenn die Muskulatur auf eine bevorstehende Belastung vorbereitet werden soll und die Dehnübungen in die Aufwärmphase miteinzubeziehen.

Dehnmethode	Ausführung	Wirkungsweise	Dehndauer und Repetitionen	Einsatz
Anspannungs-Entspannungs-Dehnen (AED) Auch: Contract-Hold-Relax Stretching oder Postisometrisches Relaxations-Dehnen	Patient/Sportler spannt den passiv gedehnten Muskel eine kurze Zeit isometrisch an, entspannt ihn anschliessend bewusst, während der Partner / Therapeut den Muskel in eine intensivere Dehnstellung bewegt.	Prinzip der autogenen Hemmung: Golgi-Sehnenorgane werden durch isometrische Anspannung aktiviert und verhindern weitere Kontraktion des Muskels bzw. ermöglichen Dehnung durch den Partner / Therapeuten.	Es herrscht Uneinigkeit bezüglich der Intensität der isometrischen Anspannung sowie der Anspannungsdauer. Gesamte Dehnphase sollte zwischen 15-120s dauern und 2 bis 4 Mal wiederholt werden.	Wenn das maximale Bewegungsausmass erreicht werden soll. Hat sich bei hypertonen Längenverminderung und struktureller Verkürzung bewährt.
AED mit anschließender Kontraktion der Antagonisten	Aufbau ist ähnlich wie AED, wobei am Ende der Dehnung zusätzlich der Antagonist des gedehnten Muskels maximal angespannt wird.	Prinzip der reziproken Hemmung: Durch Anspannen der Antagonisten wird der gedehnte Muskel zusätzlich entspannt und eine intensivere Dehnung ist möglich.	Es herrscht Uneinigkeit bezüglich der Intensität der isometrischen Anspannung sowie der Anspannungsdauer. Gesamte Dehnphase sollte zwischen 15-120s dauern und 2 bis 4 Mal wiederholt werden.	Wenn das maximale Bewegungsausmass erreicht und aktiv kontrolliert werden soll.

Tab. 2: Zusammenfassung der Dehnmethoden

3.3.3 Wirkung auf die Muskulatur

Lindel nennt in ihrem Buch Muskeldehnung, 2. Auflage (2010) einige Effekte, die Dehnübungen allgemein zugeschrieben werden. Darunter fallen Vergrösserung der ROM, Erhöhung der Flexibilität, Steigerung der Muskelleistung sowie der für die Autorinnen besonders wichtige Punkt der Vermeidung beziehungsweise Beeinflussung von Muskelkater. Inwiefern Dehnen tatsächlich einen Effekt auf die Symptome von Muskelkater hat, wird im zweiten Teil dieser Arbeit besprochen. Um die entsprechenden Studien zu verstehen bedarf es eines Grundwissens über die Auswirkungen des Dehnens auf die Muskulatur.

3.3.4 Wirkung auf das Bindegewebe

Nach Hills (1950, zit. nach van den Berg, 2011, S. 268) biomechanischem Muskelmodell besteht das muskuläre Bindegewebe hauptsächlich aus drei Elementen: kontraktile, parallelen (Endo-, Peri-, Epimysium und Faszien) und in Serie (Sehnen) geschalteten. Dehnen hat wahrscheinlich auf alle drei Elemente einen Einfluss, wobei zuerst die Sehnen, danach die bindegewebigen Hüllen und schliesslich die Sarkomere auf Spannung kommen. Wird für circa drei Minuten im schmerzfreien Bereich und ohne Aktivität der Muskelfasern gedehnt, wird Kollagenase freigesetzt (Carano und Siciliani, 1996). Dieses Enzym kann pathologische Crosslinks, die bei einer strukturellen Verkürzung des Muskels entstehen, auflösen und somit das Bewegungsausmass eines Gelenks vergrössern. Andere Wissenschaftler vermuten, dass das Bindegewebe mit wiederholtem Dehnen eine Toleranz gegenüber Dehnungsreizen entwickelt und deshalb eine grössere ROM möglich wird (Lindel, 2010).

3.3.5 Wirkung auf Schmerzen

Schmerzen haben oft einen reaktiven Hypertonus der umliegenden Muskulatur zur Folge. Dehnen aktiviert gut myelinisierte Nervenfasern, welche via Gate-Control Schmerzen auf spinaler Ebene hemmen. Sato und Schmidt (1973) zeigen auf, dass nach einer Dehnung die schnellleitenden Nervenfasern stimuliert werden (z. B. A-Beta, Mechanorezeptoren) und die sympathische Aktivität abnimmt. Dies hat zur Folge, dass die Reizschwelle der Nozizeptoren erhöht und das Gewebe belastbarer wird. Ausserdem nimmt die Konzentration von Schmerzmediatoren ab (Lindel, 2010).

3.3.6 Wirkung auf Muskelleistung und Regeneration

Dehnungen können in Kombination mit anderen Massnahmen zu einer Wiederherstellung der Gelenkszentrierung beitragen. Dadurch können Muskeln wieder ökonomisch ihrer eigentlichen Aufgabe nachgehen (Lindel, 2010).

3.4 Blutwert im Zusammenhang mit Muskelkater

In den verwendeten Studien werden oft Aussagen zu verschiedenen Blutwerten gemacht, die im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität und Muskelkater stehen. Nachfolgend wird der am häufigsten getestete Blutwert, Creatinkinase (CK), erklärt. CK ist ein für die Energiebereitstellung essenzielles Enzym. Es initiiert die Umwand-

lung von ADP (Adenosindiphosphat) und Phosphokreatin (= Kreatinphosphat, PCr) zu ATP (Adenosintriphosphat) und Kreatin. Die Muskulatur bedient sich des ATP um Arbeit generieren zu können. Dieses System machen wir uns dann zu Nutze, wenn wir im Alltag kurzfristig einen erhöhten ATP-Bedarf haben, zum Beispiel beim Übergang vom Sitzen zum Stehen. Demzufolge hat CK keinen direkten Zusammenhang mit Muskelkater, sondern viel eher mit der körperlichen Betätigung die zu Muskelkater führen kann. Ein hoher Anteil von CK im Blutplasma deutet darauf hin, dass kürzlich eine hohe Beanspruchung der Muskulatur stattgefunden hat, bei der viel Energie (ATP) gebraucht wurde (Toigo, 2015).

4 Zusammenfassungen der Studien

Da es sich bei dieser Bachelorarbeit um eine Literaturrecherche handelt und die Erkenntnisse auf Studien beruhen, werden die Hauptstudien im folgenden Teil ausführlich zusammengefasst. Um eine bessere Übersicht zu erhalten werden die verwendeten Studien fortan mit folgenden Bezeichnungen abgekürzt:

Name der Studie	Abkürzung	Autoren, Jahr	
Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness	D1	Gulick et al. (1996)	
The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects	D2	Lund et al. (1998)	
Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise	D3	Rui et al. (2013)	
Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness	W1	Vaile, Gill, Blazevich 2007	Vaile et al. (2007a) ³
Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness	W2	Vaile, Halson, Gill and Dawson 2007	Vaile et al. (2007b)
Cold water immersion in the management of delayed onset muscle soreness: is dose important? A randomised controlled trial	W3	Glashow et al. (2013)	

Tab. 3: Abkürzung der Bezeichnungen

³ Genannte Abkürzung wird verwendet um eine Verwechslung der Studien auszuschliessen.

4.1 Studie D1

4.1.1 Einleitung

In der Studie von Gulick et al. (1996) aus den USA wurden verschiedene Behandlungsmethoden auf deren Wirkung auf Symptome von DOMS untersucht. Getestet wurde der Effekt eines nicht-steroidalen Antirheumatikas (NSAR), Training auf einem Oberkörperergometer, einer Eismassage und statischem Dehnen der von DOMS betroffenen Muskulatur sowie einer Anwendung von Arnica Montana-Salbe und -Kügelchen auf Indikatoren wie Muskelschmerz, -funktion und *Range of Motion*.

4.1.2 Methode

38 Frauen und 35 Männer zwischen 21 und 40 Jahren nahmen freiwillig an der Studie teil. Alle durchliefen ein Pilot-Projekt, in dem sichergestellt wurde, dass DOMS tatsächlich entsteht. Dabei absolvierten sie 15 Serien à 15 Repetitionen exzentrischer Handgelenks-Extension mit der nicht-dominanten Hand. Dies geschah mithilfe eines isokinetischen Dynamometers. Alle Personen bewerteten das subjektive Gefühl von Muskelkater 24 und 48 Stunden nach dieser exzentrischen Übung auf einer *Visual Analogue Scale (VAS)** von 0 bis 10. Neun Wochen nach dem Pilot-Projekt wurden die Baseline-Daten für die Hauptstudie erhoben. Dazu gehörten aktive und passive *Range of Motion (ROM)* des Handgelenks, Unterarmumfang und -volumen, Muskelkater gemessen via VAS sowie die Muskelfunktion, erhoben durch isometrische Kraftproduktion und isokinetische Tests mit dem Dynamometer*. Anschliessend durchliefen die Versuchspersonen dasselbe Trainingsprotokoll wie im Pilot-Projekt. Die genannten Variablen wurden direkt nach der exzentrischen Übung sowie 20 Minuten, 24, 48 und 72 Stunden danach erneut erfasst. Zu Beginn der Studie wurden die Probandinnen und Probanden (nachfolgend als Prob. abgekürzt) zufällig in eine von sieben Testgruppen eingeteilt (n=10). Gruppe A bekam ein NSAR in Tablettenform direkt nach der exzentrischen Übung sowie eine genaue Anleitung wann wie viele Tabletten über die darauffolgenden drei Tage eingenommen werden sollten. Gruppe B vollendete nach der exzentrischen Übung zehn Minuten leichtes Training auf einem Oberkörperergometer. Bei den Testpersonen der Gruppe C wurde eine 20-minütige Eismassage der Handgelenksex tensoren gemacht. In Gruppe D wurde eine Dehnposition der Handgelenksex tensoren eingenommen und für 10 Minuten statisch gehalten. Gruppe E wurde mit einem homöopathischen Heilmittel namens

Arnica montana behandelt. Dieses wurde in Crèmeform direkt nach der exzentrischen Übung auf dem Unterarm aufgetragen. Gruppe F wurde mit demselben homöopathischen Wirkstoff behandelt, allerdings wurde dieser in Kügelchenform verabreicht. Gruppe G fungierte als die Kontrollgruppe. Sie bekam eine Placebo-Tablette und dieselbe Einnahmeanleitung wie Gruppe A. Um die Behandlungsdauer zu vereinheitlichen, musste jede Gruppe nach der exzentrischen Übung 20 Minuten ruhen, sofern sie nicht behandelt wurde.

Die Datenanalyse wurde mithilfe einer 7 x 6 Varianzanalyse (ANOVA*) gemacht. Mithilfe des Newman-Keul's post hoc-Test* ($p < 0.05$) sollen signifikante Unterschiede zwischen und innerhalb der Gruppen aufgezeigt werden. Zudem wurden einfaktorielle Varianzanalysen für alle abhängigen Variablen zwischen den Assessment Times 3 und 4, 4 und 5 sowie 5 und 6 vorgenommen ($p < 0.05$).

4.1.3 Ergebnisse

Die Resultate zeigten, dass keine der Behandlungsmethoden einen signifikanten Einfluss auf eine der erfassten Variablen hatte. Dabei werden keine Angaben zum p-Wert gemacht. Gesamthaft konnten weder die ROM, das Ödem, der Muskelschmerz oder die Muskelfunktion bei DOMS beeinflusst werden. Demzufolge hatte auch statisches Dehnen keinen Einfluss auf die Intensität von subjektiv verspürtem Muskelkater. Der einzige signifikante Unterschied zu den anderen Behandlungsmethoden bestand darin, dass das Bewegungsausmass der aktiven Handgelenks-Flexion für mindestens 72 Stunden erhalten werden konnte. Auch wenn signifikante Unterschiede erhoben wurden, wurde keine Aussage zum p-Wert gemacht.

4.1.4 Diskussion

Zuerst werden die generellen Trends der Ergebnisse dargestellt und danach wird auf die einzelnen Interventionen eingegangen. Die Erkenntnisse von Buroker und Schwane (1989), dass Muskelschmerz nicht mit einem vergrößerten Muskelvolumen beziehungsweise -umfang einhergeht, konnte bestätigt werden. Ebenfalls zeigen die Resultate, dass das aktive Bewegungsausmass negativ mit dem Muskelschmerz korreliert. Gesamthaft ist keine der Interventionen wirksamer als ein Placebo. Die Autorinnen und Autoren kritisieren an ihrer Studie nur wenig. Einzig die Wahl

der Dosierung (NSAR, Zeit und Intensität auf dem Oberkörperergometer, Konzentration des Wirkstoffs *A. Montana*) wird angezweifelt. Zum Abschluss wird empfohlen, weiter an der Art und Weise der Behandlung von DOMS zu forschen, wobei nicht spezifiziert wird, was genau damit gemeint ist.

4.2 Studie D2

4.2.1 Einleitung

Lund et al. (1998) untersuchten in ihrer Studie den Einfluss von passivem Dehnen auf Muskelkater, dynamische Muskelkraft (konzentrisch und exzentrisch), Creatinkinase-Konzentration (CK) und das Verhältnis von Phosphokreatin zu inorganischem Phosphat (PCr/Pi).

4.2.2 Methode

Die Versuchspersonen waren sieben gesunde, mittelmässig trainierte Frauen, die sich freiwillig gemeldet hatten. Zwei identische Experimente wurden im Abstand von durchschnittlich 18 Monaten durchgeführt, wobei beim zweiten Experiment zusätzlich gedehnt wurde. Somit dienten die Frauen sich selbst als Kontrollgruppe. Dieser Studienaufbau entspricht einem Vorher-Nachher-Design. Am Tag 0 der Experimente absolvierten die Teilnehmerinnen jeweils ein exzentrisches Training des rechten M. quadriceps auf einem isokinetischen Dynamometer bis zur muskulären Erschöpfung. Die Variablen CK, Muskelkater gemessen via VAS, Muskelkraft und das PCr/Pi-Verhältnis wurden direkt vor der exzentrischen Übung (Kontrolle) und danach täglich an den darauffolgenden sieben Tagen erhoben. Das zweite Experiment wurde durch ein Dehnprogramm ergänzt. Den Teilnehmerinnen wurde in Bauchlage das rechte Kniegelenk durch einen Tester passiv in Flexion bewegt bis ein Spannungsgefühl einsetzte, beziehungsweise der Tester einen Widerstand verspürte. Diese Position wurde 30 Sekunden gehalten. Insgesamt wurde die Prozedur drei Mal wiederholt mit jeweils 30-50 Sekunden Pause dazwischen. In jeder Dehnsession wurde der M. quadriceps somit insgesamt 90 Sekunden passiv gedehnt. Diese Sessions fanden direkt vor und nach dem exzentrischen Training sowie einmal täglich an den darauffolgenden sieben Tagen statt, immer vor der Erhebung der oben genannten Variablen. Die Verfasserinnen und Verfasser verglichen den Effekt über die Zeit sowie die

beiden Experimente untereinander mit jeweils einer zweifaktoriellen ANOVA ($p=0.05$).

4.2.3 Ergebnisse

Von Experiment 1 zu 2 konnte eine signifikante Zunahme der exzentrischen Drehmomenthöchstleistung beobachtet werden ($p=0.02$). Nach beiden Experimenten nahm die CK-Konzentration zu und das PCr/Pi-Verhältnis ab, ohne signifikanten Unterschied zwischen den beiden Experimenten. Sowohl die konzentrische als auch exzentrische Muskelkraft nahmen in Experiment 1 und 2 ab. Dabei zeigte sich eine deutlichere Abnahme der Kraft, wenn zusätzlich gedehnt wurde. Bezüglich der Entwicklung von Muskelkater zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Die Teilnehmerinnen gaben jeweils am zweiten Tag nach dem Training das Schmerzmaximum an. Vier Testpersonen gaben nach dem Dehnzyklus spontan weniger Schmerzen an, dieser Effekt blieb aber nur wenige Minuten bestehen. Wurde der Muskelschmerz durchschnittlich 28 Minuten nach der Dehnung erfragt, zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Durchgängen.

4.2.4 Diskussion

Die Resultate zeigen auf, dass passiv statisches Dehnen keinen Einfluss auf Prozesse, die mit exzentrischem Training einhergehen, hat. Die Autorinnen und Autoren erklären den kurzfristig schmerzlindernden Effekt mit dem „Ödem-Modell“: Durch exzentrisches Training entstehen Mikroverletzungen der Muskelfasern, unter anderem entsteht ein kleines Ödem. Durch Dehnen des Muskels wird dieses aus dem verletzten Gewebe gequetscht und kann somit keine Schmerzen mehr verursachen (Abraham, 1977). Gleichzeitig wird diese Theorie hinterfragt, da der Schmerz stärker wird, wenn auf den betroffenen Muskel Druck ausgeübt wird, was beim Dehnen strukturell passiert. Zusammenfassend hat Dehnen keinen Einfluss auf die Zunahme von CK, den Muskelschmerz, die Abnahme des PCr/Pi-Verhältnisses und der Muskelkraft. Demzufolge kann Dehnen sekundäre pathologische Veränderungen, die mit exzentrischem Training einhergehen, nicht eindämmen. Die Studienautorinnen und

-autoren empfehlen weitere Studien durchzuführen, die das „Ödem-Modell“ stärker miteinbeziehen. Zudem sollen heutige Empfehlungen bezüglich Dehnen bei Muskelkater hinterfragt werden.

4.3 Studie D3

4.3.1 Einleitung

In der 2013 erschienenen Studie von Rui et al. wurde der Einfluss von ein- und mehrmaligem Dehnen auf Symptome von DOMS untersucht.

4.3.2 Methode

Die Probanden waren 56 junge, gesunde, aber untrainierte Männer. Sie wurden zufällig in eine der folgenden Untersuchungsgruppen (jeweils n=14) eingeteilt (vgl. Tab. 4):

1) <i>Single stretching group</i> (SSG)	Die Teilnehmer absolvierten eine Dehnserie.
2) <i>Eccentric exercised group</i> (ECCG)	Die Teilnehmer absolvierten ein exzentrisches Training.
3) <i>Eccentric exercise group followed by single stretching</i> (ECC + SSG)	Die Teilnehmer absolvierten dasselbe exzentrische Training wie die Gruppe ECCG und führten anschliessend eine einmalige Dehneinheit durch.
4) <i>Eccentric exercise group submitted to repeated bouts of stretching</i> (ECC + RSG)	Die Teilnehmer absolvierten dasselbe exzentrische Training wie die Gruppe ECCG und führten zusätzlich über die nächsten 72 Stunden mehrere Dehneinheiten durch.

Tab. 4: Interventionsgruppen D3

Das Dehnprogramm sah folgendermassen aus: Die Studienteilnehmer standen neben einem Stuhl, auf dem sie das Knie des dominanten Beins ablegten. Das Hüftgelenk war in einer Neutralposition. Immer derselbe Tester brachte das Kniegelenk des abgelegten Beins passiv soweit in Flexion, bis ein Widerstand verspürt wurde oder

der Proband Unwohlsein angab. Reichte die Kniegelenksflexion dazu nicht aus, wurde das Hüftgelenk derselben Seite in Hyperextension bewegt. Die Dehnstellung wurde 30 Sekunden gehalten, für insgesamt 10 Serien mit jeweils 10 Sekunden Pause dazwischen. Gedeht wurde in Gruppe 3) und 4) jeweils direkt nach dem exzentrischen Training, in Gruppe 4) zusätzlich 24, 48 und 72 Stunden danach. Das exzentrische Training wurde auf einem isokinetischen Dynamometer für den M. quadriceps des dominanten Beins durchgeführt. Die Probanden der Gruppen 2), 3) und 4) konnten sich mit dem Gerät bekannt machen und absolvierten danach mehrere Serien à 30 exzentrischen Kontraktionen. Noch vor dem exzentrischen Training mussten sich die Teilnehmer auf einem Fahrradergometer während fünf Minuten aufwärmen. Jeweils vor dem Training und 1, 24, 48 und 72 Stunden danach wurden folgende Variablen erhoben: Muskelschmerz via VAS während einer Squat-Bewegung, Creatinkinase-Aktivität, maximale konzentrische Drehmomentleistung (MCPT), Muskelsteifheit (erster und letzter Winkel der Kniegelenksflexion) via Wartenberg-Pendel-Test* sowie eine Elektromyographie* (EMG), die während demselben Test erfasst wurde. Um allfällige Unterschiede zwischen den Gruppen sowie innerhalb der Gruppen auf Dauer sichtbar zu machen, wurde mehrfach die ANOVA angewendet ($p < 0.05$). Bei signifikanten Resultaten folgte Tukey's Post hoc-Test*. Da die CK-Aktivität keine Normalverteilung aufwies, wurde bei ihr der Friedman*- und Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test* angewendet.

4.3.3 Ergebnisse

Die Auswertung der Resultate zeigte in allen Gruppen mit exzentrischem Training eine Zunahme des Muskelschmerzes über die nachfolgenden 72 Stunden sowie eine Abnahme der CK-Aktivität und MCPT auf. Ein- und mehrmaliges Dehnen leistete einen signifikanten Beitrag zur Erholung von Muskelsteifheit ($p < 0.05$), allerdings hielt dieser Effekt nur 24 Stunden an. Sowohl bei Muskelschmerz, MCPT, CK-Aktivität und EMG zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

4.3.4 Diskussion

Die Studienverfasserinnen und -verfasser erklärten die Resultate folgendermassen: Bei exzentrischem Training werden Fasern innerhalb der Muskelspindeln verletzt,

was zur bekannten Muskelsteifheit bei DOMS führt. Dehnen scheint die Sensibilität der Muskelspindeln zu verringern, weshalb der Muskel gesamthaft mehr Bewegung zulässt. Diese Ergebnisse werden unterstützt durch Studien von Torres, Appell und Duarte (2007) und Wepler und Magnusson (2010). Kurzum sehen die Autorinnen und Autoren weder in ein- noch mehrmaligen Dehninterventionen einen relevanten Einfluss auf die Funktionsverbesserung der durch exzentrisches Training geschädigten Muskulatur.

4.4 Studie W1

4.4.1 Einleitung

Die Studie von Vaile et al. erschien im Jahr 2007(a). Das Ziel der Studie war, den Effekt eines Wechselbads auf Kraftverlust, Muskelschädigung und -schmerz nach exzentrischem Training zu erforschen.

4.4.2 Methode

Als Versuchspersonen wurden 13 Freizeitsportlerinnen und -sportler gewählt, vier Männer und neun Frauen, welche im Durchschnitt drei Stunden wöchentlich körperlich aktiv waren und Krafttraining machten. Die Prob. waren zwischen 20 und 32 Jahre alt. Die Intervention bestand aus einem einheitlichen Trainingsprotokoll, gefolgt von einer Erholungsstrategie und diversen Messungen der physischen und funktionellen Symptome des Muskelkaters. Anhand eines *randomised cross-over-designs** wurden die Erholungsstrategien gewechselt. Zwischen den Testwiederholungen lagen sechs Wochen *wash out phase**. Das Trainingsprotokoll diente der Muskelkater-induzierung. Es wurden 5 Serien à 10 bilateralen, exzentrischen Leg Press Wiederholungen mit einem Gewicht von 140% des konzentrischen 1 RM* durchgeführt. 45 Sekunden nach dem Trainingsprotokoll absolvierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine von zwei Erholungsstrategien (vgl. Tab. 5).

a) <i>Passive recovery</i> (PAS)	15 Minuten passive Pause, welche möglichst wenig Bewegung enthielt.
b) <i>Contrast water immersion</i> (CWI)	Ein Kontrastwasserbad, in dem die untere Körperhälfte bis zu den Spinae iliaca anterior superior abwechslungsweise 60s in ein Kaltwasserbad von 8-10°C und danach in ein Heisswasserbad von 40-42°C für 120s eingetaucht wurde. Die Prob. wechselten zwischen diesen beiden Bädern nach jeweils 15 Minuten.

Tab. 5: Kontroll- und Interventionsgruppe W1

Die Variablen isometrische Squat-Kraft, Sprung-Squat Maximalkraft, CK, Oberschenkelumfang und Muskelschmerz wurden direkt nach der Erholungsphase und 24, 48 und 72 Stunden danach gemessen. Die isometrische Squat-Kraft wurde mittels einer Smith-Machine gemessen, bei welcher ein isometrischer Squat gegen eine unbewegliche Hantelstange vollführt werden musste. Die Sprung-Squat Maximalkraft wurde ebenfalls auf einer Smith-Machine erhoben. Es wurden zuerst drei Aufwärmversuche ohne zusätzliches Gewicht auf der Hantelstange (18kg) absolviert. Danach wurde die Hantelstange mit Gewicht, welches ca. 30% der isometrischen Squat-Kraft der Versuchsperson entsprach, beladen und auf dessen Schultern platziert. Die Squatposition wurde eingenommen und bei einem Kniegelenkwinkel von 90° Flexion für zwei Sekunden gehalten. Danach musste die Testperson möglichst hoch springen. Drei Sprünge mit zwei Minuten Pause dazwischen wurden gemacht. Die Maximalkraft wurde mittels einer Kraftplatte unter den Füßen des Teilnehmers oder der Teilnehmerin gemessen. Die Auswertung der CK wurde mit einem *reflotron plus analyzer** vorgenommen. Mit einem Massband wurden die Umfänge über dem Kniegelenk, in der Mitte des Oberschenkels und subgluteal gemessen. Die genauen Messpunkte wurden gekennzeichnet. Durch die Umfangmessung wurde die Schwellung des Gewebes aufgezeichnet. Die Testpersonen bewerteten ihren Muskelschmerz anhand einer VAS von 0-10.

4.4.3 Ergebnisse

Die Prob. der Gruppe CWI hatten eine signifikant höhere Maximalkraft 24 und 48h nach der Erholungsstrategie als die Gruppe PAS. 24 und 48 Stunden nach der Erholungsstrategie zeigte die Gruppe CWI keine signifikante Reduktion der Kraft, die Gruppe PAS hingegen schon. Das bedeutet, dass die Intervention CWI weniger Kraftverlust und eine schnellere Erholung bringt, gemessen an der Sprungkraft. 24 und 48 Stunden nach der Erholungsstrategie war der Umfang nur über dem Kniegelenk und in Mitte des Oberschenkels in der Gruppe CWI signifikant kleiner als in der Gruppe PAS. Beide Gruppen hatten einen signifikanten Anstieg von Schmerzen direkt nach der Intervention und 24, 48 und 72 Stunden danach. Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied.

4.4.4 Diskussion

CWI führt zu einem geringeren isometrischen und dynamischen Kraftverlust und einer kleineren Oberschenkelschwellung.

4.5 Studie W2

4.5.1 Einleitung

Die Studie von Vaile et al. wurde im Jahr 2007b veröffentlicht. Dabei wurde der Effekt von drei hydrotherapeutischen Interventionen auf physiologische und funktionelle Symptome von DOMS untersucht.

4.5.2 Methode

38 Männer wurden rekrutiert, welche regelmässig Krafttraining ausübten. Die muskelkaterinduzierende Tätigkeit bestand aus einem einheitlichen Trainingsprotokoll, gefolgt von einer von drei Erholungsstrategien und diversen Messungen der physischen und funktionellen Symptome des Muskelkaters. Das gesamte Prozedere wurde zweimal durchgeführt, wobei die Erholungsstrategie anhand eines *randomised cross-over-designs* gewechselt wurde. Zwischen den Testwiederholungen lagen acht Monate *wash out phase*. Die Teilnehmer absolvierten sieben Serien à zehn Wiederholungen exzentrisches, bilaterales Training an der Leg Press. Das Gewicht betrug 120% des konzentrischen 1 RM. Anschliessend folgten zwei Serien à zehn Wieder-

holungen mit einem Gewicht von 100% des 1 RM. Das Gewicht wurde jeweils von einer vollen 0° Knieextension während 3-5 Sekunden in eine 90° Knieflexion gebracht. Die Pause zwischen den Serien betrug jeweils drei Minuten. Direkt nach dem Trainingsprotokoll folgte jeweils die Erholungsstrategie. Diese wurde 24, 48 und 72 Stunden danach wiederholt.

In Tabelle 6 sind die Erholungsstrategien ersichtlich:

1) PAS = Kontrollgruppe	Die Versuchspersonen ruhen sich sitzend mit möglichst wenig Bewegung während 14 Minuten aus.
2) <i>Cold water immersion</i> (COLD)	Die Versuchspersonen tauchen ihren gesamten Körper während 14 Minuten bis zum Hals in ein Bad von 15°C.
3) <i>Hot water immersion</i> (HWI)	Die Versuchspersonen tauchen ihren gesamten Körper während 14 Minuten bis zum Hals in ein Bad von 38°C.
4) CWI	Die Versuchspersonen tauchen ihren Körper bis zum Hals zuerst während einer Minute in ein Kaltwasserbad von 15°C und danach während einer Minute in ein Warmwasserbad von 38°C. Sie absolvieren während 14 Minuten sieben Zyklen.

Tab. 6: Kontroll- und Interventionsgruppen W2

Es wurden jeweils vor dem Trainingsprotokoll (Baseline Messung), direkt danach, 24, 48 und 72 Stunden danach nachfolgende Variablen erhoben. Ein isometrischer Squat gegen eine immobile Hantelstange einer Smith-Maschine wurde vollführt. Die Bodenreaktionskraft wurde mittels einer Kraftplatte gemessen. Es wurden drei Wiederholungen mit jeweils drei Minuten Pause vollführt. Die Teilnehmer absolvierten Squat-Sprünge an einer Smith-Maschine. Sie erhielten 30% ihrer isometrischen Squat-Maximalkraft als Gewicht auf die Hantelstange. Die Teilnehmer gingen in eine Squat Position mit einem 90° Kniegelenkwinkel. Diese Position musste zwei Sekunden gehalten werden, bevor die Prob. maximal in die Höhe sprangen. Es wurden drei

Sprünge durchgeführt, wobei nur der beste Sprung in die Analyse aufgenommen wurde. Zu jedem Messzeitpunkt nahm das Studienpersonal Blut ab, um die Creatinkinase mit einem automatischen klinisch-chemischen Analysator* zu messen. Der Oberschenkelumfang wurde jeweils über dem Knie, in der Mitte des Oberschenkels und subgluteal gemessen, um das Ödem zu beurteilen. Anhand einer VAS von 0-10 gaben die Teilnehmer den empfundenen Muskelschmerz von normal bis extrem schmerzhaft an.

4.5.3 Ergebnisse

Direkt vor sowie nach dem Trainingsprotokoll wurden keine Unterschiede bezüglich isometrischer Squat-Maximalkraft zwischen den Gruppen festgestellt. Nach 24 und 48 Stunden war die isometrische Squat-Leistung in den Gruppen HWI und CWI signifikant geringer im Vergleich zur Gruppe PAS. Verglichen zur Baseline Messung war die isometrische Squat-Leistung nach 48 und 72 Stunden der Gruppen PAS und COLD signifikant vermindert. Dabei war die Kraftverminderung der Gruppe PAS grösser als in der Gruppe COLD. Die Squat-Sprung Maximalkraft der Gruppe COLD war nach 48 und 72 Stunden signifikant höher als bei der Gruppe PAS. Nach 24, 48 und 72 Stunden war die Spitzenkraft der Gruppe CWI signifikant höher als bei der Gruppe PAS. Die Gruppe HWI zeigte zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied in der Squat-Sprung Maximalkraft im Vergleich zur Gruppe PAS. Der in der Mitte des Oberschenkels gemessene Umfang war bei den Gruppen COLD und CWI nach 24, 48 und 72 Stunden im Vergleich zur Gruppe PAS signifikant vermindert. Die Gruppe HWI zeigte keinen signifikanten Unterschied bezüglich dem Oberschenkelumfang im Vergleich zur Gruppe PAS. Im Vergleich zur Gruppe PAS zeigte sich in der Gruppe COLD nach 24 und 72 Stunden eine signifikante Reduktion der Creatinkinase. Die Gruppe HWI zeigte im Vergleich zur Gruppe PAS nach 48 Stunden eine signifikante Reduktion der Creatinkinase-Konzentration auf. In der Gruppe CWI zeigte sich nach 24, 48 und 72 Stunden eine signifikante Reduktion der subjektiven Muskelschmerzen. In den Gruppen COLD und HWI konnte keine signifikante Schmerzlinderung nachgewiesen werden.

4.5.4 Diskussion

Die Schlussfolgerung ist, dass die drei hydrotherapeutischen Massnahmen, welche nach einem muskelkaterinduzierenden Training durchgeführt werden, eine Verbesserung der Erholung der isometrischen Maximalkraft im Vergleich zur passiven Erholung bewirken. Die dynamische Kraft, gemessen am Squat-Sprung, wurde im Vergleich zur Gruppe PAS nur bei der Gruppe CWI und COLD signifikant besser. Die Schwellung konnte, ebenfalls im Vergleich mit der Gruppe PAS, nur in den Gruppen CWI und COLD signifikant vermindert werden. Einzig in der CWI zeigte sich eine signifikante Schmerzlinderung.

4.6 Studie W3

4.6.1 Einleitung

Die Studie von Glashow et al. wurde 2013 veröffentlicht. Das Ziel der Studie ist, den Effekt von vier hydrotherapeutischen Erholungsstrategien bei DOMS zu vergleichen.

4.6.2 Methode

Die Stichprobengrösse bestand aus 50 gesunden Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Alter von 18 bis 35 Jahren, 32 Männer und 18 Frauen. Die Versuchspersonen wurden aus der Studentenpopulation der Universität von Ulster rekrutiert. Ausschlusskriterien waren diverse Allergien, vaskuläre Erkrankungen, Asthma, etc. Jede Testperson führte einmal das muskelkaterinduzierende Trainingsprotokoll durch. Danach wurde die Erholungsstrategie jeweils direkt nach dem Trainingsprotokoll, 24, 48, 72 und 96 Stunden danach durchgeführt. Es handelt sich dabei um ein *randomised controlled trial**. Das muskelkaterinduzierende Training wurde an einer stehenden *hamstrings curl*-Maschine* durchgeführt. Das Gewicht wurde auf das konzentrische 1RM* der Testperson eingestellt und über drei Sekunden von einer 90° Kniegelenksflexion in eine 0° Kniegelenksextension gedrückt. Die Testperson führte Wiederholungen bis zur Erschöpfung durch und vollführte drei Serien. Zwischen den Serien wurde eine Minute Pause eingelegt. Die Prob. führten nach dem Trainingsprotokoll eine von fünf Erholungsstrategien durch welche in Tabelle 7 aufgelistet sind. Das Wasser der Massnahmen reichte jeweils bis zur Taille.

1) CWI	1min 38°C, 1min 10°C zu drei Zyklen
2) <i>Intermittent COLD</i>	1min 10°C, 1min Unterbruch des Bades, zu drei Zyklen
3) COLD10	10min in 10°C
4) COLD6	10min in 6°C
5) PAS	Sitzend mit möglichst wenig Bewegung

Tab. 7: Kontroll- und Interventionsgruppen W3

Die Messungen wurden vor dem Trainingsprotokoll und 24, 48, 72 und 96 Stunden danach durchgeführt, allerdings vor der jeweiligen Erholungsstrategie.

Anhand einer VAS wurde der Muskelschmerz, welcher bei Alltagsaktivitäten empfunden wird, bewertet. Die Prob. wurden in sitzender Position mit einem Gurt fixiert. Das Kniegelenk wurde nun aus einer 90° Flexionsstellung vollständig gestreckt, wobei das Bewegungsausmass mit einem Goniometer gemessen wurde. Während das aktive Bewegungsausmass getestet wurde, bewerteten die Untersuchungspersonen den Dehnungsschmerz wiederum anhand einer VAS. Die Testpersonen vollführten drei maximale Muskelkontraktionen der ischiocruralen Muskulatur, in einem Bewegungsausmass zwischen 10° - 80° Kniegelenksflexion, an einem isokinetischen Dynamometer. Der beste Durchgang zählte. Die Creatinekinase wurde anhand einer Blutprobe der Fingerspitze bewertet. Die Auswertung geschah mit einem *Reflotron plus analyzer**.

4.6.3 Ergebnisse

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den Interventionsgruppen festgestellt werden. Der grösste Effekt war, dass 48 Stunden nach dem Trainingsprotokoll der Muskelschmerz bei der Gruppe COLD6 im Vergleich zur Kontrollgruppe am niedrigsten war. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant.

4.6.4 Diskussion

Die Studie zeigt einen Trend, dass bei langen und kalten Wasserbädern der grösste Effekt in Bezug auf Muskelschmerzlinderung zu erwarten ist. Allerdings konnte dieser nicht mathematisch belegt werden.

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die einzelnen Studien analysiert und gewürdigt. Danach folgt eine Gegenüberstellung der Resultate.

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse Dehnen

Die wichtigsten Ergebnisse werden in Tabelle 8 zusammengefasst.

Studie	Hauptaussage
D1	Passiv statisches Dehnen für 10 Minuten direkt nach exzentrischem Training hat keinen Einfluss auf das subjektive Gefühl von Muskelkater. Das aktive Bewegungsausmass konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe während mindestens 72 Stunden erhalten werden.
D2	Dehnen hat keinen langfristigen Einfluss auf die Entstehung oder Linderung von Muskelschmerz. Die kurzfristige Schmerzlinderung direkt nach dem Dehnzyklus erklären die Autoren anhand verschiedener Modelle.
D3	Muskelschmerz kann durch passives Dehnen nicht positiv beeinflusst werden. Zur Erholung von Muskelsteifheit kann Dehnen hingegen beitragen, egal ob ein- oder mehrmals angewendet.

Tab. 8: Zusammenfassung der Ergebnisse, Studien Dehnen

5.2 Kritische Würdigung der Studien Dehnen

Im nachfolgenden Abschnitt werden die einzelnen Studien zuerst aus Sicht der Autorinnen kritisch beurteilt. Anschliessend folgt die Würdigung, welche mithilfe des Bewertungsbogens „Formular zur kritischen Beurteilung quantitativer Studien“ von Law et al. (1998) und der "PEDro-skala-Deutsch" von Hegenscheidt et al. (2010) erfolgt. Die ausgefüllten Bewertungsbögen sind im Anhang zu finden.

5.2.1 Studie D1

Eigene Beurteilung und Interpretation

Positiv zu bewerten ist die transparente Darlegung der relevanten Resultate. Auch wenn keine der Interventionen einen positiven Effekt auf die Zeichen von DOMS hatte, wurde dies entsprechend dargestellt. Zudem passen das strenge Studiendesign (RCT) und die Analysemethodik zur Fragestellung. Ansonsten betreiben die Autorinnen und Autoren wenig Selbstkritik und machen nur ungenaue Angaben zu weiteren Forschungsansätzen. Des Weiteren fehlen Angaben zur Bestimmung der Stichprobengröße und den Drop Outs. Die Testpersonen wurden zwar zufällig in eine der Gruppen eingeteilt, eine Aussage bezüglich der Ähnlichkeit und somit Vergleichbarkeit der Gruppen fehlt indes. Die Signifikanz der Unterschiede zwischen den Resultaten wurde durchwegs angegeben, allerdings nicht in Zahlwerten. Die Vertrauenswürdigkeit der Studienverfasserinnen und -verfasser sinkt dadurch deutlich. Ausserdem kann eine Art von Dehnmethode im Vergleich mit fünf anderen Interventionen gar nicht den Stellenwert einnehmen, den sich die Autorinnen dieser Bachelorarbeit wünschen würden. Das Alter der Studie ist ein weiterer Wehrmutstropfen. Mit Erscheinungsjahr 1996 ist die Literatur, auf die sie sich stützt, nicht zeitgemäss. Basierend auf dem aktuellen Wissensstand hätten die Forschenden die Interventionen eventuell so anpassen können, dass eine klarere Aussage bezüglich deren Wirksamkeit gemacht werden könnte. Nichtsdestotrotz können aus dieser Studie einige Erkenntnisse gewonnen werden, die bei der Beantwortung der Fragestellung helfen.

Beurteilung nach Law et al. (1998)

Wird die Studie 1 nach dem Bewertungsbogen von Law et al. (1998) beurteilt, erreicht sie 12 von 15 möglichen Punkten.

Hauptabzüge entstehen hierbei durch die fehlende Begründung der Stichprobengröße sowie durch die aufs Minimum reduzierte Beschreibung der Stichprobe. Genaue Einschlusskriterien fehlen, was den Eindruck erweckt, dass die Studienautorinnen und -autoren so viele Probanden wie möglich untersuchen wollten und dabei nur schwerwiegende und teilweise irrelevante körperliche Beeinträchtigungen als Ausschlusskriterien definierten. Die Prob. werden zwar als „gesund“ bezeichnet, dabei

werden aber jedoch Angaben zu möglichen Verletzungen der untersuchten Muskulatur (Unterarm-Extensoren der nicht-dominanten Hand) gemacht.

Die Studie zeichnet sich durch eine gute literarische Verankerung aus. Einige frühere Erkenntnisse konnten bestätigt werden. Zudem wurde die Reliabilität* aller Messmethoden, die VAS ausgenommen, mittels *intraclass correlation** und dem *standard error of measurement** bestimmt. Bezüglich der Validität* haben die Autoren und Autorinnen allerdings nur den isokinetischen Dynamometer eingeschätzt, weshalb dieser Punkt nicht gegeben werden kann. Kontaminierung sowie Ko-Intervention wurden vermieden. Um eine Verzerrung der Resultate zu vermeiden, wurde den Probanden keine Informationen bezüglich früherer Forschungsergebnisse oder voraussichtlicher Effekte der Interventionen gegeben. Die Massnahmen sind sehr ausführlich beschrieben und gut nachvollziehbar. Da sehr viele Ergebnisse generiert werden mussten, wendeten die Autoren zweckvollerweise eine 7 x 6 ANOVA an. Dass nur für die Assessment Times 3 bis 6 einfaktorische Varianzanalysen der abhängigen Variablen gemacht wurden, spricht dafür, dass die Autorinnen und Autoren sich Gedanken machten, welche Berechnungen die relevanten Ergebnisse hervorbringen werden. Schliesslich können die Studienverfasserinnen und -verfasser klare Schlussfolgerungen aus ihrer Forschungsarbeit ableiten.

5.2.2 Studie D2

Eigene Beurteilung und Interpretation

Positiv fällt der kritisch gestaltete Diskussionsteil auf. Verschiedene Theorien werden in Betracht gezogen, um die erhaltenen Ergebnisse zu erklären. Dabei wird jede Hypothese von zwei Seiten beurteilt. Zudem werden die Dehnart und -dauer sowie der Abstand zwischen den beiden Experimenten mit früheren wissenschaftlichen Erkenntnissen belegt. Zu Gute halten muss man den Verfasserinnen und Verfassern ausserdem, dass sie aus ihren Ergebnissen eine klare klinische Empfehlung abgeben. Bedauerlicherweise fehlt eine Begründung der klein ausfallenden Stichprobengrösse und auch die genauen Einschlusskriterien werden nicht beschrieben. Warum die Studienteilnehmerinnen ausschliesslich weiblich sind wird den Autorinnen nicht klar. Unter diesen Bedingungen entsteht der Eindruck, dass Lund et al. dringend Probanden benötigten, die sie unter jeglichen Bedingungen akzeptierten. Fehlende

Angaben bezüglich Drop Outs bestätigen diesen Eindruck. Allerdings erwähnen die Studienverfasserinnen und -verfasser mehrfach eine Verfahrensstudie, an welcher dieselben Probandinnen teilgenommen haben. Diese blieb für die Autorinnen leider unzugänglich. Der Zeitpunkt der Intervention (auch vor dem exzentrischen Training) entspricht nicht ganz der Fragestellung der Autorinnen, weshalb die Resultate nicht eins zu eins zur Beantwortung ebendieser herbeigezogen werden können.

Beurteilung nach Law et al. (1998)

Studie 2 erhält nach der Beurteilung von Law et al. (1998) 11 von 15 Punkten. Die Studie verliert Punkte im Bereich der Messmethoden. Weder Reliabilität noch Validität werden angegeben. Allerdings darf davon ausgegangen werden, dass die Messmethoden reliabel und valide sind: Sowohl der isokinetische Dynamometer, der Blut-Test als auch die Magnetresonanzspektroskopie der Blutprobe und die VAS sind häufig verwendete Messparameter deren Reliabilität und Validität zu einem früheren Zeitpunkt ausgewertet wurden. Dafür spricht ebenfalls die im selben Jahr durchgeführte Verfahrensstudie von denselben Autorinnen und Autoren.

Einen weiteren Punkt Abzug gibt es für die fehlende Begründung der Stichprobengrösse, die mit 7 definitiv zu klein ausfällt. Da alle Probandinnen weiblich sind können die Ergebnisse nicht auf die Zielpopulation übertragen werden. Strikt beurteilt dürften die Resultate nur auf Frauen übertragen werden. Die Massnahmen hingegen werden ausführlich beschrieben und sind gut nachvollziehbar. Die Autorinnen und Autoren machen dabei keine Aussage, ob jeweils derselbe Tester die Dehnung durchführte. Der Vorteil des gewählten Designs ist, dass Kontaminierung gut vermieden werden kann, da sich die Probandinnen selbst als Kontrollgruppe dienten und somit immer alle behandelt wurden oder nicht. Bezüglich der Datenanalyse steht nur, dass zwei zweifaktorielle ANOVAs angewendet werden, um den Unterschied über die Zeit und zwischen den Experimenten darzustellen. Dieses statistische Verfahren passt zum Skalenniveau der Variablen.

5.2.3 Studie D3

Eigene Beurteilung und Interpretation

Der Vorteil dieser Studie gegenüber den Studien 1 und 2 besteht in der Aktualität. Erst 2013 erschienen, können die Studienautoren neuste wissenschaftliche Evidenz in ihre Arbeit miteinbeziehen, was sie auch tun. Zudem zeigen sie Selbstkritik: Sie anerkennen, dass im Forschungsgebiet DOMS/EIMD meist nur kleine Stichproben untersucht werden, da körperliches Unwohlsein Teil der Studie ist und deshalb nur wenige Probanden rekrutiert werden können. Leider geben sie keine Erklärung ab, weshalb alle Teilnehmer männlich sind. Zudem kann dadurch kein repräsentatives Abbild der Gesamtbevölkerung generiert werden. Immerhin sind die Ein- und Ausschlusskriterien klar beschrieben und relevant für die Beantwortung der Forschungsfrage. Das Studiendesign (RCT) passt zur Forschungsfrage und die relevanten Resultate werden detailliert tabellarisch und grafisch vermittelt. Zudem entsprechen der Interventionszeitpunkt und die Massnahmen genau der Fragestellung der Autorinnen dieser Bachelorarbeit, weshalb dieser Studie einige Antworten zur Bearbeitung entnommen werden können.

Beurteilung nach Law et al. (1998)

Nach dem Bewertungsformular von Law et al. (1998) erreicht diese aktuelle Studie aus Portugal 13 von 15 möglichen Punkten. Zwei wichtige Punkte gehen dadurch verloren, dass die Autoren die Validität der Messinstrumente nur teilweise angeben. Im Verlauf der Studie zweifeln die Autoren die Sensitivität des EMG-Messgeräts an, weshalb es spannend zu wissen wäre, wie valide dieses tatsächlich ist. Zusätzlich fehlt eine Aussage, ob Ko-Intervention vermieden wurde. Falls die Probanden alternative Erholungsmethoden angewendet oder Medikamente zur Schmerzlinderung eingenommen haben, würden die Resultate dadurch stark verfälscht werden. Deshalb müssen diese mit Vorsicht interpretiert werden.

Im Gegensatz dazu werden die Interventionen sowie die Analysemethodik sehr ausführlich beschrieben. Bei den Resultaten wird das Signifikanzlevel konsequent angegeben und die grafische Darstellung trägt zum besseren Verständnis bei. Die vorhandene Literatur wird gut eingebettet und in der Diskussion kritisch hinterfragt. Sowohl das Studiendesign (RCT) als auch die Berechnungsmethoden passen zum For-

schungsinhalt. So wurde vor der Datenanalyse anhand des Shapiro Wilk-Tests* die Verteilung ermittelt und der statistische Test dementsprechend angepasst (z. Bsp. Friedman-Test für schief-verteilte CK-Aktivität). Zudem geben die Autoren eine Erklärung für die kleine Stichprobengrösse an: DOMS und EIMD sind nicht angenehm, weshalb man nicht viele Probanden für die Studien gewinnen kann. Sie sehen ein, dass diese Tatsache die Wahrscheinlichkeit eines Typ 2 Fehlers steigen lässt und nennen dies als eine Limitation der vorliegenden Studie. Abschliessend machen die Autoren eindeutige Aussagen bezüglich der klinischen Bedeutung der Ergebnisse.

5.2.4 Vergleich der Studien D1 und D3 anhand der PEDro-Skala

Um die beiden RCTs vergleichen zu können, erfolgte zusätzlich eine Beurteilung anhand der PEDro-Skala (2010). Sowohl Studie 1 als auch Studie 3 erreichten 7 von maximal 11 möglichen Punkten. Abzüge erhielten beide Studien bei denselben Bewertungskriterien (3, 5, 6, 7). Bei diesen Punkten geht es darum, ob die Probanden, Therapeuten und Untersucher verblindet wurden und ob die Zuteilung in die Behandlungsgruppen verborgen erfolgte. Allerdings kann den Probanden nicht verborgen bleiben, welcher Behandlungsgruppe sie zugeteilt sind, da sie später am eigenen Körper die Behandlung erfahren. In Studie 1 wurde ansatzweise versucht sie zu verblinden, indem ihnen gegenüber keine Angaben bezüglich bisheriger Studienergebnisse und möglicher Outcomes gemacht wurden. Auch die Therapeuten und Untersucher wissen, welche Intervention sie anwenden beziehungsweise untersuchen. Aus diesen Gründen haben die Autorinnen beschlossen, der Bewertung nach der PEDro-Skala nicht allzu viel Bedeutung zu schenken. Folgende Aussagen können trotzdem gemacht werden: Es darf nicht angenommen werden, dass die Studien intern valide sind (Kriterien 2-9). Allerdings enthalten beide Studien so viele statistische Informationen, dass die Ergebnisse interpretierbar sind (Kriterien 10 und 11) (Hegenscheidt et al., 2010). Auch die ausgefüllten PEDro-Skalen sind im Anhang ersichtlich.

5.3 Vergleich der Resultate der Studien Dehnen

In der Studie D2 gaben vier von sieben Teilnehmerinnen nach dem Dehnen kurzfristig weniger Muskelschmerzen an. Allerdings verflüchtigte sich dieser Effekt nach ei-

ner halben Stunde. Deshalb konnte keine Signifikanz dieses Resultats festgestellt werden. Überhaupt keinen Effekt auf Muskelschmerzen hatte Dehnen in den Studien D1 und D3. Diese Ergebnisse sind aussagekräftig für die Intervention statisches Dehnen. In der Studie D1 wurde zehn Minuten am Stück gedehnt, in D2 drei Mal 30 Sekunden und in D3 fünf Minuten in 10 Serien à 30 Sekunden. Insofern können die Resultate der einzelnen Studien nicht direkt verglichen werden. Andererseits kann die Aussage in Bezug auf die untersuchten Studien gemacht werden, dass statisches Dehnen Muskelschmerz bei DOMS nicht lindern kann, egal wie lange die Intervention dauert. Zusätzlich zum Muskelschmerz wurden in allen Studien die Muskelfunktion und die Drehmomenthöchstleistung gemessen. Zur Muskelfunktion gehören die exzentrische, konzentrische und isometrische Gesamtleistung. Die Autorinnen und Autoren der Studien D1 und D3 fanden heraus, dass die Gesamtleistung der Muskelfunktion im Vergleich zur Kontrollgruppe nach exzentrischem Training unverändert stark abnahm wenn zusätzlich gedehnt wurde. Die Ergebnisse der Studie D2 zeigten sogar, dass die konzentrische und exzentrische Muskelkraft signifikant stärker abnahm in den Gruppen mit Dehnen als Intervention im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Studie D1 mass auch die Range of Motion des betroffenen Gelenks und den Umfang der trainierten Muskulatur. Mit statischem Dehnen konnte das Bewegungsausmass über 72 Stunden erhalten werden, was einen signifikanten Unterschied zu den anderen Interventionen darstellt. Dahingegen konnte das durch Mikroverletzungen der Muskulatur entstandene Ödem nicht beeinflusst werden. Interessant wäre eine Umfangmessung auch in Studie 2 gewesen, in der die Autorinnen und Autoren den kurzfristigen lindernden Effekt von Dehnen auf das „Ödem-Modell“ zurückführen (siehe Zusammenfassung D2, Kapitel 4.2). Leider wurde dies unterlassen. Letztlich wurde in allen drei Studien die Creatinkinase-Aktivität beobachtet, ein indirekter Marker von Muskelkater. Doch auch dieser Parameter konnte von statischem Dehnen nicht beeinflusst werden.

Zusammenfassend kommen die Autorinnen dieser Bachelorarbeit zum Schluss, dass statisches Dehnen keinen positiven Einfluss auf die Linderung von Muskelschmerzen nach exzentrischem Training hat. Weil die Studien D1 und D3 ein relativ hohes Güteniveau aufweisen, können diese Resultate zur Beantwortung der Fragestellung dieser Bachelorarbeit verwendet werden.

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse Wechselbad

Die wichtigsten Ergebnisse werden in Tabelle 9 zusammengefasst.

Studie	Hauptaussage
W1	CWI führt zu signifikant höherer Maximalkraft nach 24h und geringerem Oberschenkelumfang nach 24 und 48h. CK konnte durch CWI signifikant reduziert werden. Kein signifikanter Unterschied konnte bei Muskelschmerz festgestellt werden.
W2	CWI, HWI und COLD unterstützen die Erholung der isometrischen Maximalkraft. Die Spitzensprungkraft der Gruppen COLD und CWI war im Vergleich zur Kontrollgruppe zu verschiedenen Zeitpunkten signifikant höher und eine signifikante Oberschenkelumfangsminderung konnte aufgezeigt werden. Die Gruppe HWI zeigte bei der Spitzenkraft und dem Oberschenkelumfang keine signifikanten Unterschiede auf. HWI und COLD führten zu signifikanter Reduktion der CK (zu verschiedenen Zeitpunkten). Nur CWI führte im Vergleich zu PAS zu einer Schmerzlinderung.
W3	Keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den Interventionsgruppen konnte festgestellt werden. Der grösste Effekt, welcher festgestellt werden konnte, war, dass 48h nach dem Trainingsprotokoll der Muskelschmerz bei der Gruppe am niedrigsten war. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant.

Tab. 9: Zusammenfassung der Ergebnisse, Studien Wechselbad

5.5 Kritische Würdigung der Studien Wechselbad

5.5.1 Studie W1

Eigene Beurteilung und Interpretation

Allgemein wird in der Studie W1 das methodische Vorgehen zu wenig spezifisch beschrieben. Es werden kaum Zulassungskriterien für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer formuliert, wobei auch Angaben zur Verblindung, Drop Outs und Art der Gruppenzuordnung fehlen. Zusätzlich fehlen Angaben bezüglich der Gruppengrösse. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Stichprobengrösse. Bei nur 13 Versuchspersonen müssen signifikante Resultate hinterfragt werden, da Zufallsergebnisse wahrschein-

lich sind. Da die Prob. nur unzureichend charakterisiert wurden, kann keine Aussage über die Repräsentation der Zielpopulation gemacht werden.

Die Verlaufsmessungen werden genau beschrieben und sind geeignet, um eine Aussage zur Auswirkung der Intervention zu formulieren. Es wird jedoch nicht erwähnt, wann das 1RM bestimmt worden ist. Falls dies vor der Testdurchführung geschah, kann dies einen Einfluss auf die Kraft haben. Die verschiedenen Messungen werden genau beschrieben und standardisiert durchgeführt. Alle abhängigen Variablen waren proportional skaliert, bis auf die VAS, welche zu den Ordinalskalen gehört. Die Variablen wurden anhand einer repetierten ANOVA auf Effekte wie Geschlecht, Abfolge und Behandlung getestet. Es wurden keine signifikanten Behandlungseffekte festgestellt. Wünschenswert wäre hingegen, dass die Studienautorinnen und -autoren ihre Arbeit tiefgründiger reflektieren und passende Verbesserungsvorschläge dazu machen würden.

Beurteilung nach Law et al.

Die Studie W1 erreicht in der Beurteilung nach Law et al. (1998) 6 von 15 Punkten. Es handelt sich um eine Studie im *randomised cross-over-design*. Die Stichprobe bestand aus 13 Personen, wovon vier männlich und neun weiblich waren. Eine Begründung, warum nicht mehr Prob. rekrutiert wurden, fehlt. Auch die Rekrutierung ist unklar. Aus dem Methodenteil lässt sich jedoch herauslesen, dass die Versuchspersonen freiwillig teilnahmen. Von den Prob. werden die Mittelwerte von Alter, Körpergröße und Gewicht angegeben, jedoch keine einzelnen Werte, wodurch die Spannweite dieser Daten ungewiss bleibt. Bei den Prob. handelt es sich um Freizeitsportler. Nähere Angaben zu Sportarten, Trainingshäufigkeit etc. werden nicht gemacht. Zudem werden keine Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben, wodurch offen bleibt, ob die Versuchspersonen an Erkrankungen, Behinderungen oder Verletzungen litten, welche die Testresultate hätten beeinflussen können. Das ethische Verfahren hingegen wird beschrieben: Die Studie wurde vom *Waikato Institute of Technology Human Research Ethics Committee* gutgeheissen. Das Verwenden einer Kontrollgruppe ist ethisch vertretbar, es muss jedoch auch hier ein Punkt abgezogen werden, da nicht beschrieben wird, ob die wohlinformierte Zustimmung der Testpersonen eingeholt wurde. Die Ergebnisse werden verständlich präsentiert, wobei die Messungen über

72 Stunden regelmässig durchgeführt wurden. Die Reliabilität der Massnahmen wurde mit dem ICC-Verfahren getestet und ist bei vier von fünf Verfahren sehr gut. Die VAS wurde nicht nach dem ICC-Verfahren getestet. Die Messverfahren werden von den Autorinnen dieser Bachelorarbeit als valide eingeschätzt, im Text gibt es jedoch keine Angaben, ob die Validität von den Autorinnen und Autoren überprüft wurde. Für diese Unvollständigkeit müssen wiederum Punkte abgezogen werden. Die Durchführung der Massnahmen ist gut beschrieben, wobei eine hohe Standardisierung angestrebt wurde. Der Ort der Behandlung ist jedoch nicht angegeben. Es werden keine Angaben zu Kontaminierung gemacht, anhand der beschriebenen Methodik wird jedoch davon ausgegangen, dass es keine Überschneidungen der Interventionen gab. Eine Ko-Intervention wurde in der Studie ebenfalls nicht erwähnt, wodurch unklar bleibt, ob eine solche vermieden wurde. Ausscheiden von Kandidaten wurde nicht angegeben und im Diskussionsteil könnte die klinische Bedeutung der Resultate näher beschrieben sein.

5.5.2 Studie W2

Eigene Beurteilung und Interpretation

Auch in der Studie W2 fällt vor allem die unzureichende Beschreibung der Testpersonen auf. Zudem wird das methodische Vorgehen ungenügend ausgeführt, wodurch der Leser nicht erfährt wie die Teilnehmer rekrutiert wurden und ob es Drop Outs gab. Verständlich ist, dass eine Verblindung der Kandidaten zur Behandlungsmethode nicht möglich war und dass sich das Verblinden der testausführenden Personen als schwierig erweist. Wünschenswert wäre dabei, dass Stellung zur Verblindung genommen wird. Die Messparameter zur Beantwortung der Fragestellung wurden so gewählt, dass wichtige funktionelle und physiologische Symptome untersucht werden. Die Formulierungen der Resultate sind teilweise umständlich, wodurch der Lesefluss behindert wird. Positiv zu werten ist, dass die Autorinnen und Autoren in der Diskussion Bezug zum hydrostatischen Druck nahmen. Die Studienverfasserinnen und Studienverfasser waren jedoch wenig selbstkritisch und reflektierten ihre Arbeit unzureichend.

Beurteilung nach Law et al.

Bei Studie W2 handelt es sich um eine randomisiert kontrollierte Studie, wobei wiederum das *cross-over-design* gewählt wurde. Die Studie wurde nach dem Formular von Law et al. (1998) mit 8 von 15 Punkten bewertet. Die Teilnehmer der Studie werden nicht näher beschrieben: Weder Alter, Körpergröße, Gewicht, Trainings- oder Ernährungszustand sind bekannt. Ausserdem wurde nicht dokumentiert, ob die Probanden an Behinderungen oder Krankheiten litten, welche die Ergebnisse hätten beeinflussen können. Die Gruppen waren von ähnlicher Grösse, wobei die Probanden randomisiert zugeteilt wurden. Dabei fehlt aber eine Begründung zur Stichprobengrösse. Ein- und Ausschlusskriterien werden nicht erwähnt, wobei auch unklar ist, wie die Studienteilnehmer rekrutiert wurden. Die Teilnehmer wurden vor der Studie über die Voraussetzungen und Risiken informiert, wobei die Studie vom *Australian Institute of Sport Research Ethics Committee* genehmigt wurde. Die Methoden werden hinlänglich beschrieben, wodurch der Leser eine genaue Vorstellung der Durchführung bekommt. Verlaufszeichen werden zu verschiedenen Zeitpunkten bis zu 72 Stunden nach der muskelkaterinduzierenden Tätigkeit gemessen. Für die Messungen wurden bekannte Messgeräte und Massnahmen benutzt, was eine Reproduktion vereinfacht. Die Reliabilität wurde bei drei von fünf Messmethoden anhand des ICC-Verfahrens errechnet, wobei auch der *technical error of measurement** angegeben wird. Alle Messmethoden zeigten eine hohe Reliabilität auf. Die Validität wird von den Autorinnen dieser Bachelorarbeit als gut eingeschätzt, jedoch werden in der Studie keine Angaben zur Überprüfung ebendieser gemacht. In der Kategorie Reliabilität und Validität können keine Punkte verteilt werden, da die Autorinnen und Autoren diese ungenügend überprüft haben.

Die Massnahmen werden grösstenteils ausführlich beschrieben und sind relevant für die Bearbeitung der Fragestellung. Beschrieben wird allerdings nicht, wer die Massnahmen mit den Testpersonen durchgeführt hat, wie viele Personen involviert waren und ob diese Fachpersonen waren oder nicht. Die Rahmenbedingungen der gesamten Studie fehlen. Es wurden ebenfalls keine Angaben zu Kontaminierung oder Ko-Intervention gemacht. Die Autorinnen dieser Bachelorarbeit schliessen eine Kontaminierung aus, da die Interventionen gut voneinander abgrenzbar sind und somit nur schwer eine Fehlbehandlung durchgeführt werden kann. Ko-Interventionen wie Mas-

sage oder Medikamenteneinnahme könnten einen Einfluss auf die Ergebnisse haben, weshalb davon ausgegangen werden muss, dass Ko-Interventionen vermieden wurden. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden anhand eines t-Tests geprüft. Die Variablen waren alle proportional skaliert, bis auf die VAS, welche zu den Ordinalskalen gehört. Die statistische Signifikanz der Ergebnisse wurde angegeben, worauf eine Aussage zur Wirksamkeit gemacht werden konnte. Jedoch war die Grösse der Stichprobe nicht begründet. Fraglich ist zudem, ob diese eine genügend hohe Repräsentativität aufweist, sodass die Resultate auf die Gesamtpopulation übertragbar wären. Ferner machten die Autorinnen und Autoren nur wenige Angaben zur klinischen Relevanz der Resultate. Des Weiteren ist unklar, ob Teilnehmer aus der Studie ausschieden. In der Diskussion wurden die Resultate der Daten klar aufgeführt. Dahingegen fehlt der Bezug zur Praxis und Empfehlungen bezüglich weiterführender Forschung.

5.5.3 Studie W3

Eigene Beurteilung und Interpretation

Im Vergleich zu den anderen Wechselbadstudien wurde in der Studie W3 die Stichprobe sehr ausführlich beschrieben. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Probanden keine Verhaltensänderungen während der Testphase vornehmen konnten. Dabei hätten die Verfasserinnen und Verfasser ausführlicher auf mögliche Ko-Interventionen eingehen können. Aus der Studie kann nicht herausgelesen werden, zu welcher Population eine Aussage gemacht werden soll. Da die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer ausschliesslich von einer Universität rekrutiert wurden und sie somit nicht den Querschnitt der Bevölkerung darstellen, kann mit dieser Stichprobe keine Aussage für die gesamte Population gemacht werden. Im Methodenteil wäre eine Beschreibung wünschenswert gewesen, wie und wann das 1RM gemessen wurde, da dies einen Einfluss auf die Kraft der Testmuskulatur haben kann.

Beurteilung nach Law et al.

Die dritte Studie ist im Design eines *randomised controlled trial* aufgebaut. Nach dem Bewertungsschema von Law et al. (1998) erreichte die Studie W3 13 von 15 Punkten. Der Zweck der Studie wird klar und detailliert beschrieben. Relevante Hinter-

grundliteratur wird angegeben. Die Stichprobe umfasste 50 Teilnehmerinnen und Teilnehmer, wobei darauf geachtet wurde, dass diese gesund und im Altersbereich von 18-35 Jahren waren. Zusätzlich wurden Körpergrösse und Rekrutierungsgebiet angegeben. Die Ausschlusskriterien wurden genau bestimmt, wohingegen die Einschlusskriterien fehlen. Die Stichprobe wurde in einer Universität in Ulster rekrutiert wobei eine randomisierte Zuordnung vorgenommen wurde. Die Randomisierung wurde künstlich beeinflusst, damit gleich grosse Gruppen entstanden. Die Stichprobengrösse wird nicht begründet. Allerdings wurde die wohlinformierte Zustimmung der Testpersonen eingeholt. Die Resultate werden übersichtlich in einer Tabelle dargestellt, während sie im Fliesstext umständlich beschrieben werden. Die Parameter wurden zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen, wobei die kurzfristige Wirkung der Intervention beobachtet wurde. Die Autorinnen und Autoren dieser Studie testeten weder die Validität noch die Reliabilität der Messverfahren, worauf hier Punkte abgezogen werden müssen. Sowohl die Testabnehmer als auch die Auswerter der Ergebnisse wurden verblindet. Es wird jedoch nicht beschrieben, ob die Testabnehmer Fachwissen in diesem Bereich hatten oder nicht. Zur Kontaminierung wurden keine Angaben in der Studie gemacht, jedoch schliessen die Autorinnen dieser Bachelorarbeit eine Kontaminierung aus, da dies anhand des Methodenbeschreibs unwahrscheinlich ist. Die Prob. wurden aufgefordert, keine zusätzlichen physischen Aktivitäten in der Testphase durchzuführen, sondern ihren gewohnten Aktivitäten nachzugehen. Dies zeigt, dass sie sich Gedanken zu Ko-Interventionen oder Verfälschungen durch Verhaltensänderungen gemacht hatten. Die statistische Signifikanz der Ergebnisse wurde angegeben, wobei keine statistisch signifikanten Resultate auftraten. Diese Tatsache könnte zwei Gründe haben: Entweder ist die Methode des Wechselbades oder in dieser Studie auch des Kaltbades nicht effektiv, oder die Ergebnisse sind zufällig entstanden, da die Stichprobe und insbesondere die Gruppengrößen sehr klein waren. Um die Variablen zu vergleichen, wurde eine ANOVA durchgeführt. Zusätzlich wurde die Homogenität der Kovarianzen mit dem *Mauchly sphericity test** geprüft. Wie bei den anderen Studien handelte es sich bei den abhängigen Variablen wiederum um proportional skalierte, wobei die VAS ordinalskaliert war. Es wird die Aussage getroffen, dass ein Trend besteht, dass längere und kältere Anwendungen bezüglich Muskelschmerz zu einem besseren Ergebnis führen. Dabei wird auch Stel-

lung zur klinischen Relevanz genommen. Während der Durchführung der Studie kam es zu keinen Drop Outs. In der Diskussion werden die eigenen Ergebnisse mit solchen aus früheren Forschungsarbeiten verglichen. Zu den Limitationen ihrer Arbeit zählen die Autorinnen und Autoren, dass keine Langzeitfolgen untersucht wurden. Die Studienverfasserinnen und Studienverfasser bringen wenig Selbstkritik an und drücken Zufriedenheit mit ihrer Stichprobe aus, obwohl diese lediglich aus zehn Probandinnen und Probanden pro Gruppe bestand, wodurch eine genügende Repräsentativität unwahrscheinlich scheint.

5.5.4 Vergleich der Studien W1 bis W3 anhand der PEDro-Skala

Die Studie W1 erreichte bei der PEDro-Skala 5/11 Punkte. Die meisten Punkte wurden abgezogen, da das methodische Vorgehen mangelhaft beschrieben wurde. Punkte wurden bei folgenden Kriterien abgezogen: Spezifizierung der Ein- und Ausschlusskriterien, Verborgene Zuordnung zu den Gruppen, Verblindung der Probanden, Verblindung der Therapeuten/Innen, Verblindung der Untersucher und Messung eines zentralen Outcomes bei 85% der zugeordneten Probanden.

Die Studie W2 erreichte bei der PEDro-Skala ebenso 5/11 Punkte, wobei sie bei denselben Kriterien Abzug bekam wie die Studie W1. Es mangelte auch hier am methodischen Beschrieb und der mangelnden Verblindung. Die Studie W3 schloss mit 9/11 Punkten deutlich besser ab als die Studien W1 und W2. Dies könnte am Studiendesign liegen, das bei den Studien W1 und W2 ein *randomised cross-over-design* darstellt und bei Studie W3 ein RCT. Bei der Studie W3 wurden Punkte bei folgenden Kriterien abgezogen: Verblindung der Probanden und Verblindung der Therapeuten/Innen. Es zeigt sich somit klar, dass die Güte nach der PEDro-Skala bei der Studie W3 viel höher ist als bei den Studien W1 und W2.

Die PEDro-Skalen aller beurteilten Studien sind im Anhang ersichtlich.

5.6 Vergleich der Resultate der Studien Wechselbad

In dieser Bachelorarbeit stellten sich die Autorinnen die Frage, ob Dehnen oder Wechselbad einen Einfluss auf die Schmerzintensität von Muskelkater haben können. Die untersuchten Studien zeigen verschiedene Resultate auf, welche nun miteinander verglichen werden, damit die Ergebnisse zusammengefasst werden können.

In der Studie W2 zeigte das Wechselbad einen positiven Effekt auf das Schmerzempfinden der Probanden. Die Teilnehmer hatten im Vergleich zur Kontrollgruppe zu allen Messzeitpunkten signifikant weniger Muskelschmerzen. Bei den Studien W1 und W3 gab es bezüglich Schmerzen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kontroll- und Interventionsgruppen. Diese Ergebnisse zeigen, dass das Wechselbad bezüglich Muskelschmerz keine zuverlässige Therapiemaßnahme darstellt. Bei der Messung von Schmerzen muss beachtet werden, dass die erhobenen Daten stets auf subjektivem Empfinden beruhen. Bis zum heutigen Tag sind noch keine Verfahren oder Apparate erfunden worden, mit deren Hilfe Schmerz objektiv erfasst werden könnten (van den Berg, 2011). Da das Schmerzempfinden von Mensch zu Mensch individuell ist, können nur schwer objektive Vergleiche zwischen Personen gemacht werden. Einflussfaktoren wie der Placeboeffekt sollten ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden, da die Probanden und Testabnehmer kaum verblindet werden konnten und dadurch ein Placeboeffekt nicht ausgeschlossen werden kann.

In allen Studien wurden zusätzlich zum Muskelschmerz noch andere Messungen durchgeführt. Da andere Parameter wie Muskelschmerz in der Fragestellung nicht enthalten sind, werden diese nicht erwähnt.

Wie man den Studien zum Thema Wechselbad entnehmen kann, wird die Intervention Wechselbad auf verschiedene Arten durchgeführt. Hierbei variieren Zeit, Wassertemperatur und Zyklen. Da diese Faktoren bei allen Studien unterschiedlich sind, muss bedacht werden, dass ein direkter Vergleich der Ergebnisse nicht vorbehaltlos möglich ist. Es gibt in der Studie 3 jedoch Hinweise darauf, dass die Temperaturdifferenz keine signifikanten Veränderungen bringt. Darin verglichen die Autorinnen und Autoren die Wirksamkeit verschiedenster Wassertemperaturen miteinander und kamen zu keinem signifikanten Resultat. Da jedoch nur zwei Varianten des Wechsel-

bades miteinander verglichen wurden, müssen auch diese Resultate mit Vorsicht genossen werden.

Bei der Studie W3 muss trotz ihrer hohen Güte bedacht werden, dass nebst der Intervention Wechselbad auch das Kaltwasserbad untersucht wurde und somit die Intervention Wechselbad nicht im Zentrum der Untersuchungen stand.

Fazit dieser Gegenüberstellung ist, dass die Intervention Wechselbad durchaus signifikante Wirksamkeit zeigt, diese Resultate jedoch mit Vorbehalt interpretiert werden müssen. Zwar gibt es Resultate, dass die Intervention Wechselbad Schmerzen vermindert, den Kraftverlust senkt und eine Schwellungsreduktion bewirkt, jedoch sind diese Resultate in zwei Studien mit geringer Stichprobenanzahl und Güte erzielt worden. Um diesen Resultate mehr Evidenz zu verleihen, muss weiter geforscht werden.

5.7 Vergleich Resultate Dehnen und Wechselbad

In den Studien D1-D3 hatte Dehnen nach exzentrischem Training keinen signifikanten Einfluss auf Muskelschmerz. In Studie D2 konnte eine kurzfristige Linderung des Muskelschmerzes durch statisches Dehnen erreicht werden, dieser hielt jedoch nicht länger als 30 Minuten an. Ein Untersuchungskriterium welches dem Muskelschmerz nahe kommt ist die Muskelsteifheit. Dieses wurde jedoch als einziges in der Studie D3 erhoben. Die Resultate zeigten eine signifikant verbesserte Erholung von Muskelsteifheit nach statisch passivem Dehnen, unabhängig von der Dosierung.

Bei den Studien W1-W3 zeigten sich teilweise positive Resultate. In Studie W2 konnte mit der Intervention Wechselbad eine signifikante Verminderung des Muskelschmerzes erreicht werden. Bei den Studien W2 und W3 konnte keinen Einfluss von Wechselbad auf die Muskelschmerzen festgestellt werden. Zusätzlich muss bei der Intervention Wechselbad beachtet werden, dass diese in jeder Studie anders angewendet wurde. Es bestehen somit Variationen in der Dauer, Wassertemperatur und Eintauchtiefe.

In der Tabelle 10 haben die Autorinnen die Resultate der Gütebewertung basierend auf der PEDro-Skala und dem Formular von Law et al. aufgeführt. Demzufolge können die Resultate anhand der Güte gewichtet werden. Die Studien zum Thema Deh-

nen zeigen eine höhere Güte, wodurch die Resultate mehr Evidenz erhalten. Von den Wechselbadstudien zeigt einzig die Studie W3 eine überzeugende Güte auf. Die Studien W1 und W2 im Gegensatz erreichten nur eine geringe Punktzahl, weshalb sie nur unter Vorbehalt zur Beantwortung der Fragestellung herbeigezogen werden können.

Studie	Law et al.	PEDro-Skala
D1	12/15	7/11
D2	11/15	-
D3	13/15	7/11
W1	6/15	5/11
W2	8/15	5/11
W3	13/15	9/11

Tab. 10: Resultate Gütebewertung

5.8 Beantwortung der Fragestellung

Wie im Kapitel 5.6.1 bereits erläutert, erzielten die Studien wenig signifikante Ergebnisse bezüglich Muskelschmerz. Die einzige Studie (W2), welche eine signifikante Veränderung des Muskelschmerzes abbildet, weist eine geringe Güte auf. In Anbetracht der drei kritisch beurteilten Studien, konkludieren die Autorinnen, dass das Wechselbad nach exzentrischem Training nur bedingt einen positiven Einfluss auf muskelkaterinduzierte Schmerzen hat. Im Kapitel 7.3 (Ausblick) nehmen die Autorinnen Stellung, wie zukünftige Studien aufgebaut werden müssten, um die Fragestellung dieser Bachelorarbeit eindeutig beantworten zu können.

Gestützt auf die untersuchten Studien kann das Fazit gezogen werden, dass statisches Dehnen keinen Einfluss auf Muskelschmerz nach exzentrischem Training hat.

6 Theorie-Praxis-Transfer

Gestützt auf die kritische Beurteilung der eingeschlossenen Studien, ist die Wirksamkeit der Interventionen statisches Dehnen und Wechselbad vernachlässigbar. Bezogen auf diese Bachelorarbeit, sollte konsequent auf diese Massnahmen verzichtet werden. Dennoch erfuhren einzelne Prob. eine Schmerzlinderung durch Dehnen oder Wechselbad. Überzeugungen, patienteneigene Erwartungen und der Placebo-Effekt spielen eine relevante Rolle im Praxisalltag. Diese Effekte können in der Praxis genutzt werden, worauf im Einzelfall eine Wirkung der Intervention möglich ist. Zusätzlich ist zu beachten, dass die Fragestellung der Autorinnen sehr spezifisch formuliert ist, wodurch das Patientengut eingeschränkt wird.

Für die Autorinnen steht fest, dass sie die Intervention statisches Dehnen zur Linderung von Muskelkater nicht empfehlen werden. Wenn Patienten bereits gute Erfahrungen damit gemacht haben, werden die Autorinnen sie trotzdem nicht davon abhalten. Das Wechselbad ist wegen der umständlichen Anwendungsweise in der Praxis nicht immer praktikabel. Im Leistungssport könnte es aufgrund positiver Auswirkungen auf Muskelkraft und Ödeme jedoch empfohlen werden. Indirekten Zeichen von Muskelschädigung nach exzentrischem Training (Kraftverlust, Ödem) können mit einem Wechselbad entgegengewirkt werden. Zumindest konnten diese Effekte in zwei der untersuchten Studien nachgewiesen werden. Die schmerzlindernde Wirkung des Wechselbades ist zu wenig ausreichend, um die aufwendige Prozedur zu rechtfertigen. Liessen sich weitere positive Effekte auf Folgen von Muskelkater nachweisen, könnte die Anwendung von Wechselbädern dennoch rentieren.

7 Schlussfolgerung

7.1 Limitationen dieser Arbeit

Die Limitationen dieser Arbeit bestehen nicht nur auf inhaltlicher Ebene, sondern auch aus formalen Vorgaben. Demzufolge musste die Fragestellung stark spezifiziert werden, was eine Einschränkung der Literaturrecherche zu Folge hatte. Vor allem im Bereich Wechselbad wären weitere aktuelle Studien vorhanden gewesen, die Verwendung dieser hätte jedoch eine grössere Kapazität der Arbeit verlangt. Somit kann die Realität nicht repräsentativ abgebildet werden. Im Sportbereich durchgeführte Studien waren zudem oft nur gegen Bezahlung verfügbar. Das festgelegte Budget war nicht ausreichend, um die Studien zu kaufen und herauszufinden, ob sie der Thematik dieser Bachelorarbeit überhaupt entsprechen. Durch die detaillierte Fragestellung lassen sich die Resultate zudem nur auf ein kleines Anwendungsgebiet übertragen. Exzentrisches Training ist hauptsächlich im Hochleistungssport verbreitet und auch der Zugang zu Wechselbädern bleibt der breiten Bevölkerung verwehrt. Positiv zu bewerten ist das bei den meisten Studien angewendete strenge Studiendesign RCT, das bei fünf von sechs Studien Verwendung fand.

Leider fand sich im Themenbereich Dehnen nur eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2013. Die anderen beiden Studien aus den Jahren 1996 und 1998 entsprechen nicht dem aktuellen Wissensstand.

7.2 Offene Fragen

Trotz intensiver Auseinandersetzung mit Muskelkater und passenden Behandlungsmethoden bleiben einige Fragen offen. Um die Arbeit einzugrenzen, wählten die Autorinnen exzentrisches Training als Ursache von DOMS. Bekannterweise entstehen jedoch kleinste Muskelverletzungen auch durch andere Trainingsformen. Zudem trainiert kaum ein Sportler ausschliesslich exzentrisch. Des Weiteren ist unklar, ob sich die Symptome von Muskelkater je nach Trainingsart unterscheiden und dadurch die Behandlungsweise angepasst werden müsste.

Auch die Ursache des Muskelschmerzes ist noch zu wenig erforscht. Abhängig davon, ob die Entzündungsmediatoren oder das Ödem für die Schmerzen verantwort-

lich sind, müssten andere Behandlungsansätze angewendet werden. Angenommen, der Druck des Ödems ist die Hauptursache des Schmerzes, stellt sich die Frage, ob sich der positive Effekt des Wechselbades in Studie W2 durch den wechselnden hydrostatischen Druck erklären lässt. Ferner stellt sich die Frage, ob der Pumpeffekt auf die Gefässe stark genug ist, um den Rückfluss zu unterstützen. Fragwürdig ist zudem, ob andere Dehnformen als das untersuchte statische Dehnen einen positiven Effekt auf die Schmerzlinderung bei Muskelkater hätten. Zuletzt muss auch die negative Einstellung gegenüber Muskelschmerzen in Folge von hartem Training überdenkt werden. Warum werden die Symptome von Muskelkater so vehement bekämpft? Schliesslich ist er ein physiologischer Prozess, der zu Muskel- und letztlich Kraftaufbau führt.

7.3 Ausblick

Die Erfahrung der Autorinnen zeigt, dass Dehnen in der breiten Bevölkerung zur sportlichen Aktivität gehört und dessen Zweck selten hinterfragt wird. Durch die anhaltende Diskussion und immer neue Forschungsergebnisse bleibt Dehnen in den Köpfen präsent. Ausserdem ist es eine einfach anwendbare Methode, der verschiedene Wirkungsweisen zugeschrieben werden. Deshalb ist zu bezweifeln, dass eine Verhaltensänderung der breiten Bevölkerung eintreten wird, auch wenn in dieser Bachelorarbeit einmal mehr kein positiver Einfluss von Dehnen aufgezeigt werden konnte. Das Wechselbad erscheint den Autorinnen hingegen eher als momentaner Trend, da die Anwendungsweise einen grossen Aufwand erfordert und die Wirkungsweise umstritten ist. Um sich durchzusetzen, müssten klare positive Resultate erzielt werden. Dazu müsste erst herausgefunden werden, wie zentral die Anwendungsweise des Wechselbades (Dosierung, Wassertemperatur, Anwendungsdauer etc.) dabei ist. In zukünftigen Studien müsste darauf geachtet werden, dass die Stichproben die Zielpopulation präzise abbilden und detailliert beschrieben wird. Sinnvoll wäre auch, den Methodenteil ausführlich zu gestalten, um Bias zu vermeiden und die Glaubwürdigkeit der Resultate hoch zu halten.

8 Danksagung

Für die gute Beratung und schnelle Beantwortung der Fragen bedanken wir uns herzlich bei Frau Sandra Schächtelin. Ebenfalls sind wir den Korrekturleserinnen Mia Dujmovic, Jennifer Zimmermann, Jasmin Feser und Fabienne Thöni dankbar für die investierte Zeit und Geduld.

Anhang

A.1 Literaturverzeichnis

Abraham, W. (1977). Factors in delayed muscle soreness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 9, 11-20. Heruntergeladen von <http://europepmc.org> am 05.01.2016

Buroker, K. & Schwane, J. (1989). Does post-exercise static stretching alleviate delayed muscle soreness? *The Physician and Sportsmedicine*, 6, 65-83. Heruntergeladen von <http://eric.ed.gov> am 06.01.2016

Camenisch, A., Funk, K. & Schächtelin, S. (2013). Zusammenfassung Wundheilung und physiotherapeutische Relevanz. Heruntergeladen von https://moodle.zhaw.ch/pluginfile.php/684515/mod_folder/content/0/Rheumatologie/stationär/3%20Zusammenfassung%20Wundheilung.pdf am 21.11.2015

Carano, A. & Siciliani, G. (1996). Effects of continuous and intermittent forces on human fibroblast in vitro. *Journal of Orthodontics*, 18, 19-26. Heruntergeladen von <http://www.maneyonline.com> am 25.09.2015

Cheung, D., Hume P. & Maxwell L. (2003). Delayed Onset Muscle Soreness, Treatment Strategies and Performance Factors. Heruntergeladen von <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333020-00005#page-1> am 25.09.2015

Cochrane, D.J. (2004). Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport*, 5, 26-32. doi:10.1016/j.ptsp.2003.10.002

Connolly, D., Sayers, S. & MgHugh, M. (2003). Treatment and Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 197–208. Heruntergeladen von <http://journals.lww.com> am 14.09.2015

- Elias, G., Varley, M., Wyckelsma, V., McKenna, M., Minahan, C. & Aughey, R. (2012). Effects of water immersion on posttraining recovery in australian footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 357-366. Heruntergeladen von <http://journals.humankinetics.com> am 25.09.2015
- Gillert, O. & Rulffs, W. (1990). *Hydrotherapie und Balneotherapie*. München: Pflaum
- Glashow, P., Ferris, R. & Bleakley, Ch. (2013). Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose important? *Physical Therapy in Sport*, 15, 228-33. doi:10.1016/j.ptsp.2014.01.002
- Guntenbrunner, Ch., Fialka-Moser, V., Kersch-Schindl, K., Mittermaier, Ch., Paterostro-Sluga T. & Schuhfried O. (2009). *Hydrotherapie In Theorie und Praxis*. München: Pflaum.
- Gulick, D. & Kimura, F. (1996). Delayed Onset Muscle Soreness: What Is It and How Do We Treat It? *Journal of Sport Rehabilitation*, 5, 234-243. Heruntergeladen von <http://journals.humankinetics.com> am 25.09.2015
- Gulick, D., Kimura, F., Sitler, M., Paolone, A. & Kelly, J. (1996). Various Treatment Techniques on Signs and Symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of Athletic Training*, 31, 145-152. Heruntergeladen von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> am 04.03.2016
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2010). PEDro-Skala – Deutsch. The George Institute für Global Health
- Huch, R. & Jürgens, K. (2011). *Mensch Körper Krankheit 6. Auflage*. München: Elsevier GmbH.
- Hüter-Becker, A. & Dölken, M. (2007). *Physikalische Therapie, Massage, Elektrotherapie und Lymphdrainage*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Hüter-Becker, A., Schewe, H. & Heipertz, W. (1997). *Physiotherapie Band 13 Sportmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Ingram, J., Dawson, B., Goodman, C., Wallman, K. & Beilby, J. (2009). Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 417-421. doi:10.1016/j.jsams.2007.12.011

Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien. McMaster Universität

Leonhard, K. (2014). Wenn sich die Muskeln rächen - die besten Tipps bei Muskelkater. Heruntergeladen von: <http://www.presseportal.de/pm/104968/2789758> am 22.07.2015

Lindel, K. (2010). *Muskeldehnung 2. Auflage*. Berlin Heidelberg: Springer.

Lund, H., Vestergaard-Poulsen, P., Kanstrup, I.-L., Sejrsen, P. (1998). The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8, 216-221. Heruntergeladen von: <http://www.alexandrelevangelista.com.br> am 04.03.2016

Morgan, D. L. (1990). New insights into the behaviour of muscle during active lengthening. *Biophysical Journal*, 57, 209-221. doi:10.1016/S0006-3495(90)82524-8

Nosaka, K. (2008). Muscle Soreness and Damage and the Repeated-Bout Effect. In P. M. Tiidus (Ed.), *Skeletal muscle damage and repair* (pp. 59-76). Champaign: Human Kinetics.

Sato, A. & Schmidt, R.F. (1973). Symotompathetic reflexes: afferent fibers, central pathway, discharge characteristics. *Physiological Reviews*, 53, 916-947. Heruntergeladen von <http://physrev.physiology.org> am 25.09.2015

Schraa, J. (2012). 7 Tipps zum Muskelkater. Heruntergeladen von: <http://enzymkraft.de/magazin/7-tipps-zum-muskelkater/> am 14.09.2015

Spring, H., Schneider, W. & Tritschler, T. (1997). Stretching. *Der Orthopäde*, 26, 981-986. Heruntergeladen von <http://link.springer.com> am 25.09.2015

Stanley, S., Buchheit, M. & Peake J. (2011). The effect of post-exercise hydrotherapy on subsequent exercise performance and heart rate variability. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 951-961. doi: 10.1007/s00421-011-2052-7

Toigo, M. (2015). *MuskelRevolution*. Berlin Heidelberg: Springer.

Torres, R., Appell, H. & Duarte, J. (2007). Acute effects of stretching on muscle stiffness after a bout of exhaustive eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 590-594. doi:10.1055/s-2007-964865

Torres, R., Pinho, F., Duarte J. & Cabri, J. (2013). Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 583-588. Heruntergeladen von <https://www.researchgate.net> am 04.03.2016

Uehleke, B. & Hentschel, H. (2006). *Das grosse Kneipp-Gesundheitsbuch*. Stuttgart: Haug.

Vaile, J., Gill, N. & Blazeovich A. (2007a). The effect of contrast water therapy on symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 697-702. Heruntergeladen von <http://journals.lww.com> am 25.09.2015

- Vaile, J., Halson, S., Gill, N. & Dawson, B. (2007b). Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 121-122. doi:10.1007/s00421-007-0605-6
- Van den Berg, F. & Cabri, J. (2011). *Angewandte Physiologie 1: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Thieme.
- Versey, N., Halson, S. & Dawson, B. (2010). Effect of contrast water therapy duration on recovery of cycling performance: a dose-response study. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 37-46. doi:10.1007/s00421-010-1614-4
- Versey, N., Halson S. & Dawson B. (2012). Effect of contrast water therapy duration on recovery of running performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 130-140. Heruntergeladen von <http://journals.humankinetics.com> am 25.09.2015
- Watson, T. (2008). *Electrotherapy: evidence-based practise*. Philadelphia: Elsevier.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings (15. Aufl.)*. Balingen: Spitta Verlag.
- Wepler, C. & Magnusson, S. (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Physical Therapy*, 90, 438-449. Heruntergeladen von <http://ptjournal.apta.org> am 06.01.2016
- William Myrer, J., Draper, D. & Durrant, E. (1994). Contrast therapy and intramuscular temperature in the human leg. *Journal of Athletic Training*, 29, 318- 322. Heruntergeladen von <http://www.journalofathletictraining.org> am 25.09.2015

A.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Markworth, P. (2012). <i>Sportmedizin: Physiologische Grundlagen</i> , 24. Auflage. Hamburg: Nikol Verlag.	9
Abb. 2:	Van den Berg, F. & Cabri, J. (1999). <i>Angewandte Physiologie, Band 1, Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen</i> , 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.	10
Abb. 3:	Durch die Autorinnen erstellt	16

A.3 Tabellenverzeichnis

TAB. 1: HAUPTSTUDIEN.....	6
TAB. 2: ZUSAMMENFASSUNG DER DEHNMETHODEN	16
TAB. 3: ABKÜRZUNG DER BEZEICHNUNGEN	19
TAB. 4: INTERVENTIONSGRUPPEN D3.....	24
TAB. 5: KONTROLL- UND INTERVENTIONSGRUPPE W1	27
TAB. 6: KONTROLL- UND INTERVENTIONSGRUPPEN W2	29
TAB. 7: KONTROLL- UND INTERVENTIONSGRUPPEN W3.....	32
TAB. 8: ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE, STUDIEN DEHNEN	34
TAB. 9: ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE, STUDIEN WECHSELBAD	41
TAB. 10: RESULTATE GÜTEBEWERTUNG	50
TAB. 11: STUDIEN ZUM THEMA WECHSELBAD, TEIL 1.....	64
TAB. 12: STUDIEN ZUM THEMA WECHSELBAD, TEIL 2.....	66
TAB. 13: STUDIEN ZUM THEMA DEHNEN, TEIL 1.....	68
TAB. 14: STUDIEN ZUM THEMA DEHNEN, TEIL 2.....	69

Sämtliche Tabellen wurden durch die Autorinnen erstellt.

A.4 Wortanzahl

Abstract: 213

Hauptteil: 11'860

A.5 Eigenständigkeitserklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Hilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.

Winterthur, den 21.04.2016



Caroline Atzrodt



Valerie Lüddecke

A.6 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
CK	Creatinkinase-Konzentration
COLD	Kaltwasserbad
CWI	Contrast Water Immersion = Wechselbad
DOMS	Delayed Onset Muscle Soreness = Muskelkater
ECCG	Eccentric Exercise Group
ECC + RSG	Eccentric Exercise Group submitted to Repeated bouts of Stretching
ECC + SSG	Eccentric Exercise followed by Single Stretching Group
EIMD	Exercise Induced Muscle Damage = übungsbedingte Muskelschädigung
EMG	Elektromyografie
HWI	Hot Water Immersion = Heisswasserbad
ICC-Verfahren	Intraclass Correlation-Verfahren
MCPT	Maximale Konzentrische Drehmomentleistung
PAS	Passive recovery = passive Pause
Prob.	Probandinnen und Probanden
RM	Repetition Maximum
ROM	Range of Motion = Bewegungsausmass
SSG	Single Stretching Group

A.7 Glossar

Begriff	Erklärung
ANOVA = Analysis of Variance	Statistisches Verfahren, um Mittelwertunterschiede gesamtthaft zu beurteilen.
Automatischer klinisch-chemischer Analysator	Automat, der Körperflüssigkeiten wie Blut oder Urin analysiert, um die Funktion und Fähigkeit der Organe und des Stoffwechsels zu beurteilen.
Elektromyographie	Untersuchungsmethode, welche elektrische Spannung in einem Muskel misst.
Friedman-Test	Statistisches Verfahren, das für Messwiederholungen von ordinalskalierten Daten geeignet ist.
Hamstrings-Curl Maschine	Fitnessgerät zur Kräftigung der ischiocruralen Muskulatur.
Intraclass Correlation	Statistisches Verfahren, das Auskunft über die Übereinstimmung von zwei oder mehreren Testern gibt.
Isokinetischer Dynamometer	Gerät, das die Leistung bestimmter Muskelgruppen misst. Kann auch als Krafttraining verwendet werden.
Mauchly Sphericity Test	Statistischer Test, welcher gebraucht wird zur Validierung einer ANOVA
Newman-Keul's post hoc-Test	Statistisches Verfahren, mit dem errechnet wird, ob Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden.
RCT = Randomised Controlled Trial	Studiendesign, bei welchem die Teilnehmer zufällig in Gruppen eingeteilt werden. Eine Gruppe wird als Kontrollgruppe verwendet, was bedeutet, dass die Teilnehmer nicht, oder mit herkömmlichen Methoden, behandelt werden. Die Kontrollgruppe gilt als die Vergleichsgruppe zu den anderen Gruppen welche Interventionsgruppen genannt werden. In den Interventionsgruppen wird das zu untersuchende Verfahren, Merkmal etc. getestet.
Randomised Cross-Over-Design	Ist ähnlich aufgebaut wie das RCT. Der Unterschied ist, dass das Testverfahren zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt wurde wobei die Teilnehmer die Gruppe wechseln, damit alle Teilnehmer einmal in der Kontrollgruppe waren.
Repetition Maximum (RM)	Wird jeweils mit einer Zahl, zum Bsp. 1, angegeben (1RM). Es bedeutet, dass das zu hebende Gewicht so hoch angesetzt wurde, dass es nur die angegebene Anzahl Wiederholungen bewegt werden kann. Diese Zahl ist individuell für jede einzelne Person.
Reflotron plus Analyser	Testsystem das verschiedene Parameter im Blut, Serum und Plasma eines Menschen bestimmen kann, z. Bsp. Stoffwechselprodukte oder Hämoglobin.
Shapiro Wilk-Test	Signifikanztest, der die Hypothese prüft, dass Variablen eine Normalverteilung aufweisen.
Standard Error of Measurement	Beschreibt den Messfehler den eine Person begeht welche wiederholte Messungen an einem Gerät durchführt. Der Standard Error of Measurement steht in direkter Beziehung

	zur Reliabilität.
Reliabilität	Bezeichnet Zuverlässigkeit oder Verlässlichkeit einer Messung.
Technical Error of Measurement	Gibt die Genauigkeit eines Messgerätes an.
Tukey's post hoc-Test	Statistisches Verfahren, mit dem errechnet wird, ob Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden.
Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test	Statistisches Verfahren, das die Gleichheit der zentralen Tendenzen zweier Stichproben prüft. Berücksichtigt dabei die Höhe der Differenzen.
Validität	Gibt an, ob mit einem Test genau das Merkmal getestet wird, das getestet werden will.
VAS = Visual Analogue Scale	Skala zur Beschreibung von subjektiv wahrgenommenem Schmerz. Die Zahl 0 wird dabei als kein Schmerz und die Zahl 10 als den grössten vorstellbaren Schmerz definiert.
Wash out phase	Phase zwischen den zwei Testwiederholungen bei einem Cross-Over-Design.
Wartenberg-Pendel-Test	Test zur Beurteilung von Muskeltonus, -steifheit und -spastizität.

A.8 Matrix Prüfung der Zulassungskriterien

In den unten stehenden Tabellen ist die Beurteilung der Zulassungskriterien ersichtlich. Die Studien wurden anhand dieser Kriterien bewertet, worauf die Auswahl der geeigneten Studien getroffen werden konnte (grün hervorgehoben).

Tab. 11: Studien zum Thema Wechselbad, Teil 1

Name	The effect of contrast water therapy on symptoms of delayed onset muscle soreness	Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness	Cold water immersion in the management of delayed onset muscle soreness	Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise	Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise
Autoren, Jahrgang	Joanna M. Vaile, Nicholas D. Gill, Anthony J. Blazevich, 2007a	Joanna M. Vaile, Shona Halson, Nicholas Gill, Brian Dawson, 2007b	Philip D. Glashow, Roisin Ferris, Chris M. Bleakley, 2013	Herve Pournot, Francois Bieuzen, Rob Duffield, Pierre-Marie Lepretre, Christophe Cozzolino, Christophe Hauswirth, 2010	Jeremy Ingram, Brian Dawson, Carmel Goodman, Karen Wallman John Beilby, 2007
Studiendesign	Randomised Crossover Design	Randomised Crossover Design	RCT	unklar	unklar
Sprache der Studie ist deutsch oder englisch	✓	✓	✓	✓	✓
Studie nicht älter als zehn Jahre	✓	✓	✓	✓	✓
Wechselbad als alleinige Intervention	✓	✓	✓	✓	✓
Die Intervention bezieht sich (unter anderem) auf Muskelkater	✓	✓	✓	✓	✓
Zeitpunkt Intervention: innerhalb 72h nach exzentrischem Training → doppelte Punktzahl	✓	✓	✓	✓	✓

Anhang

Verlaufparameter Muscle Soreness mit VAS, NRS etc.	✓	✓	✓	✓	✓
Muskelkater durch exzentrisches Training	✓	✓	✓	x	x
Alter der Teilnehmer 18-46 Jahre	✓	x	✓	✓	✓
Gesundheitszustand: gesunde Teilnehmer ohne Verletzungen des untersuchten Muskels	x	x	✓	x	x
Kontrollgruppe ohne Intervention	✓	✓	✓	✓	✓
Anzahl erfüllter Kriterien Punkte: max. 11/11	10/11	9/11	11/11	8/11	8/11
Bemerkung	Der Gesundheitszustand der Teilnehmer wurde in dieser Studie nicht erwähnt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Teilnehmer keine relevanten Krankheiten bzw. Verletzungen aufzuweisen hatten.	Das Alter der Teilnehmer wird in der Studie nicht erwähnt.	keine	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält. Ausserdem gab es keine Angaben zum Gesundheitszustand der Probanden.	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält. Ausserdem gab es keine Angaben zum Gesundheitszustand der Probanden.

Tab. 12: Studien zum Thema Wechselbad, Teil 2

Name	Effect of contrast water therapy duration on recovery of cycling performance: A dose-response study	The effect of post-exercise hydrotherapy on subsequent exercise performance and heart rate variability	Effects of water immersion on posttraining recovery in Australian Footballers	Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players	Effect of contrast water therapy duration on recovery of running performance
Autoren, Jahrgang	Nathan Versey, Shona Halson, Brian Dawson, 2007	Jamie Stanley, Martin Buchheit, Jonathan M. Peake, 2010	George P. Elias, Matthew C. Varley, Victoria L. Wyckelsma, Michael J. McKenna, Clare L. Minahan, Robert J. Aughey, 2012	N. D. Gill, C. M. Beaven, C. Cook, 2005	Nathan Versey, Shona Halson, Brian Dawson, 2012
Studiendesign	Post-Only Crossover Design	RCT	Counterbalanced Crossover Study	unklar	Post-Only Crossover Design
Sprache der Studie ist deutsch oder englisch	✓	✓	✓	✓	✓
Studie nicht älter als zehn Jahre	✓	✓	✓	(✓)	✓
Wechselbad als alleinige Intervention	✓	✓	✓	✓	✓
Die Intervention bezieht sich (unter anderem) auf Muskelkater	x	✓	✓	x	x
Zeitpunkt Intervention: innerhalb 72h nach exzentrischem Training → doppelte Punktzahl	✓	✓	✓	✓	✓
Verlaufsparemeter Muscle Soreness mit VAS, NRS etc.	x	✓	✓	x	✓
Muskelkater durch exzentrisches Training	x	x	x	x	x

Anhang

Alter der Teilnehmer 18-46 Jahre	✓	✓	✓	✓	✓
Gesundheitszustand: gesunde Teilnehmer ohne Verletzungen des untersuchten Muskels	x	x	✓	x	x
Kontrollgruppe ohne Intervention	✓	✓	✓	✓	✓
Anzahl erfüllter Kriterien Punkte: max. 11/11	6/11	8/11	9/11	5.5/11	7/11
Bemerkung	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält. Es wurde ausserdem kein Verlaufsparemeter zum Kriterium Muscle Soreness verwendet und der Gesundheitszustand der Teilnehmer ist unklar.	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält. Der Gesundheitszustand der Teilnehmer ist ausserdem unklar.	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält.	Ausschluss der Studie, da die muskelkater-induzierende Aktivität kein exzentrisches Training enthält. Es wurde ausserdem kein Verlaufsparemeter zum Kriterium Muscle Soreness verwendet und der Gesundheitszustand der Teilnehmer ist unklar.	Ausschluss der Studie, da die Interventionen nicht gegen Muskelkater gemacht wurden. Ausserdem handelte es sich nicht um exzentrisches Training bei der muskelkaterinduzierenden Aktivität.

Tab. 13: Studien zum Thema Dehnen, Teil 1

Name	Various treatment techniques on signs and symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness	The effect of passive stretching on Delayed Onset Muscle Soreness, and other detrimental effects	Effect of flexibility training on symptoms of Exercise-Induced Muscle Damage: A preliminary study
Autoren, Jahrgang	Dawn T. Gulick, Iris F. Kimura, Michael Sittler, Albert Paolone, John D. Kelly IV, 1996	H. Lund, P. Vestergaard-Poulsen, I.-L. Kanstrup, P. Sejrnsen, 1998	Roger G. Eston, Ann V. Rowlands, David Coulton, James McKinney, Nigel P. Gleeson, 2007
Studiendesign	RCT	Vorher-Nachher-Design	Vorher-Nachher-Design
Sprache der Studie ist deutsch oder englisch	✓	✓	✓
Studie nicht älter als zehn Jahre	trifft nicht zu: 19 J. alt	trifft nicht zu: 17 J. alt	✓
Dehnen als alleinige Intervention	✓	✓	✓
Intervention bezieht sich (unter anderem) auf Muskelkater	✓	✓	✓
Zeitpunkt Intervention: innerhalb 72h nach exzentrischem Training → doppelte Punktzahl	✓: Direkt anschliessend an das exzentrische Training	(✓): Direkt vor und direkt nach dem exzentrischen Training sowie einmal täglich an den sieben darauffolgenden Tagen	Trifft nicht zu: Zwei mal wöchentlich über fünf Wochen vor dem exzentrischen Training
Verlaufparameter Muscle Soreness mit VAS, NRS etc.	✓	✓	✓
Muskelkater durch exzentrisches Training	✓	✓	✓
Alter der Teilnehmer 18-46 Jahre	✓	✓	✓
Gesundheitszustand: Gesunde Teilnehmer ohne Verletzungen des untersuchten Muskels	(✓): Gesund, aber keine Angaben bezüglich Verletzungen	(✓): Gesund, aber keine Angaben bezüglich Verletzungen	Keine Angaben
Kontrollgruppe ohne Intervention	✓	✓: Dienten sich selbst als Kontrollgruppe	✓
Anzahl erfüllter Kriterien Punkte: max. 11/11	9.5/11	8.5/11	8/11
Bemerkungen			Ausschluss aufgrund falschem Zeitpunkt der Intervention.

Tab. 14: Studien zum Thema Dehnen, Teil 2

Name	Effect of postexercise recovery procedures following strenuous stairclimb running	Effects of flexibility training on eccentric Exercise-Induced Muscle Damage	Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise
Autoren, Jahrgang	Elisa Robey, Brian Dawson, Carmel Goodman, John Beilby, 2009	Che-Hsiu Chen, Kazunori Nosaka, Hsian-Lian Chen, Ming-Ju Lin, Kuo-Wei Tseng, Trevor C. Chen, 2011	Rui Torres, Francisco Pinho, José A. Duarte, Jan M.H. Cabri, 2013
Studiendesign	Vorher-Nachher-Design	Vorher-Nachher-Design	RCT
Sprache der Studie ist deutsch oder englisch	✓	✓	✓
Studie nicht älter als zehn Jahre	✓	✓	✓
Dehnen als alleinige Intervention	✓	✓	✓
Intervention bezieht sich (unter anderem) auf Muskelkater	✓	✓	✓
Zeitpunkt Intervention: Innerhalb 72h nach exzentrischem Training → doppelte Punktzahl	✓: Direkt nach dem Laufen sowie 24 und 48h danach	Trifft nicht zu: vier Tage vor exzentrischem Training	✓: Direkt nach dem exzentrischen Training sowie 24, 48 und 72h danach
Verlaufparameter Muscle Soreness mit VAS, NRS etc.	✓: 7-Punkte Lickert-Skala	✓	✓
Muskelkater durch exzentrisches Training	trifft nicht zu: Treppen-Rennen	✓	✓
Alter der Teilnehmer 18-46 Jahre	✓	✓	✓
Gesundheitszustand: gesunde Teilnehmer ohne Verletzungen des untersuchten Muskels	keine Angaben	✓	✓
Kontrollgruppe ohne Intervention	✓	✓	✓
Anzahl erfüllter Kriterien Punkte: max. 11/11	10/11	9/11	11/11
Bemerkungen	Ausschluss aufgrund nicht passender muskelkaterinduzierender Aktivität (Treppen laufen anstatt exzentrisches Training).	Ausschluss aufgrund eine falschen Zeitpunktes der Intervention (bevor Muskelkater vorhanden war).	

A.9 Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998
 McMaster-Universität

Die Ausführung der Bewertungskriterien sind im "Anleitungen zum Formular für eine kritische Besprechung quantitativer Studien" von Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998 zu finden

Titel: D1 – Various Treatment Techniques on Signs and Symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness (1996)		
Autoren: Gulick, T., Kimura, I., Sitler, M., Paolone A., Kelly, J.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Die Autoren wollten den Effekt von verschiedenen Behandlungsmethoden auf klinische Marker und Symptome bei DOMS bestimmen. Sie verglichen NSAID, Hochgeschwindigkeit konzentrisches Training, Eismassage, Dehnen, A. montana (oral und als Crème) mit einem Placebo auf die ROM (aktiv und passiv), Unterarm-Umfang und -Volumen, Muskelschmerz und -funktion. Dies nachdem ein exzentrisches Training der Handgelenksextensoren durchgeführt worden war.
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Zum jetzigen Zeitpunkt bestehen keinerlei Interventionen, Muskelkater zu verhindern. Die einzige Möglichkeit ist eine Symptombehandlung. Zudem beachteten die meisten bisherigen Studien "nur" den Muskelschmerz, die Autoren möchten nun auch die Muskelfunktion miteinbeziehen. Sie wollen herausfinden, wie und ob sich diese bei Muskelkater verbessern lässt.
DESIGN ✓ ransomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) Vorher-Nachher-Design (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Man kennt viele verschiedene Behandlungsmethoden die eventuell bei Muskelkater helfen könnten, deshalb können sie gut miteinander verglichen werden. Die Studienteilnehmer wurden zufällig einer der Behandlungsgruppen zuge-

<p>Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)</p>		<p>teilt, zusätzlich erfuhren sie keine Informationen, was man bisher zu den Interventionen weiss, bzw. welcher Effekt erwünscht wäre. Damit wollten die Autoren Bias verhindern.</p> <p>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</p> <p>- Studienteilnehmer hatten sich freiwillig gemeldet -> motivierter? - Tester wussten welche Behandlung bei wem angewendet wurde - Keine Ko-Behandlung (mussten Medis weglassen) - Keine Angaben wieviele Therapeuten involviert waren.</p>
<p>STICHPROBE N=70</p> <p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</p>	<p>ja (1) ✓ nein (0)</p>	<p>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</p> <p>38f, 35m, davon 3 ausgeschlossen während Verfahren (keine Begründung) / 21-40y: passt / keine Angaben zu Gesundheitszustand, untrainiert / zufällig in eine von 7 Gruppen eingeteilt, keine Angaben ob die Gruppen ähnlich waren! / Gruppen gleich gross / Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben, allerdings nicht sehr relevant.</p>
<p>Wurde die Stichprobengrösse begründet?</p>	<p>ja (1) ✓ nein (0) entfällt (0)</p>	<p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <p>Über mögliche Risiken informiert, schriftliche Zustimmung eingeholt.</p>
<p>ERGEBNISSE (OUTCOMES)</p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</p> <p>Vor Intervention, direkt nach Intervention sowie 20min, 24h, 48h und 72h nach Intervention.</p>
<p>Waren die outcome Messungen gültig (valid)?</p>	<p>ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0)</p>	<p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf.</p> <p>- ROM: aktiv & passiv</p>

		<p>- Ödem: Umfang & Volumen - Muskelschmerz: VAS (subj.) & Newham Punktier-Technik - Muskelfunktion: isometrische Handgelenks-Extension, max. konzentrisch und exzentrisch, total konzentrisch und exzentrisch</p> <p>Reliabilität: Jeweils ICC und SEM berechnet, ausgenommen Muskelschmerz / so weit bekannte Messtechniken.</p> <p>Validität: Isokinetischer Dynamometer für Muskelfunktion: ja, gibt Studien Rest: keine Angabe</p>
<p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der ergotherapeutischen Praxis wiederholt werden?</p> <p>A: NSAID für 72h in regelmässigen Abständen, selbständig, Container wurden überprüft + 20min Ruhe B: Oberkörperergometer, hohe Geschwindigkeit, kein Widerstand für 10min + 10min Ruhe C: Eismassage für 20min der trainierten Muskeln D: Statisches Dehnen für 10min + 10min Ruhe E: Crème mit A. montana, vom Tester einmalig aufgetragen, danach selbständig über 72h immer wieder + 20min Ruhe F: Tabletten mit A. montana für 72h in regelmässigen Abständen, selbständig, Container wurde überprüft, +20min Ruhe G: Tablette ohne Wirkstoff für 72h wie A und F, +20min Ruhe</p>
<p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Teilnehmer durften keine Medikamente zusätzlich einnehmen, mussten körperliche Aktivität auf ein Minimum reduzieren.</p>
<p>Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Teilnehmer durften keine Medikamente zusätzlich einnehmen, mussten körperliche Aktivität auf ein Minimum reduzieren.</p>
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Siehe weiter unten Viele Ergebnisse -> one way ANOVA für alle Variablen nach der Behandlung</p>

<p>War(en) die Analysemethode(n) geeignet</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>(gut!)</p> <p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Keine der Interventionen hat einen positiven Effekt auf Muskelschmerz, ROM, Ödem oder Muskelfunktion.</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>3 schieden aus, Gründe nicht genannt.</p>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>A: evtl. verhindern Medikamente den Heilungsprozess (Entzündung) weshalb die Muskelfunktion nicht positiv beeinflusst werden kann B: Muskelschmerz hatte keinen Zusammenhang mit Ödem -> Ödemreduktion durch leichte Aktivität nützt nichts aus Muskelschmerz C: hilft bzgl. acute muscle soreness durch Betäubung; kein Einfluss auf DOMS D: aktive Handgel.-Flex konnte über 72h erhalten werden, ansonsten keinen Einfluss auf DOMS E & F: keinen positiven Effekt</p> <p>Genannte Limitationen: - A. montana zu niedrig dosiert - Oberkörperergometer in anderer Studie anders dosiert - Dosierung des NSARs könnte beeinflusst haben - allg. wenig Selbstkritik</p>

Punktzahl Total: 12/15

Titel: D2 – The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise (1998)		
Lund, H., Vestergaard-Poulsen, P., Kanstrup I.L., Sejrnsen, P.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Welchen Effekt hat passives Dehnen auf DOMS, dyn. Muskelkraft, CK-Aktivität und PCr/Pi-Verhältnis?
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Gibt keine Studien, die den Effekt von Dehnen auf indirekte physische / chemische Marker von DOMS untersuchen (CK, PCr/Pi, Muskelkraft).
DESIGN ransomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) ✓ Vorher-Nachher-Design (1) Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Dasselbe Experiment wurde zweimal durchgeführt, beim zweiten Mal wurde allerdings eine Intervention hinzugefügt -> zwei Vorher-Nachher-Studien im Vergleich, "künstliche" Kontrollgruppe (mit denselben Teilnehmerinnen). Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen. Teilnehmerinnen waren ausschliesslich weiblich, Ergebnisse können also nicht auf Gesamtpopulation übertragen werden. Hielten physische Aktivität während Experimenten fest, Auswertung dieser Notizen wird allerdings nicht erwähnt.
STICHPROBE N=7 Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?	✓ ja (1) nein (0)	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? 7f / 28-46y / gesund / mittelmässiges Fitness-Level / alle Teilnehmerinnen bildeten eine Gruppe, zwei mal dieselben -> Kontroll-Gruppe

		ist in dem Sinne identisch (ausgenommen Abstand von 18 Mte. zwischen den Experimenten)
Wurde die Stichprobengröße begründet?	ja (1) ✓ nein (0) entfällt (0)	Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt? Informiertes Einverständnis wurde eingeholt, keine Angabe ob schriftlich.
ERGEBNISSE (OUTCOMES) Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?	ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0)	Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)). Direkt vor und nach exz. Training, danach täglich für 7d (direkt nach dem Dehnen in Exp. 2). Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf.
Waren die outcome Messungen gültig (valide)?	ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0)	- Plasma CK-Aktivität: Blut-Test - Muskelschmerz: VAS in Ruhe, beim Gehen, beim Treppe runter gehen - Muskelkraft: maximal konz. und exz. via Dynamometer - PCr/Pi-Verhältnis: Magnetresonanz Spektroskopie - CK: keine Angaben - VAS: subjektiv - Dynamometer: keine Angaben - Spektroskopie: keine Angaben
MASSNAHMEN Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der ergotherapeutischen Praxis wiederholt werden? Sehr einfach durchzuführen, kaum Fehler möglich dabei. Genaue Zeit- und Wiederholungsangaben. Keine Angaben ob es immer derselbe Tester war... Es wurden immer alle Teilnehmerinnen behandelt oder nicht behandelt.
Wurde Kontaminierung vermieden?	✓ ja (1)	Es gab nur eine Intervention, zusätzlich wurden Teilnehmerinnen dazu ange-

	nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	halten ihr Aktivitäts-Level gleich beizubehalten (inkl. notieren) und keine neuen Erholungsmethoden auszuprobieren.
Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden)?	ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) ✓ entfällt (0)	
ERGEBNISSE Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt? Kein Unterschied bei: Muskelschmerz (p fehlt), CK-Aktivität, PCr/Pi-Verhältnis, p angegeben im Tabellentext. Unterschied bei: Muskelkraft: signifikante Abnahme konz. und exz. in Exp. 2, Zunahme max. exz. Drehmoment in Exp. 2, p wurde angegeben.
War(en) die Analysemethode(n) geeignet)	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Zwei-faktorielle ANOVA (Effekt über Zeit und zwischen Experimenten) wurde angewendet. Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Passives Dehnen hat keinen Einfluss auf gesteigerte CK-Aktivität, Muskelschmerz, verminderte Muskelkraft und vermindertes PCr/Pi-Verhältnis. Heutige Empfehlungen bzgl. Dehnen bei Muskelkater sollen überdenkt werden. Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)

<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Es wird erwähnt, dass es keine Drop Outs gab.</p>
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Passives Dehnen hat keinen Einfluss auf gesteigerte CK-Aktivität, Muskelschmerz, verminderte Muskelkraft und vermindertes PCr/Pi-Verhältnis.</p> <p>Genannte Limitationen: - kleines sample - nur Frauen - keine genauen Ein- und Ausschlusskriterien (scheinen alle genommen zu haben die sich meldeten)</p>

Punktzahl Total: 11/15

Titel: D3 – Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise (2013)		
Torres, R., Pinho, F., Duarte, J. A., Cabri, J. M. H.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Welchen Effekt haben ein- und mehrmaliges Dehnen auf indirekte Zeichen von trainingsbedingten muskulären Verletzungen?
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Gibt keine Studien, die den Effekt von mehrmaligem Dehnen auf indirekte physische / chemische Marker von EIMD untersuchen (CK, Muskelschmerz, Muskelsteifheit, max. Muskelkraft).
DESIGN ✓ randomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) Vorher-Nachher-Design (1) Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Die Tester verglichen einmaliges und mehrmaliges Dehnen auf die Zeichen von EIMD sowie den Unterschied zu gar nicht dehnen. Es gab also zwei Interventionsgruppen (ein- und mehrmaliges Dehnen) sowie zwei Kontrollgruppen: In der einen wurde nur statisch gedehnt ohne exzentrisches Training absolviert zu haben und in der anderen wurde nach dem exzentrischen Training nur pausiert und keine Intervention gemacht. Die Teilnehmer wurden zufällig in diese Gruppen eingeteilt, was dem Studiendesign RCT entspricht. Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen. Teilnehmer waren ausschliesslich männlich, es kann also keine Aussage für die Gesamtpopulation getroffen werden. Zudem war ihnen bewusst,

		dass sie an einer Studie teilnahmen und richteten deshalb ihre Aufmerksamkeit verstärkt auf Muskelschmerzen, was die Resultate verfälscht haben könnte.
STICHPROBE N=56 Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?	✓ ja (1) nein (0)	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? 56m / 21.4y / gesund / keine Angaben bzgl. Fitness-Level / zufällig in eine der 4 Untersuchungsgruppen eingeteilt, diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen / Ausschlusskriterien: intensives Quadriceps-Training in den letzten 3Mte., früherer Muskelriss, neurolog. Erkrankung die UE betrifft, aktuelle muskuloskeletale Verletzung der UE.
Wurde die Stichprobengröße begründet?	✓ ja (1) nein (0) entfällt (0)	Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt? Geschriebenes informiertes Einverständnis wurde eingeholt, lokales Ethisches Komitee war einverstanden (Helsinki Abmachung). Es gab keine Berechnung der Stichprobengröße in dem Sinne. Aber da EIMD unangenehm ist, können nicht so viele Probanden gewonnen werden wie erwünscht, was die Wahrscheinlichkeit eines Typ 2 Fehlers erhöht. Die Autoren nennen diese Tatsache eine Limitation der vorliegenden Studie.
ERGEBNISSE (OUTCOMES) Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)). Direkt vor und 1, 24, 48, 72 und 96h nach Training
Waren die outcome Messungen gültig (valide)?	ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0)	Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf. - Plasma CK-Aktivität: Blut-Test - Muskelschmerz: VAS während Squat - Muskelkraft: maximale konz. Drehmomentleistung auf Dynamometer - Muskelsteifheit: erster und letzter Winkel KG-Flex beim Wartenberg

		<p>Pendel-Test - EMG</p> <p>- CK: keine Angaben - VAS: keine Angaben - Dynamometer: keine Angaben - Wartenberg Pendel-Test: ICC(2,3) exzellent - EMG: Sensibilität wird angezweifelt, da überhaupt keine Unterschiede ausgemacht werden konnten</p>
<p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der ergotherapeutischen Praxis wiederholt werden?</p> <p>Stand neben Stuhl, Knie des zu dehnenden Beines darauf abgelegt, Test verstärkt KG-Flex bis Widerstand spürbar ist oder Unwohlsein auftritt, zusätzliche Spannung durch HG-Ext möglich. Sehr einfach durchzuführen, kaum Fehler möglich dabei. Genaue Zeit- und Wiederholungsangaben.</p> <p>Immer von demselben Tester durchgeführt (gut!).</p> <p>Ganz klar eingeteilt, wer in welche Gruppe gehört und dementsprechend behandelt wird.</p>
<p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Keine Angaben, dass Teilnehmer dazu angehalten wurden keine anderen Methoden gegen Muskelkater etc. anzuwenden... (schlecht!)</p>
<p>Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden)?</p>	<p>ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Keine Angaben, dass Teilnehmer dazu angehalten wurden keine anderen Methoden gegen Muskelkater etc. anzuwenden... (schlecht!)</p>
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Kein Unterschied bei: Muskelschmerz, CK-Aktivität, EMG,</p>

<p>War(en) die Analyseverfahren(n) geeignet</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>MCPT Unterschied bei: 1x dehnen sowie mehrmals dehnen helfen bei Erholung von Muskelsteifheit, zumindest 24h nach Training (nach 48h ist Effekt verschwunden)</p> <p>Sehr genaue Tabelle mit allen Werten inkl. Signifikanzlevel</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Shapiro wilk-Test um herauszufinden ob Daten normalverteilt sind -> CK schief verteilt -> Friedman-Test</p> <p>ANOVAs zwischen Gruppen zu jedem Zeitpunkt und für jede Variable -> bei Signifikanz Tukey's post hoc-Test angewendet um herauszufinden, welche Mittelwerte sich signifikant unterscheiden</p>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Passives Dehnen hat kann die Erholung von Muskelsteifheit begünstigen, sowohl ein- als auch mehrmaliges Dehnen helfen in den ersten 24h nach dem Training.</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Keine Drop Outs beschrieben. Wenn jemand ausschied, dann schon vor Beginn der Studie (mussten einen Fragebogen bzgl. Gesundheit ausfüllen und relativ genaue Kriterien erfüllen).</p>
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Egal ob man ein- oder mehrmals dehnt nach exzentrischem Training, beides hilft bei der Erholung von Muskelsteifheit in den ersten 24h. Die Interventionen haben aber keinen Einfluss auf Muskelschmerz, CK-Aktivität und max. konz. Drehmomentleistung -> insgesamt scheint es irrelevant zu sein, ob man dehnt oder nicht nach dem Training.</p>

Anhang

		Genannte Limitationen: - geringe Stichprobengrösse -> Wahrscheinlichkeit Typ 2 Fehler steigt - keine Angaben, ob die Probanden abgehalten wurden, alternative Erholungsmethoden oder Medikamente anzuwenden
--	--	---

Punktzahl Total: 13/15

Titel: W1 - The Effect Of Contrast Water Therapy On Symptoms Of Delayed Onset Muscle Soreness (2007)		
Autoren: Vaile, M., Gill, N. und Blazevich, A.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Die Studie untersucht den Effekt von <i>contrast water therapy (CWT)</i> auf die physiologischen und funktionellen Symptome von Muskelkater. Der Zweck ist klar und kann für die Forschungsfrage der Autorinnen verwendet werden.
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Verschiedenste Studien wurden schon zum Thema Linderung von Zeichen und Symptomen von Muskelkater durchgeführt mit wechselhaftem Erfolg. Obwohl zum Thema Wechselbad noch nicht viel geforscht wurde, zeigen sich doch positive Effekte. Die Autorinnen und Autoren zitieren relevante Literatur.
DESIGN ✓ randomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) Vorher-Nachher-Design (1) Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Das cross-over Design ist ein geeignetes Design für diese Art von Studie da wenige Teilnehmer bestanden. Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.
STICHPROBE N= 13 Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?	✓ ja (1) nein (0)	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? - Es war keine blindung zur Intervention möglich

<p>Wurde die Stichprobengröße begründet?</p>	<p>ja (1) <input checked="" type="checkbox"/> nein (0) entfällt (0)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wenige Teilnehmer 13 - keine randomisierte Zuteilung - keine blindung der Assessoren - Fitnesslevel der Teilnehmer unklar da nur angegeben wird, dass es Freizeitsportler sind - Unklar wie die Teilnehmer rekrutiert wurden - Es sind nur die Mittelwerte von Alter, Körpergröße und Gewicht bekannt - Die Gruppenzuteilung ist unklar - Es möchte mit der Studie eine Allgemeine Aussage gemacht werden und nicht auf eine bestimmte Bevölkerung/Population. Die Stichprobe ist nicht repräsentativ <p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <p>Die Teilnehmer wurden über alle Risiken informiert und es wurde ein schriftliches Einverständnis eingeholt. Die Studie wurde vom <i>Waikato Institute of Technology Human Research Ethics Committee</i> geprüft. Es wurde eine Kontrollgruppe verwendet, was ethisch vertretbar ist. Die Stichprobengröße wurde nicht begründet</p>
<p>ERGEBNISSE (OUTCOMES)</p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p>	<p>ja (1) <input checked="" type="checkbox"/> nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</p> <p>vorher, nach dem Recovery Protocol und 24, 48 und 72h danach</p>
<p>Waren die outcome Messungen gültig (valide)?</p>	<p>ja (1) <input checked="" type="checkbox"/> nein (0) nicht angegeben (0)</p>	<p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf.</p> <p>Messungen: isometric squat, squat jump, bloodmarkers, thigh circumference (oberhalb Knie, Mitte OS, Subgluteal), perceived soreness (VAS).</p> <p>Reliabilität: Wurde mit dem ICC Verfahren und dem TEM angegeben, der Punkt kann jedoch nicht gegeben werden, da für die VAS-Skala keine Angaben gemacht werden.</p> <p>Validität: Die Validität der verschiedenen Messmethoden wurden nicht angegeben.</p>
<p>MASSNAHMEN</p>	<p>ja (1)</p>	<p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus,</p>

Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?	<input checked="" type="checkbox"/> nein (0) nicht angegeben (0)	wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der ergotherapeutischen Praxis wiederholt werden? - Hervorrufen von Muskelkater durch ein Trainingsprotokoll - Anwenden einer Intervention: passive Erholung, Kaltwasserbad, Warmwasserbad oder Wechselbad. - Messung verschiedener Parameter zu mehreren Zeitpunkten
Wurde Kontaminierung vermieden?	ja (1) nein (0) <input checked="" type="checkbox"/> nicht angegeben (0) entfällt (0)	Das methodische Vorgehen wurde zu wenig beschrieben um die Studie in der Praxis eins zu eins zu wiederholen. - Es wurden keine Angaben zu Kontaminierung gemacht - Eine Ko-Intervention wurde in der Studie ebenfalls nicht erwähnt,
Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden)?	ja (1) nein (0) <input checked="" type="checkbox"/> nicht angegeben (0) entfällt (0)	
ERGEBNISSE		
Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?	<input checked="" type="checkbox"/> ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt? Es konnten signifikante Ergebnisse bei der Muskelkraft, Oberschenkelumfänge und Creatine Kinase festgestellt werden. Die Studie scheint nicht gross genug um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied aufzuzeigen. Die Analysemethoden sind wiederum unzureichend beschrieben
War(en) die Analysemethoden(n) geeignet?	ja (1) nein (0) <input checked="" type="checkbox"/> nicht angegeben (0)	Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	<input checked="" type="checkbox"/> ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?) Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind vorhanden. Es ist jedoch

Anhang

<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>ja (1) ✓ nein (0)</p>	<p>unklar ob Teilnehmer ausschieden, da dies nicht dokumentiert wurde.</p>
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Die Autorinnen und Autoren fordern zum weiter Forschen auf. Praxistipps werden abgegeben. Systematische Fehler wurden unzureichend beschrieben</p>

Punktzahl Total: 6/15

Titel: W2 - Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness (2007)		
Autoren: Vaile, J., Halson, S., Gill, N. und Dawson, B.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Der Zweck der Studie ist es den Effekt von 3 hydrotherapeutischen Massnahmen (Cold, HWI, CWT) auf körperliche und funktionelle Symptome von DOMS in Vergleich zur passiven Erholung zu beobachten. Zur Beantwortung der Forschungsfrage der Autorinnen, ist diese Studie passend
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Die Autorinnen und Autoren geben einen Überblick über die Literatur und stellen die unterschiedlichen Ergebnisse und Methoden dar und wesswegen ihre Studie deshalb notwendig ist.
DESIGN ✓ randomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) Vorher-Nachher-Design (1) Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Das Studiendesign ist geeignet für die Studie, da es schon mehrere Studien zu diesem Thema gibt und deswegen ein Vergleich zu einer Kontrollgruppe die Wirksamkeit der Methoden gut überprüfen kann. Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen. Die meisten systematischen Fehler treten beim methodischen Vorgehen und der fehlenden Dokumentation auf. Eine Blindung war zusätzlich auch schwierig. Der Zeitpunkt der Einführung in das Trainingsprotokoll war 2 Wochen vor Testbeginn, was etwas kurzfristig sein könnte.

STICHPROBE N= 38 Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?	ja (1) ✓ nein (0)	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden nicht genau beschrieben. Weder Alter, Körpergröße, Fitnesslevel, Gewicht, Gesundheitszustand etc. wurden beschrieben. Es ist ausserdem unklar von wo die Teilnehmerinnen und Teilnehmer rekrutiert wurden. Deswegen ist auch die Ähnlichkeit der Gruppe schwer zu beurteilen.
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	✓ ja (1) nein (0) entfällt (0)	Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt? Die Teilnehmer wurden gut informiert wobei die Studie von dem "Australian Institute of Sport Research Ethics Committee" genehmigt wurde
ERGEBNISSE (OUTCOMES) Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?	ja (1) ✓ nein (0) nicht angegeben (0)	Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)). Es wurden jeweils vor dem Trainingsprotokoll (Baseline Messung), direkt danach, 24h, 48h und 72h danach Messungen durchgeführt.
Waren die outcome Messungen gültig (valide)?	ja (1) ✓ nein (0) nicht angegeben (0)	Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf. Isometrischer Squat Spitzenstärke (Smith-machine), Squat Sprung Spitzenkraft (Smith-machine), Blutwerte (automated clinical chemistry analyse), Oberschenkelumfang (Massband) und Muskelschmerz (VAS) Reliabilität: wurde bei drei von fünf Messmethoden anhand des ICC-Verfahrens errechnet, wobei auch der "technical error of measurement" angegeben wird. Alle Messmethoden zeigten eine hohe Reliabilität auf. Validität: wird als gut eingeschätzt, jedoch werden in der Studie keine Angaben zur Überprüfung ebendieser gemacht.
MASSNAHMEN Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?	ja (1) ✓ nein (0)	Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der ergothera-

	nicht angegeben (0)	peutischen Praxis wiederholt werden?
Wurde Kontaminierung vermieden?	ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0) entfällt (0)	<ul style="list-style-type: none"> - Muskelkater Trainingsprotokoll - 1 von 4 Erholungsstrategien: Passive Pause, Heisswasser Bad, Kaltwasser Bad, Wechselbad, Durchführung zu mehreren Zeitpunkten - Messungen zu mehreren Zeitpunkten <p>Die Massnahmen werden detailliert beschrieben, wobei klar ist wie der Ablauf und die Struktur der Behandlung vorgenommen wurde. Es ist jedoch unklar welche Personen bei der Testabnehmung beteiligt waren. Dessenwegen können die Massnahmen nicht eins zu eins in der Praxis wiederholt werden.</p> <p>Es wurden keine Angaben zur Kontaminierung oder Ko-Intervention gemacht.</p>
Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden)?	ja (1) nein (0) ✓ nicht angegeben (0) entfällt (0)	<p>Es wurden keine Angaben zur Kontaminierung oder Ko-Intervention gemacht.</p>
ERGEBNISSE		
Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie gross genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Signifikante Unterschiede wurden in der Kraft, Oberschenkelumfang, der Reduktion der Creatin-Kinase Konzentration und dem Muskelschmerz festgestellt. Zur Analyse des Datenmaterials wurde ein t-Test vorgenommen</p>
War(en) die Analysemethode(n) geeignet	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p>
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	<p>Die Studie war nicht gross genug angelegt um wichtige Unterschiede aufzuzeigen. Ein Grund dafür ist, dass die Stichprobe in 4 Gruppen aufgeteilt wurde und durch dies nur noch wenige Teilnehmer die verschiedenen Massnahmen durchführten (trotz cross-over design).</p>

Anhang

<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>ja (1) ✓ nein (0)</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Ausscheidungen sind unklar da nicht dokumentiert</p>
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Die Schlussfolgerungen waren angemessen. Die Autorinnen und Autoren erläutern, dass viele Dinge noch unerforscht bleiben und welche Limitationen und Einflüsse welche die Resultate zusätzlich beeinflussen könnten, sind. Es fehlt der Bezug zur Praxis und Empfehlungen bezüglich weiterführender Forschung.</p>

Punktzahl Total: 8/15

Titel: W3 - Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose Important? (2013)		
Autoren: Glasgow, P., Ferris, R. und Bleakley, C.		
Kategorie	Bewertung	Kommentare
ZWECK DER STUDIE Wurde der Zweck klar angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ergotherapie und/oder Ihre Forschungsfrage? Der Zweck der Studie ist es hochqualitative Evidenz bereitzustellen zur Information von Erholungsstrategien mit Kaltwasserbäder, nach einem Training. Da Ebenfalls eine Gruppe Wechselbad als Intervention durchführte, konnte diese Studie ebenfalls für diese Bachelorarbeit verwendet werden.
LITERATUR Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?	✓ ja (1) nein (0)	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde. Die Autorinnen und Autoren zeigen die Notwendigkeit ihrer Studie auf und geben einen Hintergrund über die aktuelle Literatur.
DESIGN ✓ ransomisierte kontrollierte Studie (RCT) (1) Kohortenstudie (1) Einzelfall-Design (1) Vorher-Nachher-Design (1) Fall-Kontroll-Studie (1) Querschnittsstudie (1) Fallstudie (1)		Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)? Das Studiendesign ist geeignet, da es sich um verschiedene Interventionen handelt, welche vergleicht werden müssen. Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen. Ein Problem ist, dass das Wechselbad nicht im Fokus stand, sondern eine der Kaltwasseranwendungen darstellte. Die Teilnehmer wurden alle von derselben Universität rekrutiert, was die Gesamtpopulation nicht repräsentativ darstellt. Die Teilnehmer meldeten sich freiwillig, was auch zu einer Verzerrung führen kann.
STICHPROBE N= 50	✓ ja (1) nein (0)	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen

Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?		ähnlich?
Wurde die Stichprobengröße begründet?	<input checked="" type="checkbox"/> ja (1) nein (0) entfällt (0)	Die Teilnehmer wurden ausführlich beschrieben wobei die wichtigsten Angaben gemacht wurden. Die Gruppenzuteilung wurde randomisiert wobei die Gruppen sich ähnlich waren. Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt? Die Teilnehmer wurden wohlinformiert und die Zustimmung eingeholt. Die Studie wurde vom <i>University of Ulster Research Ethical Committee</i> gutgeheissen.
ERGEBNISSE (OUTCOMES)		
Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?	ja (1) nein (0) <input checked="" type="checkbox"/> nicht angegeben (0)	Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)). Die Messungen wurden jeweils vor dem Trainingsprotokoll und 24h, 48h, 72h und 96h danach durchgeführt.
Waren die outcome Messungen gültig (valide)?	ja (1) nein (0) <input checked="" type="checkbox"/> nicht angegeben (0)	Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung (self care), Produktivität, Freizeit). Listen Sie die verwendeten Messungen auf. Muskelschmerz (VAS), Aktives Bewegungsausmass (Goniometer), Schmerzen bei Dehnung (VAS), Muskelstärke (einem KinCon AP2 isokinetic dynamometer) und Blutwerte (Reflotron Plus Maschine) In dieser Studie werden weder die Validität noch die Reliabilität der Messverfahren angegeben.
MASSNAHMEN		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?	<input checked="" type="checkbox"/> ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Beschreiben Sie kurz die Massnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Massnahmen in der ergotherapeutischen Praxis wiederholt werden? - Muskelkater Trainingsprotokoll -Erholungsstrategien
Wurde Kontaminierung vermieden?	<input checked="" type="checkbox"/> ja (1) nein (0)	Die Teilnehmer führten nach dem Trainingsprotokoll eine von fünf Erholungsstrategien durch: 1) Short contrast immersion: 1min 38°C, 1min 10°C an 3 Zyklen

	nicht angegeben (0) entfällt (0)	2) Short intermittent COLD: 1min 10°C, 1min Unterbruch des Bades, an 3 Zyklen 3) 10min in 10°C 4) 10min in 6°C 5) Passiv recovery group
Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Intervention) vermieden)?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	- Messung der oben genannten Parameter zu verschiedenen Zeitpunkten - Die Massnahmen sind sehr detailliert beschrieben. - Kontaminierung wurden keine Angaben in der Studie gemacht, jedoch schliessen die Autorinnen dieser Bachelorarbeit eine Kontaminierung aus, da dies anhand des Methodenbeschriebs unwahrscheinlich ist. - Die Autorinnen und Autoren haben sich zu Ko-Interventionen oder Verfälschungen durch Verhaltensänderungen Gedanken gemacht.
ERGEBNISSE Wurde die statische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0) entfällt (0)	Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie gross genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt? Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den anderen Interventionsgruppen festgestellt werden.
War(en) die Analysemethode(n) geeignet?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Der grösste Effekt welcher festgestellt werden konnte war, dass bei einer Gruppe der Muskelschmerz etwas zurück ging, jedoch nicht signifikant. Die Stichprobe schien gross genug um einen Unterschied aufzuzeigen, jedoch war die Stichprobe nicht repräsentativ. Zur Analyse wurde eine AVOVA durchgeführt.
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	✓ ja (1) nein (0) nicht angegeben (0)	Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung? Die klinische Bedeutung wurde angegeben, wobei beschrieben wurde, dass die Autorinnen und Autoren keinen klinischen Unterschied der Behandlungsmethoden feststellen konnten. Dies zeigt, dass es nach den Resultaten dieser Studie nicht darauf an kommt, wie die hydrotherapeuti-
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	✓ ja (1) nein (0)	

		<p>sche Massnahme angewendet wird.</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Es kam zu keinen Ausscheidungen von Teilnehmer.</p>
<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p>	<p>✓ ja (1) nein (0)</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die ergotherapeutische Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Die Autorinnen und Autoren machten eine vielschichtige Schlussfolgerung. Limitationen ihrer Arbeit zählen die Autorinnen/Autoren, dass keine Langzeitfolgen untersucht wurden. Die Ergebnisse können ausserdem nur auf Personen mit Muskelkater übertragen werden, da eine Wirksamkeit bei anderen Muskelschäden nicht getestet wurden.</p>

Punktzahl Total: 13/15

PEDro-skala - Deutsch

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999. Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer. Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Titel: D2 - The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects

Autoren: Lund et al. (1998)

1.	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	✓ ja (1)	nein (0)
2.	2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	✓ ja (1)	nein (0)
3.	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja (1)	✓ nein (0)
4.	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	✓ ja (1)	nein (0)
5.	Alle Probanden waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
6.	Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
7.	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
8.	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	✓ ja (1)	nein (0)
9.	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	✓ ja (1)	nein (0)
10.	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	✓ ja (1)	nein (0)
11.	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	✓ ja (1)	nein (0)

Total: 7/11

PEDro-skala - Deutsch

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999. Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer. Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Titel: D3 - Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise

Autoren: Rui et al. (2013)

1.	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	✓ ja (1)	nein (0)
2.	2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	✓ ja (1)	nein (0)
3.	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja (1)	✓ nein (0)
4.	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	✓ ja (1)	nein (0)
5.	Alle Probanden waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
6.	Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
7.	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
8.	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	✓ ja (1)	nein (0)
9.	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	✓ ja (1)	nein (0)
10.	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	✓ ja (1)	nein (0)
11.	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	✓ ja (1)	nein (0)

Total: 7/11

PEDro-skala - Deutsch

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999. Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer. Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Titel: W1 - Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness

Autoren: Vaile et al. 2007a

1.	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja (1)	✓ nein (0)
2.	2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	✓ ja (1)	nein (0)
3.	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja (1)	✓ nein (0)
4.	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	✓ ja (1)	nein (0)
5.	Alle Probanden waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
6.	Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
7.	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
8.	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	ja (1)	✓ nein (0)
9.	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	✓ ja (1)	nein (0)
10.	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	✓ ja (1)	nein (0)
11.	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	✓ ja (1)	nein (0)

Total: 5/11

PEDro-skala - Deutsch

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999. Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer. Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Titel: W2 - Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness
Autoren: Vaile, Halson, Gill and Dawson 2007b

1.	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja (1)	✓ nein (0)
2.	2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	✓ ja (1)	nein (0)
3.	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja (1)	✓ nein (0)
4.	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	✓ ja (1)	nein (0)
5.	Alle Probanden waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
6.	Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
7.	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
8.	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	ja (1)	✓ nein (0)
9.	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	✓ ja (1)	nein (0)
10.	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	✓ ja (1)	nein (0)
11.	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	✓ ja (1)	nein (0)

Total: 5/11

PEDro-skala - Deutsch

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999. Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer. Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Titel: W3 - Cold water immersion in the management of delayed onset muscle soreness: is dose important? A randomised controlled trial

Autoren: Glashow et al. (2013)

1.	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	✓ ja (1)	nein (0)
2.	2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	✓ ja (1)	nein (0)
3.	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	✓ ja (1)	nein (0)
4.	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	✓ ja (1)	nein (0)
5.	Alle Probanden waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
6.	Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	ja (1)	✓ nein (0)
7.	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	✓ ja (1)	nein (0)
8.	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	✓ ja (1)	nein (0)
9.	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	✓ ja (1)	nein (0)
10.	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	✓ ja (1)	nein (0)
11.	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	✓ ja (1)	nein (0)

Total: 9/11

Die PEDro-Skala basiert auf der Delphi Liste, die von Verhagen und Kollegen an der Universität von Maastricht, Abteilung für Epidemiologie, entwickelt wurde (Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). Diese Liste basiert auf einem "Expertenkonsens", und größtenteils nicht auf empirischen Daten. Zwei zusätzliche Items, die nicht Teil der Delphi Liste waren, wurden in die PEDro-Skala aufgenommen (Kriterien 8 und 10). Wenn mehr empirische Daten zur Verfügung stehen, könnte es in Zukunft möglich werden, die einzelnen Items zu gewichten, so dass eine PEDro-Punktzahl die Bedeutung individueller Items widerspiegelt.

Der Zweck der PEDro-Skala ist es, Benutzern der PEDro-Datenbank dabei zu helfen, schnell festzustellen, welche der tatsächlich oder vermeintlich randomisierten kontrollierten Studien (d.h. RCTs oder CCTs), die in der PEDro-Datenbank archiviert sind, wahrscheinlich intern valide sind (Kriterien 2-9) und ausreichend statistische Information beinhalten, um ihre Ergebnisse interpretierbar zu machen (Kriterien 10-11). Ein weiteres Item (Kriterium 1), welches sich auf die externe Validität (Verallgemeinerungsfähigkeit von Ergebnissen) bezieht, wurde übernommen, um die Vollständigkeit der Delphi Liste zu gewährleisten. Dieses Kriterium wird jedoch nicht verwendet, um die PEDro-Punktzahl zu berechnen, die auf der PEDro Internetseite dargestellt wird.

Die PEDro-Skala sollte nicht als Maß für die „Validität“ der Schlussfolgerungen einer Studie verwendet werden. Insbesondere warnen wir Benutzer der PEDro-Skala, dass Studien, die einen signifikanten Behandlungseffekt anzeigen, und die hohe Punktzahlen auf der PEDro-Skala erreichen, nicht notwendigerweise den Nachweis dafür erbringen, dass die entsprechenden Behandlungen klinisch sinnvoll sind. Weiterführende Überlegungen beinhalten, ob der Behandlungseffekt groß genug gewesen ist, um lohnenswert zu sein, ob die positiven Effekte der Behandlung die negativen aufwiegen, und wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Behandlung ist. Die PEDro-Skala sollte nicht dazu verwendet werden, die „Qualität“ von Studien aus unterschiedlichen therapeutischen Bereichen zu vergleichen, und zwar hauptsächlich deswegen nicht, weil es in manchen Bereichen der physiotherapeutischen Praxis nicht möglich ist, allen Kriterien der Skala gerecht zu werden.

Für alle Kriterien	Punkte werden nur vergeben, wenn ein Kriterium eindeutig erfüllt ist. Falls beim genauen Lesen einer Arbeit die Möglichkeit besteht, dass ein Kriterium nicht erfüllt wurde, sollte kein Punkt für dieses Kriterium vergeben werden.
Kriterium 1	Dieses Kriterium gilt als erfüllt, wenn berichtet wird, wie die Probanden rekrutiert wurden, und wenn eine Liste mit Kriterien dargestellt wird, die genutzt wurde, um zu entscheiden, wer geeignet war an der Studie teilzunehmen.
Kriterium 2	Wenn in einem Artikel steht, dass die Zuordnung zu den Gruppen randomisiert erfolgte, so wird dies von der Studie angenommen. Die genaue Methode der Randomisierung muss dabei nicht näher spezifiziert sein. Methoden wie Münz- oder Würfelwürfe sollten als Randomisierung angesehen werden. Quasi-randomisierte Zuordnungsverfahren wie die Zuordnung durch Krankenaktennummern im Krankenhaus, Geburtsdatum, oder alternierende Zuordnungen, erfüllen dieses Kriterium nicht.
Kriterium 3	<i>Verborgene Zuordnung</i> bedeutet, dass die Person, die entschieden hat ob der jeweilige Proband für eine Teilnahme geeignet war oder nicht, zum Zeitpunkt dieser Entscheidung nicht wissen konnte, welcher Gruppe der jeweilige Proband zugeordnet werden würde. Für dieses Kriterium wird auch dann ein Punkt vergeben, wenn über eine verdeckte Zuordnung nicht berichtet wird, aber in dem Bericht zum Ausdruck kommt, dass die Zuordnung mit Hilfe blickdichter Briefumschläge erfolgte, oder dass die Allokation über Kontaktaufnahme mit

	einem unabhängigen Verwalter des Allokationsplans, der sich ‚nicht am Ort der Studiendurchführung‘ befand oder ‚nicht anderweitig an der Studie beteiligt‘ war, erfolgte.
Kriterium 4	In Studien, die therapeutische Interventionen untersuchen, muss jeweils vor Beginn der Intervention mindestens eine Messung hinsichtlich des Schweregrades des zu behandelnden Zustandes, und mindestens ein anderes <i>zentrales Outcome</i> beschrieben werden (Eingangsmessungen). Der Gutachter muss ausreichend davon überzeugt sein, dass sich klinisch signifikante Unterschiede in den Gruppen-Outcomes nicht allein schon aufgrund von Unterschieden in den prognostischen Variablen zu Beginn der Studie (also zum Baseline-Zeitpunkt) erwarten ließen. Dieses Kriterium gilt auch dann als erfüllt, wenn nur Baseline-Daten für diejenigen Probanden beschrieben werden, welche bis zum Ende an der Studie teilgenommen haben.
Kriterium 4,7-11	<i>Zentrale Outcomes</i> sind jene Outcomes, welche das primäre Maß für eine Effektivität (oder eine fehlende Effektivität) der Therapie darstellen. In den meisten Studien wird mehr als eine Variable zur Outcome-Messung verwendet.
Kriterium 5-7	<i>Blindung</i> bedeutet, dass die betreffende Person (Proband/In, Therapeut/In oder Untersucher/In) nicht gewusst hat, welcher Gruppe der Proband zugeordnet worden ist. Außerdem wird eine Blindung von Probanden und Therapeuten nur dann als gegeben angenommen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sie nicht in der Lage gewesen wären, zwischen den Behandlungen, die in den verschiedenen Gruppen ausgeführt wurden, zu unterscheiden. In Studien, in denen <i>zentrale Outcomes</i> von den Probanden selbst angegeben werden (z.B. Visuelle Analog Skala oder Schmerztagebücher), gilt der Untersucher als geblindet, wenn der Proband geblindet war.
Kriterium 8	Dieses Kriterium gilt nur dann als erfüllt, wenn die Studie <i>sowohl</i> über die Anzahl der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden, <i>als</i> auch über die Anzahl der Probanden, von denen tatsächlich zentrale Outcomes festgehalten werden konnten, Auskunft gibt. Bei Studien mit Outcome-Messungen zu mehreren Messzeitpunkten, muss mindestens ein <i>zentrales Outcome</i> bei mehr als 85% der Probanden zu einem dieser Zeitpunkte gemessen worden sein.
Kriterium 9	Eine <i>Intention to treat</i> Analyse bedeutet, dass in den Fällen, in denen Probanden die zuge dachte Behandlung (oder Kontrollanwendung) nicht erhalten haben und in denen Ergebnismessungen möglich waren, die Messwerte so analysiert werden, als ob die Probanden die zuge dachte Behandlung (oder Kontrollanwendung) erhalten hätten. Wird eine Analyse nach der ‚Intention to treat‘ Methode nicht erwähnt, gilt dieses Kriterium dennoch als erfüllt, falls explizit zum Ausdruck kommt, dass alle Probanden die Behandlungen oder Kontrollanwendungen wie zuge dacht erhalten haben.
Kriterium 10	Ein <i>Zwischen-Gruppen-Vergleich</i> beinhaltet einen statistischen Vergleich einer Gruppe mit einer anderen Gruppe. Abhängig vom jeweiligen Studiendesign kann es sich dabei um den Vergleich von zwei oder mehr verschiedenen Behandlungen, oder auch um den Vergleich einer Behandlung mit einer Kontrollanwendung (z.B. Placebo-Behandlung, Nicht-Behandlung, Scheinbehandlung) handeln. Die Analyse kann als einfacher Vergleich der Outcomes zwischen den Gruppen erfolgen, die nach einer durchgeführten Behandlung gemessen wurden, oder auch als Vergleich der Veränderungen in einer Gruppe mit den Veränderungen in einer anderen Gruppe (wurde eine faktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um die Daten zu analysieren, so wird dies im letzten Fall häufig als eine ‚Gruppe x Zeit Interaktion‘ berichtet). Der Vergleich kann als Hypothesentestung (die einen ‚p‘-Wert liefert, der die Wahrscheinlich-

	<p>keit dafür angibt, dass der Unterschied zwischen den Gruppen rein zufällig entstanden ist) oder als Schätzung (z.B. der Differenz des Medians oder des arithmetischen Mittels, der Unterschiede in den Prozentanteile, oder der Number Needed to Treat, oder des relativen Risikos oder der ‚Hazard Ratio‘⁴) mit einem dazugehörigen Konfidenz-Intervall durchgeführt werden.</p>
<p>Kriterium 11</p>	<p>Ein <i>Punktmaß</i> ist ein Maß der Größe des Behandlungseffekts. Der Behandlungseffekt kann als Differenz in den Outcomes zwischen zwei Gruppen beschrieben werden, oder auch als Outcome in jeder der Gruppen. <i>Streuungsmaße</i> können sein: Standardabweichungen, Standardfehler, Konfidenzintervalle, Interquartilsabstände (oder andere Quantilsabstände), und Ranges. Punktmaße und/oder Maße der Streuung können graphisch dargestellt sein (z.B. können Standardabweichungen als Balkendiagramm dargestellt werden), so lange diese Darstellungen eindeutig sind (z.B. so lange klar ist ob die Fehlerbalken Standardabweichungen oder Standardfehler darstellen). Für kategoriale Outcomes (nominal- oder ordinalskaliert) gilt dieses Kriterium als erfüllt, wenn die Anzahl der Probanden für jede Kategorie in jeder Gruppe angegeben ist.</p>

⁴ Der Begriff Hazard Ratio („Risikoeintrittsquotient“) wird auch in der deutschen medizinischen Fachliteratur verwendet. Die Hazard Ratio ist der Quotient aus den Eintrittswahrscheinlichkeiten (Ereignisdichten) in den zu vergleichenden Gruppen.

A.10 Zeitplan

	KW 31	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41	KW 42	KW 43	KW 44	KW 45	KW 46
Abgabe Disposition													
Literatursuche und Studien lesen													
Matrix erstellen													
Ferien													
Fragestellung ändern, Ziel- setzung präzisieren													
Theoretischer Hintergrund festlegen													
Theoretischer Hintergrund erweitern													
Methodenteil, Instrumente Studienbeurteilung													
Praktikumsstart													
Einleitung													
Reservesamstag 17.10.15													
Verzeichnisse, Eigenständ- igkeitserklärung, Wort- Deklaration													
Studien Zusammenfassen													

Anhang

	KW 47	KW 48	KW 49	KW 50	KW 51	KW 52	KW 53	KW 1	KW 2	KW 3	KW 4	KW 5
Studien zusammenfas- sen												
Reservesamstag 21.11.15												
Gegenlesen verschiede- ner Personen												
Endgültiges Überarbei- ten												
Abgabe PT91 15.12.15												
Weihnachtswoche und Silvester												
Kritische Würdigung der Studien												
Auf Bescheid von PT91 warten												

Anhang

	KW 6	KW 7	KW 8	KW 9	KW 10	KW 11	KW 12	KW 13	KW 14	KW 15	KW 16	KW 17
Auf Bescheid von PT91 warten												
Resultate und Diskussion												
Theorie-Praxis-Transfer und Schlussfolgerung												
Abstract, Ergänzung Verzeichnisse												
Gegenlesen verschiedener Personen												
Endgültiges Überarbeiten, drucken, binden												
Abgabe PT92												
Letzter Abgabetermin PT92 29.04.16												

	In dieser Zeitdauer erledigt
	Ferien oder unproduktive Zeit
	Zu diesem Zeitpunkt abgegeben
	Deadlines