Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Gesundheit

Institut
für Physiotherapie

Bachelorarbeit

Ultraschalltherapie: Top oder Flop?

Hat die physiotherapeutische Ultraschalltherapie einen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten im Musculus trapezius?

Braun Romina, Lettenstrasse 11, 9500 Wil, S08256273
Sutter Esther, Brühlstrasse 7, 9243 Jonschwil, S08256406

Departement:	**Gesundheit**
Institut:	**Institut für Physiotherapie**
Studienjahr:	**2008**
Eingereicht am:	**20.05.2011**
Betreuende Lehrperson:	**Winfried Schmidt**

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract ... 4
2. Einleitung ... 5
2.1. Erläuterung und Begründung der Themenwahl ... 5
2.2. Methode ... 6
2.2.1. PEDro-Skala ... 7
2.2.2. Law Formular ... 7
3. Theorie ... 8
3.1. Muskuläre Triggerpunkte ... 8
3.1.1. Definitionen von muskulären Triggerpunkten ... 8
3.1.2. Ätiologie der muskulären Triggerpunkte ... 9
3.1.3. Physiologische Entstehung ... 10
3.1.4. Verschiedene Modelle zur Diagnosestellung ... 12
3.1.4.1. Diagnosekriterien nach Simons et al. (2002) ... 12
3.1.4.2. Diagnosekriterien nach Irnich (2009) ... 14
3.1.4.3. Diagnosekriterien nach Dejung (2006) ... 15
3.1.4.4. Diagnosekriterien nach Chaitow (2002) ... 16
3.1.5. Triggerpunkte im Musculus trapezius ... 17
3.1.6. Myofasziales Schmerzsyndrom ... 20
3.1.7. Behandlungsmöglichkeiten von myofaszialen Triggerpunkten ... 20
3.2. Die Ultraschalltherapie ... 21
3.2.1. Dosis ... 21
3.2.1.1. Frequenz ... 22
3.2.1.2. Intensität ... 22
3.2.1.3. Behandlungsdauer und Häufigkeit ... 23
3.2.1.4. Konstanter und pulsierender Ultraschall ... 23
3.2.2. Indikationen ... 23
3.2.3. Kontraindikationen ... 23
3.2.4. Absorptionskoeffizient ... 24
3.2.5. Wirkungsmechanismen ... 25
3.2.6. Biophysikalische Effekte des Ultraschalls ... 25
3.2.7. Phonophorese ... 26
3.3. Algometrie ... 26

3.4. Schlussfolgerung aus der Theorie 27
4. Wissenschaftliche Arbeiten 28
4.1. Studie 1 28
4.1.1. Kritik zur Studie 1 29
4.2. Studie 2 30
4.2.1. Kritik zur Studie 2 32
4.3. Studie 3 33
4.3.1. Kritik zur Studie 3 35
4.4. Studie 4 36
4.4.1. Kritik zur Studie 4 37
4.5. Studie 5 38
4.5.1. Kritik zur Studie 5 39
5. Diskussion 41
5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse 41
5.2. Bezug zur Fragestellung und zum theoretischen Hintergrund 41
5.3. Kritische Diskussion 44
5.4. Theorie – Praxistransfer 45
5.4.1. Beispiel einer möglichen Behandlung 45
6. Schlussfolgerung 47
6.1. Persönliche Reflexion 48
7. Literaturverzeichnis 49
8. Abbildungsverzeichnis 52
9. Tabellenverzeichnis 53
10. Glossar 54
11. Eigenständigkeitserklärung 55
12. Danksagung 56
13. Anhang 57

1. Abstract

Theoretischer Hintergrund: Triggerpunkte sind eine häufige Ursache für Schmerzen im Bewegungsapparat oder Begleiter chronischer Erkrankungen. Sie treten als reizbarer Bereich in einem Muskelhartspannstrang auf und reagieren überempfindlich auf mechanische Stimulation wie Druck oder Zug. Die Symptome können lokal oder ausstrahlend auftreten. Der Ultraschall ist eine mögliche Intervention bei muskulären Triggerpunkten und kann durch die Frequenz, Intensität, Dauer und Schallart unterschiedlich dosiert werden. Der Schalldruck bewirkt im Zielgewebe eine Kompression und Expansion der Materie, was zu einer Mikromassage führt. Durch die entstehende Wärme kommt es zur Steigerung der Permeabilität sowie zur Mehrdurchblutung des Gewebes, was weiter zu einer Entspannung der Muskulatur führt.
Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist es, folgende Fragestellung zu beantworten: Hat die physiotherapeutische Ultraschalltherapie einen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten im Musculus trapezius?
Methode: Die wissenschaftlichen Arbeiten wurden in den Datenbanken PEDro, Cochrane, PubMed, SUM-search und Medline mittels der Keywords *ultrasound, ultrasounic, pain, physiotherapy, trigger points, trapezius muscle* und *myofascial pain syndrome* gesucht. Die ausgewählten Studien wurden mit dem Law Formular und mit der PEDro-Skala methodisch analysiert. Für den theoretischen Teil wurde Sekundärliteratur als Grundlage verwendet.
Relevante Ergebnisse: Vier von fünf Studien zeigen einen kurzfristigen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von Triggerpunkten im Musculus trapezius mit Ultraschall auf. Die Gewebssteifigkeit und die Drucktoleranz kann signifikant verbessert werden, was folglich zu einer Schmerzlinderung führt.
Schlussfolgerung: Ultraschall ist eine effiziente, nichtinvasive Therapieform für die Behandlung von muskulären Triggerpunkten. Die Dosierung ist in wissenschaftlichen Arbeiten sehr variabel, wodurch sich eine Ableitung für eine Empfehlung schwierig gestaltet. Spezifische Angaben können aber in der Theorie gut entnommen werden.

2. Einleitung

2.1. Erläuterung und Begründung der Themenwahl

Der Ultraschall ist schon seit Jahrzenten Teil der Physiotherapie. Aufgrund von erworbener Praxiserfahrung wurde erkenntlich, dass unter den Therapeuten sehr unterschiedliche Ansichten zum Ultraschall vorhanden sind und dessen Effekt oft kritisch in Frage gestellt wird. Im Studium wurde der Ultraschall als klar wirksam kommuniziert, jedoch hat sich die im Praxisalltag umstrittene Thematik der Wirksamkeit des Ultraschalls auf die Studierenden übertragen. Der Ultraschall kann bei muskulären Triggerpunkten als Intervention durchgeführt werden. Triggerpunkte treten im physiotherapeutischen Praxisalltag häufig auf und sind eine Hauptursache für Schmerzen im Bewegungsapparat. Sie treten vielfach als Begleiter von chronischen Erkrankungen auf oder können sekundär beispielsweise nach einem Trauma entstehen. Aufgrund dieser Häufigkeit und persönlichem Interesse wird auf die Behandlung von myofaszialen Triggerpunkte mit Ultraschall eingegangen. Es hat sich folgende Fragestellung ergeben:

Hat die physiotherapeutische Ultraschalltherapie einen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten im Musculus trapezius?

Diese Arbeit soll Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten im Praxisalltag Aufschluss über die Wirksamkeit des Ultraschalls bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten geben. Ziel des Theorieteils ist es, das Thema Triggerpunkte aufzugreifen und die Intervention Ultraschall zu erläutern. Zudem wird die Algometrie als Messverfahren kurz erklärt. Im zweiten Teil soll anhand wissenschaftlich fundierter Arbeiten in Erfahrung gebracht werden, ob ein schmerzlindernder Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit Ultraschall nachgewiesen werden kann oder nicht. Die Studien werden anhand des Law Formulars und der PEDro-Skala bezüglich ihrer methodischen Korrektheit analysiert und durch persönliche, kritische Aspekte ergänzt. In der Arbeit wird mehrheitlich die männliche Form verwendet, wobei immer beide Geschlechter angesprochen werden. Im Glossar, welches dem Anhang zu entnehmen ist, werden einige medizinische Ausdrücke ergänzend definiert. Die Ausdrücke sind im Text mit hochgestellten Zahlen gekennzeichnet.

2.2. Methode

Die Informationen zum theoretischen Hintergrund der Arbeit stammen aus Sekundär- und Fachliteratur der Bibliothek der ZHAW Winterthur des Departments Gesundheit sowie aus einem Handbuch eines Geräteherstellers.
Die Studiensuche wurde in den Datenbanken PEDro, Cochrane, PubMed, SUMsearch und Medline durchgeführt. Zur Studiensuche in den online Datenbanken wurden die Keywords *ultrasound, ultrasonic, pain, physiotherapy, trigger points, trapezius muscle und myofascial pain syndrome* verwendet. Diese wurden mit AND und/oder OR verknüpft. Die Suche wurde ohne Einschränkungen im Erscheinungsjahr durchgeführt. Zu Beginn wurde die Suche breit ausgelegt. Es wurden Studien bezüglich der Effektivität der Ultraschalltherapie gesucht. Mit den erschienenen Studien konnte das Themengebiet auf die Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit Ultraschall eingegrenzt werden. Weiter wurden Gerätehersteller und physioswiss, der Schweizer Physiotherapie Verband, direkt per E-Mail kontaktiert und nach aktuellen Studien angefragt. Die zugesendeten Verweise auf Literaturquellen waren für unsere Fragestellung nicht geeignet oder wurden bereits im Vorhinein schon gefunden. Jedoch waren sie hilfreich, das Thema einzuschränken, da sie einen grossen Bereich der Ultraschallthematik aufzeigten.
Es stellte sich als schwierig heraus, Studien zu finden, welche nur die Ultraschalltherapie alleine untersuchten. Meist wurde die Ultraschalltherapie in Kombination mit anderen Therapieformen angewendet und untersucht.
Die gefundenen Studien wurden gelesen und anhand einer eigen erstellten Matrix, welche im Anhang ersichtlich ist, verglichen und besprochen. Mittels dieser Matrix wurden Studien ein- beziehungsweise ausgeschlossen. Ausgeschlossen wurden Studien, welche die Intervention nicht im Schulter-Nackenbereich durchgeführt haben. Eingeschlossen wurden alle randomisierten kontrollierten Studien, die eine physiotherapeutische Ultraschallbehandlung von Triggerpunkten im Musculus trapezius oder im Schulter-Nackenbereich durchgeführt haben. Da wenige Studien den Ultraschall als alleinige Intervention untersuchten, konnte die Ultraschalltherapie auch in Kombination mit anderen Interventionen angewendet werden. Die Testgruppen mussten mit einer Kontrollgruppe verglichen werden.
Die fünf ausgewählten Studien wurden anhand der PEDro-Skala und des Law Formulars, welche folgend zum Verständnis kurz erläutert werden, analysiert.

2.2.1. PEDro-Skala

Die ausgewählten Studien wurden anhand der PEDro-Skala ausgewertet. Mit der PEDro-Skala werden randomisierte kontrollierte Studien anhand von elf Qualitätskriterien geprüft. Die Kriterien wurden aus der PEDro-Datenbank online entnommen (PEDro, 2011). Es können maximal zehn Punkte erreicht werden, da das erste Kriterium nicht in die Gesamtbewertung eingeschlossen wird. Studien werden als qualitativ hochwertig beurteilt, wenn sie sieben bis zehn Punkte erreichen. Bei vier bis sechs Punkten wird eine Studie als qualitativ mittelwertig und bei ein bis drei Punkten als niedrig eingestuft. Eine Verblindung der Probanden sowie Therapeuten ist in physiotherapeutischen Studien, in welchen Interventionen miteinander verglichen werden, oft schwierig. Eine Punktzahl von neun oder zehn ist deswegen fast nie erreichbar. Die Auswertung der einbezogenen Studien anhand der PEDro-Skala ist im Anhang ersichtlich.

2.2.2. Law Formular

Das Formular von Law, Steward, Pollock, Letts, Bosch und Westmorland der McMaster University von 1998 dient der kritischen Besprechung von quantitativen Studien. Folgende Aspekte werden kritisch beurteilt und kommentiert:

- Zweck der Studie
- Literatur
- Design
- Stichprobe
- Ergebnisse (outcomes)
- Massnahmen
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und klinische Implikationen

Die Analysen der einzelnen Studien anhand des Law Formulars sind dem Anhang zu entnehmen.

3. Theorie

3.1. Muskuläre Triggerpunkte

Muskuläre Schmerzen sind im physiotherapeutischen Praxisalltag sehr zentral. Die Muskulatur kann sowohl akute als auch chronische Schmerzzustände auslösen und folglich Funktionseinschränkungen verursachen. Srbely und Dickey (2007) stellten in ihrer Recherche fest, dass bei 37% der Männer und bei 65% der Frauen im Alter von 30 bis 60 Jahren die Ursache für Einschränkungen im alltäglichen Leben im muskuloskeletalen System zu finden ist. Auch Irnich (2009) erwähnt in seinem Buch Leitfaden Triggerpunkte eine 50-prozentige Anwesenheit von aktiven oder latenten muskulären Triggerpunkten in der Schultergürtelmuskulatur bei je 100 männlichen und weiblichen untersuchten Rekruten der US-amerikanischen Luftwaffe. Bei einer Untersuchung von 269 Schwesternhelferinnen zeigte sich sogar eine Betroffenheit von muskulären Triggerpunkten im Kopf- und Nackenbereich von 54%.
D.G. Simons, Travell und L.S. Simons (2002) erläutern in ihrem Buch, dass unerkannte und chronifizierte myofasziale Kopfschmerzen, Schulterschmerzen und lumbale Rückenschmerzen die Hauptquelle für Arbeitsunfähigkeit und demzufolge für die hohen Krankenkassenkosten grösstenteils mitverantwortlich sind. In Kalifornien belaufen sich die Kosten für die Behandlung lumbaler Schmerzen jährlich auf 200 Millionen US-Dollar. Die genauen Kosten sind sehr schwierig abzuschätzen, jedenfalls sind sie enorm und grösstenteils unnötig.

3.1.1. Definitionen von muskulären Triggerpunkten

Ein muskulärer Triggerpunkt ist ein kleiner genau lokalisierbarer reizbarer Bereich in einem Muskelhartspannstrang, welcher auf mechanische Reizung (Druck und/oder Zug) überempfindlich reagiert. Die Symptome können sich lokal oder ausstrahlend (Referred-Pain) zeigen.

Es werden verschiedene Triggerpunktarten aufgrund der Körperstruktur differenziert: Anhand der Gewebestruktur die irritiert ist, werden myofasziale, ligamentäre, subkutane, periostale und viszerale Triggerpunkte charakterisiert. In der vorliegenden Arbeit wird im Hinblick auf die Thematik auf muskuläre Triggerpunkte eingegangen.

Gemäss dem Aktivitätszustand der Triggerpunkte werden sie in aktive oder latente Triggerpunkte unterteilt:

- aktiver Triggerpunkt: Der Ruhetonus oder ein physiologischer Reiz sind als Auslöser der spezifischen Schmerzmuster (lokal oder ausstrahlend) ausreichend. Gemäss Simons et al. (2002) treten aktive Triggerpunkte meist in der Haltungsmuskulatur von Nacken, Schulter- und Beckengürtel sowie in der Kaumuskulatur auf. Der Musculus trapezius descendens ist besonders häufig von aktiven muskulären Triggerpunkten betroffen.
- latenter Triggerpunkt: Latente Triggerpunkte sind klinisch stumm und durch Provokation lösen sie ein Symptombild aus, welches dem Patienten jedoch unbekannt ist.

In Bezug auf die Art und Zeit der Entwicklung werden primäre und sekundäre Triggerpunkte sowie Satellitentriggerpunkte unterschieden:

- primärer Triggerpunkt: Primäre Triggerpunkte werden durch akute oder chronische Überbelastungen sowie traumatische Überdehnungen ausgelöst. Auch ein direktes Trauma des betroffenen Muskels kann einen primären Triggerpunkt verursachen.
- sekundärer Triggerpunkt: Ein primärer Triggerpunkt im Muskel löst in dessen Antagonisten und/oder Synergisten einen sekundären Triggerpunkt aus.
- Satellitentriggerpunkt: Satellitentriggerpunkte bilden sich in der Referred-Pain-Zone des primären Triggerpunktes.

3.1.2. Ätiologie der muskulären Triggerpunkte

Muskuläre Triggerpunkte können entweder direkt oder indirekt entstehen. Eine Möglichkeit der direkten Entstehung ist eine akute oder chronische Überlastung der Muskulatur. Zudem kann eine Überdehnung oder ein direktes Trauma als Entstehungsmechanismus angesehen werden.

Muskuläre Triggerpunkte können indirekt durch die Triggerpunktaktivität in anderen Muskeln, durch psychische Faktoren wie Angst und Stress oder durch Umweltfaktoren wie Kälte, Nässe und Durchzug aktiviert werden. Chronische Fehlhaltungen, systemische Erkrankungen und Erkrankungen der inneren Organe werden ebenfalls als indirekte Entstehungsmechanismen gezählt. Weiter kann auch die Ernährung zu ihrer Entstehung beitragen (Vitamin- oder Mineralienmangel sowie Störung des Säure-Basenhaushaltes).

3.1.3. Physiologische Entstehung

Die Entstehung von muskulären Triggerpunkten lässt sich gemäss Dejung (2006) physiologisch mit der Energiekrisen-Hypothese erklären. Zur Veranschaulichung der Energiekrisen-Hypothese ist dem Text eine grafische Darstellung angefügt.

Die Energiekrisen-Hypothese

Am Ursprung eines Triggerpunktes steht die Überlastung, Überdehnung oder ein direktes Trauma eines Muskels, was die Myofibrillen zerstört und zu einer Fehlfunktion an einer oder mehreren Endplatten führt. Die Fehlfunktion besteht in der konstanten Ausschüttung von Acetylcholin in den synaptischen Spalt, ohne dass ein Aktionspotenzial ausgelöst wird. Dies hat eine Dauerdepolarisation zur Folge. Es wird vermutet, dass die Schädigung des sarkoplasmatischen Retikulums (SR) der entscheidende Faktor des pathologischen Prozesses ist. Durch die Dauerdepolarisation werden konstant Ca^{++}-Ionen in der Faser freigesetzt. Dies wird ebenfalls durch die Schädigung des SR verstärkt. Die Aktin- und Myosinmoleküle geraten dadurch in eine Dauerkontraktur. Aus mehreren kontraktilen Sarkomeren bilden sich Kontraktionsknoten, welche als Triggerpunkte palpierbar sind. Die Überdehnung der umliegenden betroffenen Muskelfasern führt zu einem spürbaren Hartspannstrang und im Muskelgewebe zu einer Ischämie. Aufgrund der Dauerkontraktur und den entstandenen Triggerpunkten in der betroffenen Muskulatur wird der Speicher an Energieträgern (ATP) erschöpft. Durch die Ischämie entsteht im Gewebe eine Hypoxie, wodurch die Bereitstellung neuer Energieträger verhindert wird. Zusammen mit dem erhöhten ATP-Verbrauch entwickelt sich eine Energiekrise. Das ATP ist für die Lösung der Ca^{++}-Ionen von Troponin[8] und deren Rücktransport in die SR notwendig. Da der ATP-Vorrat erschöpft ist, können sich die Myosinköpfchen nicht mehr von den Bindungs-

stellen der Aktinmolekülen lösen. In den Sarkomeren wird die Kontraktur zum Dauerzustand (Rigor-Komplex, Teufelskreis). Die Hypoxie führt zu einer Schädigung der Mitochondrien und verstärkt dadurch die Fehlfunktion der Endplatte (Teufelskreis). Durch die Hypoxie und die Energiekrise werden vasoneuroaktive Substanzen[9] freigesetzt, was um den Triggerpunkt herum zu einer Hyperämie führt. Diese Substanzen erhöhen die Gefässpermeabilität und lösen somit ein lokales Ödem aus, welches wiederum zu einer zusätzlichen Kompression der Kapillaren führt und somit die Ischämie im Triggerpunkt weiter steigern lässt (Teufelskreis). Aus dem dadurch entstandenen Milchsäurestoffwechsel resultiert eine Azidose, welche zusammen mit den freigesetzten vasoneuroaktiven Substanzen die Muskelnozizeptoren sensibilisieren. Diese Substanzen regen ebenfalls die Afferenzen des sensorischen und autonomen Nervensystems an. Die infolgedessen gesteigerte Sympathikusaktivität erhöht die Acetylcholinfreisetzung der fehlfunktionierenden Endplatte zusätzlich enorm (Teufelskreis).

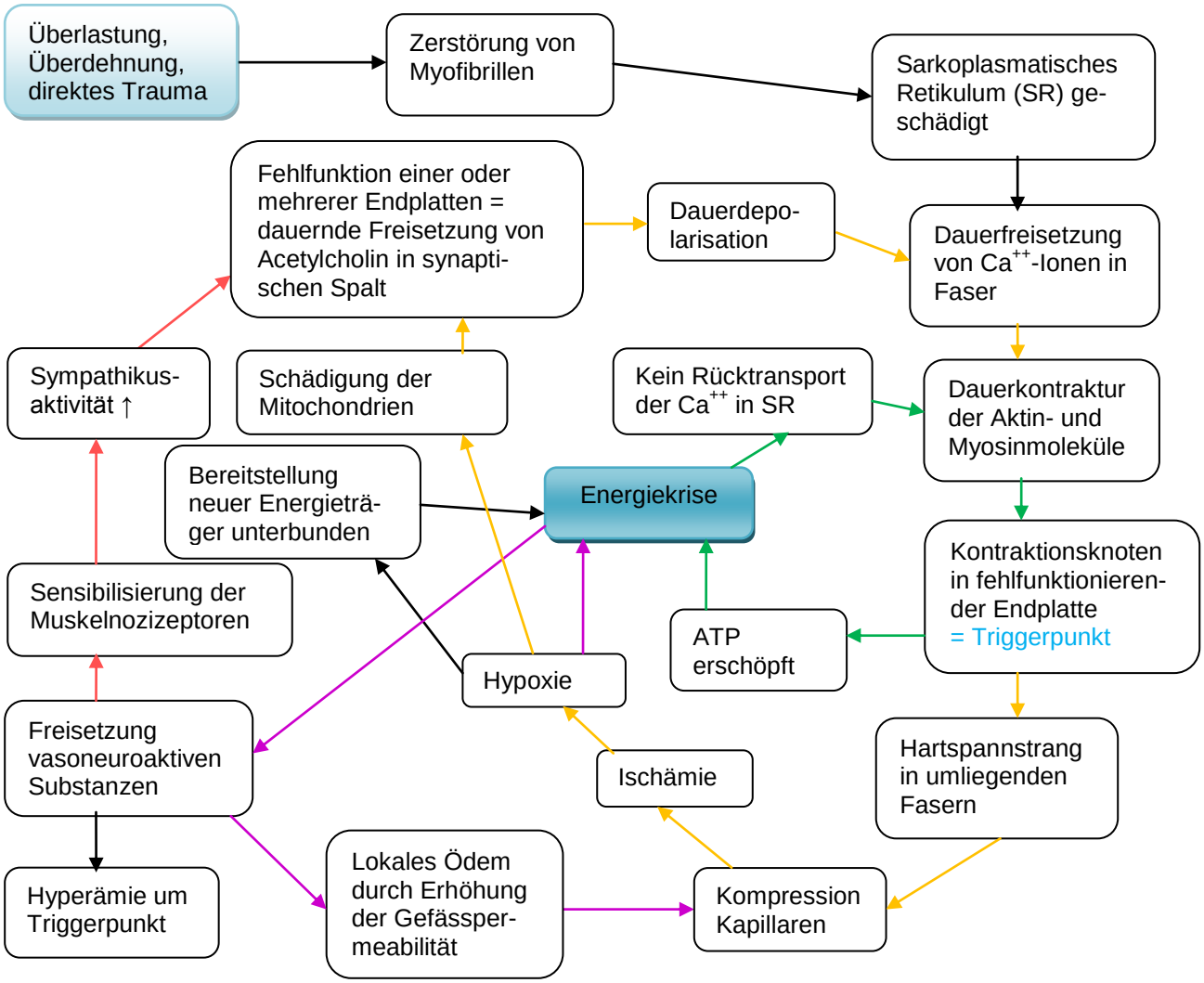

Abbildung 1: Energiekrise-Modell

3.1.4. Verschiedene Modelle zur Diagnosestellung

Die diagnostischen Methoden zur Diagnosestellung eines aktiven muskulären Triggerpunktes sind im medizinischen Bereich sehr umfangreich und sind für den Diagnosestellenden eine grosse Herausforderung. Einerseits erwähnt Dejung (2006), dass die anatomischen Verhältnisse des menschlichen Körpers eine Schwierigkeit darstellen, denn oft liegt die von Triggerpunkten befallene Muskulatur in den tieferen voluminösen Schichten des Gewebes. Es ist somit eine langjährige praktische Erfahrung für die spezifische Palpation von Triggerpunkten notwendig. Andererseits erwähnt er, dass alle Menschen latente Triggerpunkte haben, welche diskrete triggerpunktartige Phänomene zeigen oder bis in die pathologische Stufe übergehen können und dann als die typischen Anzeichen eines aktiven Triggerpunktes manifestieren. In der Praxis haben sich verschiedene Diagnosekriterien bewährt. Es ist jedoch ersichtlich, dass die definierten Kriterien von Simons et al. in der Literatur die klaren Vorreiter sind und für viele Autoren und Forscher die Basis zur Diagnosestellung von muskulären Triggerpunkten sind. Je nach Praxiserfahrung der Autoren gibt es spezifische Gewichtungen.

3.1.4.1. Diagnosekriterien nach Simons et al. (2002)

In der Literatur erwähnen Simons et al. drei Hauptdiagnosekriterien sowie fünf weitere ergänzende Kriterien zur Diagnostik von aktiven muskulären Triggerpunkten, welche sich in der Praxis bewährt haben. Sie definieren die drei Hauptdiagnosekriterien wie folgt:

Verspanntes Faserbündel (taut band)

Der Untersucher palpiert den vermutlich betroffenen Muskel quer zum Faserverlauf und spürt dabei palpierbare Knötchen auf, welche von dort aus in beide Richtungen zur Ansatzstelle Verhärtungen aufweisen. Wird der Triggerpunkt aufgrund der therapeutischen Intervention inaktiviert, reduziert sich das Ausmass dieses Tastbefundes und verschwindet oftmals vollständig.

Druckschmerzhaftes Knötchen (spot tenderness)

Das oben erwähnte palpierbare Knötchen im Hartspannstrang ist klar abgrenzbar und weist im Hartspannstrang die höchste Druckempfindlichkeit auf. Simons et al.

erwähnen dabei, dass wenn der Druck auf den Triggerpunkt um 1–2 mm von seinem Zentrum abweicht, die klinische Schmerzreaktion massgeblich reduziert sein kann.

Wiedererkennen (pain recognition)

Durch die mechanische Provokation eines aktiven Triggerpunktes werden die dem Patienten bereits bekannten Schmerzübertragungsmuster ausgelöst. Hierbei erwähnen Simons et al. folgendes: „Die Diagnose eines aktiven Triggerpunktes gilt als gesichert, sobald der Patient die so ausgelösten Empfindungen wiedererkennt.“ (S. 23)

Zu den fünf ergänzenden Diagnosekriterien von Simons et al. zählen folgende:

Übertragene sensorische Phänomene (Referred-Pain)

Die Provokation von Triggerpunkten kann Schmerzen sowie andere, vor allem sensible Reaktionen wie Druckempfindlichkeit oder Dysästhesien[1], lokal oder aber auch in ihre Referenzbereiche übertragen.

Simons et al. definieren den übertragenen Triggerpunktschmerz folgendermassen:

> „In einem Triggerpunkt entstehender Schmerz, der aber im Abstand davon, oft völlig getrennt von seinem Ursprung, empfunden wird. Das Muster des übertragenen Schmerzes hängt nachvollziehbar mit seinem Ursprungsort zusammen. Die Verteilung des übertragenen Triggerpunktschmerzes stimmt selten mit der sensiblen Versorgung durch einen peripheren Nerv oder mit einem Dermatom überein.“ (S. 8)

Lokale Zuckungsreaktion (local twitch response)

Durch die Palpation von aktiven oder latenten Triggerpunkten kann eine temporäre Zuckungsreaktion des verkrampften Muskelfaserbündels ausgelöst werden. Dies wird in der Literatur als objektives Kennzeichen für das Bestehen eines muskulären Triggerpunktes beschrieben.

Einschränkung des Bewegungsausmasses

Aktive muskuläre Triggerpunkte führen zu einer schmerzbedingten Einschränkung des passiven Bewegungsausmasses bei der Dehnung des betroffenen Muskels, da die Muskelfasern bereits in Ruhe deutlich angespannt sind. Dies zeigt sich bei der aktiven Bewegung in geringerem Ausmass als bei einer passiven Dehnung. Sobald der Triggerpunkt therapiert und folglich inaktiviert wurde, ist das Bewegungsausmass wieder normalisiert.

Schmerzhafte Kontraktion

Wird der vom Triggerpunkt befallene Muskel aus der verkürzten Stellung kontrahiert, ist dies für den Patienten sehr schmerzhaft. Die dem Patienten bekannten Schmerzen können über isometrische Spannung gegen Widerstand reproduziert werden.

Muskelschwäche

Aufgrund eines aktiven myofaszialen Triggerpunktes weist der betroffene Muskel eine schnellere Ermüdbarkeit auf. Ebenfalls kann seine Kraftentwicklung reduziert sein. Dies begünstigt wiederum die Entwicklung von sekundären Triggerpunkten in den Synergisten. Simons et al. nennen dafür folgenden Grund: „Die Schwäche könnte Ausdruck einer von den Triggerpunkten ausgelösten Reflexinhibition des Muskels sein.“ (S. 23)

Verbay (2007) erwähnt im Unterrichtskript, dass zur Diagnosestellung von aktiven muskulären Triggerpunkten die drei definierten Hauptdiagnosekriterien ersichtlich sein müssen. Die ergänzenden Kriterien könne die Diagnose zusätzlich bekräftigen, existieren aber nicht bei jedem aktiven Triggerpunkt. Ist das Hauptdiagnosekriterium der Wiedererkennung (pain recognition) nicht erfüllt, wird von einem latenten muskulären Triggerpunkt gesprochen.

Simons et al. weisen weiterführend auf die Benutzung der Oberflächen-Elektromyographie (EMG) sowie die Sonographie[6] hin, um die Diagnosenstellung der muskulären Triggerpunkte mittels einem wissenschafltlich fundiertem Gerät zu untermauern.

3.1.4.2. Diagnosekriterien nach Irnich (2009)

Die Kriterien für die Diagnosestellung eines muskulären Triggerpunktes von Irnich sind identisch mit den oben definierten Kriterien von Simons et al. Irnich gewichtet zur eindeutigen Identifizierung eines aktiven muskulären Triggerpunktes das Wiedererkennen des ausgelösten Schmerzmusters. Dabei ist ihm die direkte Interaktion mit dem Patienten sehr wichtig: „Die Wiedererkennung der Schmerzen durch den Patienten als „seinen“ Schmerz, definiert den aktiven muskulären Triggerpunkt.“ (S. 133) Zur Diagnostizierung eines latenten Triggerpunktes müssen die essentiellen Kriterien

ersichtlich sein. Die ergänzenden Kriterien festigen die Diagnose eines muskulären Triggerpunktes.

3.1.4.3. Diagnosekriterien nach Dejung (2006)

Auch Dejung bestimmt die Diagnosekriterien von Simons et al. als die Grundlage seiner Diagnosekriterien. Für Dejung ist die lokale Zuckungsreaktion ein wichtiges, ausschlaggebendes Zeichen, jedoch sieht er bei diesem die geringste Übereinstimmung mit Simons et al., wie er folglich bemerkt: „Eine Zuckungsantwort ist nach unserer Erfahrung nur durch eine Nadelung in vertretbarer Frist zuverlässig provozierbar.“ (S. 41) Aufgrund der Praxiserfahrung haben sich für Dejung folgende Diagnosekriterien bewährt:

Dehnstellung

Alle ursächlich vermuteten Muskeln werden in Dehnstellung gebracht und der Patient gibt an, bei welcher Dehnstellung das ihm bekannte Schmerzmuster reproduziert wird.

Hartspannstrang

Als weiterer Schritt wird nach einem Hartspannstrang im ruhenden Muskel palpiert.

Ödematöses Gewebeverdichtung

Der Hartspannstrang wird auf ödematös verquollenes Gewebe untersucht.

Empfindlichkeit eines Triggerpunktes

Fortlaufend wird der betroffene Muskel auf die Empfindlichkeit mittels Fingerdruck geprüft.

Bestätigung des Patienten

Ist der provozierende Schmerz lokalisiert, soll der Patient bestätigen, ob es sich um den ihm bekannten Schmerz handelt.

Die Diagnosekriterien der lokalen Zuckungsreaktion und der übertragenen Schmerzen sind für Dejung von grosser Bedeutung, jedoch führt er sie in der Routineuntersuchung nicht durch, wie er folgt begründet: „Sie treten in der Regel während der Behandlung auf und sind wertvolle bestätigende Diagnosekriterien.“ (S. 42)
Als ergänzendes Kriterium gilt für Dejung die isometrische Anspannung des Muskels. Weiter ist für ihn vor allem die Untersuchung mittels einer EMG oder eine Biopsie mit

histologischer Darstellung eine zuverlässige Methode zur klaren Diagnosestellung. Auch sieht er die Sonographie als wichtigen Aspekt der Diagnosestellung, denn sie kann die lokale Zuckungsreaktion aufzeigen.

3.1.4.4. Diagnosekriterien nach Chaitow (2002)

Chaitow bezieht sich in der Beschreibung der Diagnosekriterien in seinem Buch auf verschiedene Autoren (Baldry 1993, Beal 1983, DiGiovanna 1991, Lewit 1992, Travell und Simons 1983, 1992). Grundsätzlich sieht Chaitow die gleichen Merkmale und Diagnosekriterien als elementar an, wie sie bereits oben von anderen Autoren erwähnt worden sind. Jedoch sind für ihn in der Palpation folgende Veränderungen zur Diagnosestellung eins muskulären Triggerpunktes massgebend:

Hautveränderungen

Aufgrund von muskulären Triggerpunkten lagert die Haut in der betroffenen Region Wasser ein. Dies erhöht die Hautspannung, welche in der Palpation als eine leichte Wellenstruktur spürbar ist. Die Haut über dem Triggerpunkt fühlt sich im Gegensatz zur umliegenden Haut weniger elastisch an. Zudem ist sie mit den darunterliegenden Faszien fester verbunden, weshalb die sie weniger gut gleitet und rollt als in den umgebenen Hautbezirken.

Verhärtungen

In der Palpation zeigen sich die oberflächlichen Muskelschichten verhärtet, was auf fibrotische Veränderungen des Gewebes zurückzuführen ist.

Temperaturveränderungen

Bei akuten Dysfunktionen aufgrund von muskulären Triggerpunkten kann die Temperatur im umliegenden Gewebe erhöht sein. Bei chronischen Funktionsstörungen kann die Temperatur jedoch wegen einer relativen Ischämie tiefer resultieren und wiederum auf einen fibrotischen Prozess hinweisen.

Druckempfindlichkeit

Zeigt sich das Gewebe in der Palpation druckschmerzhaft, weist Chaitow auf eine weitergehende Untersuchung nach der Ursache hin. Er stellt sich zusätzlich folgende Fragen: „Ist das Gewebe entzündet? Besteht eine lokale aktive Reflexzone? Welcher Art ist die Sensibilität und was ist ihre Ursache?“ (S. 127)

Ödeme

Akute Dysfunktionen lösen im umliegenden Gewebe gemäss Chaitow Schwellung, Fülle und Stauung aus, welche mittels der Palpation erkannt werden können.

Ergänzend bemerkt Chaitow, dass die Diagnosestellung von muskulären Triggerpunkten stets auf den selben Prinzipien basiert und fügt folgende Anmerkung an: „Die tiefe Palpation und der Druck auf den lokalisierten Punkt muss die Symptome in der Übertragungszone reproduzieren, um „zu beweisen“, dass eine Verbindung besteht.“ (S. 130)

3.1.5. Triggerpunkte im Musculus trapezius

Laut Simons et al. (2002) ist der Musculus trapezius der am häufigsten von Triggerpunkten befallene Muskel des Bewegungsapparates. Im Pars descendens, Pars transversale und Pars ascendens sind jeweils zwei Triggerpunktregionen lokalisierbar, welche unterschiedliche Schmerzmuster auslösen können. Gemäss ihrer Häufigkeit werden die darin enthaltenen zentralen Triggerpunkte nummeriert. Im Pars descendens entstehen Übertragungsschmerzen häufiger als in jedem anderen Muskel des Körpers. Zudem sind Triggerpunkte im Musculus trapezius eine häufig übersehene Ursache temporaler und zervikogener Kopfschmerzen. In den Abbildungen ist das flächige Rot als Hauptzone des Übertragungsschmerzes (Referred-Pain) und die rote Punktierung als Nebenschmerzzone zu erkennen. Ein X bestimmt die Lage des zentralen Triggerpunktes.

Simons et al. (2002) definieren und beschreiben folgende Triggerpunktregionen:

Pars descendens

Triggerpunkte in diesem Bereich übertragen Schmerzen und Druckschmerzhaftigkeit typischerweise entlang der dorsolateralen Halsfläche, bis hinter das Ohr und zur Schläfe.

Triggerpunkt 1

Wie in der Abbildung 2 ersichtlich, liegt dieser Triggerpunkt im mittleren Teil des vorderen Randes der oberen Trapeziusfasern. Er zieht die vertikal verlaufenden Muskelfasern, welche anterior am Schlüsselbein ansetzen, in Mitleidenschaft und ist Haupt-

ursache für die bekannten Spannungskopfschmerzen. Der Übertragungsschmerz breitet sich zur Seite des Kopfes aus und konzentriert sich an der Schläfe, Augenhöhle und kann auch den Kieferwinkel mit einbeziehen. Gelegentlich strahlt der Schmerz auch zum Hinterkopf und seltener bis in die Zähne aus.

Triggerpunkt 2

Dieser zentrale Triggerpunkt befindet sich kaudal und leicht lateral des Triggerpunktes 1. Die Fasern des Pars descendens verlaufen hier eher horizontal. Das Übertragungsschmerzmuster liegt direkt dorsal der zervikalen Hauptschmerzzone des ersten Triggerpunktes und reicht bis hinter das Ohr.

Pars ascendens

Triggerpunkte im Pars ascendens strahlen Schmerzen und Druckempfindlichkeit vor allem zum Nacken und in den angrenzenden Mastoidbereich sowie in die Areale oberhalb und zwischen den Scapulae aus.

Triggerpunkt 3

Dieser zentrale Triggerpunkt manifestiert sich sehr häufig und wird oft übersehen. Er liegt im mittleren Faserbereich und üblicherweise am unteren Muskelrand, wie in Abbildung 2 erkennbar ist. Er überträgt Schmerzen in die obere Nackenmuskulatur sowie in die angrenzende Mastoidregion bis hin zum Akromion. Simons et al. erklären: „Ausserdem überträgt er einen lästigen, tiefen Schmerz und diffuse Druckempfindlichkeit zur Regio suprascapularis.“ (S. 297) Triggerpunkt 1 und 2 entstehen oftmals als Satellitentriggerpunkte innerhalb dieses Übertragungsbereichs.

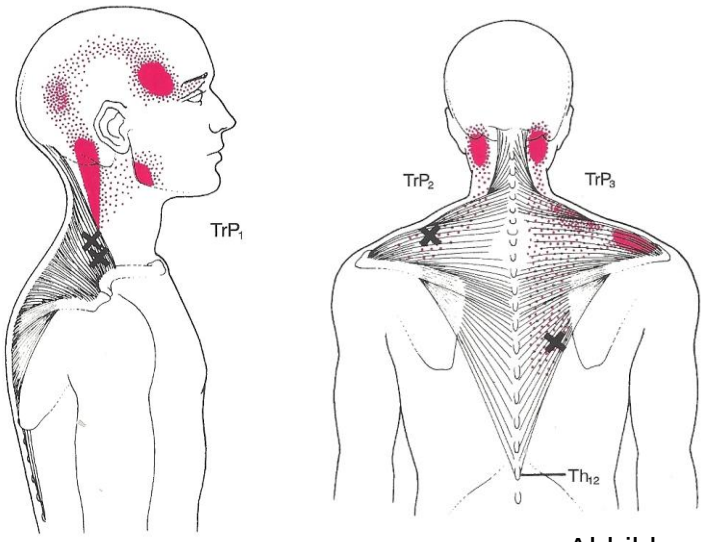

Abbildung 2: Triggerpunkte 1 bis 3

Triggerpunkt 4

Dieser Punkt befindet sich am lateralen Ansatz des Pars ascendens und überträgt einen dauerhaften, brennenden Schmerz nach unten und entlang der Margo medialis der Scapula.

Pars transversale

Triggerpunkte in diesem Teil des Musculus trapezius sind eher selten. Sie übertragen Schmerzen und Druckempfindlichkeit, wie die Abbildung 3 zeigt, hauptsächlich zu den Wirbeln hin und zwischen die Scapulae.

Triggerpunkt 5

In dieser Region können an jeder Stelle im mittleren Faserbereich des Pars transversale zentrale Triggerpunkte auftreten. Übertragen werden vor allem oberflächliche, brennende Schmerzen nach medial, welche sich zwischen dem Triggerpunkt und den Dornfortsätzen C_7 – Th_3 verdichten.

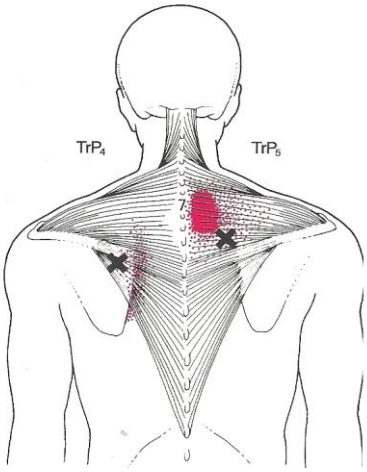

Abbildung 3: Triggerpunkte 4 und 5

Triggerpunkt 6

Dieser zentrale Triggerpunkt liegt in der Nähe des Akromions im Bereich des Muskel-Sehnenübergangs und überträgt bis in diesen Bereich bohrende Schmerzen.

Triggerpunkt 7

Dies ist mehr ein Haut- als ein muskulärer Triggerpunkt, da er sehr oberflächlich lokalisiert ist. Er kann unangenehm „fröstelnde“ Empfindungen und „Gänsehaut“ auf der Aussenseite des ipsilateralen Armes hervorrufen, was in der Abbildung 4 am rechten Arm sichtbar ist.

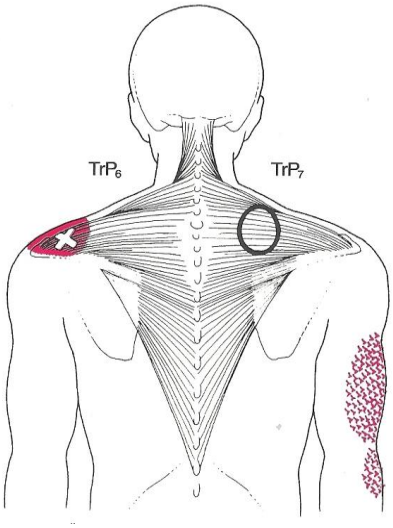

Abbildung 4: Triggerpunkte 6 und 7

3.1.6. Myofasziales Schmerzsyndrom

In den Studien werden Triggerpunkte oft mit dem myofaszialen Schmerzsyndrom in Verbindung gebracht. Zur Vervollständigung wird dies folgend kurz erläutert.
Treten die Symptome Schmerz, Kraftlosigkeit, Bewegungseinschränkungen, Koordinationsstörungen sowie vegetative Symptome in Kombination auf und werden aufgrund von myofaszialen Triggerpunkten ausgelöst, so wird von einem myofaszialen Schmerzsyndrom (engl.: myofascial pain syndrom = MPS) gesprochen. Simons et al. (2002) wiesen darauf hin, dass der Begriff MPS eine allgemeine sowie eine spezielle Bedeutung hat und klar auseinander gehalten werden sollte.
Ein regional lokalisiertes myofasziales Schmerzsyndrom mit seinem Ursprung im Weichteilgewebe, welches muskuläre Schmerzen verursacht, wird als allgemeines MPS bezeichnet. Wird das MPS spezifisch durch Triggerpunkte ausgelöst, so spricht man von der speziellen Bedeutung des MPS (Simons et al., 2002).

3.1.7. Behandlungsmöglichkeiten von myofaszialen Triggerpunkten

Die Behandlungsmöglichkeit von muskulären Triggerpunkten ist im medizinischen sehr breit gefächert. Im physiotherapeutischen Alltag stehen unter anderem folgende Interventionen zur Verfügung:

- Ultraschall und Elektrotherapie
- Ischämische Kompression
- Dehnung der betroffenen Muskulatur
- Massage und Wärmeanwendung
- Postisometrische Relaxation
- Dry Needling
- Muscle-Release Techniken

Triggerpunkte können ärztlich mittels Infiltrationstechniken oder medikamentöse behandelt werden.

3.2. Die Ultraschalltherapie

Enraf-Nonius (2005) definiert die Ultraschalltherapie folgendermassen: „Unter Ultraschalltherapie versteht man die medizinische Behandlung mittels mechanischer Schwingungen mit einer Frequenz von mehr als 20kHz.“ (S. 2)
Der Ultraschall entstand durch den 1880 entdeckten piezoelektrischen Effekt am Quarzkristall und wurde in den 50er Jahren auf Basis des umgekehrten piezoelektrischen Effekts erstmals als therapeutische Intervention zur Schmerzlinderung am Bewegungsapparat eingesetzt (Fialka-Moser, 2005). Der piezoelektrische Effekt beschreibt die Änderung der elektrischen Polarisation aufgrund von Druckausübung auf ein piezoelektrisches Material, wie beispielsweise Quarz. Für den Ultraschall nutzt man den umgekehrten piezoelektrischen Effekt, wofür ein Wechselstrom an ein piezoelektrisches Material angelegt wird und sich dieses Material dadurch verformt. Somit entsteht eine Schallquelle.
Der Ultraschall kann lokal oder paravertebral eingesetzt werden. Bei der paravertebralen Anwendung wird das Gewebe, welches innerhalb eines Segments (=indirekter Effekt) liegt, angezielt. In dieser Arbeit wird auf die lokale Beschallung des zu behandelnden Bereichs (=direkter Effekt) eingegangen, da sich ein Triggerpunkt mit dieser Form therapieren lässt. Abbildung 5 zeigt eine mögliche Art eines Ultraschallgeräts, wie es in Physiotherapiepraxen verwendet wird.

Abbildung 5: Ultraschallgerät

3.2.1. Dosis

Allgemein kann gesagt werden, dass akute Erkrankungen und Neuralgien mit einer niedrigen Dosis behandelt werden. Chronische und tiefer gelegene Krankheitsprozesse hingegen werden mit mittleren oder hohen Dosen therapiert. Die Dosierung wird zusätzlich durch die Intensität und Behandlungsdauer bestimmt. Dazu können am Gerät die Parameter Frequenz, Intensität und Behandlungszeit unterschiedlich

kombiniert werden. Es kann ausserdem zwischen einem pulsierenden oder konstanten Schall gewählt werden.

3.2.1.1. Frequenz

Üblicherweise werden Frequenzen von 800kHz, 1 MHz oder 3 MHz angewendet. Zur Behandlung von oberflächlichen Strukturen empfiehlt Wenk (2004) die Verwendung von 3 MHz und für tiefere Gewebsschichten 1 MHz oder 800 kHz. Wann welche Frequenz gewählt wird, wird im Abschnitt Absorptionskoeffizient (Kapitel 3.2.4) genauer erläutert.

3.2.1.2. Intensität

Bei akuten Erkrankungen sowie bei irritierbaren Schmerzen wird vorzugsweise eine niedrige bis mittlere Intensität gewählt. Bei chronischen oder nicht irritierbaren Schmerzen hingegen eine höhere. Van Gestel (2009) schreibt im Unterrichtsskript: „Je akuter die Beschwerden desto kürzer die Behandlungszeit und niedriger die Intensität. Je chronischer der Verlauf desto länger die Behandlungszeit und höher die Intensität.“ Er empfiehlt in seinen Unterlagen die in der Tabelle 1 aufgeführten Intensitäten zur Dosierung der Ultraschalltherapie:

Tabelle 1: Intensität zur Dosierung der Ultraschalltherapie

Dosierung	Intensität in W/cm^2
Niedrige Dosierung	0.05–0.3
Mittlere Dosierung	0.3–1.2
Hohe Dosierung	1.2–3.0

Anmerkung: Die Tabelle 1 wurde anhand des Unterrichtsskripts von Van Gestel (2009) erstellt.

Während der Behandlung darf der Patient keine unangenehmen Empfindungen oder sogar Schmerzen verspüren. Treten bei Patienten nach der Therapie Symptome wie Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit oder sogar vegetative Anzeichen auf, ist die Intensität bei der kommenden Therapie niedriger zu wählen (Enraf-Nonius, 2005).

3.2.1.3. Behandlungsdauer und Häufigkeit

Die Dauer der Therapie mit Ultraschall ist abhängig von der Grösse des zu behandelnden Gebiets. Pro Schallkopf, der in das zu behandelnde Areal passt, werden 3–5 min Therapie gerechnet. In der Literatur wird eine maximale Dauer von 15 min empfohlen. Wenk (2004) empfiehlt bei akuten Beschwerden eine tägliche Behandlung und gesamthaft fünf Sitzungen. Bei subakuten und chronischen Beschwerden empfiehlt er eine Behandlung von 2–3 mal pro Woche. Die gesamthafte Anzahl an Behandlungen wird hierzu je nach Verordnung des Arztes festgelegt.

3.2.1.4. Konstanter und pulsierender Ultraschall

Bei einem Dauerschall wird der Schall mit konstanter Intensität und ohne Unterbrechung abgegeben, wohingegen bei einem Impulsschall der Ultraschall regelmässig ein- und ausgeschaltet wird. Dadurch wird die thermische Wirkung verringert. Bei akuten Erkrankungen ist statt Dauerschall Impulsschall zu wählen (Wenk, 2004).

3.2.2. Indikationen

Fialka-Moser (2005) erläutert den Bereich der Indikationen folgendermassen: „Das angebliche Wirkungsspektrum der Ultraschalltherapie scheint breit und erstreckt sich über die Anwendung bei schmerzhaften Zuständen, insbesondere bei degenerativen Erkrankungen und Überlastungssyndromen des Bewegungsapparates, bei neurologischen und rheumatischen Erkrankungen bis hin zu gestörter Wundheilung.“ (S. 140) Folglich ist die Therapie mit Ultraschall bei Triggerpunkten indiziert.

3.2.3. Kontraindikationen

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass bei allen Erkrankungen, bei welchen Wärmeapplikation kontraindiziert ist (z.B. bei Infektionen), die Ultraschalltherapie nicht zum Einsatz kommen sollte. Als absolute Kontraindikationen gelten schwere Osteoporose, Blutgerinnungsstörungen, Arteriosklerose, Thrombose, Fieber, Krebs, Schizophrenie und eine Störung der Sensibilitätsempfindung im zu behandelnden Körperareal. Letztere ist vor der Therapie immer zu testen. Ebenfalls sollte in Gebieten einer Endoprothese kein Ultraschall eingesetzt werden, da sich die Endoprothese erwärmt und beschädigt werden kann. Zudem kann sie durch die Schallwellen gelo-

ckert werden. Relative Kontraindikationen sind Schwangerschaft, Herzschrittmacher (Mindestabstand 20–30 cm vom Herzen), Epiphysenfugen, Genitalien und der Halswirbelsäulenbereich oberhalb von C_2, da in diesen Gebieten nicht gestrahlt werden sollte.

3.2.4. Absorptionskoeffizient

Die Ultraschallwellen werden beim Durchdringen von unterschiedlichem Gewebe verschieden stark abgeschwächt. Das Mass dieser Schwächung infolge Umwandlung in Wärme gibt gemäss Wenk (2004) den Absorptionskoeffizienten an. Wenk (2004) erklärt: „Je höher der Absorptionskoeffizient, desto mehr Schallenergie wird pro eingedrungenem Zentimeter absorbiert und desto grösser ist die Erwärmung in diesem Bereich.“ Zudem ist der Absorptionskoeffizient von der Schallfrequenz abhängig, das heisst, bei 3 MHz ist er dreimal grösser als bei 1 MHz. Um tieferliegende Gewebssichten, wie beispielsweise die Muskulatur zu erreichen, ist die Frequenz von 1 MHz anzuwenden. Folglich bestimmt der Absorptionskoeffizient die Tiefenwirkung des Ultraschalls. Betrachtet man die Gewebsschichten von aussen nach innen, so hat die Haut gemäss Wenk (2004) einen niedrigen Absorptionskoeffizienten (0.62 bei 1 MHz, 1.86 bei 3 MHz). Einen noch geringeren Wert weist das darunterliegende Fettgewebe (0.14 bei 1 MHz, 0.42 bei 3 MHz) auf. Das darauf folgende Muskelgewebe besitzt einen Koeffizienten von 0.76 bei 1 MHz und 2.28 bei 3 MHz, wenn das Schallbündel senkrecht zu den Muskelfasern verläuft. Knochengewebe absorbiert die Schallwellen mit einem Koeffizienten von 3.22 bei 1 MHz am effizientesten. Die Frequenz von 3 MHz erreicht das Knochengewebe aufgrund der Tiefe nicht mehr.
Wenk (2004) erwähnt, dass der Absorptionskoeffizient mathematisch relativ schwierig zu errechnen ist. Die Halbwertstiefe ergibt für die Praxis einen umgänglichen Wert. Dieser bestimmt die Tiefe in Millimeter in Richtung des Schallbündels, bei welcher die ursprüngliche Intensität in einem bestimmten Medium auf die Hälfte reduziert wird. Wird die Frequenz von 1 MHz, wie sie bei der Behandlung von musklären Triggerpunkten verwendet wird, appliziert, weist die Haut den Wert 11.1, das Fettgewebe 50, das Muskelgewebe 9 sowie das Knochengewebe einen Wert von 2.1 auf.

3.2.5. Wirkungsmechanismen

Mechanische Wirkung

Gemäss Wenk (2004) bewirkt der Schalldruck im Zielgewebe eine Verdichtung und Verdünnung der Materie, was zu einer Zug- und Druckbeanspruchung der Strukturen führt. Dies wiederum führt im Gewebe zu einer Mikromassage, welche je nach Schallart zu thermischen Effekten führen kann.

Wärmeentwicklung

Wenk (2004) erklärt, dass beim Durchgang des Schalls durch ein Medium immer ein Teil der Schallenergie, infolge von innerer Reibung im Medium, in Wärmeenergie umgewandelt wird. Der Temperaturanstieg ist zudem in Grenzschichten, wie beispielsweise am Muskel/Sehne–Knochenübergang, am höchsten. Wenk (2004) schildert, dass die durch Reibung der schwingenden Körperstrukturen entstehende kinetische Energie in Wärme umgewandelt wird. Ist eine Wärmeentwicklung erwünscht, muss daher ein konstanter Ultraschall eigesetzt werden. Draper, Mahaffey, Kaiser, Eggett und Jarmin (2010) recherchierten, dass die von ihnen gewählte Dosis (3 MHz, 1.4 W/cm^2, Dauerschall, 5 min) einen Temperaturanstieg von ungefähr 4–4.5°C im Gewebe hervorruft. Damit eine gleichmässige Temperaturverteilung erzielt werden kann, sollte der Schallkopf ständig zirkuliert werden. Geschieht dies nicht, kann es zu einer Überhitzung und somit zu einer Schädigung des Gewebes kommen.

3.2.6. Biophysikalische Effekte des Ultraschalls

Die Mikromassage und die Wärmeentwicklung führen im Gewebe zu biophysikalischen Effekten. Folglich werden jene Effekte einbezogen, die auf einen myofaszialen Triggerpunkt einwirken können.

Der Körper reagiert auf einen Temperaturanstieg im Gewebe mit einer Gefässerweiterung. Folglich wird die durch den Triggerpunkt entstandene Permeabilitäts- und Durchblutungsstörung reduziert. Aufgrund dieser verbesserten Permeabilität und Durchblutung werden Gewebsirritationen, wie zum Bespiel Schmerzmediatoren, abtransportiert. Dies wiederum führt zu einer Muskelrelaxation und zur Abnahme der Gewebssteifigkeit. Enraf-Nonius (2005) erwähnt, dass Ultraschall möglicherweise eine direkte Stimulation auf afferente Nervenfasern bewirkt und somit ebenfalls zu

einer Muskelrelaxation beiträgt. Die erfolgte Verbesserung der Gewebsdurchblutung, Normalisierung des Muskeltonus, Reduktion der Gewebsspannung und Stimulierung afferenter Nervenfasern führen somit zu einer Schmerzlinderung. Wenk (2004) erwähnt zusätzlich die Lockerung von Verklebungen, wie zum Beispiel bei Narben.

Ay, Dogan, Evcik und Baser (2010) erwähnen, dass sich Autoren von Studien zu biophysikalischen Effekten von Ultraschalltherapie noch nicht einig sind, ob und welche Effekte tatsächlich stattfinden.

3.2.7. Phonophorese

Anhand der Phonophorese, auch Iontophorese genannt, wird die Applikation von Arzneimittel, wie zum Beispiel Analgetika, mittels des Ultraschalls in den Körper gefördert. Für diesen Effekt wird das Kontaktgel durch eine Salbe, welche ein Arzneimittel enthält, ersetzt.

3.3. Algometrie

Simons et al. (2002) erläutern, dass mittels der Druckalgometrie eine spezifische Schmerzstärke durch einen festgelegten, senkrecht auf die Haut einwirkenden Druck, ausgelöst wird. Der Druckalgometer, welcher in der Abbildung 6 zu sehen ist, ist in den ausgewählten Studien ein häufig verwendetes Messinstrument, um die Druckschmerzschwelle (engl.: pain pressure threshold = PPT) am Ort eines Triggerpunktes sowie die Gewebssteifigkeit und die Tiefe eines Triggerpunktes zu messen. Letztere werden jedoch durch die Druckschmerzschwelle limitiert. In Bezug auf den Triggerpunkt wird die Druckempfindlichkeit des Knötchens in einem verspannten Muskelfaserbündel ermittelt. Simons et al. (2002) erklären: „Je reizbarer ein Triggerpunkt ist, desto niedriger ist die Schmerzschwelle.“ (S. 29) Sie bewerten den Druckalgometer als verhältnismässig objektiv, da die Skala nicht im Blickfeld des Patienten liegt. Allerdings hängt die Untersuchung von dessen subjektiver Empfindung

Abbildung 6: Algometer

ab. Es wird allgemein zwischen drei Schwellenwerten unterschieden. Als erstes wird das Einsetzen eines lokalen Schmerzes (Druckschmerzschwelle) beschrieben. Danach setzt ein Übertragungsschmerz (Übertragungsschwelle) ein und zuletzt ein unerträglicher Druck (Schmerztoleranz, engl.: pain pressure threshold). An einer Federskala kann der Druck abgelesen werden. Dieser ist entweder in Kilogramm, Newton oder Pound angegeben.

3.4. Schlussfolgerung aus der Theorie

Wie aus der Theorie ersichtlich wird, ist es möglich, Triggerpunkte mit Ultraschall zu therapieren. Ultraschall besitzt mit 1 MHz eine geeignete Frequenz, um die muskuläre Struktur zu erreichen und dort seine Wirkung zu entfalten. Unter anderem steigert der Ultraschall die Durchblutung im Zielgewebe und kann die durch den Triggerpunkt entstandene Ischämie verringern und somit hypothetisch den Teufelskreis durchbrechen. Vasoneuroaktive Substanzen können folglich besser abtransportiert werden. Die Mikromassage des Ultraschalls und die damit verbundene Wärmeentwicklung kann denn Tonus der verspannten Muskulatur um den Triggerpunkt senken. Durch die Kombination der verschiedenen, förderlichen Wirkungen des Ultraschalls können die Schmerzen der Patienten gelindert werden.
Im anschliessenden Teil dieser Arbeit soll in Erfahrung gebracht werden, ob auch in der Praxis eine Schmerzlinderung bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit Ultraschall analysiert werden kann.

4. Wissenschaftliche Arbeiten

Im Teil Wissenschaftliche Arbeiten werden die ausgewählten Studien beschrieben und kritisch beurteilt. Es werden nur die Resultate erwähnt, welche für die Fragestellung dieser Arbeit relevant sind.

4.1. Studie 1

Srbely und Dickey (2007) untersuchten in ihrer Studie „Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapy?“ anhand von 44 Probanden (22 Frauen, 22 Männer) mit Triggerpunkten im Musculus trapezius, ob der therapeutische Ultraschall die Empfindlichkeit eines Triggerpunktes verändert. Das Durchschnittsalter betrug 48 Jahre (28-65 Jahre). Die Testpersonen stammten aus einer Rehabilitationsklinik in Toronto. Bei ihnen wurden aktive Triggerpunkte im rechten Musculus trapezius durch einen führenden Klinikarzt diagnostiziert, welcher nicht in die Phase der Datensammlung integriert war. Ausgeschlossen wurden Patienten, welche kürzlich ein Nacken- oder Schultertrauma erlitten haben und derzeit Medikamente einnehmen mussten oder es bestanden bereits neurologische Symptome, wie zum Beispiel Dysästhesien. Die auserlesenen Personen wurden in zwei Gruppen randomisiert. Gemessen wurde die Schmerzgrenze und somit die Empfindlichkeit eines Triggerpunktes mittels einem Druckalgometer vor und nach der Therapie. Die Outcomemessungen wurden von der gleichen Person gemessen, welche auch den Ultraschall applizierte.

Die Gruppen haben folgende Therapien, wie in der Tabelle 2 beschrieben, einmalig erhalten:

Tabelle 2: Intervention der Studie 1

Intervention	Testgruppe	Kontrollgruppe
Therapie	Ultraschall	Ultraschall
Frequenz	1 MHz	1 MHz
Intensität	1.0 W/cm^2	0.1 W/cm^2
Schallwellentyp	Kontinuierlich	Kontinuierlich
Dauer in Minuten	5	5
Anzahl Behandlungen	1	1

Anmerkung: Die Tabelle 2 wurde in Anlehnung an die Studie von Srbely und Dickey (2007) erstellt.

Resultate

Die Resultate zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen der Test- und der Kontrollgruppe ($p<0.05$). In der Kontrollgruppe konnte keine signifikante Differenz zwischen der Messung vor und der Messung nach der Therapie festgestellt werden ($p>0.05$). Die Tabelle 3 veranschaulicht die durchschnittlich tolerierten Druckwerte in Newton bis zur Schmerzgrenze vor und nach der Behandlung und zeigt die Veränderungen in Prozent auf.

Tabelle 3: Resultate der Studie 1

	Prä-Ultraschall	Post-Ultraschall	Unterschied (prä-post)	Unterschied in %
Testgruppe	35.8N	50.7N	15.8N	44.1
Kontrollgruppe	36.8N	37.8N	0.5N	1.4

Anmerkung: Tabelle 3 wurde aus der Studie von Srbely und Dickey (2007) entnommen.

Als Schlussfolgerung zeigt die Studie auf, dass die einmalige Applikation von Ultraschall eine kurzfristige und signifikante Verbesserung der Empfindlichkeit von Triggerpunkten bewirkt.

4.1.1. Kritik zur Studie 1

Als positiv bewertet wird, dass das Messen der Schmerzgrenze mittels des Druckalgometers zuerst im linken Musculus trapezius in Erfahrung gebracht wurde. Weiter ist diese Studie eine der wenigen, welche spezifisch den Effekt des Ultraschalls untersuchte und keine Kointerventionen durchführte.

Die einmalige Applikation des Ultraschalls wird kritisiert, da der Ultraschall als Therapie meist mehrmals angewendet wird. Zudem wurde kein Follow-up durchgeführt, um in Erfahrung zu bringen, ob die Schmerzlinderung erhalten blieb. Es wäre interessant gewesen, wenn diese Studie über einen längeren Zeitraum durchgeführt worden wäre, um einen eventuellen Langzeiteffekt zu analysieren. Anhand des Law Formulars und der PEDro-Skala (6/10) wird die Studie als qualitativ mittelwertig eingestuft. Die Zuordnung in Gruppen wurde randomisiert durchgeführt, jedoch wurden keine Angaben zur Verborgenheit der Gruppenzuteilung gemacht. Die Therapeuten sowie die Untersucher waren nicht geblindet. Weiter wurden keine Angaben bezüglich „drop-outs“ und einer „Intention to treat“-Methode gemacht.

4.2. Studie 2

Das Ziel der Studie „Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles” von Draper, Mahaffey, Kaiser, Eggett und Jarmin (2010) war zu erforschen, ob ein kontinuierlicher Ultraschall die Gewebssteifigkeit von latenten Triggerpunkten im oberen Teil des Musculus trapezius vermindern kann. Sie untersuchten 26 Probanden (13 Frauen, 13 Männer) im Alter von 18 bis 60 Jahren, wovon die Mehrheit Collegestudenten waren. Eingeschlossen wurden Personen mit multiplen Triggerpunkten im oberen Bereich des Musculus trapezius mit positivem „jump sign“[3] oder einer lokalen Zuckungsreaktion. Zu den Ausschlusskriterien gehörten Ekchymosen[2] im oberen Teil des Musculus trapezius, Infektionen, offene Wunden, Hautausschläge, Schwellungen, Empfindungsstörungen und Minderdurchblutung im Behandlungsgebiet, Herzschrittmacher sowie Verletzungen des Musculus trapezius in den letzten zwei Monaten. Die Testpersonen, bei welchen insgesamt 100 Triggerpunkte diagnostiziert wurden, wurden in zwei Gruppen randomisiert eingeteilt. Die Messungen vor und nach der Therapie und die Behandlungen wurden von zwei verschiedenen Personen durchgeführt. Die Gewebssteifigkeit wurde anhand der Tiefe eines Triggerpunktes definiert, wozu ein Druckalgometer verwendet wurde. Die Probanden wurden instruiert, den Punkt von unerträglichem Schmerz zu identifizieren.

Die Gruppen haben folgende Therapien, wie in Tabelle 4 dargestellt, erhalten:

Tabelle 4: Intervention der Studie 2

Intervention	Testgruppe	Kontrollgruppe
Therapie	Ultraschall	Scheinultraschall
Frequenz	3 MHz	3 MHz
Intensität	1.4 W/cm^2	-
Schallwellentyp	Kontinuierlich	Kontinuierlich
Dauer in Minuten	5	5
Anzahl Behandlungen	2	2

Anmerkung: Die Tabelle 4 wurde in Anlehnung an die Studie von Draper et al. (2010) erstellt.

Bei der Kontrollgruppe wurde ein Scheinultraschall appliziert, in dem das Gerät nicht eingeschaltet wurde. Die Testpersonen erschienen zu einer zweiten Behandlung nach sieben Tagen, wobei die Messungen vor und nach der Therapie nochmals durchgeführt wurden.

Resultate

Die Tiefenmessungen wurden in drei verschiedenen Arten analysiert. Die Resultate dieser drei Messungen sind in den Tabellen 5, 6 und 7 aufgeführt.
Als erstes wurden die Veränderungen der Tiefe in Millimeter vor und nach den Behandlungen ermittelt.

Tabelle 5: Resultate Analyse 1 der Studie 2

Analyse 1	Testgruppe	Kontrollgruppe
$Prä_{1+2}$ – $Post_{1+2}$	2.65 +/- 0.33	0.64 +/- 0.33

Anmerkung: Die Tabelle 5 wurde in Anlehnung an die Studie von Draper et al. (2010) erstellt.

Zwischen der Kontroll- und der Testgruppe konnte ein signifikanter Unterschied in der Tiefenmessung festgestellt werden (p=0.0002). Das heisst, die Testgruppe verbesserte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant.

Die zweite Analyse zeigte den Unterschied in Millimeter zwischen der Messung nach der ersten Behandlung und der Messung vor der zweiten Behandlung.

Tabelle 6: Resultate Analyse 2 der Studie 2

Analyse 2	Testgruppe	Kontrollgruppe
$Post_1$ – $Prä_2$	-2.23 +/- 0.69	-3.19 +/- 0.69

Anmerkung: Die Tabelle 6 wurde in Anlehnung an die Studie von Draper et al. (2010) erstellt.

Die Zunahme der Gewebssteifigkeit verhielt sich in beiden Gruppen ungefähr gleich (Differenz 1 mm). Dies wurde als nicht signifikant bewertet (p=0.34). Es ist ersichtlich, dass der Unterschied zwischen den Gruppen nicht signifikant war, jedoch wird erkenntlich, dass der Therapieerfolg der ersten Behandlung bei der Testgruppe fast vollständig aufgehoben war und die Kontrollgruppe sich zusehend verschlechterte.

Die letzte Datenanalyse verglich die totale Veränderung der Tiefe in Millimeter über die Dauer der Studie.

Tabelle 7: Resultate Analyse 3 der Studie 2

Analyse 3	Testgruppe	Kontrollgruppe
$Prä_1$ – $Post_2$	2.09 +/- 0.82	-0.93 +/- 0.82

Anmerkung: Die Tabelle 7 wurde in Anlehnung an die Studie von Draper et al. (2010) erstellt.

Die Testgruppe zeigte über die zwei Wochen eine Abnahme der Gewebssteifigkeit, wohingegen die Gewebssteifigkeit der Kontrollgruppe zunahm. Zwischen den Gruppen wurde ein signifikanter Unterschied (p<0.0001) festgestellt.

Draper et al. kamen zum Schluss, dass die Ultraschalltherapie die Gewebssteifigkeit von Triggerpunkten reduzieren kann. Ultraschall ist eine nichtinvasive Therapieform, welche für Patienten weniger schmerzhaft ist, im Gegensatz zu invasiven Behandlungen wie Ischämische Kompression oder Injektionen. Des Weiteren können Patienten schneller wieder normale alltägliche Aktivitäten ausführen.

4.2.1. Kritik zur Studie 2

Grundsätzlich kann aufgrund der insgesamt 100 behandelten Triggerpunkten von einer guten Aussagekraft der Studie ausgegangen werden. Da die Gewebssteifigkeit der Triggerpunkte jedoch auf subjektivem Empfinden basiert, ist die Anzahl von 26 Probanden sehr gering. Auch bei dieser Studie ist es positiv, dass keine Kointerventionen durchgeführt wurden. Draper et al. selber bemängeln an ihrer eigenen Studie, dass nicht die Veränderung der Temperatur sondern die Veränderung im Gewebe anhand der Tiefe gemessen wurde. Dies wurde begründet, da sie auf die Einführung eines Thermistors[7] in die Triggerpunkte verzichten wollten, da dies wiederum Schmerzen und reaktive Muskelverspannungen hätte auslösen können. Weiter muss in Betracht gezogen werden, dass während der Studie ein Lerneffekt stattgefunden hat. Das heisst, die Probanden haben sich an den Druckalgometer gewöhnt und waren darum fähig bei der Messung der zweiten Behandlung mehr Druck zu tolerieren. Beim Analysieren der Resultate wäre es interessant zu erfahren, ob die Veränderung der Tiefe auch innerhalb der Gruppen signifikant ist.
Aus den Resultaten schliessen Draper et al., dass Ultraschalltherapie einen Langzeiteffekt haben könnte. Dies wird jedoch in Frage gestellt, denn einerseits wurde aufgezeigt, dass der Therapieerfolg der ersten Behandlung nicht bis zur zweiten aufrecht erhalten werden konnte. Andererseits wurde kein Follow-up durchgeführt. Im physiotherapeutischen Alltag ist die Durchführung von nur zwei Interventionen sowie die Zeitspanne von einer Woche zwischen zwei Applikationen nicht realistisch.
Die Studie wird aufgrund des Law Formulars und der PEDro-Skala (5/10) als methodisch mittelwertig gewertet. Auch bei dieser Studie erfolgte die Zuordnung randomisiert, jedoch nicht verborgen und es wurden keine Angaben bezüglich der Ähnlichkeit der Gruppen zu Beginn der Studie gemacht. Die Probanden sowie Therapeuten waren nicht geblindet und es fehlten Angaben zur „Intention to treat“-Methode.

4.3. Studie 3

Gam, Warming, Larsen, Jensen, Hoydalsmo, Allon, Andersen, Gotzsche, Petersen und Mathiesen (1998) stellten sich die Frage, ob Ultraschall, kombiniert mit Massage und einem Heimprogramm, einen Effekt auf Nacken- und Schulterschmerz hat und ob die Anzahl, Konsistenz und Druckempfindlichkeit von Triggerpunkten reduziert wird. Dazu erstellten sie die Studie „Treatment of myofascial trigger-points with ultrasound combined with massage and exercise – a randomised controlled trial“.
Von den anfänglich 67 Patienten wurden 58 in die Finalanalyse eingeschlossen. Dazu gehörten Patienten im Alter zwischen 18 und 60 Jahren. Die Probanden mussten Triggerpunkte im Schulter-Nackenbereich (weniger als zehn) aufweisen, welche sie im Alltag einschränkten und seit mehr als drei Monaten bestanden. Die Schmerzen mussten durch Palpation reproduzierbar sein. Die Testpersonen mussten fähig sein, den Anforderungen der Studie zu folgen. Zudem musste eine Woche bevor Studieneintritt die Visual Analogue Scale (VAS) für Schmerzen in Ruhe und in normaler alltäglicher Aktivität, wie auch der Index für die Medikamenteneinnahme, täglich und korrekt ausgefüllt werden. Ausschlusskriterien waren Anzeichen einer zervikalen Diskushernie, Systemerkrankung sowie Migräne. Zudem durften kein Medikamentenwechsel oder eine andere Behandlung drei Wochen vor Studieneintritt vollzogen werden. Schwangere Patientinnen wurden ebenfalls nicht zugelassen. Schmerz wurde anhand der VAS gemessen. Zur Beurteilung des Gebrauchs von Analgetika sowie zur Bewertung der Anzahl, Grösse und Druckempfindlichkeit von Triggerpunkten aufgrund der Palpation wurde ein Index als Outcomemessung erstellt. Zur allgemeinen Zufriedenheit mit der Therapie wurden zwei Gruppen anhand des Pearson’s Test befragt.

Die Testpersonen wurden in drei Gruppen randomisiert und wie in Tabelle 8 veranschaulicht therapiert:

Tabelle 8: Intervention der Studie 3

Intervention	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Therapie	Ultraschall, Massage und Heimprorgramm	Scheinultraschall, Massge und Heimprogramm	Keine Therapie
Frequenz	100 Hz	100 Hz	-
Intensität	3 W/cm^2	-	-

Fortsetzung Tabelle 8: Intervention der Studie 3

Intervention	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Schallwellentyp	pulsierend	pulsierend	-
Dauer in Minuten	individuell	individuell	-
Anzahl Behandlungen	8 (2x/Woche)	8 (2x/Woche)	-
Massage (10 min)	ja	ja	nein
Heimprogramm 1x/Wo	ja	ja	nein

Anmerkung: Die Tabelle 8 wurde in Anlehnung an die Studie von Gam et al. (1998) erstellt.

Die Therapiedauer wurde anhand der Anzahl der Triggerpunkte individuell festgelegt und betrug maximal 15 min.
Die Studie dauerte insgesamt sechs Wochen. In den Wochen zwei bis fünf wurden die Behandlungen zwei Mal pro Woche durchgeführt. Nach sechs Monaten wurde ein Follow-up mittels eines Fragebogens durchgeführt, um den Langzeiteffekt der Therapie zu erforschen.

Resultate

Zwischen den Gruppen A, B und C konnte zu keiner Zeit ein signifikanter Unterschied bezüglich der VAS festgestellt werden.
Während der Studie zeigte sich kein Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf die Veränderung der Medikamenteneinnahme. Die Mehrheit der Patienten machte keinen Gebrauch von Analgetika.
Die Resultate der Gruppen A und B veranschaulichen eine signifikante Reduktion der Anzahl und der Gewebsbeschaffenheit der Triggerpunkte im Vergleich mit der Gruppe C ($p<0.05$). Es wurde jedoch kein Unterschied zwischen der Gruppe A und B gefunden.
Die Gruppen A und B unterschieden sich nicht in den Aussagen des Pearson‘s Tests.

Gam et al. kommen zum Schluss, dass Ultraschall alleine keine Schmerzreduktion herbeiführen kann. In Kombination mit Massage und Heimprogramm reduzieren sich die Anzahl und die Schmerzintensität der Triggerpunkte. Jedoch hatte dies nur einen kleinen Einfluss auf die Nacken- und Schulterbeschwerden der Patienten. Die Analyse des Fragebogens zeigte, dass bei 64% ein positiver Behandlungseffekt erzielt wurde, 68% führten das Heimprogramm weiter durch und sechs Patienten (17%) nahmen zusätzlich eine andere Therapieform in Anspruch.

4.3.1. Kritik zur Studie 3

Die Studie kann mittels der Auswertung des Law Formulars und der PEDro-Skala (6/10) als methodisch mittelwertig angesehen werden. Es waren nicht alle Probanden, Therapeuten und Untersucher geblindet, da eine Kontrollgruppe, welche gar keine Therapie erhielt, involviert war. Ebenfalls fehlten Angaben zu einer „Intention to treat“-Methode. Abgesehen von einigen methodischen Mängeln, zeigt die Studie viele inhaltliche Schwächen auf. Zur ersten Verwirrung kommt es bereits bei der Einteilung der Probanden in die drei Gruppen. Während im Abstract in die Gruppe A 20 Probanden, in die Gruppe B 18 und in die Gruppe C ebenfalls 18 Probanden eingeteilt sind (total n = 56), werden im Text in der Grupe A 18, in der Gruppe B 22 und in der Gruppe C 18 Testpersonen (total n = 58) erwähnt. Es werden jedoch im Abstract wie auch im Text 58 Studienteilnehmer genannt. Ein weiteres Fragezeichen liegt in der Verwendung der Frequenz 100 Hz, da dies kein gängiger Einstellungsparameter ist. In der Gerätebeschreibung des Sonopuls 590, welches in der Studie verwendet wurde, wird nur eine mögliche Schallfrequenz von 1 und 3 MHz angegeben. Da weder in wissenschaftlichen Texten, noch in Sekundärliteratur eine Frequenz von 100 Hz erwähnt wird, wird von einem Formulierungsfehler in der Studie ausgegangen. Es ist fraglich, wie ernsthaft diese Studie erstellt wurde, da diese zwei Aspekte möglicherweise auf eine nachlässige Verfassung der Studie hinweisen. Des Weiteren ist die individuelle Anwendungsdauer der Ultraschalltherapie zu kritisieren. Eine Vereinheitlichung der Daten ist somit schwierig. Die Resultate bezüglich der Wirksamkeit der Ultraschalltherapie werden folglich in Frage gestellt. Weiter ist in der Studie nicht genau erkennbar, an welchem Muskel die Behandlungen durchgeführt wurden, es kann lediglich von der Muskelgruppe im Nackenbereich ausgegangen werden. Leider wurde auch nicht ersichtlich, was in der sechsten Woche mit den Gruppe A, B und C durchgeführt wurde. Zudem fehlen bei mehreren Resultaten die Angaben des p-Werts, es wird meistens nur von einer Signifikanz gesprochen. Die Kombination von Ultraschalltherapie mit Massage und Heimprogramm erfüllt die formulierte Studienfrage von Gam et al. Jedoch wäre für die hier vorliegende Arbeit eine spezifische Untersuchung der Ultraschalltherapie ohne kombinierte Therapien interessanter. Es wird zwar zwischen der Ultraschallgruppe, Scheinultraschallgruppe und einer Kontrollgruppe unterschieden, die Resultate könnten aber durch die zusätzlichen Interventionen beeinflusst worden sein.

4.4. Studie 4

Ay, Dogan, Evcik und Baser (2010) verfassten die Studie „Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome“, um den Effekt der Phonophorese, Ultraschall und Placeboultraschalltherapie in der Behandlung von MPS zu vergleichen. Sie untersuchten 60 Probanden (48 Frauen, 12 Männer) mit dem Durchschnittsalter von 37.9 Jahren bei denen ein MPS diagnostiziert wurde. Eingeschlossene Patienten mussten zwischen 20 und 73 Jahren sein, und mindestens einen aktiven Triggerpunkt im Musculus trapezius aufweisen, welcher seit einem Monat symptomatisch war. Patienten mit Fibromyalgie, Diskushernien, Radukulopathien, Myelophathien und Triggerpunktinjektionen wurden ausgeschlossen. Ebenfalls ausgeschlossen wurden jene, die Physiotherapie in den letzten sechs Monaten erhielten oder sich einer Operation am Nacken oder Rücken unterzogen haben. Auch Trauma und Schwangerschaft gehörten zu den Ausschlusskriterien. Verschiedene Ärzte prüften den Faktor Schmerz anhand der VAS und der Likert Skala[4]. Die Anzahl der Triggerpunkte wurde mittels Palpation erfasst, die Schmerzgrenze mit einem Druckalgometer, die zervikale Range of Motion (ROM) mit einem Goniometer und die Einschränkung im Alltag anhand der Neck pain disability scale (NPDS)[5]. Die Messungen wurden jeweils vor und nach der Therapie durchgeführt. Die 60 Probanden wurden in drei Gruppen randomisiert.

Wie die Tabelle 9 zeigt, erhielten die Probanden während drei Wochen (5 mal pro Woche) folgende Therapien:

Tabelle 9: Intervention der Studie 4

Intervention	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Therapie	Phonophorese	Konventioneller Ultraschall	Scheinultraschall
Frequenz	1 MHz	1 MHz	1 MHz
Intensität	1.5 W/cm^2	1.5 W/cm^2	-
Schallwellentyp	Nicht angegeben	Nicht angegeben	Nicht angegeben
Dauer in Minuten	10	10	10
Anzahl Behandlungen	15	15	15
Schallgel	Diclofenac	Ultraschallgel ohne Analgetika	Ultraschallgel ohne Analgetika
Heimprogramm	ja	ja	ja

Anmerkung: Die Tabelle 9 wurde in Anlehnung an die Studie von Ay et al. (2010) erstellt.

Resultate

Eine signifikante Verbesserung des Schmerzes zeigte sich innerhalb den Gruppen 1 und 2 anhand der VAS und der Likert Skala ($p_{Gr.1+2}$=0.000). Jedoch konnte zwischen diesen beiden Gruppen kein Unterschied festgestellt werden (p_{VAS}=0.989, p_{Likert}=0.084).

Bezüglich der Schmerzgrenze, welche mit dem Druckalgometers gemessen wurde, verbesserten sich die Gruppen 1 und 2 signifikant ($p_{Gr.1}$=0.000, $p_{Gr.2}$=0.007). Die Werte der Gruppe 3 verschlechterten sich ($p_{Gr.3}$=0.000). Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen 1 und 2 festgestellt werden.

Die Anzahl der Triggerpunkte nahm in den Gruppen 1 und 2 signifikant ab ($p_{Gr.1+2}$=0.000). Zwischen den Gruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied (p=0.142).

Mit der NPDS konnte eine signifikante Verbesserung in den Gruppen 1 und 2 aufgezeigt werden ($p_{Gr.\ 1+2}$=0.000). Zwischen den Gruppen 1 und 2 wurde auch hier kein Unterschied erkannt (p=0.946).

Ay et al. beobachteten in der Studie eine signifikante Verbesserung des Schmerzes, der ROM und der Einschränkung im Alltag in den Gruppen 1 und 2 im Gegensatz zur Placebogruppe. Allerdings wurde kein Unterschied zwischen der Phonophorese- und konventionellen Ultraschalltherapie festgestellt.

In der folgenden Tabelle 10 werden die p-Werte, welche die Unterschiede zwischen den drei Gruppen wiederspiegeln, aufgelistet.

Tabelle 10: Resultate der Studie 4

Outcome	p-Wert
VAS	0.000
Likert	0.000
Pressure pain threshold	0.043
NPDS	0.003

Anmerkung: Die Tabelle 10 wurde in Anlehnung an die Studie von Ay et al. (2010) erstellt.

4.4.1. Kritik zur Studie 4

Die Studie ist sehr übersichtlich gestaltet, was das Lesen und Analysieren sehr erleichtert. Ebenfalls erhält sie eine positive Auswertung durch das Law Formular und die PEDro-Skala (7/10) und ist somit methodisch korrekt. Die Zuordnung erfolgte randomisiert, jedoch auch nicht verborgen. Weiter konnten keine Punkte für die

Verblindung der Therapeuten und bezüglich einer „Intention to treat“-Methode gegeben werden. Leider wird auch in dieser Studie kein Follow-up durchgeführt, welcher ein Langzeiteffekt eventuell bestätigen könnte. Die Anzahl Therapien pro Woche sind im ambulanten Physiotherapiealltag eher unrealistisch, könnten im stationären Bereich aber durchaus eine Möglichkeit sein. Es ist unklar, wie die p-Werte für den Vergleich zwischen den drei Gruppen genau zustande kamen. Jedoch sind für diese Arbeit genau diese Werte von Wichtigkeit, da sie den Unterschied zwischen der Ultraschall- und der Kontrollgruppe wiederspiegeln.
Ebenfalls könnte auch bei dieser Studie der Effekt der Ultraschalltherapie durch die Kombination eines Heimprogramms beeinflusst worden sein.

4.5. Studie 5

Monañez Aguilera, Pecos Martín, Arnau Masanet, Camps Botella, Borja Soler und Bosch Morell (2009) behandelten in ihrer Studie “Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: a randomized controlled study” 66 Freiwillige (37 Frauen, 29 Männer), die ihre Arbeit grösstenteils vor dem Computer verrichteten. Der Zweck der Studie war es, den sofortigen Effekt von Ischämischer Kompression und der Ultraschallanwendung zur Behandlung von muskulären Triggerpunkten im Musculus trapezius zu untersuchen. Die Probanden mussten alle Vollzeit (40h/Woche) arbeiten und im gleichen Betrieb angestellt sein. Sie mussten täglich mindesten zwei Stunden Arbeit am Computer ausführen. Das Alter war beschränkt auf 25 bis 65 Jahre. Testpersonen, welche Schmerzmittel innerhalb der letzten 24 Stunden eingenommen hatten und keine Triggerpunkte aufwiesen, wurden ausgeschlossen. Auch wurden diejenigen Freiwilligen ausgeschlossen, welche eine Operation im zervikalen Bereich hatten, bereits im vergangenen Monat eine Therapie erhielten oder ein Schleudertrauma in der Krankheitsgeschichte aufwiesen. Gemessen wurden die Outcomes Drucktoleranz mittels eines Druckalgometers, der VAS sowie die aktive ROM. Ebenfalls wurde eine elektromyographische Untersuchung durchgeführt. Die Daten wurden vor und nach der jeweiligen Therapie erhoben.

Wie die Tabelle 11 aufzeigt, wurden die Testpersonen in drei Gruppen randomisiert. Sie erhielten einmalige folgende Therapieformen.

Tabelle 11: Intervention der Studie 5

Intervention	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Therapie	Ischämische Kompression	Ultraschall	Scheinultraschall
Frequenz	-	1 MHz	1 MHz
Intensität	-	1 W/cm^2	-
Schallwellentyp	-	Pulsierend	Pulsierend
Dauer in Minuten	1–1.5	2x2	2x5
Anzahl Behandlungen	1	1	1

Anmerkung: Die Tabelle 11 wurde in Anlehnung an die Studie von Aguilera et al. (2009) erstellt.

Die Ultraschalltherapie erfolgte in der Gruppe 2 nachfolgend am rechten und dann am linken Musculus trapezius für je zwei Minuten. Die Gruppe 3 erhielt am rechten und linken Musculus trapezius gleichzeitig fünf Minuten Scheinultraschall. Für die Ischämische Kompression sind dazu keine weiteren Angaben gemacht.

Resultate

Bezüglich der Drucktoleranz konnten in den Gruppen 1 und 2 signifikante Verbesserungen erkenntlich gemacht werden ($p_{Gr.1}$=0.035, $p_{Gr.2}$=0.000). Es wurden keine Veränderungen in der Gruppe 3 gefunden.

Aguilera et al. kommen zum Schluss, dass beide Therapieformen zur Behandlung von latenten Triggerpunkten zu einem zufriedenstellenden kurzfristigen schmerzlindernden Effekt führen.

4.5.1. Kritik zur Studie 5

Die Studie wurde anhand des Law Formulars und der PEDro-Skala (6/10) als mittelwertig bewertet. Es waren nicht alle Probanden sowie Therapeuten geblindet. Wie bei allen anderen Studien fehlt auch hier eine Angabe zur „Intention to treat“-Methode. Da keine Zwischengruppevergleiche gemacht wurden, entfällt auch dieser Punkt. In der Studie werden leider keine weiteren Angaben zur VAS-Auswertung gemacht. Da sich aber die Drucktoleranz signifikant verändert hat, wird davon ausgegangen, dass sich auch der Schmerz verringert hat. Bemängelt wird an dieser Studie, dass nur innerhalb der Gruppe signifikante Unterschiede erkannt und keine Zwischengruppenvergleiche gemacht wurden. Es ist nicht klar, warum die Anwendungsform des Ultraschalls in den Gruppen 2 und 3 unterschiedlich war. Die gleich-

zeitige Durchführung der Intervention auf beiden Musculus trapezius wie in Gruppe 3 ist sehr ungewöhnlich. Es wäre interessant zu erfahren, ob der kurzfristige Effekt längerfristig angehalten hat, die Fragestellung der Studie wurde jedoch beantwortet.

5. Diskussion

5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt konnten vier von fünf analysierten Studien einen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit Ultraschall aufzeigen. Gam et al. (1998) haben als einzige keinen schmerzlindernden Effekt aufgrund der Ultraschalltherapie gefunden. Die Resultate von Srbely und Dickey (2007) zeigen eine signifikante Verbesserung bezüglich der Schmerzgrenze zwischen der Test- (Ultraschall) und der Kontrollgruppe (Scheinultraschall) ($p < 0.05$). In der Studie von Draper et al. (2010) zeigte die Testgruppe (Ultraschall) innerhalb von zwei Wochen eine Abnahme der Gewebssteifigkeit, wohingegen die Gewebssteifigkeit der Kontrollgruppe (Scheinultraschall) zunahm. Zwischen den Gruppen wurde ein signifikanter Unterschied ($p < 0.0001$) festgestellt. Gam et al. (1998) konnte in der Gruppe A (Ultraschall, Massage und Heimprogramm) und Gruppe B (Scheinultraschall, Massage, Heimprogramm) eine signifikante Reduktion der Anzahl und Gewebsbeschaffenheit der Triggerpunkte im Vergleich mit der Gruppe C (Kontrollgruppe) analysieren ($p < 0.05$). Zwischen der Gruppe A und B wurde kein Unterschied gefunden. Ay et al. (2010) stellte eine signifikante Verbesserung des Schmerzes innerhalb der Gruppe 1 (Phonophorese) und der Gruppe 2 (konventioneller Ultraschall) ($p_{Gr\ 1+2} = 0.000$) fest. Zwischen diesen beiden Gruppen wurde kein signifikanter Unterschied gefunden ($p_{VAS} = 0.989$). Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnte ein p-Wert < 0.000 für die VAS analysiert werden. Aguilera et al. (2009) konnte in der Gruppen 1 (Ischämische Kompression) und Gruppe 2 (Ultraschall) eine signifikante Verbesserung der Drucktoleranz erkenntlich machen ($p_{Gr.1} = 0.035$, $p_{Gr.2} = 0.000$). In der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen gefunden. Es wurden keine weiteren Angaben zur VAS gemacht.

5.2. Bezug zur Fragestellung und zum theoretischen Hintergrund

Unsere Fragestellung „Hat die physiotherapeutische Ultraschalltherapie einen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten im Musculus trapezius?“ konnte im Verlauf der Arbeit geklärt werden. Die Mehrheit der Studien stellte einen schmerzlindernden, jedoch kurzfristigen Effekt fest. Leider un-

tersuchte keine der Studien einen Langzeiteffekt. Wie die Ultraschalltherapie bezüglich der Dosierung angewendet werden soll, ist aus den Studien nicht klar definierbar, da diese sehr unterschiedlich gewählt wurde. Aus den Studien ist herauszunehmen, dass durch den Ultraschall die Gewebssteifigkeit gelindert und somit ein schmerzlindernder Effekt erfolgt. Dies wird auch in der Theorie mittels der biophysikalischen Effekte wiederspiegelt. Die spezifischen biophysikalischen Aspekte, wie beispielsweise die thermische Wirkung und die erhöhte Durchblutung, wurden in den Studien nicht analysiert.

Das Diagnostizieren von muskulären Triggerpunkten erfolgte in allen Studien ähnlich. Es mussten die gleichen Kriterien wie im Theorieteil beschrieben vorzufinden sein. Srbely und Dickey (2007) lokalisierten einen Triggerpunkt anhand eines verspannten Faserbündels und einem darin enthaltenen druckschmerzhaften Knötchens. Er erwähnte zudem eine Ausstrahlung in den lateralen Armbereich ipsilateral. Letzteres erfordert die Frage, ob es sich wirklich um einen Triggerpunkt im Musculus trapezius handelt und nicht um einen Triggerpunkt aus einem anderen Muskel. Ein muskulärer Triggerpunkt des Musculus trapezius strahlt typischerweise in den Kopf und Richtung Schulter aus. Lediglich der Triggerpunkt 7 strahlt in den ipsilateralen Arm aus. Es handelt sich bei diesem eher um einen Haut- als um einen muskulären Triggerpunkt. In der Studie „Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles” von Draper et al. (2010) erfolgte das Diagnostizieren eines Triggerpunktes mittels der Palpation des Hartspannstranges und dem darin vorhanden schmerzhaften Knötchen. Konnte zusätzlich eine lokale Zuckungsreaktion ausgelöst werden, wurde die Diagnose eines Triggerpunkt gestellt. Gam et al. (1998) definierte die Triggerpunkte auch anhand des vorhanden Hartspannstranges und der Gewebsveränderung. Zudem musste der Schmerz durch die Palpation reproduzierbar sein. In der Studie „Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome“ diagnostizierten Ay et al. (2010) die Triggerpunkte aufgrund der Diagnosekriterien von Simons et al. Zur Diagnose eines Triggerpunktes musste gemäss Aguilera et al. (2009) in der Studie “Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: a randomized controlled study” durch die Palpation ein Hartspannstrang mit druckschmerzhaftem Knötchen zu spüren sein. Ebenso musste eine lokale Zuckungsreaktion wie auch Ausstrahlungen durch die Palpation

ausgelöst werden können. Weiter mussten die Patienten den Schmerz sowie die Ausstrahlungen als bereits bekannte Symptome wiedererkennen.
Die oben erwähnten Diagnosekriterien, welche in den Studien verwendet wurden, stützen sich alle auf Simons et al. ab. Dies bekräftigt die Aussage bezüglich des Bekanntheitsgrades der Diagnosekriterien von Simons et al., was im theoretischen Teil bereits erläutert wurde.

Die Theorie zeigt auf, dass die Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit einer Dosierung von 800 Hz bis zu 1 MHz therapiert werden sollte, da nur diese Frequenz die Tiefe der Muskulatur erreichen kann, wie im Kapitel über den Absorptionskoeffizienten erklärt wird. Die Intensität sollte bei muskulären Triggerpunkten von mittel bis hoch gewählt werden, weil sich die Patienten mit muskulären Triggerpunkten meist erst im chronischen Stadium in der physiotherapeutischen Praxis vorstellen. Zudem muss ein kontinuierlicher Ultraschall angewendet werden, um vom Wärmeeffekt des Ultraschalls zu profitieren. Das zu behandelnde Gebiet von muskulären Triggerpunkten beträgt ca. 1–2 Schallköpfe. Daraus ergibt sich eine Behandlungsdauer von 3–10 min.
Der Ultraschall wurde in den Studien unterschiedlich dosiert. Srbely und Dickey (2007) verwendeten mit 1 MHz, 1 W/cm^2 und kontinuierlichem Schall eine angemessene Dosierung zur Behandlung von muskulären Triggerpunkten, wohingegen Draper et al. (2010) eine Frequenz von 3 MHz anwendeten. Obwohl diese Dosierung gemäss Literatur nicht ausreichend ist, um eine Wirkung im muskulären Gewebe zu erreichen, konnten Draper et al. (2010) einen kurzfristigen, schmerzlindernden Effekt erzielen. Gam et al. (1998) verwendeten eine spezielle Dosierungsform. Die verwendete Frequenz von 100 Hz konnte in keiner Literatur ausfindig gemacht werden. Zudem verwenden auch sie einen pulsierenden Schall, wodurch die Wärmeentwicklung gering ausfällt. Möglicherweise haben Gam et al. (1998) auch deswegen die Effektivität von Ultraschall nicht nachweisen können. Die Frequenz von 1 MHz und die Intensität von 1.5 W/cm^2 wurden von Ay et al. (2010) angemessen ausgewählt. Leider ist nicht bekannt, welchen Schallwellentyp sie verwendet haben, jedoch haben auch sie einen positiven kurzfristigen Effekt bezüglich der Schmerzlinderung erreicht. Aguilera et al. (2009) wählten die Dosierungen von 1 MHz, 1 W/cm^2 sowie einen pulsierenden Schall. Letzteres könnte ebenfalls, wie bereits bei Gam et al. (1998) erwähnt, den Wärmeeffekt verringern. Die Behandlungsdauer variierte zwischen 1 min

und 5 min oder wurde sogar individuell auf jeden Patienten abgestimmt, wie bei Gam et al. (1998).

5.3. Kritische Diskussion

Da die Anzahl der durchgeführten Behandlungen meist sehr gering war, kann nur auf einen kurzfristigen Effekt geschlossen werden. Der Langzeiteffekt wurde in den Studien, welche einen schmerzlindernden Effekt gefunden haben, nicht analysiert, da es entweder nicht zur Frage stand oder kein Follow-up gemacht wurde. Die Ein- und Ausschlusskriterien waren in den ausgewählten Studien praktisch deckungsgleich und die Triggerpunkte wurden anhand ähnlicher Kriterien definiert und diagnostiziert. Die Aussagekraft aller Studien ist eher mittelmässig, da die Anzahl Probanden zwischen 26 und 66 variierte. Für eine aussagekräftige Studie wären mindestens 100 Testpersonen erforderlich. Die Outcomes wurden mit einheitlichen Parametern gemessen, nämlich dem Druckalgometer und/oder der VAS. Mit Ausnahme der Studie von Gam et al. (1998) sind alle Studien relativ aktuell. All dies bietet eine vergleichbare Ausgangslage. Das direkte Vergleichen der Studien miteinander und deren Resultate gestaltet sich sehr schwierig, da in jeder Studie eine andere Dosierung der Ultraschalltherapie verwendet wurde. Zudem werden in einigen Studien zusätzlich andere Therapieformen kombiniert, wodurch die Resultate, welche einen positiven Effekt der Ultraschalltherapie aufzeigen, wahrscheinlich beeinflusst wurden. Die Verwendung von subjektiven Parametern wird hier als kritisch beurteilt. Jedoch ist klar, dass Schmerz immer ein subjektives Empfinden bleiben wird.
Alle Studien wurden durch die methodische Analyse anhand des Law Formulars und der PEDro-Skala als gut bis sehr gut eingestuft. Wie anfangs erwähnt, stellte sich die Verblindung der Therapeuten sowie Probanden als schwierig dar. In allen Studien wurden die Probanden randomisiert in die verschiedenen Gruppen zugeteilt, jedoch ist in drei von fünf Studien nicht ersichtlich ob dies auch verborgen stattgefunden hat. Zudem fehlten bei allen Studien Angaben zur „Intention to treat“-Methode.

5.4. Theorie – Praxistransfer

Physiotherapeuten können sich den kurzfristigen schmerzlindernden Effekt bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten mit Ultraschall zu Nutze machen. Da die Ultraschallintervention keine ganze Therapiesitzung beansprucht, könnte sie beispielsweise als erste Intervention zur Schmerzlinderung und Gewebslockerung angewendet werden, danach könnte eine Weichteiltechnik folgen. Der Ultraschall ist für die Patienten sehr angenehm im Vergleich zur Ischämischen Kompression, Dry Needling oder Injektionen, welche sehr schmerzhaft sein können. Leider können keine spezifischen Angaben zur Dosierung gemacht werden, da diese in den Studien sehr unterschiedlich waren. Ultraschalltherapie ist eine einfach anwendbare und kostengünstige Alternative.

5.4.1. Beispiel einer möglichen Behandlung

Aus den erworbenen Kenntnissen der Theorie und Praxis dieser Arbeit sowie Gelerntem aus dem Unterricht und den Praktika, würden wir folgende Intervention zur Behandlung von Triggerpunkten im Musculus trapezius empfehlen:
Als erstes wenden wir einen Ultraschall an, um die Gewebssteifigkeit zu senken, die Durchblutung anzuregen und somit Schmerzen mittels einer sanften Technik zu reduzieren. Um vom Wärmeeffekt zu profitieren, verwenden wir einen konstanten Schalltyp. Da laut Wenk (2004) die Schallwellen mit einer Frequenz von 3 MHz bis zum Muskelgewebe bereits vollständig absorbiert sind und folglich dort keinen Effekt mehr erzielen können, sollte für die Behandlung muskulärer Triggerpunkte eine Frequenz von 1 MHz gewählt werden. Patienten mit muskulären Triggerpunkten erscheinen meist erst spät nach den erstmaligen Symptomerscheinungen in der Physiotherapie. Deswegen nehmen wir an, dass die meisten von Physiotherapeuten diagnostizierten Triggerpunkte bereits in einem chronischen Stadium sind. Wir wählen somit eine Intensität zwischen 1 und 1.5 W/cm^2, weil diese in der Theorie für chronische Erkrankungen empfohlen wird und in den Studien von Srbely und Dickey (2007), Draper et al. (2010), Ay et al. (2010) und Aguilera et al. (2009), welche einen schmerzlindernden Effekt erzielten, verwendet wurde.
Je nach Grösse des zu behandelnden Areals führen wir den Ultraschall zwischen 4 und 8 min durch. Bei chronischen Erkrankungen empfiehlt Wenk (2004) 2–3 Behandlungen pro Woche. Dies wird von uns als realistisch und umsetzbar bewertet, da die

Patienten meist in dieser Häufigkeit pro Woche in die ambulante Physiotherapie kommen. Aus eigenen Erfahrungen wird der Ultraschall in den ersten 4–5 Behandlungen angewendet. Danach wird aufgrund des subjektiven Empfindens des Patienten sowie objektiver Beurteilung der Gewebssteifigkeit durch den Therapeuten entschieden, ob der Ultraschall weiterhin angewendet oder eine andere Therapieform eingesetzt wird. Folgend auf den Ultraschall wird der Triggerpunkt mit Weichteiltechniken behandelt. Wir sind der Meinung, dass es sich bei der Ultraschalltherapie und den Weichteiltechniken um passive Interventionen und vor allem Behandlung von Symptomen handelt. Um die Ursache der entstandenen muskulären Triggerpunkte anzugehen, sollten unbedingt aktive Massnahmen, wie zum Beispiel Haltungsschulung oder funktionelles Training, integriert werden.

6. Schlussfolgerung

Triggerpunkte im Musculus trapezius können aufgrund ihrer Ausstrahlungsgebiete gut lokalisiert und anhand der Diagnosekriterien identifiziert werden. Aus dem Theorieteil haben wir verschiedene Modelle zur Diagnostizierung von muskulären Triggerpunkten kennengelernt. Die Kriterien der meisten Autoren basieren auf Simons et al. (2002) und es werden je nach Praxiserfahrung der Autoren zusätzlich verschiedene ergänzende Kriterien hinzugefügt. Die Wirkung des Ultraschalls wird in der Theorie nicht in Frage gestellt, da diese physiologisch hergeleitet werden kann. Die Autoren von Studien zu den biophysikalischen Effekten der Ultraschalltherapie sind sich jedoch noch nicht einig, ob und welche Effekte tatsächlich stattfinden (Ay et al., 2010). Die Wahl der Dosierung wird in der Sekundärliteratur gut beschrieben und erklärt, aus den Studien können wir dazu allerdings keine klare Empfehlungen abgegeben, da sie in jeder Studie variierte. Vier von fünf Studien konnten trotz unterschiedlichen Dosierungen einen schmerzlindernden Effekt feststellen. Da in den meisten Studien kein Langzeiteffekt analysiert wurde, sondern nur eine geringe Anzahl Behandlungen durchgeführt wurde, schliessen wir nur auf einen Kurzzeiteffekt des Ultraschalls. Ebenfalls war die Anzahl Probanden in allen Studien sehr gering und der Ultraschall wurde in zwei Studien mit anderen Therapieformen kombiniert und könnten einen zusätzlichen Einfluss auf den schmerzlindernden Effekt gehabt haben. Die Ergebnisse der Studien betrachten wir somit mit Vorsicht. Aufgrund der erwähnten Aspekte wäre es für uns interessant, zukünftig folgende Fragen mittels weiteren Studien zu klären:

1) Hat die Ultraschalltherapie bei der Behandlung von muskulären Triggerpunkten einen schmerzlindernden Effekt ohne Kombination mit anderen Therapieformen?
2) Hat die Ultraschalltherapie einen Langzeiteffekt?
3) Wie viele Behandlungen mit Ultraschall sind nötig, um eine signifikante Schmerzlinderung von Triggerpunkten längerfristig zu erreichen?
4) Wie ist die optimale Dosierung der Ultraschalltherapie für eine signifikante Schmerzlinderung von Triggerpunkten?
5) Welche biophysikalischen Effekte hat der Ultraschall auf das Muskelgewebe?

6.1. Persönliche Reflexion

Das Erstellen einer solchen Arbeit war für uns eine interessante und neue Erfahrung. Persönliche Kenntnisse über das Thema Ultraschall und Triggerpunkte sowie deren Kombinationen konnten aufgearbeitet, gefestigt und vertieft werden.
Das Arbeiten zu zweit hat sich vor allem beim Analysieren von wissenschaftlichen Texten als positiv bewährt. Wir haben interessante Diskussionen geführt, woraus Ergebnisse resultierten, welche bei einer Einzelarbeit vermutlich nicht oder schwieriger zu verstehen gewesen wären. Durch das Verfassen dieser Bachelorarbeit haben wir gelernt, uns mit wissenschaftlichen Texten auseinander zu setzten und diese kritisch zu hinterfragen. Das Analysieren von wissenschaftlichen Studien war teilweise sehr mühsam, da es viel Zeit in Anspruch genommen hat und teils inhaltliche Unklarheiten aufgrund der englischen Sprache aufgetreten sind.
Die Teamarbeit war sehr ausgeglichen und hat harmoniert. In unserer Zweiergruppe ergab sich die Möglichkeit von gegenseitigem Feedback geben sowie gegenseitigem Korrekturlesen. Zudem konnten wir uns immer wieder gegenseitig motivieren.
Der im Voraus erstellte Zeitplan konnten wir grösstenteils einhalten, was uns ein strukturiertes Vorgehen ermöglichte.
Die vorliegende Bachelorarbeit empfinden wir als gelungen. Sie beschäftigt sich mit einer für uns praxisnahen Thematik. Zuvor entstandene Unklarheiten aufgrund der erworbenen Praxiserfahrung konnten geordnet und aufgearbeitet werden.

7. Literaturverzeichnis

Bücher

Bossert, F.P., & Vogedes, K. (2007). *Elektrotherapie, Licht- und Strahlentherapie: Grundlagen für Physiotherapeuten und Masseure.* München: Urban & Fischer Verlag.

Chaitow, L. (2002). *Neuromuskuläre Techniken in der Manuellen Medizin und Osteopathie.* München: Urban & Fischer Verlag.

Chaitow, L. (2003). *Positional Release-Techniken in der Manuellen Medizin und Osteopathie.* München: Urban & Fischer Verlag.

Dejung, B. (2006). *Triggerpunkt-Therapie: Die Behandlung akuter und chronischer Schmerzen im Bewegungsapparat mit manueller Triggerpunkt-Therapie und Dry Needling.* Bern: Verlag Hans Huber.

Ebelt-Paprontny, G., & Preis, R. (2008). *Leitfaden Physiotherapie.* München: Urban & Fischer Verlag.

Fialka-Moser, V. (2005). *Elektrotherapie.* München: Pflaum Verlag.

Irnich, D. (2009). *Leitfaden Triggerpunkte.* München: Urban & Fischer Verlag.

Kitchen, S. (2002). *Electrotherapy: Evidence-Based Practice.* Churchill Livingstone: Elsevier.

Rachlin, E.S., & Rachlin, I.S. (2002). *Myofascial Pain and Fibromylagia: Trigger Point Management.* St. Louis: Mosby.

Simons, D.G., Travell, J.G., & Simons, L.S. (2002). *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte: Obere Extremität, Kopf und Rumpf.* München: Urban & Fischer Verlag.

Wenk, W. (2004). *Elektrotherapie: Sehen. Verstehen. Üben. Anwenden.* Berlin: Springer-Verlag.

Unterrichtskripte

Van Gestel, A. (2009). *Physikalische Therapie: Elektrotherapie.* ZHAW Departement G: Winterthur.

Verbay, A. (2007). *Grundprinzipien der Triggerpunkt – Therapie: Triggerpunkt – Therapie Myofasziale Triggerpunkte (MtrP).* ZHAW Departement G: Winterthur.

Journals

Ay, S., Dogan, S.K., Evcik, D., & Baser, Ö.C. (2010). Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome. *Rheumatology International, 03,* 1–6.

Baker, K.G., Robertson, V.J., Duck, F.A. (2001). A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Physical Therapy, 81(7),* 1351–1358.

Draper, D.O., Mahaffey, C., Kaiser, D., Eggett, D., & Jarmin, J. (2010). Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles. *Physiotherapy Theory and Practice, 26(3),* 167–172.

Gam, A.N., Warming, S., Larsen, L.H., Jensen, B., Hoydalsmo, O., Allon, I., Andersen, B., Gotzsche, N.E., Petersen, M., & Mathiesen, B. (1998). Treatment of myofascial trigger-points with ultrasound combined with massage and exercise – a randomised controlled trial*. Pain, 77,* 73–79.

Montañez Aguielera, F.J., Pecos Martín, D., Arnau Masanet, R., Camps Botella, A., Borja Soler, L., & Bosch Morell, F. (2009). Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: a randomized controlled study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 32(7),* 515–520.

Srbely, J.Z., & Dickey, J.P. (2007). Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapy?. *Clinical Rehabilitation, 21,* 411–417.

Srbely, J.Z., Dickey, J.P., Lowerison, M., Edwards, A.M., Nolet, P.S., & Wong, L.L. (2009). Stimulation of myofascial trigger points with ultrasound induces segmental antinociceptive effects: A randomized controlled study*. Pain 139,* 260–266.

Herausgeberwerk

Enraf-Nonius B.V. (2005). *Ultraschalltherapie: Therapiebuch.* Rotterdam, Netherlands. [On-Line]. Available: http://www.medizintechnik-schlechte.de/Literatur/Elektrotherapie_Ultraschalltherapie.pdf?meid=80 (04.01.2011).

Internet

Mielke, E. (2002). *Sonopuls 590 und Sonopuls 591*. Neddemin: Sonopuls: [On-Line]. Available: http://www.m-mt.de/pdf/Seite25.pdf (07.04.2011).

PEDro (2011). *PEDro Physiotherapy Evidence Database* [On-Line]. Available: http://www.pedro.org.au (12.01.2011).

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiekrise-Modell 11

Eigene Darstellung.

Abbildung 2: Triggerpunkte 1 bis 3 18

Simons, D.G., Travell, J.G., & Simons, L.S. (2002). *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte: Obere Extremität, Kopf und Rumpf.* München: Urban & Fischer Verlag. (S. 296).

Abbildung 3: Triggerpunkte 4 und 5 19

Simons, D.G., Travell, J.G., & Simons, L.S. (2002). *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte: Obere Extremität, Kopf und Rumpf.* München: Urban & Fischer Verlag. (S. 298).

Abbildung 4: Triggerpunkte 6 und 7 19

Simons, D.G., Travell, J.G., & Simons, L.S. (2002). *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte: Obere Extremität, Kopf und Rumpf.* München: Urban & Fischer Verlag. (S. 298).

Abbildung 5: Ultraschallgerät 21

Enraf-Nonius B.V. (2005). *Ultraschalltherapie: Therapiebuch.* Rotterdam, Netherlands. [On-Line]. Available: http://www.medizintechnik-schlechte.de/Literatur/Elektrotherapie_Ultraschalltherapie.pdf?meid=80 (04.01.2011). Titelblatt.

Abbildung 6: Algometer 26

[On-Line]. Available: http://www.google.ch/imgres?imgurl=http://chiromt.com/content/figures/1746-1340-16-4-5.jpg&imgrefurl=http://chiromt.com/content/16/1/4/figure/F5&usg=__aWebmfVl0LmOFRG9iqw3en_VZPg=&h=480&w=360&sz=29&hl=de&start=0&zoom=1&tbnid=flFBIuyh82chtM:&tbnh=164&tbnw=127&ei=XSexTdG7JoWEOuLI7JQJ&prev=/images%3Fq%3DAlgometer%26hl%3Dde%26biw%3D1280%26bih%3D646%26gbv%3D2%26tbm%3Disch0%2C76&itbs=1&iact=rc&dur=208&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:5,s:0&tx=54&ty=22&biw=1280&bih=646. (07.04.2011).

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Intensität zur Dosierung der Ultraschalltherapie 22
Tabelle 2: Intervention der Studie 1 28
Tabelle 3: Resultate der Studie 1 29
Tabelle 4: Intervention der Studie 2 30
Tabelle 5: Resultate Analyse 1 der Studie 2 31
Tabelle 6: Resultate Analyse 2 der Studie 2 31
Tabelle 7: Resultate Analyse 3 der Studie 2 31
Tabelle 8: Intervention der Studie 3 33
Tabelle 9: Intervention der Studie 4 36
Tabelle 10: Resultate der Studie 4 37
Tabelle 11: Intervention der Studie 5 39

10. Glossar

[1] **Dysästhesie:** Form der Sensibilitätsstörungen mit (spontanen oder provozierten) abnormen, unangenehmen Sinneswahrnehmungen.

[2] **Ekchymose:** Hautblutungen.

[3] **Jump Sign = Unwillkürliche Ausweichbewegung:** Eine allgemeine, unwillkürliche Schmerzreaktion. Als Reaktion, auf den ausgeübten Druck auf einen Triggerpunkt, zuckt der Patient zusammen, schreit auf oder zuckt zurück. Irrtümlich wurde zuvor mit diesem Begriff die lokale Zuckungsreaktion der Muskelfasern bei Triggerpunktreizung beschrieben.

[4] **Likert Skala:** Die Likert Skala dient im engeren Sinn dazu, die Einstellung einer befragten Person zu einem Thema zu erfassen. Es werden mehrere wertende Aussagen formuliert, denen die Person mittels einer Skala zustimmt oder die sie ablehnt.

[5] **NPDS = Neck pain disability scale:** Messinstrument das speziell für Patienten mit chronischen Nackenschmerzen entwickelt wurde. Die NPDS besteht aus 20 Fragen. Sie evaluiert die Lebensqualität bezüglich der Nackenprobleme, Schmerzintensität, Beeinträchtigung im alltäglichen Leben sowie deren kognitiven und emotionalen Auswirkungen.

[6] **Sonographie:** Ultraschalldiagnostik.

[7] **Thermistor:** Temperaturfühler.

[8] **Troponin:** Muskelprotein der quergestreiften Muskulatur, hemmt die ATPase und damit die Aktin-Myosin-Wechselwirkung. Bindet Ca^{++}-Ionen und leitet die Muskelkontraktion ein, indem es die hemmende Wirkung auf Aktin aufhebt.

[9] **Vasoneuroaktive Substanzen:** Vasoneuroaktive Substanzen erhöhen die Gefässpermeabilität und erzeugen damit ein lokales Ödem. Einige Beispiele für vasoneuroaktive Substanzen sind Bradikinin, Serotonin oder Histamin.

11. Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erklären wir, die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst zu haben.

Winterthur, 20.05.2011

Romina Braun Esther Sutter

12. Danksagung

Hiermit bedanken wir uns bei folgenden Personen, welche uns während der Zeit der Bachelorarbeit unterstützt haben:

Herr Winfried Schmidt, Dozent ZHAW, für die kompetente Betreuung unserer Bachelorarbeit.
Frau Yvonne Sutter und Gaby Braun, Mütter, für energiespendende Mittagessen.

13. Anhang

Wortzahl

Abstract: 258

Arbeit: 10705

PEDro-Skala

Kriterien der PEDro-Skala	Srbely and Dickey (2007)	Draper et al. (2010)	Gam et al. (1998)	Ay et al. (2010)	Montañez Aguilera et al. (2009)
1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert. (Wird nicht zur totalen Punktzahl dazu gezählt)	x	x	x	x	x
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet.	x	x	x	x	x
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen.	-	-	x	-	x
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich.	x	-	x	x	x
5. Alle Probanden waren geblindet.	x	-	-	x	-
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet.	-	-	-	-	-
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet.	-	x	-	x	x
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen.	x	x	x	x	x
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	-	-	-	-	-
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet.	x	x	x	x	-
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmasse für zumindest ein zentrales Outcome.	x	x	x	x	x
Totale Punktzahl	**6/10**	**5/10**	**6/10**	**7/10**	**6/10**

Anmerkung: Bewertung der Studien nach der PEDro-Skala (PEDro, 2011). x=Kriterium erfüllt, - = Kriterium nicht erfüllt

Law Formulare

Studie 1

Critical Review Form – Quantitative Studies

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

McMaster University

- Adapted Word Version Used with Permission –

The EB Group would like to thank Dr. Craig Scanlan, University of Medicine and Dentistry of NJ, for providing this Word version of the quantitative review form.

Instructions: Use tab or arrow keys to move between fields, mouse or spacebar to check/uncheck boxes.

CITATION	Provide the full citation for this article in APA format: *Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapy?*
STUDY PURPOSE Was the purpose stated clearly? ☐ **Yes** ☐ No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to your research question? *The purpose of this study was to investigate whether therapeutic ultrasound modulates the pain sensitivity of trigger points.*
LITERATURE Was relevant background literature reviewed? ☐ **Yes** ☐ No	Describe the justification of the need for this study: *Distinct lack of research on the direct biophysical effects of ultrasound on trigger point sensitivity and pain. No study has quantified the effects of ultrasound by studying its direct impact on trigger point sensitivity.*

DESIGN ☐ **Randomized(RCT)** ☐ cohort ☐ single case design ☐ before and after ☐ case-control ☐ cross-sectional ☐ case study	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, outcomes, ethical issues, etc.): *Repeated measures, single-blinded randomized controlled trial of ultrasound treatment of trigger points.* Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results: *Not addressed.*
SAMPLE N = *44* Was the sample described in detail? ☐ **Yes** ☐ No Was sample size justified? ☐ Yes ☐ **No** ☐ N/A	Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups? *22 females, 22 males, mean age 48 (range 28-65 years), test group: 22, control group: 22, out of a pool of patients within a rehabilitation clinic, assigned into either test or control group using slips of paper randomly drawn from a bin, trigger points in the right trapezius muscle exclusion: history of recent trauma to neck or shoulder, pre-existing neuromuscular condition.* *No difference was seen in the pre-ultrasound baseline pain pressure readings between test and control groups.* Describe ethics procedures. Was informed consent obtained? *This study was approved by the University of Guelph Ethics Committee and each subjects provided written, informed consent.*
OUTCOMES Were the outcome measures reliable? ☐ **Yes** ☐ No	Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up): *Pre/Post ultrasound interaction, no follow-up.* Outcome areas: / List measures used.:

☐ Not addressed Were the outcome measures valid? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	*Not attempt to substantiate the decreased pain scores with functional outcome measures. Primarily interested in assessing the subjective pain experience alone.*	*Pain pressure threshold was measured.* *(pre/post ultrasound interaction)* *The pressure was applied at a rate of 5 N/s, constant increasing rate, directly over the trigger point site.*
INTERVENTION Intervention was described in detail? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed Contamination was avoided? ☐ Yes ☐ No ☐ Not addressed ☐ **N/A** Cointervention was avoided? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed ☐ N/A	Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in practice? *Test group: 1 MHz, 1.0 W/cm^2, continuous wave (CW), 5 min* *Control Group: 1 MHz, 0.1 W/cm^2, CW, 5min* *Over trapezius trigger point location* *Trigger point marked with non-toxic marker* *Outcome assessor also applied the ultrasound intervention.* *Intervention: 1x5 min* *Setting not addressed. Comfortably seated for the trials.*	

RESULTS Results were reported in terms of statistical significance? ☐ **Yes** ☐ No ☐ N/A ☐ Not addressed Were the analysis method(s) appropriate? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis? *Subjects demonstrated 44.1% mean increase in pain pressure threshold as compared with the controls who recorded a mean increase of only 1.4% ($p<0.05$). No difference in pre vs. post ultrasound pain pressure sensitivity was observed in controls ($p>0.05$).*
Clinical importance was reported? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable) Shows another treatment option, immediate and profound effect *The effectiveness of ultrasound in reducing trigger point sensitivity introduces another treatment option. One five Min. ultrasound treatment reduces trigger point sensitivity in patients with a myofascial pain syndrome by 44.1%. No difference in pre vs. post ultrasound pain pressure sensitivity was observed in controls.*
Drop-outs were reported? ☐ Yes ☐ **No**	Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?) *Not addressed.*
CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS Conclusions were appropriate given study methods and results	What did the study conclude? What are the implications of these results for practice? What were the main limitations or biases in the study? *Therapeutic ultrasound significantly reduced the short-term pain pressure sensitivity of myofascial trigger points.*

☐ **Yes** ☐ No	*Ultrasound can be seamlessly and effectively incorporated into any existing rehabilitation settings.* *Ultrasound may be a useful and cost-effective tool for the management of myofascial pain and trigger points.* *Lack of investigator blinding and subjective pain experience.* *No long-term effect*.

Studie 2

Critical Review Form – Quantitative Studies

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

McMaster University

- Adapted Word Version Used with Permission –

The EB Group would like to thank Dr. Craig Scanlan, University of Medicine and Dentistry of NJ, for providing this Word version of the quantitative review form.

Instructions: Use tab or arrow keys to move between fields, mouse or spacebar to check/uncheck boxes.

CITATION	Provide the full citation for this article in APA format: *Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles.*
STUDY PURPOSE Was the purpose stated clearly? ☐ **Yes** ☐ No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to your research question? *The purpose of this study was to determine if a continuous therapeutic ultrasound treatment would decrease the stiffness associated with latent trigger points in the upper part of the trapezius muscle.*
LITERATURE Was relevant background literature reviewed? ☐ **Yes** ☐ No	Describe the justification of the need for this study: *There are a lot various trigger point therapies, but the most of them are painful. Ultrasound would be a comfortable procedure with many physiological effects. Would it be a possible treatment witch decrease the stiffness of the trigger point effectively?*
DESIGN	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, out-

☐ **Randomized(RCT)** ☐ cohort ☐ single case design ☐ before and after ☐ case-control ☐ cross-sectional ☐ case study	comes, ethical issues, etc.): *A single blinded repeated-measures design. Measurement with pressure algometer.* Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results: *To eliminate bias, one examiner found all trigger points as well as took all measurements, and a separate examiner performed either the ultrasound or sham treatment.*
SAMPLE N = *26* Was the sample described in detail? ☐ **Yes** ☐ No Was sample size justified? ☐ Yes ☐ **No** ☐ N/A	Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?: *13 females, 13 males, range from 18-60 years, treatment group: 13, control group: 13. The majority of the subjects were college students from a university and technical college. Subjects had upper trapezius pain. Inclusion: multiple Trigger points in the upper part of the trapezius muscles with local twitch response or a positive jump sign. Exclusion: upper trapezius ecchymosis, infection, open wound, rash, swelling, deficits in sensation in treatment area, decreased circulation, presence of a pacemaker or injury to the trapezius within the previous two months. The subjects randomly drew numbers out of a hat to determine if they were to be placed in the ultrasound group or the sham group.* Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?: *The University's Institutional Review Board for human subject research approved the study and subjects gave written consent.*
OUTCOMES Were the outcome	Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up):

measures reliable? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	*First session: Depth measurements with the pressure algometer pre- and posttreatment. One week later at the same time of day a second session with also measuremts pre- and posttreatment.*	
Were the outcome measures valid? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	Outcome areas: *Stiffness of trigger point > measurement of depth > point of unbearable pain.*	List measures used.: *Trigger point depth measured with the pressure algometer.*
INTERVENTION Intervention was described in detail? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed Contamination was avoided? ☐ Yes ☐ No ☐ Not addressed ☐ **N/A** Cointervention was avoided? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed ☐ N/A	Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in practice? *Test group: 3 MHz, 1.4 W/cm^2, 5 min. circular motion with CW, 2x the size of the 7cm^2 soundhead.* *Control group: the ultrasound was not turned on.* *The researcher of the measurements and the researcher witch performing the ultrasound treatment were different persons.* *First session 1x5 min. ultrasound applied, second session after seven days also applied 1x5min.* *Trigger point was marked with a black permanent marker.* *All treatments and measurements were performed in a massage therapy clinic.*	

RESULTS Results were reported in terms of statistical significance? ☐ **Yes** ☐ No ☐ N/A ☐ Not addressed Were the analysis method(s) appropriate? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis? 1. *The treatment group had a significantly higher increase in the depth compared to the sham group (p=0.0002)* 2. *Post 1 and Pre 2 no significant differences between groups. Similar increase in stiffness.* 3. *Finale depth data analysis: Significant difference between the groups ($p < 0.0001$).*
Clinical importance was reported? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable) *Patients:* *1.: can receive painless trigger point therapy* *2.: have a much more pleasant overall experience* *3.: can have a quicker return to normal daily activities* *The study show, that ultrasound treatment over a trigger point would allow a clinician to perform a trigger point softening technique that would be less painful than deep pressure massage or injection.*
Drop-outs were reported? ☐ **Yes** ☐ No	Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?) *All subjects completed the study.*
CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS	What did the study conclude? What are the implications of these results for practice? What were the main limitations or biases in the

Conclusions were appropriate given study methods and results ☐ **Yes** ☐ No	study? *Thermal ultrasound decreases trigger point stiffness.* *Didn't know for sure that ultrasound were thermal. Insertion of a thermistor or thermocouple into the trigger point would have resulted in more pain an localized tightness, thus clouding the results.* *Studies effect of ultrasound for only one week.* *No pain questionnaire regarding how long it takes the patient to return to normal activities.*

Studie 3

Critical Review Form – Quantitative Studies

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

McMaster University

- Adapted Word Version Used with Permission –

The EB Group would like to thank Dr. Craig Scanlan, University of Medicine and Dentistry of NJ, for providing this Word version of the quantitative review form.

Instructions: Use tab or arrow keys to move between fields, mouse or spacebar to check/uncheck boxes.

CITATION	Provide the full citation for this article in APA format: *Treatment of myofascial trigger-points with ultrasound combined with massage and exercise – a randomised controlled trial*
STUDY PURPOSE Was the purpose stated clearly? ☐ **Yes** ☐ No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to your research question? *Has ultrasound combined with massage and exercise any effect on neck and shoulder pain?* *Does ultrasound, massage and exercise reduce the number of trigger points, consistency and tenderness?*
LITERATURE Was relevant background literature reviewed? ☐ **Yes** ☐ No	Describe the justification of the need for this study: *Despite extensive research into the mechanism of how ultrasound works, no conclusive explanation of the suggested beneficial effect of ultrasound has been found.*
DESIGN	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, out-

☐ **Randomized(RCT)** ☐ cohort ☐ single case design ☐ before and after ☐ case-control ☐ cross-sectional ☐ case study	comes, ethical issues, etc.): *Randomized controlled trial. Measurement with VAS-scale.* Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results:
SAMPLE N = *67* Was the sample described in detail? ☐ **Yes** ☐ No Was sample size justified? ☐ Yes ☐ **No** ☐ N/A	Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?: *Age range from 18-60years, group A: 18, group B: 22, group C: 18. Sampling period from Januray 1st to December 1st 1995. All patients referred to the department of rheumatology at Bispebjerg Hospital.* *Inclusion: Age 18-60years, trigger point in neck and soulder region, duration > 3 months, intensity disturbing normal daily activity. Reproduction of patients pain complaints by palpation of trigger points. Less than 10 trigger points. Patients = capable of following demands in the trial. Correct daily recorded VAS a week before entrance in study.* *Exclusion: Signs of cervical discus prolapsed, systemic disorder or migraine. Changes in medication or other treatments 3 weeks prior to entrance. Pregnancy.* Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?: *The study was approved by the local ethical committee.*
OUTCOMES Were the outcome measures reliable? ☐ Yes ☐ No ☐ **Not addressed**	Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up): *One week before entrance and during study: daily recorded VAS for pain at rest and on normal daily function and type and number of analgesic tablets per day.* *Each session: number, size and tenderness of trigger points were*

Were the outcome measures valid? ☐ Yes ☐ No ☐ **Not addressed**	*palpated and registered.* *Next 4 weeks 2 sessions per week.* *After 6 months the patients received a follow-up questionnaire.*	
	Outcome areas: *Pain, number, size and tenderness of trigger point, medication, gobal preference*	List measures used.: *Pain with VAS-scale.* *Number, size and tenderness of Trigger points with a registrations cards.* *Medication was also registered with a card.* *Gobal preference with the Pearson's test*
INTERVENTION Intervention was described in detail? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed Contamination was avoided? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed ☐ N/A Cointervention was avoided? ☐ Yes ☐ **No**	Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in practice? *Group A: 100Hz, 3 W/ cm^2, 3 min. per soundhead., circular motion with pulsed waves. Total given dose varied depending on how many trigger points that were found with maximum treatment time of 15 min. After ultrasound massage on maximum of 10 min. Additionaly at the first two sessions 30 min. were spend on the exercise programme.* *Group B: Was treated with sham-ultrasound, then massage and after exercise.* *Group C: control group, no treatment.* *VAS and analgesic usage was recorded in all three groups. 6 months after the last treatment a questionnaire was send to the patients.*	

☐ Not addressed ☐ N/A	*Setting not addressed.*
RESULTS Results were reported in terms of statistical significance? ☐ **Yes** ☐ No ☐ N/A ☐ Not addressed Were the analysis method(s) appropriate? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis? *No significant differences were found in group A, B and C for VAS-scale. No differences found between the groups in analgesic usage at all times. Significant reduction in the number and tenderness of trigger points for group A and B compared to group C ($p<0.05$). No differences between group A and B were found.*
Clinical importance was reported? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable) *The study presents no pain reduction with US, but apparently massage and exercise reduces the number and intensity of trigger points.*
Drop-outs were reported? ☐ **Yes** ☐ No	Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?) *Nine dropped out during the study. One was suspected for having a cervical discus prolaps, one was hospitalized for a gynaecological disorder, the rest did not show up for the treatment sessions. 44 patients responded on the six month follow-up questionnaire (75% of total number of patients included). From the control group 12 patients had treatment and only these were included in the data which gives a response rate on 88% of those who were given*

	treatment.
CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS Conclusions were appropriate given study methods and results ☐ **Yes** ☐ No	What did the study conclude? What are the implications of these results for practice? What were the main limitations or biases in the study? *Ultrasound gives no pain reduction, but apparently massage and exercise reduce the number and intensity of trigger points, but this reduction had little impact on the patients neck and shoulder complaints.*

Studie 4

Critical Review Form – Quantitative Studies

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

McMaster University

- Adapted Word Version Used with Permission –

The EB Group would like to thank Dr. Craig Scanlan, University of Medicine and Dentistry of NJ, for providing this Word version of the quantitative review form.

Instructions: Use tab or arrow keys to move between fields, mouse or spacebar to check/uncheck boxes.

CITATION	Provide the full citation for this article in APA format: *Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome*
STUDY PURPOSE Was the purpose stated clearly? ☐ **Yes** ☐ No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to your research question? *The aim of this study is to compare the effect of phonophoresis, ultrasound and placebo ultrasound therapies in the treatment of myofascial pain syndrome.*
LITERATURE Was relevant background literature reviewed? ☐ **Yes** ☐ No	Describe the justification of the need for this study: *Despite extensive clinical trials of phonophoresis, questions remain regarding treatment validity and effectiveness. No study was found in literature about its effectiveness in the treatment.*
DESIGN ☐ **Randomized(RCT)** ☐ cohort	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, outcomes, ethical issues, etc.):

☐ single case design ☐ before and after ☐ case-control ☐ cross-sectional ☐ case study	*This study was prospective, randomized, placebo-controlled double-blind trail.* Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results: *No side effects had been observed.*
SAMPLE N = *60* Was the sample described in detail? ☐ **Yes** ☐ No Was sample size justified? ☐ Yes ☐ **No** ☐ N/A	Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?: *48 females, 12 males, mean age 37.9 years (range plus-minus 12.2 years) group 1: received diclofenac phonophoresis, n = 20 (17 women and 3 men), group 2: conventional ultrasound, n = 20 (15 women and 5 men), group 3: placebo ultrasound, n = 20 (16 women and 4 men). All patients were received home-based exercise program. Patients diagnosed as myofascial pain syndrome based on the criteria describe by Travell and Simons.* *Inclusion: presence of one active trigger point located in the upper trapezius muscle, age between 20 and 73 years, symptom duration for 1 month. Exclusion: patients having fibromyalgia, discal hernia, radiculopathy, myelophathy, trigger point injection, physical treatment program during the last 6 months, neck or back surgery, trauma history and pregnancy.* *Patients were randomly assigned into three groups*. Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?: *Before treatment, all participants were informed of the study and signed written informed consent. The study was approved by the University of Ufuk Human Research Ethics Committee.*
OUTCOMES	Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post,

Were the outcome measures reliable? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	follow-up): *Assessments were done before and after the therapy by different physicians. No follow-up.*	
Were the outcome measures valid? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	Outcome areas: *Pain, number of trigger points, pressure pain threshold, cervical joint range of motion, disability*	List measures used.: *Visual analog scale (VAS), Likert pain scale, palpation by physician, Algometer, active ROM with goniometer, neck pain disability scale (NPDS), self-administered questionnaire*
INTERVENTION Intervention was described in detail? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed Contamination was avoided? ☐ Yes ☐ No ☐ **Not addressed** ☐ N/A Cointervention was avoided? ☐ Yes ☐ **No** ☐ Not addressed ☐ N/A	Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in practice? *Patients were treated by the same physiotherapist. Assessments were done before and after the therapy by different physicians.* *Group 1: diclofenac gel, 1 MHz, 1.5 W/cm^2, over two trigger points on trapezius muscle, for 10 min.* *Group 2: same ultrasound device with ultrasound gel.* *Group 3: was placebo group, same like group 2 but with light-off position.* *Total of 15 therapies. 5x per week for 3 weeks. Treated by the same physiotherapist. All patients received home-based program.* *Setting not addressed.*	

RESULTS Results were reported in terms of statistical significance? ☐ **Yes** ☐ No ☐ N/A ☐ Not addressed Were the analysis method(s) appropriate? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What were the results? Were they statistically significant (i.e., p < 0.05)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis? *Pain: significant improvements in group 1 and group 2 (p = 0.000), no improvements in group 3 (p = 0.180, p = 0.564). No differences between group 1 and 2 after the therapy (p = 0.989, p = 0.084).* *Number of trigger points: significant decrease in group 1 and 2 (p = 0.000), no improvements in group 3 (p = 1.000), no differences between group 1 and 2 after therapy (p = 0.142).* *Pressure pain threshold: significant increase in group 1 and 2 (p = 0.000, p = 0.007), worsened in group 3 (p = 0.000), after therapy no difference in group 1 and 2 (p = 0.655).* *Cervical range of motion: significant increasing in group 1 and 2 (p< 0.05), group 3 significant increase in lateral flexion and rotation (p< 0.05), no improvements in flexion-extension (p = 0.083), no difference between group 1 and 2 after therapy (p> 0.05).* *Disability: after therapy decrease in NPDI score in group 1 and 2 (p = 0.000), no improvements in group 3 (p = 0.317). No difference between group 1 and 2 (p = 0.946).*
Clinical importance was reported? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable) *Significant improvements were observed in pain, ROM, disability compared to the placebo group, no significant difference was observed between the PH and US groups.* *Home exercise program: improvement only in cervical ROM in placebo group shows that exercise is effective.*
Drop-outs were re-	Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons

ported? ☐ **Yes** ☐ No	given and were drop-outs handled appropriately?) *All patients were completed the study.*
CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS Conclusions were appropriate given study methods and results ☐ **Yes** ☐ No	What did the study conclude? What are the implications of these results for practice? What were the main limitations or biases in the study? *PH and US therapies are effective in the treatment of patients with myofascial pain syndrome (MPS) but methods doesn't have an advantage than other. PH can be used as an alternative therapy method in treatment of patients with MPS.*

Studie 5

Critical Review Form – Quantitative Studies

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

McMaster University

- Adapted Word Version Used with Permission –

The EB Group would like to thank Dr. Craig Scanlan, University of Medicine and Dentistry of NJ, for providing this Word version of the quantitative review form.

Instructions: Use tab or arrow keys to move between fields, mouse or spacebar to check/uncheck boxes.

CITATION	Provide the full citation for this article in APA format: *Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: a randomized controlled study*
STUDY PURPOSE Was the purpose stated clearly? ☐ **Yes** ☐ No	Outline the purpose of the study. How does the study apply to your research question? *The purpose of this study was to determine immediate effects of ischemic compression (IC) and ultrasound (US) for treatment of myofascial trigger points (MTrPs) in the trapezius muscle.*
LITERATURE Was relevant background literature reviewed? ☐ **Yes** ☐ No	Describe the justification of the need for this study: *In the United States only, it has been estimated that 60% of the workforce used a computer at work. Literature has shown that MTrPs could be the main cause of muscular neck pains. Trapezius muscle is one of the most commonly studied.*
DESIGN	Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, out-

☐ **Randomized(RCT)** ☐ cohort ☐ single case design ☐ before and after ☐ case-control ☐ cross-sectional ☐ case study	comes, ethical issues, etc.): *A randomized controlled study in which the patients were randomly placed into three groups.* Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results:
SAMPLE N = *66* Was the sample described in detail? ☐ **Yes** ☐ No Was sample size justified? ☐ Yes ☐ **No** ☐ N/A	Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?: *37 females, 29 males, mean age 37.2 years (SD 7.6 years), 40 of these subjects were of the teaching and research personnel (TRS) of the Faculty of Experimental Science and Health and 26 of them were administration and service personal (ASP) of CEU-Cardenal Herrera Universitiy (CEU-CHU), Valencia, Spain, for this study, being workers who spend much of their time in front of a computer.* *Group 1: received IC treatment, n = 22 (13 women, 9 men), group 2: received ultrasound treatment, n = 22 (12 women, 10 men), group 3: received sham ultrasound (control group), n = 22 (12 women, 10 men)* *Inclusion: TRS or ASP, full-time employees (40 h a week), aged between 25-65 years, spend at least 2 h per day in front of computer.* *Exclusion: Analgesic use within the previous 24 h, fail to identify MTrPs of the trapezius clearly, history of cervical surgery, receiving myofascial pain treatment within the previous month to the study, history of cervical whiplash.* *Patients were randomly assigned into three groups.* Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?: *This experimental study was approved by the ethics committee of CEU-CHU Research Commission. Participants signed a consent*

	form.	
OUTCOMES Were the outcome measures reliable? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up): *The same examiner recorded pre- and posttreatment data. A different examiner applied treatment to all groups. No follow-up.*	
Were the outcome measures valid? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	Outcome areas: *Active Range of Motion of cervical Rachis (*AROM) *Basal Electrical Activity* (BEA) *Pressure Tolerance*	List measures used.: *Cervical ROM instrument distributed by Performance Attainment Associates* *MP 100 surface electomyogrphiy by BIOPAC Systems* *Pressure algometer distributed by Psymec in combination with VAS*
INTERVENTION Intervention was described in detail? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed Contamination was avoided? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed ☐ N/A	Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in practice? *The same examiner recorded pre- and posttreatment data. A different examiner applied treatment to all groups.* *Group 1 IC: according to the methodology described by Fryer and Hodson they extended treatment from 60 to 90 seconds.* *Group 2 US: pulse mode, 1 MHz, 1 W/cm^2, 2 min. on both trapezius alternatively (starting on the right one).* *Group 3 sham US: 5 min. sham ultrasound.* *Setting not addressed.*	

Cointervention was avoided? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed ☐ N/A	
RESULTS Results were reported in terms of statistical significance? ☐ **Yes** ☐ No ☐ N/A ☐ Not addressed Were the analysis method(s) appropriate? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis? *Group 1: significant changes in AROM ($p = 0.020$), BEA ($p = 0.002$) and PT ($p = 0.035$) of MTrPs.* *Group 2: significant changes in BEA ($p = 0.000$) and PT ($p = 0.000$), no significance in AROM ($p = 0.057$).* *Group 3: no significant changes were found.*
Clinical importance was reported? ☐ **Yes** ☐ No ☐ Not addressed	What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable) *Immediate decrease in BEA of the trapezius muscle and a reduction of MTrPs sensitivity after treatment with both therapeutic modalities. An improvement of AROM with IC was also obtained.*
Drop-outs were reported? ☐ **Yes** ☐ No	Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?) *No one has abandoned the study.*

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS Conclusions were appropriate given study methods and results ☐ **Yes** ☐ No	What did the study conclude? What are the implications of these results for practice? What were the main limitations or biases in the study? *Shows satisfactory short-term results for healthy subjects. Both treatments were shown to have an immediate effect on latent MTrPs.*

Matrix

Titel	Autoren Erscheinungsjahr	Anzahl Porbanden (n)	Intensität	Therapiedauer	Anzahl Behandlungen	Kombination
Stimulation of myofascial trigger points with ultrasound induces segmental antinociceptive effects: A randomized controlled study	Srbely, Dickey, Lowerison, Edwards, Nolet, Wong 2008	n = 50 24 Frauen, 26 Männer	Testgruppe: 1 MHz, 0.5 W/cm^2,Schalltyp n.A. Kontrollgruppe (Scheinultraschall): Gerät ausgeschaltet	10 min	einmalige Applikation	-
Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapie?	Srbley und Dickey 2006	n = 44 22 Frauen, 22 Männer	Testgruppe: 1 MHz, 1.0 W/cm^2 kontinuierlich Kontrollgruppe: 1 MHz, 0.1 W/cm^2 kontinuierlich	5 min	einmalige Applikation	-
Thermal ultrasound decreases tissue stiffness of trigger points in upper trapezius muscles	Draper, Mahaffey, Kaiser, Eggett, Jarmin 2009	n = 26 13 Frauen, 13 Männer	Testgruppe: 3 MHz, 1.4 W/cm^2 kontinuierlich Kontrollgruppe: 3 MHz, - W/cm^2 kontinuierlich	5 min	2 (2. Anwendung nach 7 Tagen)	-
Treatment of myofascial trigger-points with ultrasound combined with massage and exercise – a randomised controlled trial	Gam, Warming, Larsen, Jensen, Hoydalsmo, Allon, Andersen, Gotsche, Petersen, Mathiesen 1998	n = 67 58 in Finalanalyse eingeschlossen.	Gr. A (Ultraschall, Massage, Heimprogramm): 100 Hz, 3 W/cm^2 pulsierend Gr. B (Scheinultraschall, Massage, Heimprogramm): 100 Hz, - W/cm^2 pulsierend Gr. C (keine Therapie)	individuell	8 (2x/Woche)	Massage und Heimprogramm
Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome	Ay, Koldas, Evcik, Baser 2010	n = 60 48 Frauen, 12 Männer	Gr. 1 (Phonophorese): 1 MHz, 1.5 W/ cm^2 Gr. 2 (Ultraschall): 1 MHz, 1.5 W/cm^2 Gr. 3 (Scheinultraschall): 1 MHz, - W/cm^2	10	15 (5x/Woche über 3 Wochen)	Heimprogramm
Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: a randomized controlled study	Monañez Aguilera, Pecos Martín, Amau Masanet, Camps Botella, Borja Soler, Bosch Morell 2009	n = 66 37 Frauen, 29 Männer	Gr. 1 (ischämische Kompression) Gr. 2 (Ultraschall): 1 MHz, 1 W/cm^2, pulsierend Gr. 3 (Scheinultraschall): 1 MHz, - W/cm^2, pulsierend	Gr. 1: 1-1.5‘ Gr.2: 2x2‘ Gr. 3: 2x5‘	1	-

Fortsetzung Matrix

Anwendungsbereich	Messparameter	Resultat	Praxisrelevanz	PEDro
Triggerpunkte im Musculus supraspinatus und glutaeus medius	Druckschmerzgrenze von Triggerpunkten mittels dem Druckalgometer, Messung nach 1, 3, 5, 10, 15 min.	Die Testgruppe zeigte eine signifikante Verbesserung der Druckschmerzgrenz in den Minuten 1 (p=0.002), 3 (p=0.004) und 5 (p=0.002), in den Minuten 10 (p= 0.288) und 15 (p=0.155) war kein signifikanter Unterschied feststellbar. Von Musculus glutaeus medius keine Resultate sichtbar.	Die Ultraschallanwendung ist intersegmental wirksam. 31% Reduktion der Schmerzen.	Nicht ausgewertet, da ausgeschieden.
Triggerpunkte im Musculus trapezius	Druckschmerzgrenze eines Triggerpunktes mittels dem Druckalgometer	Signifikante Verbesserung bezüglich der Schmerzgrenze zwischen der Test- und Kontrollgruppe ($p < 0.05$).	Reduziert die Druckschmerzgrenze aufgrund muskulärer Triggerpunkte bei 44.1%	6/10
Triggerpunkte im oberen Bereich des Musculus trapezius	Die Gewebssteifigkeit mittels dem Druckalgometer	zwischen Test- und Kontrollgruppe signifikanter Unterschied bezüglich der Gewebssteifigkeit (p=0.0002)	Ultraschalltherapie kann die Gewebssteifigkeit aufgrund von muskulären Triggerpunkten reduzieren.	5/10
Triggerpunkte im Schulter-Nacken-Bereich	subjektives Schmerzempfinden mittels VAS. Anzahl, Grösse und Druckempfindlichkeit von Triggerpunkten anhand Palpation (Index für Outcomemessung). Allgemeine Zufridenheit der Therapie mit dem Pearson's test.	In der Gruppe A und Gruppe B signifikante Reduktion der Anzahl und Gewebsbeschaffenheit der Triggerpunkte im Vergleich zu Gruppe C ($p < 0.05$). Zwischen der Gruppe A und B wurde kein Unterschied gefunden.	Keine Schmerzreduktion aufgrund der Ultraschallapplikation. In Kombination mit Massage und Heimprogramm reduziert sich die Anzahl und Schmerzintensität der Triggerpunkte.	6/10
Triggerpunkte im Musculus trapezius	Subjektives Schmerzempfinden durch VAS und Likert Skala. Anzahl Triggerpunkte aufgrund der Palpation. Druckschmerzgrenze mittels dem Druckalgometer, zervicale ROM mit dem Goniometer und die Einschränkung im Alltag mit der NPDS.	Die Verbesserung des Schmerzes innerhalb der Gr. 1 und der Gr. 2 war signifikant ($p_{Gr\ 1+2} = 0.000$). Zwischen diesen beiden Gruppen wurde kein signifikanter Unterschied gefunden ($p_{VAS} = 0.989$). Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurde ein p-Wert < 0.000 für die VAS analysiert.	Ay et al. stellten in der Gr. 1 und 2 eine signifikante Verbesserung bezüglich des Schmerzes, der ROM sowie der Einschränkung im Alltag im Gegensatz zur Gr. 3 fest. Sie zeigten jedoch keinen Unterschied zwischen der Phonophorese und dem Ultraschall auf.	7/10
Myofasziale Triggerpunkte im Musculus trapezius	Drucktoleranz mit Druckalgometer, VAS und ROM. Zusätzlich elektromyographische Untersuchung.	In der Gr. 1 und 2 zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Drucktoleranz ($p_{Gr.1} = 0.035$, $p_{Gr.2} = 0.000$). In der Kontrollgruppe gab es keine Verädnerung.	Ischämische Kompression und Ultraschall sind mögliche Therapieformen zur Behandlung von Triggerpunkten.	6/10