

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Bachelorarbeit

Die Wirksamkeit von TENS bei myofaszialen Schmerzpunkten

**Führt TENS zu einer signifikanten Schmerzlinderung bei
der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten?**

Autor: Stefan Meister
Hinterburg 1
8232 Merishausen
S09-170-275

Departement: Gesundheit
Institut: Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang: 2009
Eingereicht am: 08.05.2012
Betreuende Lehrperson: Dr. rer. medic. A.J.R. van Gestel

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	3
2	Einleitung	4
	2.1 Darstellung des Themas	4
	2.2 Problemstellung	5
	2.3 Fragestellung	6
	2.4 Hypothesen	6
	2.5 Zielsetzung	6
3	Hintergrund	7
	3.1 Theoretische Grundlagen	7
	3.1.1 TENS	7
	3.1.2 myofasziale Schmerzpunkte	9
	3.2 Methodik	10
4	Studien	12
	4.1 Ergebnisse der Studien	13
	4.1.1 Schmerzen	13
	4.1.2 Follow-up	15
	4.1.3 Range of Motion	16
5	Diskussion	19
	Auswirkungen von TENS auf Schmerz	19
	Ergebnisse drei Monate nach der Intervention	21
	Range of Motion	22
	Transfer Theorie-Praxis	24
	Schwachstellen der Studien	25
6	Schlussteil	27
	6.1 Schlussfolgerung	27
	6.2 Bestehender Forschungsbedarf	27

6.3 Zusammenfassung	28
7 Verzeichnisse	30
7.1 Literaturverzeichnis	30
7.2 Abkürzungsverzeichnis	33
7.3 Abbildungsverzeichnis	34
7.4 Tabellenverzeichnis	34
8 Danksagung	35
9 Eigenständigkeitserklärung	35
10 Anhang	35

1 Abstract

Hintergrund: TENS verspricht eine angenehme Schmerzlinderung ohne Nebenwirkungen, über die Wirkung von TENS bei Patienten mit myofaszialem Schmerzsyndrom besteht jedoch Unklarheit.

Ziel: Die Evidenz von TENS bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten zu überprüfen. Zusätzlich werden die Wirkung einer TENS Behandlung auf die zervikale Range of Motion analysiert und die Langzeitwirkung betrachtet.

Methode: In dem vorliegenden Review werden sechs randomisiert kontrollierte Studien und eine Messwiederholungsanalyse auf ihre Qualität hin überprüft und verglichen. Für die Studiensuche wurden die Datenbanken Medline, The Cochrane Library, Pubmed, PEDro und CINHAL zwischen September 2011 und Februar 2012 durchsucht. Eingeschlossen wurden nur Studien ab dem Jahr 2000 mit einem geeigneten Design und einer spezifischen Auseinandersetzung mit der Thematik.

Ergebnisse: Die Suche nach Literatur mit geeignetem Design offenbarte sieben Studien. Bei 5(7) Studien wurde eine signifikante Schmerzlinderung nach TENS Applikation bei myofaszialen Schmerzen ermittelt. In 2(7) Studien wurde keine Wirkung beobachtet.

Schlussfolgerung: TENS führt zu einer kurzfristigen Schmerzlinderung bei myofaszialen Schmerzpunkten. Über den Einfluss von TENS auf die Range of Motion und über Langzeiterfolge kann keine Aussage getroffen werden.

Keywords: „TENS“, „Pain“, „Triggerpoint“, „Trapezius“, „Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation“

2 Einleitung

2.1 Darstellung des Themas

Melzack (1989, zitiert nach Whitaker und Adderly, 2004) schildert „myofasziale Schmerzpunkte“ als palpierbare Punkte, die ihren Ursprung in einem skeletalen Muskel oder seiner Faszie haben und bei Druckausübung Schmerzen produzieren. Diese können durch ihr Auftreten vor allem im Nacken-, Kopf- und Kreuzbereich eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Schmerzen im gesamten Bewegungsapparat spielen (Whitaker et al. 2004). Im Jahr 2010 wurden in der Schweiz gemäss dem Bundesamt für Statistik [BFS] (2012), insgesamt 142`179 Personen erfasst, die aufgrund einer Erkrankung im muskuloskeletalen System oder des Bindegewebes hospitalisiert werden mussten. Damit waren Erkrankungen, die den Bewegungsapparat betreffen neben akuten Verletzungen und Folgen äusserer Ursachen mit Abstand der häufigste Grund für einen Spitalaufenthalt in der Schweiz (BFS, 2012). Die Behandlung von Erkrankungen, die das muskuloskeletale System oder das Bindegewebe betreffen nimmt daher einen wichtigen Platz in der heutigen Gesundheitspolitik ein, da sie ein grosser Kostenverursacher im Schweizer Gesundheitswesen sind. So rechnet das Bundesamt für Statistik (2005) im Jahr 2020 mit Gesundheitskosten von 67.6 Mia. Sfr., was Mehrkosten von 11.5 Mia. Sfr. gegenüber dem Jahr 2010 für die Schweizer Bevölkerung mit sich bringt. Der Stellenwert der Behandlung von Erkrankungen im muskuloskeletalen System ist also in der Schweiz enorm, nicht nur für die betroffenen Patienten, sondern auch aus finanzieller Sicht für das gesamte Gesundheitssystem. Bei Erkrankungen des muskuloskeletalen Systems steht das Auftreten von Schmerzen im Vordergrund. So konnten Leijon, Wahlstrom und Mulder (2009) in einer Zeitperiode von 1990 bis 2006 ein immer grösser werdender Prozentsatz an muskuloskeletalen Schmerzen im Schulter-Nackebereich bei der durchschnittlichen schwedischen Bevölkerung feststellen. Bei den Frauen stieg dieser in der beobachteten Zeitspanne beispielsweise von 22.8% auf 25% an. Das heisst, dass jede vierte der in der Studie befragten Frauen an Schulter-Nackenschmerzen leidet und die Tendenz geschlechterunabhängig ansteigt. Die Nachfrage nach geeigneten Behandlungsmethoden von muskuloskeletalen Schmerzen ist also klar gegeben. So wird bei der

Schmerztherapie in multidisziplinärer Zusammenarbeit die optimale Behandlung für den Patienten erarbeitet, wobei auch die Physiotherapie eine wesentliche Rolle spielt.

2.2 Problemstellung

Die Physiotherapie kennt die unterschiedlichsten Behandlungsmassnahmen für die Therapie von muskuloskeletalen Schmerzen. Diese gehen von manueller Therapie über physikalische Anwendungen wie Stromanwendungen oder Ultraschall bis zu invasiven Massnahmen wie das Dry Needling. Da jedoch für die Durchführung vieler dieser Behandlungsmethoden Weiterbildungen oder teure Gerätschaften notwendig sind, ist die Anwendung von Strom in der Therapie interessant, da ein entsprechendes Gerät in der Anschaffung verhältnismässig günstig ist und bei Bedarf selbst appliziert werden kann (Adamietz, 2003). Hüter-Becker und Dölken (2007) teilen die Ansicht, dass die Elektrotherapie mit einer nebenwirkungsfreien Schmerzbehandlung eine hohe Patienten-Compliance sicherstellt und damit für die Physiotherapie eine erfolgreiche Methode zur Schmerzbekämpfung ist. Steveling, Hecker und Peuker (2010) sehen den grossen Vorteil der Elektrotherapie in der Steigerung der Eigenverantwortung der Patienten, welche durch die Möglichkeit der Eigensteuerung des Gerätes gegeben sei. Dabei wird die Wirkung der Elektrotherapie auf das Schmerzempfinden im muskuloskeletalen Bewegungsapparat kontrovers diskutiert. So kommen Beispielsweise Hsue, Cheng, Kuan und Hong (1997) zum Schluss, dass elektrische Nervenstimulation eine schmerzreduzierende Wirkung bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten am M. trapezius pars descendens hat, hingegen konnten Francis, Marchant und Johnson (2011) keinen signifikanten Unterschied im Schmerzempfinden zwischen einer Therapie mit und einer ohne Strom nachweisen. In der Literatur wird dabei häufig der Begriff „TENS“ verwendet, was allgemein als Abkürzung von Transkutane elektrische Nervenstimulation zu verstehen ist. So hält zum Beispiel Pothmann (2003) fest: „Transkutane elektrische Nervenstimulation bedeutet die Applikation elektrischer Impulse die durch die Haut auf die Nerven einwirken, um Schmerzen zu vermeiden und zu lindern“ (S.14).

Auch aus der Praxis heraus zeigt sich, dass je nach Indikation, verwendeter Stromform, Gerätetyp sowie Applikationsdauer und Stromstärke die Anwendung von

Strom Einfluss auf die Schmerzsymptomatik hat oder nicht. Es herrscht also Klärungsbedarf über die Wirksamkeit von Stromanwendungen bei myofaszialen Schmerzen, woraus sich folgende Fragestellung ergibt:

2.3 Fragestellung

Führt TENS zu einer signifikanten Schmerzlinderung bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten?

2.4 Hypothesen

Dem vorliegenden Review liegt die Hypothese zugrunde, dass eine Depolarisation der Nerven positiv auf das subjektive Schmerzempfinden der Patienten wirkt und zur Schmerzlinderung führt. Da die Ursache für den Schmerz bei myofaszialen Schmerzpunkten damit nicht behoben werden kann, ist die Langzeitwirkung mit dieser Intervention alleine fraglich. Hypothetisch wäre der Einfluss einer erhöhten Blutzirkulation durch die Aktivierung der Muskelpumpe eventuell in der Lage, zusammen mit der Muskelrelaxation eine Mehrdurchblutung im betroffenen Areal hervorzurufen, welche die myofaszialen Schmerzpunkte auflösen könnte. Interessant ist daher die Verwendung von tieferen Frequenzen, welche mit einer Aktivierung der Muskelpumpe einhergeht (Bernatzky et al., 2007). Wenn mit dieser Methode die Ursache der Schmerzen behoben würde, könnte sich ebenso die schmerzhaft eingeschränkte Range of Motion nachweisbar verbessern und eine langanhaltende Schmerzfreiheit bei den Probanden erreicht werden.

2.5 Zielsetzung

Das Ziel der Arbeit ist somit, die Evidenz von Transkutaner elektrischer Nervenstimulation bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten zu überprüfen. Ausserdem werden die Wirkung einer TENS Behandlung auf das Zervikale Range of Motion analysiert sowie eine mögliche Langzeitwirkung betrachtet. Um eine evidenzbasierte Aussage über die Fragestellung generieren zu können, wird nur auf die Behandlung von akuten myofaszialen Schmerzen eingegangen und nicht auf andere Schmerzzustände. Desweiteren soll nur über TENS eine Aussage getroffen werden, andere Stromarten werden nicht betrachtet. Neben der Erfüllung der wissenschaftlichen Gütekriterien soll sich die Arbeit nicht zu

sehr mit der Entstehung und den physiologischen Aspekten von myofaszialen Schmerzpunkten sowie der Wirkungsweise von TENS aufhalten, dieses Grundwissen wird als Voraussetzung für das Verstehen der Bachelorarbeit an den Lesenden gestellt. Darum wird im folgenden Teil nur kurz auf diese Punkte eingegangen.

3 Hintergrund

3.1 Theoretische Grundlagen

3.1.1 TENS

Laut Wenk (2004) unterscheidet sich eine TENS Applikation in der Art der Anwendung stark je nach Behandlungsziel. Allgemein könne festgehalten werden, dass Rechteckimpulsströme mit Impulszeiten im Bereich von 20-400 μ s verwendet werden. Zwischen den Impulsen existieren Pausen von 5-100 ms, welche je nach Hersteller des Gerätes variieren. Dadurch ergeben sich Frequenzen von 2-200 Hz. Die Einteilung der verschiedenen Stromformen sind gemäss Mannheimer und Lampe (1987, zitiert nach Wenk, 2004) im angelsächsischen Raum verbreitet. Diese Einteilung geht von vier klassischen TENS Stromarten aus:

- dem High rate conventional-TENS
- dem Low rate acupuncture-like TENS
- dem Burst-TENS und
- dem Brief intense-TENS

In den eingeschlossenen Studien werden hauptsächlich zwei der oben genannten Stromformen verglichen. Eine davon ist die High rate conventional-TENS, für welche auch die Begriffe High TENS oder Konventionelle TENS verwendet werden (Fialka-Moser, 2005). Die zweite verwendete Stromform ist Low rate acupuncture-like TENS, für welche auch die Begriffe Low TENS oder Acupuncture-like-TENS benutzt werden (Fialka-Moser, 2005). Darum sollen diese Stromformen hier kurz thematisiert werden. Gemäss Fialka-Moser (2005) ist bei High TENS die Stromfrequenz mit 10-150 Hz hoch, die Impulsdauer dafür mit <0.1 ms kurz und die Intensität niedrig. Bei der Acupuncture-like-TENS hingegen ist die Frequenz mit 2-10 Hz niedrig, die Impulsdauer mit >0.2 ms lange und die Intensität dafür hoch, bis zur Toleranzgrenze.

Der Hauptunterschied der beiden Stromformen ist jedoch der unterschiedliche Wirkungsmechanismus. Gemäss Melzack und Wall (1965, zitiert nach Bossert, Jenrich und Vogedes, 2007) beruht beispielsweise der Wirkungsmechanismus von High TENS auf der Gate-Control Theorie. Bernatzky, Sittl und Likar (2006) schreiben dieser Art der Schmerzhemmung eine Wirkungsdauer von 20-30 Minuten nach der Applikation zu. Die Gate-Control Theorie geht von unterschiedlichen Erregungsleitungen in unserem Körper aus, welche als schnell und langsam leitende sensible Nervenfasern zur Verfügung stehen (Bossert et al. 2007). Während die langsamen Fasern Schmerzreize weiterleiten, können über die schnellen Fasern neben Berührungs-, Vibrations- und anderen Reizen auch elektrotherapeutische Reize weitergeleitet werden. Bossert et al. (2007) beschreiben die Reizweiterleitung wie folgt: „ Am Eingang zum Rückenmark sorgt ein Control-System für eine Sondierung der eingehenden Reize aus beiden Fasertypen. Dieses Control-System besteht im Wesentlichen aus der Substantia gelatinosa, einem vorgeschalteten Neuron, das über die ankommenden Reize aus den Nervenfasern aktiviert wird. Auf die ankommenden Schmerzsignale wirkt die Substantia gelatinosa inhibitorisch, da diejenigen Reize zuerst verarbeitet werden, die zuerst ankommen. Später ankommende Reize werden ausgeblendet“ (S.35). Dies ist die Wirkungsweise von High TENS auf das Schmerzempfinden. Sjölund (1977, zitiert nach Fialka-Moser, 2005) bietet eine vertiefende Auseinandersetzung mit dem Wirkungsmechanismus von Low-TENS auf das supraspinale zentrale Hemmsystem, wobei durch die höhere Stromintensität und die breiteren Stromimpulse neben schnellen A δ - auch die langsamen C- Nervenfasern erregt werden. Durch diese Erregung wird reflektorisch das descendierende Schmerzhemmsystem aktiviert und vermehrt Neurotransmitter wie Enkephalin, Endomorphin und Endorphin freigesetzt. Bernatzky et al. (2006) schreiben dieser supraspinalen, zentralen Schmerzhemmung eine Wirkungsdauer von einigen Stunden zu. Wenk (2004) berichtet ausserdem über eine Aktivierung der Substantia gelatinosa durch absteigende serotoninhaltige Bahnen des Hinterstranges, wodurch die Unterdrückung der nozizeptiven Impulse kontrolliert wird und erwähnt, dass die Mechanismen der unterschiedlichen Systeme noch nicht vollständig bekannt sind.

3.1.2 myofasziale Schmerzpunkte

In der Literatur wird der Begriff „myofaszielles Schmerzsyndrom“ unterschiedlich genutzt und hat in verschiedenen Sprachen unterschiedliche Bedeutungen. Gemäss Mense und Simons (2001) wurde der Begriff „myofaszielles Schmerzsyndrom“ ursprünglich für die Symptombeschreibung bei myofaszialen Triggerpunkten verwendet, hat sich jedoch im Verlauf der Jahre immer mehr als Sammelbegriff für alle Schmerzen, die ihren Ursprung im Weichteilgewebe haben etabliert. Klarheitshalber wird in der vorliegenden Arbeit das Synonym „myofasziale Schmerzpunkte“ verwendet, welches den Begriff „Triggerpunkt“ einschliesst. Simons und Travell (2002) definierten Triggerpunkte wie folgt: „Ein überregbarer Punkt innerhalb eines verspannten Skelettmuskels, der assoziiert mit einem überempfindlichen, verspannten Muskelfaserbündel auftritt. Der Punkt ist druckschmerzhaft und kann charakteristische Phänomene wie Schmerzen und Überempfindlichkeit in der Übertragungszone, motorische Fehlfunktionen und autonome Störungen auslösen“ (S.5). Laut Skootsky (1989, zitiert nach Mense und Simons, 2001) ist die Prävalenz von myofaszialen Schmerzpunkten nicht genau bekannt obwohl Studien implizieren, dass sie mit bis zu 30% ein relativ häufiger Grund für myofasziale Schmerzen bei Patienten seien. Andere Autoren wie Dejung, Gröbli, Colla und Weissmann (2003) teilen die Ansicht, dass myofasziale Schmerzpunkte die häufigste Ursache von akuten und chronischen Schmerzen im Bewegungsapparat sind. Dabei wird in der Pathophysiologie von myofaszialen Schmerzpunkten allgemein der Mangel an Adenosintriphosphat (ATP) verantwortlich für den Rigorkomplex gemacht, welcher das Loslösen der Myosinköpfchen vom Aktin verhindert (Dejung et al. 2003). Histologische Untersuchungen von Reitinger et al. (1996, 1998, zitiert nach Dejung et al., 2003) an frischen Leichen unterstützen diese These. Simons und Stolov (1976, zitiert nach Dejung et al., 2003) legen in lichtmikroskopischen Querschnittsuntersuchungen bei Hunden ähnliche Ergebnisse dar und postulieren eine Ausdehnung der Myofibrillen in der Umgebung der myofaszialen Schmerzpunkte, welche als Kontraktionsknoten mit einer ödematösen Umgebung erkennbar sind. Myofasziale Schmerzpunkte lassen sich heutzutage nachweisen und die Druckempfindlichkeit mit eigens dafür entwickelten Geräten verifizieren. In den erwähnten Studien dieser Arbeit wird dies häufig mit Druckmessern und der Visuellen Analog Skala (VAS) kontrolliert. Gemäss Pöntinen,

Gleditsch und Pothmann (2005) wird bei der Messung der Druckempfindlichkeit mit dem Messgerät Druck auf die schmerzempfindlichen Punkte ausgeübt und der Mindestdruck, bei dem Schmerz verspürbar wird, notiert. Pöntinen et al. (2005) nennen eine Druckschwelle von 0.5-1.5 kg /cm², bei der Patienten mit einem myofaszialen Schmerzpunkt auf den ausgelösten Schmerz reagieren, wobei bei anderen Teilen desselben Muskels bis zu dreimal höhere Drücke tolerierbar seien. Durch eine erfolgreiche Behandlung mittels ischämischer Kompression seien diese Werte bis auf das Sechsfache steigerungsfähig. Die Visuell Analoge Skala ist ein einfaches Messinstrument, welches Hayes und Patterson (1921, zitiert nach Funke, 2010) zum ersten mal als neue Methode der Beurteilung von Arbeitern durch Vorgesetzte einführten. Heute ist es ein etabliertes Messinstrument der Medizin, um Schmerzen bei Patienten zu eruieren. Auf einer Analogen Skala von 1-10 wird der Patient gebeten, sein momentanes Schmerzempfinden zu bewerten und damit messbar zu machen (Funke, 2004).

3.2 Methodik

Im Rahmen der vorangegangenen Disposition wurde das Thema der vorliegenden Arbeit bereits grob eingegrenzt und ein Überblick über die Fülle an zur Verfügung stehenden Studien zur Thematik gewonnen. In einem weiteren Schritt konnte die Fragestellung konkret formuliert werden. Um diese zu beantworten war eine kritische Literaturübersicht nötig, bei der die Datenbanken Medline, The Cochrane Library, Pubmed, PEDro und CINHAL nach den Keywords „TENS“ OR „Pain“ OR „Trapezius“ AND „Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation“ OR „Triggerpoint“ durchsucht wurden. Die Suche nach Literatur fand zwischen September 2011 und Februar 2012 statt und schloss ausschliesslich Studien ab dem Jahr 2000 mit einem geeigneten Design und Methodik ein. Als Instrument für die Überprüfung der Wissenschaftlichen Gütekriterien wurde die validierte PEDro-Skala verwendet (Tabelle III, Anhang). Diese stammt von der frei zugänglichen Physiotherapy Evidence Database, welche vom Centre for Evidence-Based Physiotherapie des George Institute for Global Health getragen wird (PEDro, 2012). Die PEDro-Skala wurde von Maher, Sherrington, Herbert, Moseley und Elkins (2003) bewertet und erreichte eine Zuverlässigkeit, welche als „fair“ bis „gut“ einzustufen ist. Weitere Auswahlkriterien für die in der Arbeit verwendeten Studien sind eine konkrete Auseinandersetzung mit

der Wirksamkeit von TENS auf Schmerzen, das gewählte Studiendesign sowie die verwendete Stromart, welche High- oder Low-TENS sein musste. Von den gefundenen 21 Studien welche sich mit akuten Schmerzen und deren Behandlung mit Transkutaneer elektrischer Nervenstimulation befassen, erfüllen 10 die Einschlusskriterien und wurden anhand der PEDro Skala bewertet. Schlussendlich werden 7 Studien (6 RCT, 1 RMD) in der vorliegenden Arbeit verwendet. Die Arbeit von Luke (2006) wurde nicht eingeschlossen, da das gewählte Design ein Review ist, welches über allgemeine nicht-invasive Methoden der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten berichtet und nur zu einem kleinen Teil auf TENS als Behandlungsmethode eingeht. Desweiteren wurde die Arbeit von Sandberg, Sandberg und Dahl (2007) nicht direkt im Studienvergleich verwendet, da sich die Studie auf den Einfluss von TENS auf den Blutfluss und nicht auf Schmerzen bezieht. Die Studie von Chen und Johnson (2009) wurde trotz der hohen PEDro-Punktezahl ausgeschlossen, da es sich bei der verwendeten Stromform um Frequenzmodulierte elektromagnetische Nervenstimulation (FREMS) handelt, welche bei genauerer Betrachtung nicht getrennt von der TENS Intervention begutachtet werden konnte. Das genaue Vorgehen bei der Studienausswahl wird in der nachfolgenden Abbildung noch einmal grafisch dargestellt.

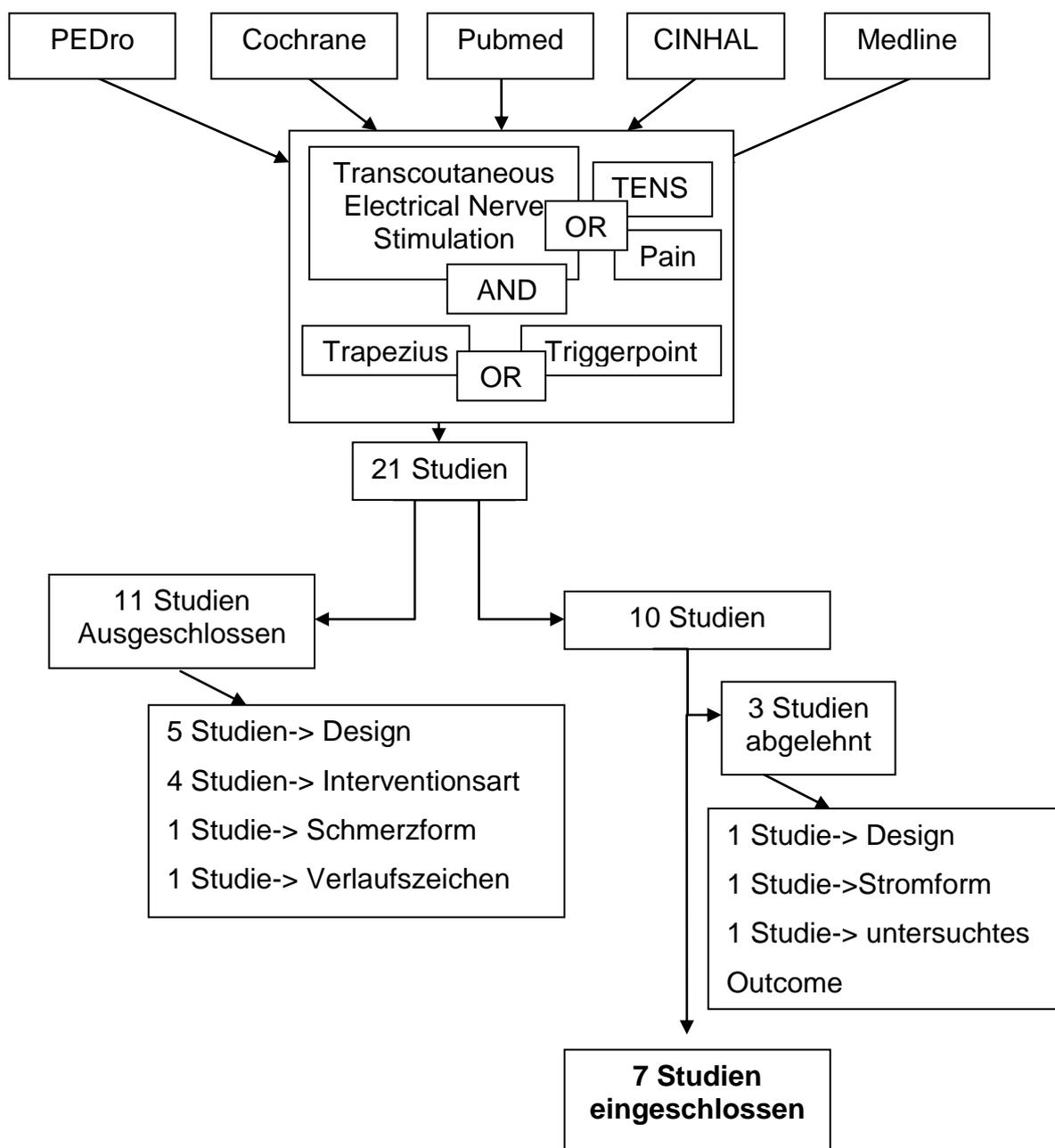


Abbildung I. Hauptstudienuche (Meister, 2012).

Eine grafische Übersicht der Literatursuche in den beschriebenen Datenbanken und des Evaluationsprozesses, welcher zu den eingeschlossenen Hauptstudien führte.

4 Studien

Während der Suche nach geeigneter Literatur wurden wie bereits erwähnt 21 verschiedene Arbeiten gefunden, die sich mit akuten Schmerzen und deren Behandlung mit TENS auseinandersetzten. Von diesen 21 gefundenen Studien wurden nur 7 aufgrund der oben beschriebenen Auswahlkriterien in dieser Arbeit

verwendet. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden beschrieben.

4.1 Ergebnisse der Studien

4.1.1 Schmerzen

In der Studie von Chen und Johnson (2010) wurde nach einer einmaligen TENS Behandlung von 20 Minuten eine höchst signifikante ($p < 0.001$) Reduktion von Schmerzen (von VAS 59.5/100 zu 40.0/100) festgestellt. Hierbei wurden 36 gesunde Probanden untersucht, die bei der Applikation von eiskaltem Wasser an der Hand kälteinduzierte Schmerzen verspürten, welche mit TENS gelindert wurden. Ein Schwachpunkt der Studie ist die Möglichkeit einer Beeinflussung der kälteinduzierten Schmerzwahrnehmung durch die individuelle Blutzirkulation der einzelnen Probanden.

Auch in der Studie von Gemell und Hilland (2010) wurde nach einer 3 Minütigen TENS Applikation eine signifikante ($p = 0.005$) Schmerzreduktion (um 0,93 kg/cm²) nachgewiesen. Die 60 Teilnehmer der Studie wiesen alle einen aktiven, palpierbaren myofaszialen Schmerzpunkt im M. trapezius pars descendens auf, welcher mit TENS therapiert wurde. Ein Nachteil dieser Arbeit ist die fehlende Verblindung des behandelnden Klinikmitarbeiters.

Auch Hou, Tsai, Cheng, Chung und Hong (2002) konnten in ihrem Vergleich verschiedener physikalischer Anwendungen, darunter auch TENS, eine signifikante ($p < 0.05$) Verbesserung der Schmerzsituation nachweisen. Sie untersuchten dafür 119 Patienten mit aktivem, palpierbarem myofaszialen Schmerzpunkt im M. trapezius pars descendens. Dabei wurde die einmalige, 20 Minuten dauernde TENS Applikation jedoch nicht als alleinige Therapieform, sondern in Kombination mit anderen Interventionen wie Stretch und Spray oder ischämischer Kompression angewendet. Hierbei wurde keine der beteiligten Parteien verblindet sowie keine Intention-to-treat Analyse durchgeführt.

Entgegen diesen Ergebnissen steht die Aussage der Studie von Francis, Marchant und Johnson (2010). Diese Studie konnte mit ihrer 30 Minütigen TENS Behandlung

keinen signifikanten Einfluss auf das Schmerzempfinden nachweisen. Von den 43 gesunden Probanden wurden ähnlich wie bei Chen et al. (2010) nach einer Eiswasserapplikation am Unterarm die Schmerzsymptome mit TENS behandelt. Bei dieser Studie besteht jedoch bei dem gewählten Behandlungssetting ebenfalls die Möglichkeit einer Beeinflussung der Messungen durch vasomotorische Komponenten. Desweiteren wurde auf die Verblindung der Probanden sowie des behandelnden Klinikmitarbeiters verzichtet.

Zum selben Ergebnis kam auch die Nachfolgestudie von Francis et al. (2011), welche in einem ähnlichen Behandlungssetting nach 25 Minuten TENS Behandlung kein signifikanter Unterschied im Schmerzempfinden festgestellt hat. An dieser Untersuchung nahmen 121 gesunde Probanden teil, die wie in der Vorgängerstudie nach der Eiswasserapplikation mit TENS behandelt wurden. Ein Nachteil der Studie war ebenfalls die fehlende Verblindung des behandelnden Klinikmitarbeiters sowie der Probanden. Interessant ist, dass diese beiden Studien als Einzige keinen signifikanten Einfluss von TENS auf das Schmerzempfinden feststellen konnten.

Andere Autoren hingegen wie Farina et al. (2004) konnten mit TENS Behandlungen von jeweils 20 Minuten pro Werktag während zwei Wochen sogar einen höchst signifikanten ($p < 0.001$) Rückgang der Schmerzen (von VAS 5.29/10 zu 3.24/10) feststellen, der noch nach einem Monat messbar war. Dazu wurden 40 Probanden mit einem aktiven, palpierbarem myofaszialen Schmerzpunkt im M. trapezius pars descendens entweder mit TENS oder mit Frequenzmodulierter Elektromagnetischer Nervenstimulation (FREMS) behandelt. Nachteil dieser Untersuchung war, dass keine Placebogruppe den normalen Verlauf überprüfte sowie auf eine verblindete Zuordnung der Interventionsgruppen, der Verblindung des behandelnden Klinikmitarbeiters und eine Intention-to-treat Analyse verzichtet wurde. Desweiteren werden keine Punkt- oder Streuungsmasse erwähnt und nicht beschrieben, bei wievielen Probanden die Follow-up Messungen durchgeführt wurden.

Zu einem ähnlichen Ergebnis wie Farina et al. (2004) kamen auch Ardic, Sarhus und Topuz (2002) in ihrer Studie, bei der nach einer zweiwöchigen TENS Behandlung von jeweils 20 Minuten pro Tag eine signifikante ($p < 0.01$) Reduktion von Schmerzen (von VAS 7.40/10 zu 2.93/10) festgestellt wurde. Dafür wurden 40 Probanden mit

aktiven, palpierbarem myofaszialen Schmerzpunkt im M. trapezius pars descendens untersucht und entweder mit Stretching alleine oder kombiniert mit Stretching und TENS oder Stretching und Elektrischer Muskel Stimulation (EMS) behandelt. Leider wurde in dieser Studie die Methodik zu knapp beschrieben, wodurch einige Interessante Punkte wie Verblindung oder verdeckte Zuordnung unerwähnt blieben.

4.1.2 Follow-up

In derselben Studie von Ardic et al. (2002) wurde die Mittel- bis Langzeitwirkung von TENS auf das Schmerzempfinden untersucht. Dabei hielten die Autoren fest, dass zwei Wochen nach den Behandlungen mit TENS eine signifikante ($p < 0.01$) Schmerzreduktion (von VAS 7.40/10 zu 2.93/10) gemessen wurde, welche nach drei Monaten (von VAS 7.40/10 zu 4,27/10) immer noch eine signifikante ($p < 0.01$) Schmerzlinderung im Vergleich zur Kontrollgruppe darstellte (Abbildung II). Jedoch wurde ab der zweiten Woche die Kontrollgruppe aus ethischen Gründen anders behandelt, da sich mit dem Stretching alleine keine signifikante Verbesserung der Schmerzen zeigte. Dadurch wird eine Messung der Kontrollgruppe (Stretching in Abbildung II) nach drei Monaten vermisst.

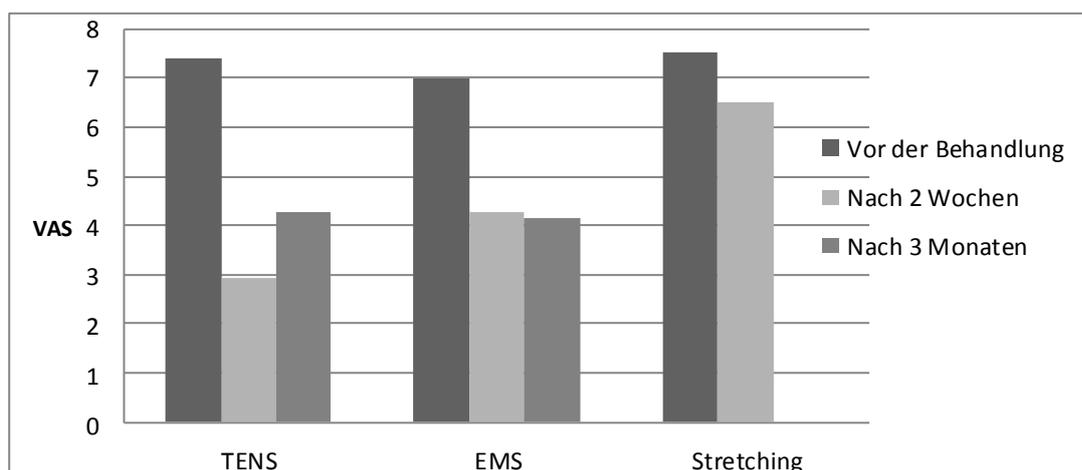


Abbildung II. VAS im Follow-up nach TENS Behandlung (modifiziert nach Ardic et al. (2002)). Bei den Probanden auftretende Schmerzen, gemessen an der Visuell Analogen Skala (VAS) im Follow-up nach Transkutaner elektrischer Nervenstimulation.

Zu einem leicht abweichenden Ergebnis hinsichtlich der Schmerzen beim Follow-up kamen Farina et al. (2004). Hier war die Schmerzreduktion eine Woche nach den Interventionen (von VAS 5.29/10 zu 2.81/10) immer noch höchst signifikant ($p < 0.001$). Ebenso noch nach einem Monat (VAS 3.24/10, $p < 0.001$). Nach drei Monaten hingegen konnte kein signifikanter ($p = 0.055$) Unterschied in der Höhe der angegebenen Schmerzen (VAS 4.09/10) im Vergleich zur Messung vor der TENS Behandlung (VAS 5.29/10) gemessen werden. Wie bereits erwähnt wird in dieser Studie der Vergleich mit einer Kontrollgruppe vermisst.

4.1.3 Range of Motion

Der Einfluss von TENS Behandlungen auf das zervikale Bewegungsausmass (ROM) wurde interessanterweise in den untersuchten Studien unterschiedlich beschrieben. Bei Gemell et al. (2010) wurde trotz signifikanter Schmerzlinderung keine signifikante ($p = 0,3621$) Verbesserung (von $46,2^\circ$ zu 49.07°) der zervikalen kontralateralen Lateralflexion gemessen. Die 60 Probanden mit aktivem, palpierbarem myofaszialen Schmerzpunkt erhielten dafür wie bereits erwähnt eine einmalige, 3 Minuten dauernde TENS Behandlung. Die zervikale Lateralflexion zur kontralateralen Seite wurde hierbei mit einem speziellen Cervical Range of Motion Instrument direkt nach der Stimulation gemessen. Keine anderen Interventionen ausser TENS wurden in dieser Studie verwendet.

Zu einem anderen Ergebnis kamen Farina et al. (2004), hier wurde ebenfalls die zervikale ROM gemessen und höchst signifikante ($p < 0.001$) Verbesserungen eine Woche nach den Behandlungssitzungen festgestellt in Flexion (von 2.76 cm zu 1.55 cm), kontralateraler- (von 16.85 cm zu 15.29 cm), sowie ipsilateraler Rotation. Die Veränderung der zervikalen Lateralflexion zur kontralateralen Seite erreichte jedoch auch in dieser Studie kein signifikantes ($p = 0.180$) Ausmass. Wie bei Gemell et al. (2010) wurden auch hier bei der beobachteten TENS-Gruppe keine anderen Interventionen angewandt.

Interessanterweise konnten Hou et al. (2010), die in ihrer Studie kombinierte therapeutische Interventionen an myofaszialen Schmerzpunkten untersuchten, auch eine signifikante ($p < 0.05$) Verbesserung der zervikalen Range of Motion in alle

Bewegungsrichtungen (Flexion um 1.11°, Extension um 1.11°, Lateralflexion nach rechts um 1.13°, Lateralflexion nach links um 1.13°, Rotation nach rechts um 1.08°, Rotation nach links um 1.07°) feststellen. Bei dieser Studie wurde von den gesamten 119 Studienteilnehmern 9 Probanden mit insgesamt 17 palpierbaren myofaszialen Schmerzpunkten durch eine kombinierte Behandlung mit Hot Pack, aktiver Range of Motion Therapie, Stretch and Spray und TENS behandelt. Die Beweglichkeitsverbesserung wurde innert 5 Minuten nach den Behandlungen mit einem Goniometer gemessen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Ardic et al. (2002), welche mit täglichen Dehnungsübungen und TENS Applikationen während zwei Wochen die zervikale kontralaterale Lateralflexion (von 29.60° zu 40.47°) signifikant ($p < 0.05$) beeinflussen konnten. Interessanterweise war die vergrößerte ROM bei den Follow-up Messungen nach drei Monaten nicht mehr signifikant nachzuweisen (von 29.60° zu 34.07°). Diese gewonnenen Ergebnisse werden in der nachfolgenden Tabelle noch einmal zusammengefasst.

Autoren	Titel	Untersuchte Patienten	Design	Outcome	Intervention				*	Pedro
					Kontraktion	Frequenz	Dauer	Pulsbreite		
Chen Chih-Chung, Johnson Mark (2010)	A Comparison of TENS at 3 and 80 Pulses per Second on cold-pressor pain in healthy human participants	36 gesunde Probanden	RMD	Weniger Sz.-Reduktion bei 3 Hz als bei 80 Hz	Nein	3 Hz/80 Hz	20 min	200 us	ja	9/10
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. TENS Applikation: Fühlbare Stromstärke aber keine Kontraktion					
Gemmell Hugh, Hilland Axel (2010)	Immediate effect of electric point stimulation (TENS) in treating latent upper trapezius trigger points: A double blind randomized placebo-controlled trial	60 Probanden Trp. Im M. trapezius pars descendens, VAS>4/10	RCT	AL-TENS brachte 5 min nach der Behandlung Sz. Reduktion, aber kein Einfluss auf ROM (Applikation nur 3 min)	Nein	8-10 Hz	3 min	unbekannt	ja	9/10
					Electric point Stimulator: Elektrode auf Trp. Fühlbare Stromstärke, 0 bis 45 mA					
Francis Richard, Marchant Paul, Johnson Mark (2010)	Comparison of post-treatment effects of conventional and acupuncture-like TENS: A randomized placebo-controlled study using cold-induced pain and healthy human participants	43 gesunde Probanden	RCT	Kein Unterschied zwischen AL-TENS und High TENS bei der Sz.-Reduktion beim 5 min Follow-up, ebenso kein Unterschied zwischen High-TENS und Placebo	AL-TENS: ja	2 Hz	30 min	200 us	nein	8/10
					High: Nein	100 Hz	30 min	200 us		
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. Kathode über Epicondylus lateralis des Ellenbogens, Anode in der Mitte des Unterarms					
Francis Richard, Marchant Paul, Johnson Mark (2011)	Conventional versus acupuncture-like TENS on cold-induced pain in healthy human participants: effects during stimulation	121 gesunde Probanden	RCT	Kein Unterschied zwischen AL-TENS und High TENS bei der Sz.-Reduktion während der Applikation, ebenso kein Unterschied zwischen High TENS und Placebo	AL-TENS: ja	2 Hz	25 min	200 us	nein	9/10
					High: Nein	100 Hz	25 min	200 us		
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. Kathode über Epicondylus lateralis des Ellenbogens, Anode in der Mitte des Unterarms					
Hou Chuen-Ru, Tsai Li-Chen, Cheng Kuang-Feng, Chung Kao-Chi, Hong Chang-Zern (2002)	Immediate Effects of Various Physical Therapeutic Modalities on Cervical Myofascial Pain and Trigger-Point Sensitivity	119 Probanden, palpabler Trp. Im M. trapezius pars descendens	RCT	High TENS brachte Sz.-Reduktion, und kombiniert mit anderen Interventionen Einfluss auf ROM	Nein	100 Hz	20 min	250 us	ja	5/10
					Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke aber keine Kontraktion					
Farina S, Casarotto M, Benelle M, Tinazzi M, Fiaschi A, Goldoni M, Smania N (2004)	A randomized controlled study on the effect of two different treatments (FREMS and TENS) in myofascial pain syndrome	40 Probanden, aktiver Trp. Im M. trapezius pars descendens der bei Kompression Sz. auslöst, Hypertonus palpierbar	RCT	FREMS: Sz.-Reduktion und mehr ROM (Rotationen, Flexion und Extension) persistierend 3 Monate Follow-up High TENS: gleich wie FREMS, persistierend 1 Monat Follow-up	FREMS: Nein	Unregelmäßig	20 min	10-40 us	ja	5/10
					TENS: Nein	80 Hz	20 min	250 us		
					Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke, insgesamt 10 Behandlungen (jeweils 5x pro Woche)					
Ardic Füsün, Sarhus Merih, Topuz Oya (2002)	Comparison of two different techniques of electrotherapy on myofascial pain	40 Probanden, palpabler Trp. Im M. trapezius pars descendens, ROM eingeschränkt	RCT	High TENS & EMS erreichen Sz.-Reduktion und verbesserte ROM direkt nach der Applikation. Sz.-Reduktion bleibt signifikant auch beim drei Monate Follow-up	EMS: ja	25 Hz	20 min	250 us	ja	4/10
					High: nein	60 Hz	20 min	100 us		
					EMS: Muskel kontrahiert jeweils 3 sek, 6 sek. Lösen. Elektrodenlage wie bei TENS TENS: Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke					

Tabelle I. Eingeschlossene Hauptstudien (Meister, 2012).

Eine Übersicht über die Eingeschlossenen Hauptstudien und den wichtigsten Daten.

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Einfluss von TENS auf myofasziale Schmerzen, der Langzeitwirkung und dem Einfluss auf das zervikale Bewegungsausmass (ROM). Das Ziel der Arbeit ist somit, eine evidenzbasierte Aussage über die therapeutische Indikation von TENS bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten treffen zu können. Der Arbeit liegt die Hypothese zugrunde, dass eine Behandlung mit TENS in der Lage sein wird, sowohl akute Schmerzzustände durch die Depolarisation der Nerven zu lindern, als auch myofasziale Schmerzpunkte durch eine Aktivierung der Muskelpumpe (Bernatzky et al. 2007) und der resultierenden Mehrdurchblutung im Muskelgewebe aufzulösen. Diese Hypothese konnte im Bezug auf die kurzfristige schmerzlindernde Wirkung von TENS klar bestätigt werden, für eine evidenzbasierte Aussage über die Langzeiterfolge sind jedoch noch weitere Forschungen nötig. Eine Verbesserung des zervikalen Bewegungsausmass (ROM) konnte mit den gewonnenen Erkenntnissen nicht bestätigt werden.

Diese Arbeit befasst sich also mit der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten mit TENS und der Frage, ob TENS zu einer signifikanten Schmerzlinderung bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten führt. Das Ziel ist eine evidenzbasierte Aussage über die Wirkung von TENS im Bezug auf Schmerzen, Follow-up und ROM. Die Suche nach Literatur zu diesem Thema ergab zehn qualitativ hochwertige Studien (7 RCT, 1 Review, 1 RMD, 1 Klinische Studie), davon wurden sieben ausgewählt (6 RCT, 1 RMD), wobei die Ergebnisse von Francis et al. (2010, 2011) aufgrund desselben Setting der Behandlungen im Folgenden als eine Studie gewertet werden.

Auswirkungen von TENS auf Schmerz

Die untersuchte Fragestellung nach der Wirksamkeit von TENS auf myofasziale Schmerzpunkte beantwortet eine deutliche Mehrzahl der untersuchten Studien mit Ja. So haben 5(6) herausgefunden, dass eine TENS Anwendung eine signifikante Verbesserung der Schmerzsituation erreicht, gemessen kurz im Anschluss an die Therapie (Chen et al., 2010; Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002; Farina et al., 2004;

Ardic et al., 2002). Bei 2(6) Studien wurde sogar eine höchst signifikante Verbesserung der Schmerzsituation nachgewiesen (Chen et al., 2010: $p < 0.001$; Farina et al., 2004: $p < 0.001$). Einzig die Untersuchungen von Francis et al. (2010, 2011) stellten keine signifikante Wirkung von TENS auf Schmerzen fest. Interessanterweise war der gewählte Behandlungsaufbau dieser Untersuchungen der einzige neben der Studie von Chen et al. (2010), welche die Wirkung von TENS an gesunden Probanden mit kälteinduzierten Schmerzen gemessen hat. Ausserdem fällt bei genauerer Betrachtung auf, dass Francis et al. (2010, 2011) neben 100 Hz. mit 2 Hz. eine Stromform verwenden, die sichtbare Muskelkontraktionen auslöst und auch beschrieben wird, wie diese zugelassen wurde. Neben einer möglichen Aktivierung der supraspinalen zentralen Hemmung stellt sich so die Frage, ob die Muskelkontraktionen einen Einfluss auf die kälteinduzierten Schmerzen haben könnten. Denn trotz des vergleichbaren Behandlungssettings mit ebenfalls kälteinduzierten Schmerzen waren die Kontraktionen bei den Untersuchungen von Chen et al. (2010) nicht gegeben, da dort die Stromstärke unter der Kontraktionsschwelle eingestellt wurde. Der Einfluss der Muskelkontraktion bei kälteinduzierten Schmerzen ist wichtig, da bei deren Auftreten eine vasomotorische Komponente zum Versuch hinzukommt. So wiesen Sandberg et al. (2007) nach, dass der Blutfluss im M. trapezius pars descendens bei der Verwendung von TENS bei 2 Hz. signifikant ($p = 0.028$) höher als bei der Verwendung von 80 Hz. ist. Allerdings wurden bei diesen Untersuchungen wichtige Kriterien wie Verblindung und Nachkontrolle bei 85% der Probanden nicht erfüllt. Eine Thematisierung von möglichen vasomotorischen Komponenten bleibt bei den Resultaten von Francis et al. (2010, 2011) dennoch aus. Insofern wird eine mögliche Beeinflussung der Messungen in den Interventions- sowie Kontrollgruppen nicht kontrolliert, sowie eine Verblindung des behandelnden Klinikmitarbeiters und der Probanden vermisst. Dies wurde bei den Untersuchungen von Chen et al. (2010) berücksichtigt. Das gewählte Studiendesign von Francis et al. (2010, 2011) hingegen ist eine randomisiert kontrollierte Studie, die Studie von Chen et al. (2010) weist ein Repeated Measure Design auf, welche dadurch keinen Vergleich mit einer Placebogruppe kennt. Werden die Ergebnisse der restlichen 5(6) Studien separat betrachtet, so waren allesamt in der Lage, eine schmerzlindernde Wirkung, gemessen kurz im Anschluss nach den TENS Applikationen nachzuweisen (Chen et al., 2010; Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002; Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). Mit dieser postulierten

Kurzzeitwirkung nach TENS Applikationen könnte eine mögliche Aktivierung des Gate-Control Mechanismus und der damit verbundenen Wirkungsdauer von zwanzig bis dreissig Minuten vermutet werden. Bei 4(6) Studien konnte die schmerzlindernde Wirkung an Patienten mit einem myofaszialen Schmerzpunkt im M. trapezius pars descendens erzielt werden (Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002; Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). Jedoch war bei keiner dieser Untersuchungen der behandelnde Klinikmitarbeiter verblindet und bei drei der erwähnten Studien wird die verblindete Zuordnung sowie eine Intention-to-treat Analyse vermisst. Dennoch legen diese Ergebnisse den Schluss nahe, dass bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten mit Transkutane elektrischer Nervenstimulation eine zumindest kurzfristige Schmerzlinderung bei Mangel an Adenosintriphosphat erreicht werden kann. Bei 3(6) Studien wurde der Unterschied auf die Schmerzreduktion zwischen Konventioneller TENS und Acupuncture-like TENS zueinander beobachtet (Chen et al., 2010; Francis et al., (2010, 2011); Ardic et al., 2002). Dabei variierten jedoch die gewählten Setting der Behandlungen und die verwendeten Parameter bei den Stromapplikationen unter den einzelnen Studien stark, was einen objektiven Vergleich der widersprüchlichen Ergebnisse schwierig macht. Die Ergebnisse von Chen et al. (2010) sprechen für eine signifikant grössere Schmerzreduktion bei der Verwendung von einer höheren Frequenz (80 Hz). Jedoch ist dies die einzige der untersuchten Studien, die in der Lage war einen signifikanten Effekt nachzuweisen. Denn wenn auch die Resultate von Ardic et al. (2002) bei der Verwendung von höheren Frequenzen (60 Hz) direkt nach der Applikation einen relevanten Vorteil zeigen, so waren diese Ergebnisse zu keiner Zeit signifikant. Hinzu kommt, dass hier eine Verblindung der Probanden und dem Untersucher vermisst wird, was bei den Untersuchungen von Chen et al. (2010) berücksichtigt wurde. Francis et al. (2010, 2011) stellten in ihren Untersuchungen wie erwähnt keine signifikante Wirkung von TENS fest. Um eine evidenzbasierte Aussage über die Vorzüge von Low- oder High TENS treffen zu können sind also noch weitere, qualitativ hochwertige Studien nötig.

Ergebnisse drei Monate nach der Intervention

Bei 2(6) der gewählten Studien wurden Follow-up Messungen durchgeführt (Ardic et al., 2002; Farina et al., 2004). Zeitnah nach der Behandlung wiesen beide Studien eine signifikante Verbesserung der Schmerzsymptomatik nach. Nach drei Monaten

bei der Follow-up Messung wies noch die Studie von Ardic et al. (2002) eine anhaltende, signifikante Schmerzreduktion auf. Die Methodik dieser Untersuchung wird allerdings in minimalistischer Weise formuliert, denn wichtige Kriterien wie Verblindung und Nachkontrolle bleiben unerwähnt. Bei der Studie von Farina et al. (2004) war nach drei Monaten noch ein relevanter Unterschied des Schmerzempfindens messbar, dieser war allerdings nicht mehr signifikant. Auch hier bleibt eine Thematisierung der Verblindung, Nachkontrolle bei 85% der Probanden sowie eine Intention-to-treat Analyse aus. Obwohl die Messmethode mit der Visuellen Analogen Skala identisch war und beide Studien ein ähnliches Behandlungssetting aufweisen, bei dem myofasziale Schmerzpunkte im M. trapezius pars descendens mit unterschiedlichen Stromformen behandelt wurde, sind die Ergebnisse widersprüchlich. Auffällig ist, dass die erwähnten beiden Studien die einzigen waren, welche mehrere TENS Applikationen über einen Zeitraum von zwei Wochen durchführten. Da diese Messungen auch die einzigen waren, welche einen Effekt auf die Langzeitwirkung postulierten, könnte sich eine mögliche Beeinflussung der Wirkungsdauer durch die Applikationshäufigkeit von TENS erahnen lassen. Für eine konkrete Aussage über den Einfluss der Applikationshäufigkeit auf das Schmerzempfinden sind jedoch die vorliegenden Messungen zu heterogen. Unterschiedlich bei den Untersuchungen von Ardic et al. (2002) war, dass die Probanden zusätzlich zur Elektrotherapie noch Dehnübungen des M. trapezius pars descendens ausführen mussten. Wie der Einsatz dieser Dehnübungen auf das Schmerzempfinden der Probanden wirkt lässt sich nicht genau eruieren. Es wäre aber vorstellbar, dass die unterschiedlichen Dehnungsintensitäten der einzelnen Probanden die Homogenität der Interventionen verändert hat. Wie auch im nächsten Abschnitt erklärt, hatten diese Dehnungsübungen eventuell auch Einfluss auf die Range of Motion. Mit nur zwei Messungen aus insgesamt zehn Studien sind jedoch auch hier noch weitere, konsequent kontrollierte Untersuchungen notwendig um eine evidenzbasierte Aussage zum Thema Follow-up treffen zu können.

Range of Motion

Von den ausgewählten Studien untersuchten 4(6) neben den Auswirkungen von TENS auf Schmerzen auch noch den Einfluss von TENS auf das zervikale Bewegungsausmass, das Range of Motion (Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002;

Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). Von diesen 4(6) Studien kamen 3(6) zum Schluss, dass eine TENS Anwendung eine signifikante Verbesserung der zervikalen Range of Motion mit sich bringt (Hou et al., 2002; Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). In der Studie von Gemell et al. (2010) wurde jedoch keine signifikante Wirkung von TENS auf das zervikale Range of Motion festgestellt. Interessant bei der Analyse der Ergebnisse ist, dass bei den Untersuchungen von Hou et al. (2002) aber auch von Ardic et al. (2002), welche beide eine Verblindung der beteiligten Parteien vermissen lassen, neben den TENS Interventionen noch Dehnungsübungen für die Probanden vorgesehen waren. Gemäss Schnabel, Harre und Borde (2004) könnte aber ein Einfluss von Dehnungsübungen auf die Range of Motion möglich sein. Zur selben Überzeugung über einen positiven Einfluss von Dehnungsübungen auf die Range of Motion kommen auch Feland, Myrer, Schulthies, Fellingham und Measom (2001) in einer randomisiert kontrollierten Studie. Hypothetisch könnten also die individuellen Dehnungsintensitäten der Probanden den Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe hinsichtlich der ROM bei den Untersuchungen verfälscht haben. Hervorzuheben bei dieser Betrachtungsweise ist allerdings die geringe Probandenzahl von 9 Teilnehmern, welche bei den Untersuchungen von Hou et al. (2002) tatsächlich eine kombinierte Intervention mit TENS erhielten. Bei den Untersuchungen von Gemell et al. (2010) wurden keine anderen Interventionen ausser TENS verwendet, wodurch der Einfluss von Dehnungsübungen ausgeschlossen werden kann. Auffällig bei dieser Studie ist und bleibt jedoch die einmalige Applikationsdauer von drei Minuten, welche im Vergleich zu allen anderen Studien, welche zwischen fünfzehn und dreissig Minuten applizierten als sehr kurz erscheint. Am Interessantesten ist die Betrachtungsweise der zervikalen Lateralflexion zur kontralateralen Seite des behandelten myofaszialen Schmerzpunktes im M. trapezius pars descendens. Vergleicht man von den erwähnten 4(6) Studien die Ergebnisse für diese isolierte Bewegung, so kommt man auf zwei RCTs welche eine signifikante Verbesserung der kontralateralen Lateralflexion nachweisen (Hou et al., 2002; Ardic et al., 2002) und auf zwei RCTs welche keine signifikante Änderung dieser Bewegung feststellen konnten (Gemell et al., 2010; Farina et al., 2004). Bei beiden Studien welche eine signifikante Verbesserung nachwies wurde aber mit TENS und Dehnungsübungen gearbeitet. Bei den anderen beiden, welche keine signifikante Veränderung der kontralateralen Lateralflexion nachweisen konnten, wurde nur mit TENS als alleinige Intervention

gearbeitet. Diese Ergebnisse erhärten den Verdacht, dass die kombinierten Interventionen von Dehnungen und TENS nicht einwandfrei getrennt werden können bei der Betrachtung des Einflusses auf die Zervikale Range of Motion. Darum sind auch in diesem Bereich weitere Evidenzen notwendig, um eine eindeutige Aussage treffen zu können.

Transfer Theorie-Praxis

In der Praxis kann somit bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten eine Anwendung von TENS zur Schmerzsenkung als Alternative oder Ergänzung zur ischämischen Kompression sehr empfohlen werden. Für eine gleichzeitige Verbesserung der Range of Motion könnte eine kombinierte Behandlung von TENS und Dehnungsübungen verwendet werden. Die Ergebnisse von Ardic et al. (2002) und Hou et al. (2002) implizieren eine mögliche Verbesserung des zervikalen ROM durch den Einsatz gezielter Dehnungsübungen in Kombination mit TENS. Ob die Verwendung von Acupuncture-like TENS oder Konventioneller TENS die bessere Wahl für die Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten ist, lässt sich mit den vorliegenden Ergebnissen nicht beantworten. Die zu verwendenden Einstellungen des TENS Gerätes können variieren je nach beabsichtigter Aktivierung der im Theorieteil beschriebenen supraspinale zentralen Hemmung oder des Gate Control Mechanismus. In den untersuchten Studien wurde bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten am häufigsten eine Frequenz von 80-100 Hz mit einer Pulsbreite von 200-250 us verwendet und die Stromstärke so gewählt, dass ein Kribbeln deutlich schwellig spürbar ist, aber kein Schmerz auftritt.

Muskelkontraktionen sollten zugelassen werden, wenn eine deutliche Mehrdurchblutung des zu behandelnden Areals erwünscht ist (Sandberg et al. 2007). Auch die Anzahl der TENS Applikationen kann individuell gehandhabt werden. So wurden in den erwähnten Studien häufig einmalige Applikationen untersucht, aber auch von täglichen Anwendungen über einen Zeitraum von zwei Wochen berichtet. Wenk (2004) empfiehlt eine Reizpause nach fünfzehn Tagen oder das Wechseln auf eine andere Stromform, sollte bis dahin keine Besserung der Schmerzsituation eintreten. Dasselbe gilt für die Applikationsdauer, welche je nach angestrebtem Wirkungsmechanismus (siehe unter Kapitel 3.1.1 TENS) variieren kann. In den Studien wurde mehrheitlich eine Applikationsdauer von zwanzig bis dreissig Minuten

gewählt. Die verwendeten Einstellungen können wie erwähnt je nach gewähltem Behandlungsziel stark variieren, diese oben beschriebenen und in den Studien verwendeten Einstellungen decken sich mit den Empfehlungen der Behandlungsdosierungen von Wenk (2004) und sollen als mögliches Beispiel für die Anwendung von Transkutaner elektrischer Nervenstimulation bei myofaszialen Schmerzpunkten verstanden werden.

Schwachstellen der Studien

Bei der Analyse der Studien war auffällig, dass unterschiedliche Messmethoden zum Einsatz kamen um ein und dieselbe Qualität wie beispielsweise Schmerz oder Range of Motion zu messen. Dies erschwerte den Vergleich verschiedener Studien im Hinblick auf die Messung der eigentlich identischen Parameter. Desweiteren wurden allgemein zu wenig Follow-up Messungen durchgeführt, der Langzeiterfolg einer TENS Behandlung wurde in gerademal zwei der ausgewählten Studien untersucht. Ebenso wurden die TENS Anwendungen häufig gekoppelt mit anderen therapeutischen Interventionen untersucht. Dabei wurde die Beeinflussung der Messergebnisse durch diese anderen Interventionen oft unzureichend analysiert. Diskutabel sind die unterschiedlichen Setting der Behandlungen, bei denen aufgrund kälteinduzierten Schmerzen eine Aussage über die Wirksamkeit von TENS getroffen wurde. Bei diesen stellt sich die Frage ob und inwiefern die Blutzirkulation einen Einfluss auf das Schmerzempfinden hat. Ausserdem wurde bei einigen Untersuchungen die Steigerung der Blutzirkulation bei der Verwendung von tieferen Stromfrequenzen und den dabei auftretenden Muskelkontraktionen ausser Acht gelassen. Desweiteren waren die unterschiedlich langen Applikationszeiten bei ähnlichen Stromformen auffällig, ebenso wie die abweichenden Interventionshäufigkeiten, welche von einer einmaligen TENS Applikation bis zu einer täglichen Behandlung über zwei Wochen variierten. Oft wird die Verblindung einiger beteiligten Parteien vermisst sowie die genaue Beschreibung der Methodik. Darum wird empfohlen, in künftigen Studien vermehrt auf die Verblindung aller beteiligten Personen zu achten und Applikationszeiten, Behandlungshäufigkeiten sowie Messmethoden bestmöglich zu vereinheitlichen. Zusätzlich sollte vermehrt die Messung des Follow-up durchgeführt und das gewählte Behandlungssetting kritisch hinterfragt und allfällige beeinflussende Faktoren genau untersucht werden.

Fasst man die gewonnenen Ergebnisse zusammen, so kann eine positive Wirkung der Behandlungen mit TENS auf die Schmerzsymptomatik bei myofaszialen Schmerzpunkten postuliert werden. Um eine Aussage über den Einfluss von TENS auf die Range of Motion und über die Langzeiterfolge treffen zu können, sind jedoch noch weitere Forschungsergebnisse nötig. Die Relevanz dieser Ergebnisse ist im Praxisalltag sehr hoch, denn TENS ist eine Therapieform, die in jeder Sparte der Physiotherapie eingesetzt wird. Anders als andere Interventionen findet es Anwendung von der Orthopädie über die Innere Medizin bis hin zur Rheumatologie. Durch dieses breite Anwendungsspektrum sind genaue Kenntnisse über die Wirksamkeit von TENS unabhängig von den einzelnen Disziplinen für jeden Physiotherapeuten unerlässlich. Die klassische Behandlungsmethode von myofaszialen Schmerzpunkten ist eine Massagetechnik, bei der unter anderem mit einer ischämischen Kompression gearbeitet und der betroffene Schmerzpunkt mehrere Sekunden lang vom Therapeuten komprimiert wird (Simons und Travell, 2002). Dieser Teil der Behandlung wird von den betroffenen Patienten häufig nicht gut vertragen. Ausserdem treten bei wiederholter Anwendung gerne Überlastungszeichen an der Handwurzel und den Fingergrundgelenken des behandelnden Therapeuten auf. Regelrecht gesucht ist also eine Behandlungsmethode die schmerzarm, nach Möglichkeit vielleicht sogar als angenehm empfunden wird und einfach in der Anwendung ist. Die Antwort auf diese Suche gibt die Elektrotherapie. Diese verspricht mit TENS eine als subjektiv angenehm empfundene Therapieform, die auch wie vorgängig nachgewiesen wurde, gezielt bei myofaszialen Schmerzpunkten hilft. Ein TENS Gerät ist in der Anschaffung mit circa 120 Sfr. verhältnismässig günstig und unkompliziert in der Handhabung für den Patienten, da für alternative Behandlungsmethoden wie Dry Needling, Stretch and Spray oder Ultraschall zum Teil Weiterbildungen oder teurere Gerätschaften notwendig sind. TENS bietet eine schmerzarme Therapieform von myofaszialen Schmerzpunkten und ist darum ein essentieller Bestandteil in der Behandlungsvielfalt eines jeden Physiotherapeuten. Wie bereits erwähnt sind die hier präsentierten Ergebnisse von höchster Relevanz bei der Wahl der am besten geeigneten Intervention bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten. Das Wissen um die Wirksamkeit von TENS festigt den Stellenwert der Elektrotherapie in der physiotherapeutischen Behandlung und ist darum ein entscheidender Teil bei der Wahl der Behandlungsmethode. Dies kommt

nicht nur dem Patienten sondern auch wie vorgängig beschrieben dem behandelnden Therapeuten zugute.

6 **Schluss**teil

6.1 Schlussfolgerung

- 1.) Die dargelegten Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass die Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten mit TENS eine zumindest kurzfristige Schmerzlinderung erreicht. Die Fragestellung, ob TENS zu einer signifikanten Schmerzlinderung bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten führt, konnte somit beantwortet werden.
- 2.) Die anfangs aufgestellten Hypothesen, welche auf eine kurzfristige schmerzlindernde Wirkung spekulierten, konnten im Bezug auf den Kurzzeiterfolg klar bestätigt werden.
- 3.) Für eine evidenzbasierte Aussage über die Langzeiterfolge der Transkutanen elektrischen Nervenstimulation sind jedoch noch weitere Forschungen auf dem Gebiet notwendig.
- 4.) Ebenso konnte ein Einfluss der TENS Behandlungen auf das zervikale Bewegungsausmass nicht eindeutig nachgewiesen werden.
- 5.) Im Bezug auf die Vorteile der Verwendung von Konventioneller TENS oder Acupuncture-like TENS bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten konnte aufgrund der variierenden Parameter und der heterogenen Ergebnisse keine Aussage getroffen werden.

6.2 Bestehender Forschungsbedarf

Anhand der untersuchten Literatur und der Differenziertheit der vorliegenden Untersuchungen zeigte sich, dass die Anwendungsmöglichkeiten der Transkutanen elektrischen Nervenstimulation ein brisantes Forschungsgebiet ist. Im Bezug auf die Fragestellung zeigte sich zwar eine kurzfristige, signifikante Verbesserung der Schmerzsymptomatik bei der Behandlung der myofaszialen Schmerzpunkte, unklar bleibt dennoch die Effektivität einer TENS Behandlung auf längere Zeit. Diese Frage liesse sich wie bereits erwähnt mit dem vermehrten durchführen standardisierter

Follow-up Messungen beantworten. Desweiteren wären für eine Aussage über die Beeinflussbarkeit der Range of Motion bei myofaszialen Schmerzen durch TENS weitere, standardisierte Untersuchungen notwendig. Interessant wäre hier die isolierte Betrachtung einer TENS Intervention auf das ROM, ohne andere Interventionen wie Dehnungsübungen zu verwenden. Ebenso offen bleibt die Frage nach der vorteilhafteren Wahl des beabsichtigten Schmerzhemmechanismus (siehe unter Kapitel 3.1.1 TENS) bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten. Hierbei könnte die Frage bei künftigen Studien eventuell auch durch standardisierte Parameter der Stromapplikation wesentlich besser verglichen und so eine evidenzbasierte Aussage getroffen werden. Für eine mögliche Beeinflussung des Outcomes bezogen auf die Schmerzsymptomatik durch die Applikationshäufigkeit der TENS Anwendungen besteht ebenfalls noch Forschungsbedarf. Das Ziel einer künftigen randomisierten kontrollierten Studie auf dem Gebiet könnte somit sein, die Effizienz von TENS hinsichtlich der Applikationsdauer oder der verwendeten Stromformen zu vergleichen. Die Verwendung der Transkutanen elektrischen Nervenstimulation benötigt also trotz der breiten Masse an vorhandenen Studien noch weitere, qualitativ hochwertige und differenzierte Untersuchungen um mögliche neue Anwendungsgebiete zu erschliessen.

6.3 Zusammenfassung

Erkrankungen, die den Bewegungsapparat betreffen sind der zweithäufigste Grund für einen Spitalaufenthalt in der Schweiz (BFS, 2012). Obwohl die genaue Prävalenz von myofaszialen Schmerzpunkten nicht genau bekannt ist implizieren Studien, dass sie mit bis zu 30% ein häufiger Grund für myofasziale Schmerzen bei den Patienten sind (Skootsky 1989, zitiert nach Mense et al., 2001). Da gemäss Simons et al. (2002) für die klassische Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten mit ischämischer Kompression gearbeitet oder für viele alternative Behandlungsmethoden Weiterbildungen oder teure Gerätschaften notwendig sind (Adamietz, 2003), ist die Anwendung von TENS zur Schmerzbekämpfung interessant. Allerdings wird die Wirkung von TENS auf myofasziale Schmerzpunkte in der Literatur kontrovers diskutiert. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, die Evidenz von TENS bei der Behandlung von myofaszialen Schmerzpunkten zu überprüfen. Die untersuchte Fragestellung nach der Wirksamkeit von TENS auf

myofasziale Schmerzpunkte beantwortete eine deutliche Mehrzahl der untersuchten Studien mit ja (Chen et al., 2010; Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002; Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). Einzig die Untersuchungen von Francis et al. (2010,2011) stellten keine signifikante Wirkung von TENS auf Schmerzen fest. Eine mögliche Beeinflussung des Schmerzempfindens durch vasomotorische Komponenten beim gewählten Behandlungsaufbau wurde allerdings bei diesen Untersuchungen nicht thematisiert. Zwei der gewählten Studien führten Follow-up Messungen durch (Ardic et al., 2002; Farina et al., 2004), welche aber Anzahl massig als nicht ausreichend erscheinen um eine evidenzbasierte Schlussfolgerung aus den widersprüchlichen Ergebnissen zu ziehen. Vier der Untersuchten Studien trafen eine Aussage über den Einfluss von TENS auf die zervikale Range of Motion (Gemell et al., 2010; Hou et al., 2002; Farina et al., 2004; Ardic et al., 2002). Die heterogenen Ergebnisse liessen aber Zweifel an den gemessenen Outcome durch eine mögliche Beeinflussung von Dehnungsübungen auf die Range of Motion aufkommen.

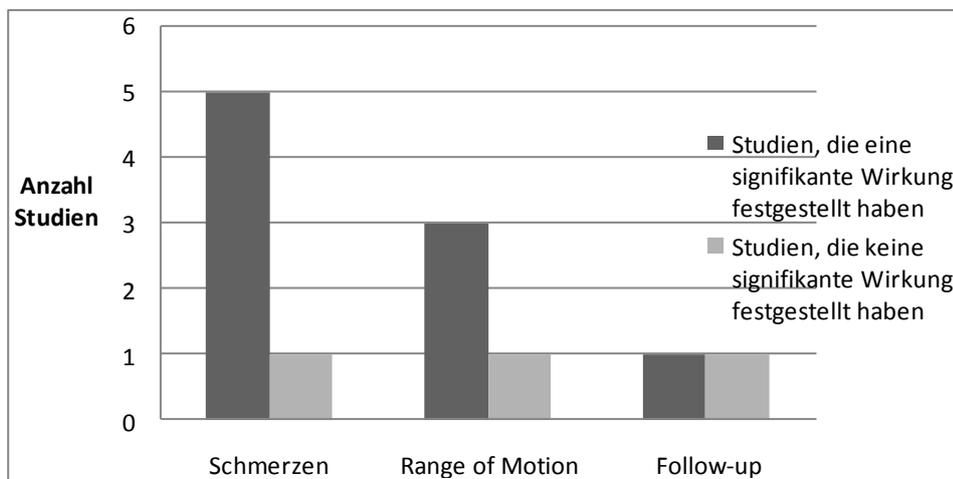


Abbildung III. Übersicht über die Ergebnisse (Meister, 2012).

Eine Übersicht über die signifikanten Ergebnisse der eingeschlossenen Hauptstudien hinsichtlich Schmerz, ROM und Follow-up.

Zusammengefasst kann aber aufgrund der dargelegten Ergebnisse postuliert werden, dass die Behandlung mit TENS zu einer Verbesserung der Schmerzsymptomatik bei myofaszialen Schmerzpunkten führt. Um eine Aussage über den Einfluss von TENS auf die Range of Motion und über die Langzeiterfolge treffen zu können, sind jedoch noch weitere qualitativ hochwertige Untersuchungen notwendig.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

- Adamietz, I. A. (2003). *Maligne Rezidive im Kopf-Hals-Bereich: Diagnostik- Therapie- Pflege und soziales Umfeld*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Ardic, F., Sarhus, M. & Topuz, O. (2002). Comparison of two different techniques of electrotherapy on myofascial pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 16, 11-16.
- Bernatzky, G., Likar, L., Wendtner, F., Wenzel, F., Aussenwinkler, M. & Sittl, R. (2007). *Nichtmedikamentöse Schmerztherapie: Komplementäre Methoden in der Praxis*. Wien: Springer Verlag.
- Bernatzky, G., Sittl, R. & Likar, L. (2006). *Schmerzbehandlung in der Palliativmedizin*. Wien: Springer Verlag.
- Bossert, F., Jenrich, W. & Vogedes, K. (2007). *Leifaden Elektrotherapie*. Elsevier: Urban & Fischer Verlag.
- Bundesamt für Statistik (2005). Kosten des Gesundheitswesens und Demografie
Detaillierte Kosten nach Alter im Jahr 2002 und Entwicklung von 1985 bis 2020
[On-Line]. Available:
<http://www.emeritus-work.com/pdf/Kosten%20Gesundheitswesen%20nach%20Alter.pdf>
(25.3.2012)
- Bundesamt für Statistik (2012). Medizinische Statistik der Krankenhäuser 2010-
definitive Resultate
[On-Line]. Available:
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=4707> (19.3.2012)
- Chen, C. & Johnson, M. I. (2010). A Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) at 3 and 80 Pulses per Second on cold-pressor pain in healthy human participants. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 30, 260-268.

- Chung, C. & Johnson, M. I. (2009). An Investigation Into the Effects of Frequency-Modulated TENS on Experimentally-Induced Pressure Pain in Healthy Human Participants. *The journal of pain official journal of the American Pain Society*, 10, 1029-1037.
- Dejung, B., Gröbli, C., Colla, F. & Weissmann, R. (2001). *Triggerpunkt-Therapie: Die Behandlung akuter und chronischer Schmerzen im Bewegungsapparat mit manueller Triggerpunkt-Therapie und Dry Needling*. Bern: Hans Huber Verlag.
- Farina, S., Casarotto, M., Benelle, M., Tinazzi, M., Fiaschi, A., Goldoni, M. & Smania, N. (2004). A randomized controlled study on the effect of two different treatments (FREMS and TENS) in myofascial pain syndrome. *Eura Medicophys*, 40(4), 293-301.
- Feland, B. J., Myrer, J. W., Schulthies, S. S., Fellingham, G. W. & Measom G. W. (2001). The Effect of Duration of Stretching of the Hamstring Muscle Group for Increasing Range of Motion in People Aged 65 Years or Older. *Physical Therapy*, 81, 1110-1117.
- Fialka-Moser, V. (2005). *Elektrotherapie*. München: Richard Pflaum Verlag.
- Francis, R. P., Marchant, P. & Johnson, M. I. (2010). Comparison of post-treatment effects of conventional and acupuncture-like TENS: A randomized placebo-controlled study using cold-induced pain and healthy human participants. *Physiotherapy theory and practice*, 27(8), 578-585.
- Francis, R. P., Marchant, P. & Johnson, M. I. (2011). Conventional versus acupuncture-like TENS on cold-induced pain in healthy human participants: effects during stimulation. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31, 363-370.
- Funke, F. (2004). Vergleich Visueller Analogskalen mit Kategorieskalen in Offline- und Onlinedesign.
[On-Line]. Available:
<http://www.frederikfunke.de/dateien/F.%20Funke%20-%20Magisterarbeit.pdf>
(4.4.2012)
- Funke, F. (2010). Internet-Based Measurement With Visual Analogue Scales: An Experimental Investigation
[On-Line]. Available:

- [http://frederikfunke.net/dissertation/Funke_\(2010\)_Internet-based_measurement_with_visual_analogue_scales-Dissertation.pdf](http://frederikfunke.net/dissertation/Funke_(2010)_Internet-based_measurement_with_visual_analogue_scales-Dissertation.pdf)
(4.4.2012)
- Gemell, H. & Hilland, A. (2010). Immediate effect of electric point stimulation (TENS) in treating latent upper trapezius trigger points: A double blind randomized placebo-controlled trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, 15(3), 348-354.
- Hou, C., Tsai, L., Cheng, K., Chung, K. & Hong, C. (2002). Immediate Effects of Various Physical Therapeutic Modalities on Cervical Myofascial Pain and Trigger-Point Sensitivity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, 1406-1414.
- Hsue, T., Cheng, P., Kuan, T. & Hong, C. (1997). The Immediate Effectiveness of Electrical Nerve Stimulation and Electrical Muscle Stimulation on Myofascial Trigger Points. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 76, 471-476.
- Hüter-Becker, A. & Dölken, M. (2007). *Physikalische Therapie, Massage, Elektrotherapie und Lymphdrainage*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Leijon, O., Wahlström, J. & Mulder, M. (1990-2006). Prevalence of self-reported neck-shoulder-arm pain and concurrent low back pain or psychological distress: time-trends in a general population. *Spine*, 34, 1863-1868
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-21.
- Mense, S. & Simons, D. G. (2001). *Muscle Pain: Understanding Its Nature, Diagnosis, and Treatment*. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins.
- Physiotherapie Evidence Database (PEDro) (2012). *PEDro-Skala*. Heruntergeladen von <http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/>
- Pothmann, R. (2003). *TENS: Transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie*. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Pothmann, R. (2010). *TENS- Transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie*. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Pöntinen, J. P., Gleditsch, J. & Pothmann, R. (2005). *Triggerpunkte und Triggermechanismen*. Stuttgart: Hippokrates Verlag.

- Rickards, L. D. (2006). The effectiveness of non-invasive treatments for active myofascial trigger point pain: A systematic review of the literature. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 9, 120-136.
- Sandberg, M. L., Sandberg, M. K. & Dahl, J. (2007). Blood Flow Changes in the Trapezius Muscle and Overlying Skin Following Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 36, 397- 398.
- Schnabel, G., Harre, D. & Borde, H. (1994). *Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf*. Berling: Sportverlag.
- Simons, D. G. & Travell, J. G. (2002). *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte. 1. Obere Extremität, Kopf und Thorax*. München: Urban Fischer Verlag.
- Stevelling, A., Hecker, H. U. & Peuker, E. T. (2010). *Repetitorium Akupunktur*. Stuttgart: Hippokrates Verlag
- Wenk, W. (2004). *Elektrotherapie*. Berlin: Springer Verlag.
- Whitaker, J. & Adderley, B. (2004). *Schmerzfrei durch Magnetfeldtherapie*. Stuttgart: TRIAS Verlag

7.2 Abkürzungsverzeichnis

*	Ergebnis signifikant
AI-TENS	Acupuncture-like TENS
ATP	Adenosintriphosphat
BFS	Bundesamt für Statistik
EMS	Electrical Muscle Stimulation
Follow-up	Nachfolgemessung
FREMS	Frequenzmodulierte Elektromagnetische Nerven Stimulation
High TENS	Konventionelle TENS
Hz	Hertz, abgeleitete SI-Einheit für die Frequenz
Low TENS	Acupuncture-like TENS
Mia.	Milliarden
ms	Millisekunde
P	Signifikanzwert, Wahrscheinlichkeit von p-Value
RCT	Randomisiert Kontrollierte Studie
RMD	Repeated Measure Design

ROM	Range of Motion
Sfr.	Schweizer Franken
TENS	Transkutane elektrische Nervenstimulation
Trp.	Triggerpunkt, myofaszialer Schmerzpunkt
us	Mikrosekunde
VAS	Visuell Analoge Skala

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung I: Hauptstudienuche Seite 12

Meister, S. (2012). *Hauptstudienuche*.

Abbildung II: VAS im Follow-up nach TENS Behandlung Seite 15

modifiziert nach Ardic, F., Sarhus, M. & Topuz, O. (2002). Comparison of two different techniques of electrotherapy on myofascial pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 16, 11-16.

Abbildung III: Übersicht über die Ergebnisse Seite 29

Meister, S. (2012). *Übersicht über die Ergebnisse*.

7.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle I: Eingeschlossene Hauptstudien Seite 18

Meister, S. (2012). *Eingeschlossene Hauptstudien*.

Tabelle II: Übersicht über alle zehn analysierten Studien Anhang

Meister, S. (2012). *Übersicht über alle zehn analysierten Studien*.

Tabelle III: Erreichte PEDro Punktzahl aller analysierten Studien Anhang

Meister, S. (2012). *Erreichte PEDro Punktzahl aller analysierten Studien*.

8 Danksagung

Für die grossartige fachliche Betreuung und die konstruktive Zusammenarbeit während der Entstehung der Bachelorarbeit gilt der Dank Herrn Dr. rer. medic. A.J.R. van Gestel. Ein grosser Dank geht auch an Frau C. Savini für die Geduld und das Korrekturlesen der Arbeit.

9 Eigenständigkeitserklärung

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

Ort und Datum:.....Merishausen, 08.05.2012

Unterschrift:.....Stefan Meister

10 Anhang

Wortzahl:

- des Abstracts: 183 Wörter
- der Arbeit: 6792 Wörter

Autoren	Titel	Untersuchte Patienten	Design	Outcome	Intervention				*	Pedro
					Kontraktion	Frequenz	Dauer	Pulsbreite		
Hou Chuen-Ru, Tsai Li-Chen, Cheng Kuang-Feng, Chung Kao-Chi, Hong Chang-Zern (2002)	Immediate Effects of Various Physical Therapeutic Modalities on Cervical Myofascial Pain and Trigger-Point Sensitivity	119 Probanden mit aktivem, palpierbarem Trp. Im M. trapezius pars descendens	RCT	Konventionelle TENS brachte Sz.-Reduktion, aber kein Einfluss auf ROM	Nein	100 Hz	20 min	250 us	ja	5/10
					Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke aber keine Kontraktion					
Gemmell Hugh, Hilland Axel (2010)	Immediate effect of electric point stimulation (TENS) in treating latent upper trapezius trigger points: A double blind randomized placebo-controlled trial	60 Probanden Trp. Im M. trapezius pars descendens mit VAS>4/10 bei leichtem Druck	RCT	Acupunctur-like TENS brachte 5 min nach der Behandlung Sz. Reduktion, aber kein Einfluss auf ROM (Applikation nur 3 min)	Nein	8-10 Hz	3 min	unbekannt	ja	9/10
					Electric point Stimulator: Elektrode auf Trp Fühlbare Stromstärke, 0 bis 45 mA					
Chen Chih-Chung, Johnson Mark (2010)	A Comparison of TENS at 3 and 80 Pulses per Second on cold-pressor pain in healthy human participants	36 gesunde Probanden	RCT	Weniger Sz.-Reduktion bei 3 Hz als bei 80 Hz	Nein	3 Hz/ 80 Hz	20 min	200 us	ja	9/10
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. TENS Applikation: Fühlbare Stromstärke aber keine Kontraktion					
Farina S, Casarotto M, Benelle M, Tinazzi M, Fiaschi A, Goldoni M, Smania N (2004)	A randomized controlled study on the effect of two different treatments (FREMS and TENS) in myofascial pain syndrome	40 Probanden, aktiver Trp. Im M. trapezius pars descendens der bei Druck oder Kompression Sz. auslöst, Hypertonus palpierbar	RCT	FREMS: Sz.-Reduktion und mehr ROM (Rotationen, Flexion und Extension) persistierend 3 Monate follow-up TENS: gleich wie FREMS, persistierend 1 Monat follow-up	FREMS: Nein	Unregelmäßig	20 min	10-40 us	ja	5/10
					TENS: Nein	80 Hz	20 min	250 us		
					Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke, insgesamt 10 Behandlungen (jeh 5x pro Woche)					
Chen Chih-Chung, Johnson Mark (2009)	An Investigation Into the Effects of Frequency-Modulated TENS on Experimentally-Induced Pressure Pain in Healthy Human Participants	36 gesunde Probanden	RMD	Frequenzmodulierte Elektrostimulation erreichte eine signifikante Schmerzreduktion an Druckinduzierten Schmerzen	Frequenz-moduliert	100 Hz <-> 20 Hz alterierend	20 min	200 us	ja	10/10
					Nein Druck wird auf Unterarm ausgeübt, bis Schmerz auftritt. Kathode über Epicondylus lateralis des Ellenbogens, Anode 3 cm distal von Kathode					

Autoren	Titel	Untersuchte Patienten	Design	Outcome	Intervention				*	Pedro
					Kontraktion	Frequenz	Dauer	Pulsbreite		
Sandberg Margareta, Sandberg Matilda, Dahl Johanna (2007)	Blood Flow Changes in the Trapezius Muscle and Overlying Skin Following TENS	33 gesunde Probanden	Klinische Studie	Blutzirkulation im M. trapezius pars descendens stieg an bei 2Hz jedoch nicht bei 80 Hz	ja	2 Hz	15 min	180 us	ja	4/10
					nein	80 Hz	15 min	180 us		
					„Burst“ 2 Hz: Kathode über medialem Part des M. trapezius pars descendens, Muskel kontrahiert Konstante 80 Hz: Kathode über lateralem Part des M. trapezius pars descendens, Stromstärke deutlich spürbar					
Francis Richard, Marchant Paul, Johnson Mark (2010)	Comparison of post-treatment effects of conventional and acupuncture-like TENS: A randomized placebo-controlled study using cold- induce pain and healthy human participants	43 gesunde Probanden	RCT	Kein Unterschied zwischen Acupuncture-like TENS und Konstante TENS bei der Sz.-Reduktion beim 5 min Follow-up, ebenso kein Unterschied zwischen Konstante TENS und Placebo	AL-Tens: ja	2 Hz	30 min	200 us	nein	8/10
					Konstant: nein	100 Hz	30 min	200 us		
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. Kathode über Epicondylus lateralis des Ellenbogens, Anode in der Mitte des Unterarms					
Ardic Füsün, Sarhus Merih, Topuz Oya (2002)	Comparison of two different techniques of electrotherapy on myofascial pain	40 Probanden mit aktivem, palpierbarem Trp. Im M. trapezius pars descendens der bei Kompression Sz. auslöst, ROM eingeschränkt	RCT	TENS scheint direkt nach der Applikation effektiver in der Sz.-Reduktion zu sein, jedoch kein Unterschied zwischen Electrical Muscle Stimulation (EMS) und TENS beim 3 Monate follow-up	EMS: ja	25 Hz	20 min	250 us	ja	4/10
					Konstant: nein	60 Hz	20 min	100 us		
					EMS: Muskel kontrahiert jeh 3 sek, 6 sek. Lösen. Elektrodenlage wie bei TENS TENS: Negative Elektrode auf Trp. Positive Elektrode auf den Acromialen Muskel-Sehnenübergang. Fühlbare Stromstärke					
Francis Richard, Marchant Paul, Johnson Mark (2011)	Conventional versus acupuncture-like TENS on cold-induced pain in healthy human participants: effects during stimulation	121 gesunde Probanden	RCT	Kein Unterschied zwischen Acupuncture-like TENS und Konstante TENS bei der Sz.-Reduktion während der Applikation, ebenso kein Unterschied zwischen Konstante TENS und Placebo	AL-Tens: ja	2 Hz	25 min	200 us	nein	9/10
					Konstante: Nein	100 Hz	25 min	200 us		
					Hand wird in kaltes Wasser gehalten bis Schmerz auftritt. Kathode über Epicondylus lateralis des Ellenbogens, Anode in der Mitte des Unterarms					
Richards Luke (2006)	The effectiveness of non-invasive treatments for active myofascial trigger point pain: A systematic review of the literature	23 Studien, 20 davon sind über die Behandlung von Trp. Im Nacken und in der oberen Region des M. trapezius	Review	Evidenzen suggerieren, dass nur einige nicht invasive physische Behandlungen von Trp. effektiv sind, qualitativ bessere Studien sind notwendig.					nein	-

Tabelle II. Übersicht über alle zehn analysierten Studien (Meister, 2012).

PEDro Kriterien der bewerteten Studien										
<i>PEDro Kriterien</i>	Hou et al. (2002)	Gemell et al. (2010)	Chen et al. (2009)	Chen et al. (2010)	Farina et al. (2004)	Sandberg et al. (2007)	Francis et al. (2010)	Francis et al. (2011)	Ardic et al. (2002)	Richards Luke (2006)
Spezifizierung der Ein- und Ausschlusskriterien	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Randomisierung der Gruppen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Verblindete Zuordnung zur Gruppe	-	X	X	X	-	-	-	X	-	-
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Verblindete Probanden	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-
Verblindete Therapeuten	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Verblindete Untersucher	-	X	X	X	X	-	X	X	-	-
Nachkontrolle bei 85% der Probanden	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
Intention-to-treat Analyse	-	X	X	-	-	-	X	X	-	-
Analyse Gruppenvergleiche	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Zentrale Punkt- und Streuungsmasse	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-
Total Erreichte Punktzahl:	5	9	10	9	5	4	8	9	4	Review

Tabelle III. Erreichte PEDro Punktzahl aller analysierten Studien (Meister, 2012).

