

Aus der orthopädischen Rehabilitationsklinik
der LVA Westfalen
Klinik Münsterland
-Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. B. Greitemann-

In Zusammenarbeit mit dem
Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie
-Direktor: Univ. Prof. Dr. med. W. Winkelmann-

Titel:
Reproduzierbarkeitsstudie der klinischen Untersuchung von
Myofaszialen Triggerpunkten an ausgewählter Rumpf- und
Gesäßmuskulatur

INAUGURAL – DISSERTATION
zur
Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Gunnar Licht
aus Dannenberg
2003

Dekan: Univ. Prof. Dr. med. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. U. Liljenqvist
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. B. Greitemann

Tag der mündlichen Prüfung: 07.01.2004

Aus der orthopädischen Rehabilitationsklinik
der LVA Westfalen Klinik Münsterland
-Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. B. Greitemann-
in Zusammenarbeit mit dem
Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie
-Direktor: Univ. Prof. Dr. med. W. Winkelmann-
-Referent: Priv.Doz. Dr. med. U. Liljenqvist-

Zusammenfassung

Reproduzierbarkeitsstudie der klinischen Untersuchung von
Myofaszialen Triggerpunkten an ausgewählter Rumpf- und
Gesäßmuskulatur

GunnarLicht

Schmerzen am Bewegungsapparat können klinisch und apparativ nur zum kleineren Teil klar differenziert werden. Die wissenschaftlichen Versuche der Bewegungsapparatmedizin, die unspezifischen Beschwerden durch geeignete klinische Tests zu differenzieren, sind bisher nicht gelungen. Einerseits sind die Ergebnisse der durchgeführten klinischen Tests nicht reproduzierbar und andererseits nicht in der Lage, die Beschwerden ausreichend zu differenzieren.

Für unspezifische Bewegungsapparatschmerzen werden unter anderem Myofasziale Triggerpunkte verantwortlich gemacht.

Um die Grundvoraussetzung für klinisch-wissenschaftliches Arbeiten auf diesem Gebiet zu schaffen, wurden in der vorliegenden Studie Myofasziale Triggerpunkte von zwei erfahrenen Untersuchern bilateral an ausgewählter Rumpf- und Gesäßmuskulatur bei 38 Probanden auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der klinischen Untersuchung hin untersucht.

Die klinischen Tests an den ausgewählten Muskeln zeigen gute bis sehr gute Reproduzierbarkeit. Somit ist nach unseren Ergebnissen die Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten reproduzierbar!

In Zukunft könnte die Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten zur weiteren Differenzierung der bis heute noch unspezifischen Bewegungsapparatschmerzen beitragen und damit eine adäquatere Behandlungsplanung ermöglichen.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle all jenen danken, die mich mit helfender Hand und wachem Geist unterstützt und mir damit Kraft gegeben haben.

Allen voran gilt mein Dank meiner lieben Frau Lioba und meinen beiden Kindern Zoë und Norwin für ihre Geduld und ihren unumstößlichen Rückhalt.

Positiver Motor und sensibler Partner bei der Untersuchung der Probanden und Durchführung der Studie war Johannes Mathis, dem ich für seine Unterstützung und Freundschaft ganz besonderen Dank aussprechen möchte.

Besonders hervorheben möchte ich Hannes Müller-Ehrenberg, Willi und Helga Kaiser und Ulli Schüler, die für mich zu jederzeit Ansprechpartner waren und die Durchführung der Studie mit Rat und Tat bis zuletzt begleitet haben.

Auch für die tatkräftige Unterstützung in der Vorbereitungsphase der Studie möchte ich mich bei Thorsten Sönsken, Raute Seel, Rita Engelmeyer und Carsten Boortz ganz herzlich bedanken.

Meinen Dank gilt auch Frau Juniorprofessorin Dr. phil. Gabi Berg für die lebhaften und intensiven Diskussionen sowie für Ihre kompetente Beratung im methodischen Teil der Arbeit.

Meiner Mutter Margit Licht und meinem Schwiegervater Norbert Grasbon danke ich für die Durchsicht und Korrektur meines Manuskriptes und für die vielen sprachlichen Anregungen, welche die Arbeit möglichst vielen verständlich zu machen.

Zuletzt möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Bernhard Greitemann bedanken, der die vorliegende Studie mit Umsicht und Weitblick gefördert und mit großer wissenschaftlicher Kompetenz begleitet hat.

Gunnar Licht im Juni 2003

Für meine Familie

Gliederung

1. Einleitung	8
2. Theoretische Grundlagen	12
2.1. Myofaszielles Syndrom und Myofasziale Triggerpunkte	12
2.1.1. Definitionen	12
2.1.2. Bedeutung und Vorkommen	13
2.1.3. Historie	14
2.1.4. Ätiologie	18
Externe Konditionen	19
2.1.5. Klinische Diagnostik	22
2.1.6. Experimentelle und apparative Diagnostik	25
2.1.6.1. Histologie	25
2.1.6.2. Nadel-EMG	26
2.1.6.3. Oberflächen-EMG	29
2.1.6.4. Sauerstoffpartialdruckmessung	30
2.1.6.5. Andere diagnostische Verfahren	30
2.1.7. Integrierte Triggerpunkthypothese	32
2.1.8. Therapie	34
2.2.1. Reliabilität klinischer Untersuchungen von Myofaszialen Triggerpunkten	36
2.2.2. Reliabilität der klinischer Untersuchungen	44
3. Material und Methoden	47
3.1. Ziele	47
3.2. Methodik	48
3.2.1. Auswahl des diagnostischen Verfahrens	48
3.2.2. Ziel des diagnostischen Verfahrens	49
3.2.3. Untersucher	50
3.2.4. Probanden	51
3.2.4.1. Einschluß- und Ausschlusskriterien	51
3.2.4.2. Demographische Daten	51
3.3. Versuchsaufbau und Versuchsablauf	52
3.3.1. Abstimmungphase	52
3.3.2. Trainingsphase	53
3.3.3. Untersuchungsablauf und Protokoll	53
3.3.3.1. Blindung	53

3.3.3.2. Untersuchungsablauf -----	54
3.3.3.3. Untersuchungsprotokoll -----	54
3.2.3.3 Untersuchungsprotokoll -----	55
3.3.3.4. Versuchsbeschreibung -----	60
3.3.4. Testphase -----	62
3.4. Statistik -----	62
4. Ergebnisse -----	69
4.1. Ergebnisse zu Hypothese I -----	69
4.2. Ergebnisse zu Hypothese II -----	74
4.3. Ergebnisse zu Hypothese III -----	74
5. Diskussion -----	79
6. Ausblick -----	90
Literatur	92
Abbildungsverzeichnis	98
Tabellenverzeichnis	99
Lebenslauf	100

1. Einleitung

Die Motivation für die vorliegende wissenschaftliche Arbeit entsteht aus einem Dilemma heraus, in welchem sich die Bewegungsapparatmedizin befindet. Die Hintergründe sollen am Beispiel des chronischen Kreuzschmerzes kurz erläutert werden.

In den letzten hundert Jahren Medizingeschichte sind am Bewegungsapparat große Fortschritte in Diagnostik und Therapie gemacht worden. Die Diagnostik stützt sich auf hoch auflösende bildgebende Verfahren, mit deren Hilfe seit über einem Jahrhundert knöcherne oder die Gelenke betreffende Strukturveränderungen mit hoher Sensitivität erfasst werden können. In enger Anlehnung an die klare und einheitliche Nomenklatur der apparativen Diagnostik wurden auch die klinischen Diagnosen formuliert. Leider korrelieren die Befunde der apparativen Diagnostik nicht notwendigerweise mit den Beschwerden der Patienten. Wissenschaftliche Versuche, Ergebnisse der bildgebenden Diagnostik mit den Schmerzen der Patienten zu korrelieren, sind häufig fehlgeschlagen (**Dejung 2002**).

Nur bei ca. 20% der Patienten mit chronischen Kreuzschmerzen können die Ergebnisse der hochauflösenden, bildgebenden diagnostischen Verfahren mit den Beschwerden der Patienten korreliert werden (**Nachemson 1992**). Diese 20 Prozent werden als spezifische Kreuzschmerzen bezeichnet und können auf der Basis einer schlüssigen Pathogenese meist spezifisch behandelt werden.

80% der chronischen Kreuzschmerzen können jedoch nicht zugeordnet werden. Es existieren keine klaren Konzepte zur Pathomorphologie, und die klinische und apparative Diagnostik kann keine befriedigenden Aussagen zur Differenzierung der Beschwerden treffen. Die Beschwerden werden deshalb als unspezifisch bezeichnet.

Die Folge sind aufwendige, multimodale und interdisziplinäre Therapiekonstrukte (**Casser 1999; Kolip 2001**), um Patienten mit chronischen Kreuzschmerzen gerecht zu werden. Wall sieht hierin sogar eine gewisse Hilflosigkeit, die durch die mangelnde Fähigkeit zur Differenzierung von chronischen Kreuzschmerzen entsteht (**Wall 2001**).

Unspezifische Kreuzschmerzen werden derzeit überwiegend der „Psyche“ angelastet. Diese Einschätzung entsteht auf der Basis einer hervorragenden wissenschaftlichen Arbeit der Psychologen in den letzten 20 Jahren. Es wurden reliable Untersuchungsinstrumente, meist in Form von Fragebögen, entwickelt, mit deren Hilfe eine solide wissenschaftliche Evaluation der Patienten möglich wird.

Der Bewegungsapparatmedizin fehlen reliable diagnostische Tests, das heißt zuverlässige Untersuchungen, welche eine ausreichende Differenzierung der Beschwerden des Patienten zulassen. Insbesondere bei den Patienten ohne Hinweise für Strukturstörungen in den hochauflösenden, bildgebenden Verfahren oder bei mangelnder Korrelation der apparativen Befunde mit den Beschwerden der Patienten, wird dieses Problem offensichtlich (**Dejung 2002**).

Wissenschaftliche Ergebnisse zur Differenzierung von Bewegungsapparatschmerzen basieren auf Expertenmeinungen der verschiedenen Schulen der neuromuskuloskelettalen Medizin (**FIMM 2001**), was der untersten qualitativen Stufe der evidence based medicine entspricht. Für den großen Teil der unspezifischen Bewegungsapparatschmerzen werden von verschiedenen Disziplinen Störungen der Gelenkfunktion verantwortlich gemacht. Die Entwicklung von reliablen, klinischen Untersuchungstechniken, welche diese These stützen, konnte jedoch bis heute nicht realisiert werden (**Sauer 1996; Pescioli 1997**). Reliabel untersuchte klinische Tests zur Beschreibung der Funktion des Bewegungsapparates, wie z.B. das Schober-Zeichen zur Beurteilung der LWS-Beweglichkeit oder der Fingerbodenabstand (**Sauer 1996**), sind nicht ausreichend in der Lage, die Beschwerden der Patienten zu differenzieren. Auch Untersuchungen, welche besser differenzieren können, wie z.B. die segmentale Untersuchung von Wirbelsäulensegmenten mit Techniken der Manuellen Medizin, konnten keine reproduzierbaren Ergebnisse erzielen (**French 2000**). Wahrscheinlich sind die hierfür notwendigen motorischen Anforderungen an die Untersucher und den Patienten so hoch, daß eine gute Reliabilität nur schwer erreichbar sein wird.

Die theoretischen Hintergründe physiotherapeutischer und balneo-/physikalischer Behandlungstechniken sind aus den oben erwähnten

Gründen überwiegend auf knöchernen, gelenkigen und nervale Strukturen ausgerichtet. In der Regel haben sie jedoch alle eine Tonusregulation der Muskulatur zum Ziel, um ihre Funktion und die ihrer Erfolgsorgane zu verbessern (**Janda 2001**).

Der Muskulatur, dem dynamischen Anteil des Bewegungsapparates, wird wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Einige Wissenschaftler betonen jedoch seit Jahren und Jahrzehnten den großen Einfluß der Muskulatur auf Störungen des Bewegungsapparates und die damit verbundenen Schmerzen (**Travell/Simons 2001, Mense 1999, Janda 1996, Lewit 1986, Dejung 2002, Sachse 1997, Chaitow 2002**). Immerhin ist die (Skelett-)Muskulatur das größte Organsystem des Menschen. Es macht ca. 50% des Körpergewichtes eines erwachsenen Menschen aus (**Schmidt/Thews 1999**).

In den vergangenen Jahrzehnten wurde zunächst von Frau Dr. Travell und später von Prof. Simons ein Konzept entwickelt, in welchem die beiden Wissenschaftler die Muskulatur in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen stellen. Nach ihrer Ansicht sind die von ihnen beschriebenen „Myofaszialen Triggerpunkte“ für einen Großteil der Schmerzen am Bewegungsapparat verantwortlich (**Travell/Simons 2001**). Myofasziale Triggerpunkte charakterisieren das Myofasziale Syndrom.

Das Myofasziale Syndrom kann heute eindeutig zur Fibromyalgie abgegrenzt werden (**Yunus 1981**). Dies war ein großer Schritt für die Differenzierung der zuvor als diffuse Einheit verstandenen Weichteilbeschwerden.

Das Myofasziale Syndrom kann entweder lokal oder regional auftreten und setzt sich aus einer Vielzahl von Myofaszialen Triggerpunkten in unterschiedlichen Muskeln, meist charakteristischen „Muskelmustern“ oder „Muskelketten“, zusammen. Einige Autoren postulieren sogar für jedes Gelenk ein spezifisches Muskelmuster. Für das Iliosakralgelenk ist ein solches Muskelmuster beschrieben worden (**Janda 2001**).

Travell und Simons haben das Myofasziale Syndrom klar definiert und eine einheitliche Nomenklatur entwickelt (vgl. 2.1.1.). Zum Verständnis der Pathogenese eines Myofaszialen Triggerpunktes wurde von Simons mit Hilfe von experimentellen, klinischen und diagnostischen Daten die

sogenannte „integrierte Triggerpunkthypothese“ entwickelt (**Simons 1981**). Diese beschreibt eine Dysfunktion der motorischen Endplatten der (Skelett-) Muskulatur, welche in einen Teufelskreis mündet und das klinische Bild eines Myofaszialen Triggerpunktes prägt (vgl. 2.1.7.). Von einigen Autoren werden funktionelle und strukturelle Störungen der Muskulatur, teilweise mit jahrelangem Vorlauf, als mögliche Prädisposition oder Prodromalstadium für spezifische, „gelenkige“ Krankheitsprozesse angesehen (**Gunn 1996**).

Mit der nachfolgenden wissenschaftlichen Arbeit soll der vielfach geäußerten Forderung entsprochen werden, Untersuchungstechniken der neuromuskuloskelettalen Medizin auf ihre Reliabilität hin zu untersuchen (**Patijn 2002**). Es wird die klinische Untersuchungstechnik zur Identifikation von Myofaszialen Triggerpunkten, wie von Travell und Simons beschrieben (**Travell/Simons 2001**), auf ihre Reliabilität hin untersucht. 1997 gelang es Gerwin an der Schultergürtel- und Nackenmuskulatur erstmals, reliable Ergebnisse für die klar definierten klinischen Merkmale von Myofaszialen Triggerpunkten zu erarbeiten (**Gerwin 1997**).

Die vorliegende Studie soll überprüfen, ob zwei erfahrene Untersucher an ausgewählter Rumpf- und Gesäßmuskulatur zuverlässig die An- und Abwesenheit von Myofaszialen Triggerpunkten und deren klinischen Merkmalen diskriminieren können.

2. Theoretische Grundlagen

2.1. Myofaszielles Syndrom und Myofasziale Triggerpunkte

In der Vergangenheit wurden Schmerzen in der Muskulatur oder in den Weichteilen wenig differenziert und verschiedene Erkrankungen und großen Überbegriffen zusammengefasst. Krankheitsbegriffe wie z.B. Fibrositis, Weichteilrheuma, Fibromyalgie wurden synonym für nicht zu differenzierende Schmerzen am Bewegungsapparat verwendet (*siehe Historie 2.1.3.*). Die Beschwerden wurden klinisch und auch begrifflich jedoch nicht ausreichend voneinander abgegrenzt.

Ein großer Schritt zur Differenzierung Bewegungsapparatschmerzen gelang Travell und Simons in ihrem Standardwerk über Muskeltriggerpunkte (**Travell/Simons 2002**). Sie formulierten klare Definitionen und klinische und pathophysiologische Hintergründe für das Myofaszielle Syndrom und Myofasziale Triggerpunkte. In den folgenden Kapiteln sollen diese systematisch erklärt werden.

2.1.1. Definitionen

Das Myofaszielle Syndrom wird definiert durch die von Myofaszialen Triggerpunkten hervorgerufenen Schmerzen, Empfindlichkeiten und autonomen Phänomenen. (**Travell/Simons 2001**)

Myofaszialer Triggerpunkt (ätiologische Definition)

Ansammlung elektrisch aktiver Loci, die mit einem kontrahierten Knoten und einer dysfunktionalen motorischen Endplatte in einem Skelettmuskel assoziiert ist.

(**Travell/Simons 2001**)

Myofaszialer Triggerpunkt (klinische Definition)

Übererregbarer Punkt innerhalb eines verspannten Skelettmuskels, welcher 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 Phänomene auslösen.

Zu den Myofaszialen Triggerpunkten zählen aktive und assoziierte Triggerpunkte, Insertions- und zentrale Triggerpunkte sowie auslösende, latente, primäre und Satellitentriggertpunkte. Ein myofaszialer Triggerpunkt ist von Triggerpunkten in der Haut, Bändern, Periost oder anderen nichtmuskulären Triggerpunkten zu unterscheiden **(Travell/Simons 2001)**.

2.1.2. Bedeutung und Vorkommen

Myofasziale Triggerpunkte sind extrem häufig. Sie stellen ein ubiquitäres Phänomen dar. Fast jeder Mensch wird früher oder später Myofasziale Triggerpunkte entwickeln. 1955 untersuchte Sola 200 zufällig ausgewählte, junge, symptomfreie Erwachsene hinsichtlich Myofasziale Triggerpunkte in der Schultergürtel und Nackenmuskulatur. Bei 54% der weiblichen und 45% der männlichen Probanden konnte er Myofasziale Triggerpunkte finden **(Sola 1955)**.

Untersuchungen von Patientenkollektiven mit Schmerzen am Bewegungsapparat auf Beteiligung von Myofaszialen Triggerpunkten bestätigten bei verschiedenen Autoren, teilweise über 90%, die Existenz von Myofaszialen Triggerpunkten **(Fishbain 1986; Fröhlich 1995; Gerwin 1991; Skootsky 1989)**. Simons beschreibt das Myofasziale Syndrom als häufigste Ursache für chronische Schmerzen am Bewegungsapparat, sofern messbare, spezifische und strukturelle Veränderungen an der Wirbelsäule oder an den Bandscheiben sowie neurophysiologische Abweichungen ausgeschlossen sind. **(Travell/Simons 2001)**.

Mense und Simons beschreiben einen Altersgipfel für das Vorkommen eines Myofaszialen Syndroms in den Arbeitsjahren eines Menschen zwischen 30 und 50 Jahren **(Mense/Simons 2001)**. Wahrscheinlich ist in diesen Jahren die Diskrepanz zwischen potentieller Belastungsfähigkeit der statischen Strukturen bzw. ihrer Mobilität und der effektiven Leistungsfähigkeit der dynamischen Strukturen des Bewegungsapparates am größten.

2.1.3. Historie

Schmerzhafte Punkte und Knötchenstrukturen im Muskel- und Bindegewebe sind seit Jahrhunderten in der traditionellen Medizin unterschiedlicher Kulturen immer wieder beschrieben worden. Die ältesten Aufzeichnungen über lokal schmerzhafte Punkte in der Muskulatur findet man in der Schriftlehre über Traditionelle Chinesische Medizin bzw. der Akupunktur. Die Punkte werden „Ah-Shi“-Punkte genannt und entsprechen nach heutiger Ansicht zum großen Teil Myofaszialen Triggerpunkten (**Pothmann 1997**). Melzack fand 1977 eine 75%tige Übereinstimmung zwischen Akupunkturpunkten und Myofaszialen Triggerpunkten im Schultergürtel- und Nackenbereich. (**Melzack 1977**).

In der wissenschaftlichen Literatur der westlichen Medizin über Schmerzen in der Muskulatur und in der klassischen Bewegungsapparatmedizin fällt eine große Ähnlichkeit der beschriebenen klinischen Phänomene auf. Die Nomenklatur dieser Phänomene ist jedoch sehr heterogen.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurde eine Vielzahl von Begrifflichkeiten für klinisch oft identische Schilderungen gefunden. Diese wurden in der Regel durch die unterschiedlichen Vorstellungen zur Pathogenese der schmerzhaften Knötchen in der Muskulatur bzw. im Bindegewebe geprägt. Bindegewebe, Nerven und Muskulatur wurden für die Entwicklung eines Myofaszialen Triggerpunktes verantwortlich gemacht. Eine Aufzählung der verschiedenen Begrifflichkeiten verdeutlicht das Problem. „Muskelrheumatismus“ (**Balfour 1824**), „Muskelrheumatismus ... eine Art Neuralgie“ (**Valleix 1841**), „Muskelschwiele“ (**Froriep 1843**), „Fibrositis“ (**Gowers 1904**), „Fibromyositis“ (**Telling 1911**), „Myofibrositis“ (**Llewelyn und Jones 1915**), „Myogelose“ (**Schade 1919**), „Muskelhärten“ (**Lange, F. 1925**), „Myofasziitis“ (**Albee 1927**), „Neurofibrositis“ (**Claton und Livingston 1930**), „rheumatische Myalgie“ (**Good 1941**), „Myodysneurie“ (**Gutstein R.R. 1954**) sind nur Beispiele für die Heterogenität der Nomenklatur. Nach heutiger Sicht haben alle Autoren in ihren Ausführungen nicht unrecht gehabt, sie beschreiben jedoch jeweils nur einen Teil der pathogenetischen Kette der neuromuskuloskelettalen

Erkrankung. Ein tieferer Einblick in die Geschichte der Myofaszialen Triggerpunkte wird im Handbuch der Muskel-Triggerpunkte vermittelt (**Travell/Simons 2001**).

Wichtige Schritte auf dem Weg zum heutigen Verständnis Myofaszialer Triggerpunkte sollen kurz skizziert werden.

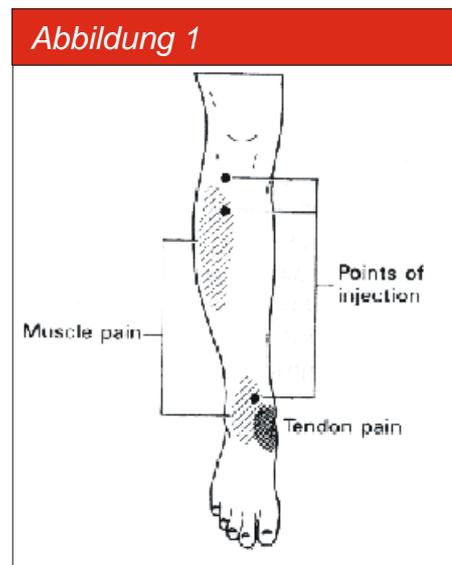
Die Basis der heutigen Sichtweise über das Myofasziale Syndrom und die Myofaszialen Triggerpunkte wurde 1938 von Kellgren geschaffen. Er machte in seinen wissenschaftlichen Untersuchungen eine richtungweisende Entdeckung.

Er konnte zeigen, dass durch lokale Reizung von Nozizeptoren in der Muskulatur mit hypertoner Kochsalzlösung Schmerzen in eine andere Region übertragen werden können (**Kellgren 1938**). Die Ausstrahlungsmuster der Schmerzen waren für denselben Muskel immer die gleichen. Diese Untersuchungen machten eine Abwendung vom DAWOS-Schmerz (da wo es schmerzt) möglich und veränderten

die Möglichkeiten der Betrachtung des Myofaszialen Syndroms erheblich. Die übertragenen Schmerzen folgten nicht den segmentalen Ausstrahlungsmustern der Dermatome.

Auf dieser Grundlage veröffentlichten unabhängig voneinander drei Forscher, Janet Travell, Michael Kelly und Michael Gutstein umfangreiche Kartografien über Schmerzmuster der Muskulatur, die sogenannten „referred pain patterns“.

Michael Kelly beschreibt in Australien von 1941 bis 1962 die schmerzhaften Punkte in der Muskulatur als Fibrositis. In vielen Fallbeispielen berichtet er über die spezifischen Ausstrahlungsgebiete der schmerzhaften Muskulatur in entfernte Körperregionen. Sein Konzept zur Pathogenese der klinischen Befunde basiert auf einer funktionellen neurologischen Störung, die am Ort der myalgischen Läsion entsteht (**Travell/Simons 2001**).



Kellgren 1938

Michael Gutstein, ein Wissenschaftler aus Polen, schrieb unter dem Namen Gutstein, Gutstein-Good und am Ende in England als Good von 1938 bis 1957 über die „rheumatische Myalgie“. Er vertrat die Meinung, dass es sich in der Pathogenese um eine Hyperaktivität von sympathischen Nervenfasern handle, welche zur Verkrampfung der Blutgefäße im Bereich der „myalgischen Stellen“ führe (**Travell/Simons 2001**).

Janett Travell prägte seit Anfang der 40er Jahre den Begriff des Myofaszialen Triggerpunktes, so wie er heute allgemein gebräuchlich ist (**Gröbli 1997**). Gemeinsam mit Dave Simons veröffentlichte sie ihre jahrzehntelangen Erfahrungen in einem zweibändigen medizinischen Standardwerk, dem Handbuch der Muskel-Triggerpunkte (**Travell/Simons 83/92**). Das umfangreiche Werk bietet eine umfassende Auseinandersetzung mit Myofaszialen Triggerpunkten. Wissenschaftliche und praktische Themen werden kombiniert und durch eine umfangreiche Kartographie der verschiedenen von der Muskulatur ausgehenden Myofaszialen Syndrome ergänzt. In der deutschsprachigen Fachliteratur sind jüngst umfassende Beschreibungen über das Myofasziale Syndrom veröffentlicht worden (**Simons 1997; Gröbli 1997; Pongratz 1998; Mense 1999**).

Ein wesentlicher Schritt zum Verständnis des Myofaszialen Syndroms wurde durch die klare Abgrenzung zur Fibromyalgie erreicht. In den vergangenen 150 Jahren waren das Myofasziale Syndrom und die Fibromyalgie gemeinsam unter verschiedenen Bezeichnungen (siehe oben) erfasst gewesen (**Baldry 1996**). Die Fibromyalgie wird heute als ein eigenständiges Krankheitsbild angesehen. Yunus beschrieb 1981 ein durch generalisierte Weichteilschmerzen charakterisiertes klinisches Bild und bemühte sich um eine Abgrenzung vom zuvor vielfach missverständlich eingesetzten Begriff der „Fibrositis“. Er führte den Begriff des „Fibromyalgiesyndromes“ ein (**Yunus 1981**). Vom American College of Rheumatology wurden 1990 einheitliche Kriterien zur Klassifikation der Fibromyalgie formuliert (**Wolfe 1990**). Es wurden 18 Lokalisationen auf den ganzen Körper verteilt definiert, welche bei den betroffenen Patienten in der Regel druckschmerzhaft sind. Sind 11 dieser Lokalisationen vermehrt palpationsempfindlich, sind die

Diagnosekriterien für eine Fibromyalgie erfüllt. Die Pathogenese der Fibromyalgie ist nach zwei Jahrzehnten intensiver Forschung immer noch unklar (**Russell 1996**).

Um die Unterschiede zwischen dem Myofaszialen Syndrom und der „Fibromyalgie“ zu verdeutlichen, werden diese in Tabelle 1 gegenübergestellt. Die beiden Krankheitsbilder können klar voneinander abgegrenzt werden, obwohl sie durchaus Gemeinsamkeiten aufzeigen und häufig gemeinsam und in Mischbildern auftreten. Travell und Simons sind der Meinung, daß bei ca. 20% der Patienten mit einem Myofaszialen Syndrom gleichzeitig eine Fibromyalgie besteht und umgekehrt bei 72% der Fibromyalgie-Patienten gleichzeitig ein Myofaszielles Syndrom. Von der Fibromyalgie sind wesentlich mehr Frauen betroffen, wohingegen das Geschlechterverhältnis beim Myofaszialen Syndrom ausgeglichen ist. Für die Fibromyalgie ist ein generalisierter Schmerz typisch, was beim Myofaszialen Syndrom eher selten ist. Hier sind Regionen betroffen und in der Regel keine beidseitigen Probleme. Die Beweglichkeit ist bei der Fibromyalgie kaum eingeschränkt, wohl aber bei dem Myofaszialen Syndrom. Die Therapie von Fibromyalgie-Patienten mit Methoden der Triggerpunkttherapie ist wesentlich weniger erfolgreich als bei einem Myofaszialen Syndrom. In wissenschaftlichen Untersuchungen der Muskelschmerzen sollten diese beiden Krankheitsbilder eindeutig voneinander getrennt werden.

Tabelle 1 Gegenüberstellung wichtiger Merkmale des <i>Myofaszialen Syndroms und der Fibromyalgie</i>	
Myofaszielles Syndrom	Fibromyalgie
m : w = 1 : 1	m : w = 1 : 4-9
Lokaler oder regionaler Schmerz	ausgedehnter generalisierter Schmerz
punktuell druckempfindlich	ausgedehnt druckempfindlich
<i>Tastbefund:</i> Verspannung des Muskels (Verspanntes Faserbündel)	<i>Tastbefund:</i> weicher, teigiger Muskel
eingeschränktes Bewegungsausmaß	Hypermobilität
Untersuchung auf „myofasziale Triggerpunkte“	Untersuchung auf „tender points“
Sofortige Reaktion bei Infiltration der „myofaszialen Triggerpunkte“	schwächere Reaktion auf Infiltration von TRP
bei 20% gleichzeitig Fibromyalgie	bei 72% gleichzeitig aktive „Myofasziale Triggerpunkte“

Travell und **Simons** erarbeiteten nicht nur eine umfassende Kartographie der spezifischen „referred pain patterns“ fast aller Skelettmuskeln des Menschen, sondern vertreten auch die bis heute schlüssige Hypothese zur Pathogenese eines myofaszialen Triggerpunktes.

2.1.4. Ätiologie

Für das Verständnis der Ätiologie von Myofaszialen Triggerpunkten bzw. des Myofaszialen Syndroms ist eine Funktionsstörung der Kopplungsstelle zwischen Nerv und Muskel, der motorischen Endplatte, als gemeinsame Endstrecke eines jeden Myofaszialen Syndroms von entscheidender Bedeutung. Das Myofasziale Syndrom ist demnach eine **neuro-muskulo-skelettale** Erkrankung.

-neuro: Es wird heute davon ausgegangen, dass am Beginn der pathogenetischen Kette eines Myofaszialen Syndroms eine Funktionsstörung der motorischen Nerven bzw. der motorischen Endplatte steht, der elektrochemischen Kopplungsstelle vom Nerven zur Muskulatur.

-muskulo: Die Funktionsstörung der motorischen Endplatte provoziert den Muskel zu einer lokalen, auf die Endplattenregion beschränkte, Kontraktur der Myofibrillen. In der Folge entsteht ein Myofaszialer Triggerpunkt, welchen man klinisch klar differenzieren kann.

-skelettal: Die in ihrer Funktion gestörte Muskulatur beeinflusst durch ihre veränderten Eigenschaften Bewegungsmuster, Koordination und in der Folge gelenkige und knöcherne Strukturen.

Derzeit wird ein primäres Myofasziales Syndrom gegen ein sekundäres Myofasziales Syndrom abgegrenzt (**Gerwin 2001**).

Das **primäre** Myofasziale Syndrom steht nicht offensichtlich in Bezug zu anderen medizinisch pathogenetischen Konditionen.

In der Regel wird das primäre Myofasziale Syndrom durch sogenannte Überlastungssyndrome, repetitive strain injuries, ausgelöst. Die Epikondylopathia humeri radialis, der Tennisellenbogen, wird z.B. in diesem Zusammenhang genannt.

Das **sekundäre** Myofasziale Syndrom definiert Gerwin als Folge eines offensichtlichen medizinisch pathogenetischen Faktors. Unter anderem

können die Rheumatoide Arthritis, verschiedene Viruserkrankungen, radikuläre Syndrome oder Traumata Myofasziale Triggerpunkte ausbilden und sind Beispiele für das sekundäre Myofasziale Syndrom (**Gerwin 2001**). Diese Differenzierung ist klinisch jedoch nur bedingt sinnvoll. Konditionen, welche ein primäres Myofasziale Syndrom begünstigen, können durch ein sekundäres Myofaszielles Syndrom beeinflusst sein. Umgekehrt können Konditionen, die ein sekundäres Myofaszielles Syndrom aufrechterhalten, die Entstehung und Aufrechterhaltung eines primären Myofaszialen Syndroms beeinflussen. Alle Konditionen, welche eine Funktionsstörung (Irritation) oder Überlastung der Kopplungsstelle zwischen Nerv und Muskel provozieren, führen zur Bildung von Myofaszialen Triggerpunkten und dem klinischen Bild eines Myofaszialen Syndroms. Das Myofasziale Syndrom ist somit immer sekundärer Natur, da die Muskulatur ein ausführendes Organ ist und in Abhängigkeit zu den auslösenden Konditionen steht. Es erscheint sinnvoll, Konditionen zu beschreiben, welche die Bildung von Myofaszialen Triggerpunkten begünstigen. Es soll zwischen externen und internen Konditionen unterschieden werden.

Tabelle 2 <i>Wichtige Konditionen bei der Entstehung und Aufrechterhaltung von Myofaszialen Triggerpunkten</i>	
Externe Konditionen	Interne Konditionen
Direkte Traumata	Angeborene oder erworbene statisch und dynamisch ungünstige Abweichungen der knöchernen und gelenkigen Strukturen (z.B. Beinlängendifferenz, Fehlstellungen nach Frakturen, Zahn- und Bissfehlstellungen, Zustand nach Endoprothesen, ...)
Arbeit in angenäherter oder gedehnter Muskelstellung	Nervenkompressionen (z.B. Radikulopathie oder Kompression durch die Muskulatur selbst)
Witterungseinflüsse (Durchzug, Kälte, Nebel, ...)	Psychischer Stress
	Störungen der Propriozeption bzw. Nozizeption aus den Dermatomen, dem Viscerotom und Sklerotom z.B. durch eine chronische Hauterkrankung, chronische Bronchitis, ein Magenulkus, rheumatoide Arthritis und andere Struktur und Funktionsstörungen (in Anlehnung an Hansen und Schliak 1962)
	Trainingsmangel
	Hypothyreose
	Vitamin- und Nährstoffmangel

Akute Überlastungen, z.B. durch repetitiv ausgeführte Bewegungen oder chronische Überlastungen und durch schlechte statische bzw. haltungsbedingte Voraussetzungen, begünstigen die Entwicklung von Myofaszialen Triggerpunkten.

Ebenso gelten direkte Traumen und Muskularbeit in angenäherter Position beider Ansätze als perpetuierende Faktoren.

In der Folge entwickeln sich schmerzbedingt Abschwächungen der betroffenen Muskel(faser)n und eine konsekutive Tonuserhöhung der synergistisch tätigen Muskel(faser)n. Physiologische Bewegungsmuster können in der Folge erheblich gestört werden. Durch dieses Ungleichgewicht entstehen sekundäre Myofasziale Triggerpunkte, z.B. in der überlasteten synergistischen Muskulatur (**Travell/Simons 2001**).

Mitunter können Gelenkdysfunktionen, Schmerzafferenzen aus spondylogenen, arthrogenen und viscerogenen Störungen, Trainingsmangel, Witterungseinflüsse (Kälte, Nebel, Durchzug), Nervenläsionen (z.B. Radikulopathie), psychische Faktoren (Angst, Stress), hormonelle Störungen (Hypothyreose) und Vitamin- und Nährstoffmangel (z.B. Eisen-, Folsäure-, Vitamin B12-Mangel) und anatomische Varianten (Beinlängendifferenz, Zahn- und Bissfehlstellungen) Myofasziale Triggerpunkte auslösen und aufrechterhalten. Ein vertiefender Einblick in diese Sichtweise der Medizin würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Die genannten Umgebungsumstände und Konditionen scheinen jedoch regelhaft eine Funktionsstörung oder Überlastung der Kopplungsstelle zwischen Nerv und Muskel hervorzurufen. Dementsprechend häufig sind klinische Zeichen zumindest eines latenten Myofaszialen Triggerpunktes bei fast allen Menschen zu finden.

Von Interesse ist, ob sich eine durch Myofasziale Triggerpunkte gestörte Funktion der Muskulatur durch eine geeignete Therapie (siehe 2.1.8.) normalisieren lässt. Ist dies der Fall, muss das Myofasziale Syndrom als **dominanter Krankheitsfaktor** angesehen werden. Frühzeitige Rezidive nach effizienten Behandlungen lassen Störungen von Funktion oder Struktur anderer Organsysteme vermuten, die den Fortbestand der Erkrankung unterhalten und damit den dominanten

Krankheitsfaktor ausmachen. Eine akute Appendizitis verursacht beispielsweise einen Myofaszialen Triggerpunkt in der ventralen Bauchwandmuskulatur, dem sog. McBurney-Punkt. Über den eventuell eintretenden peritonealen Reiz wird zusätzlich eine erhöhte Muskelspannung hervorgerufen. Durch die Behandlung des Myofaszialen Triggerpunktes in der ventralen Bauchwandmuskulatur lassen sich die Beschwerden der Patienten, wenn überhaupt, nur sehr kurzfristig beeinflussen. Es kommt frühzeitig zur Rückkehr der Schmerzen. Der dominante Krankheitsfaktor ist in diesem Fall ganz offensichtlich der akut entzündete Wurmfortsatz, welcher operativ saniert werden muß.

Bei der Rheumatoiden Arthritis ist die Strukturstörung (Entzündung der Gelenkhaut (Synovia)) als dominierender Krankheitsfaktor anzusehen. Die alleinige Behandlung der schmerzhaften Störungen in der Muskulatur, welche bei einer unbehandelten, aktiven Rheumatoiden Arthritis regelhaft auftreten, kann nicht für längere Zeit effizient sein, da die Myofaszialen Triggerpunkte nur einen sekundären Krankheitsfaktor darstellen. Eine geeignete Kombination der therapeutischen Optionen wird hier erfolgreich sein. Ist die Rheumatoide Arthritis durch eine Basistherapie ausreichend gut behandelt, können Myofasziale Triggerpunkte zum dominierenden Krankheitsfaktor werden.

Auch bei chronischen, nicht ausreichend kausal therapierbaren, Erkrankungen, lohnt sich die Behandlung der sekundären Krankheitsfaktoren, z.B. Myofaszialen Triggerpunkten, da diese das klinische Bild oft erheblich beeinflussen. Im Fall der Rheumatoiden Arthritis ist ein Teil der vorhandenen Schmerzen auch durch aktive Myofaszialen Triggerpunkte bedingt. Bei einer unzureichend behandelten Grunderkrankung, sind jedoch schnelle Rezidive der aktiven Myofaszialen Triggerpunkte zu erwarten, da sie nicht den dominierenden Krankheitsfaktor ausmachen.

Treten nach einer ungewohnt schweren Gartenarbeit Schmerzen in der Schulter auf, welche über Wochen persistieren, ist der auslösende Mechanismus, die Überlastung der dynamischen und statischen Funktionen des Bewegungsapparates durch die schwere Arbeit im Garten nicht mehr aktiv. Findet man aktive Myofasziale Triggerpunkte in

der die Schulter führenden Muskulatur, ist ihre Behandlung wahrscheinlich in der Lage, die Schmerzen dauerhaft zu beseitigen. In diesem Fall würde das Myofasziale Syndrom der dominierende Krankheitsfaktor sein. Es sei denn, die Schulter ist strukturell schwer vorgeschädigt.

Zwischen diesen relativ eindeutigen Beispielen gibt es natürlich Mischformen, bei denen es nicht so leicht ist, einen dominierenden Krankheitsfaktor zu identifizieren.

2.1.5. Klinische Diagnostik

Die Diagnose eines Myofaszialen Syndroms und der Myofaszialen Triggerpunkte erfolgt klinisch. Aus Gründen der besseren Übersicht sollen die einzelnen klinischen Merkmale zunächst in Tabellenform aufgelistet werden.

Die in der Tabelle aufgelisteten Merkmale werden mit einfachen Funktionstests, Palpation und durch Interaktion mit dem Patienten untersucht.

Tabelle 3 <i>Klinische Untersuchungsbefunde nach Travell/Simons</i>	
Englischer Begriff (Travell/Simons)	Deutsche Übersetzung
taut band	Hartspannstrang
tender spot in taut band	Schmerzpunkt entlang des <i>Hartspannstranges</i>
recognition of pain	Wiedererkennen des Schmerzes als den spezifischen Problemen zugehörig
restricted range of stretch	Eingeschränkte Verlängerungsfähigkeit des Muskels (meist Schmerz am Ende der Bewegung)
nodule in taut band	Knötchenstruktur entlang des <i>Hartspannstranges</i>
local twitch response	Lokale Zuckungsreaktion des palpieren <i>Hartspannstranges</i>
spezific referred pain -pattern	Übertragungsschmerz (-muster) spezifisch für jeden Muskel
muscle weakness	Muskelschwäche (keine Atrophie)
painful contraction	Schmerzen bei kräftiger Kontraktion
autonomic phenomena	Autonome Phänomene (kalte Haut, Schweiß, Piloeraktion, ...)

Travell und Simons formulieren Diagnosekriterien im Rahmen der klinischen Untersuchung zum Auffinden und zur Charakterisierung eines Myofaszialen Triggerpunktes, wobei sie zwischen essentiellen und bestätigenden Merkmalen unterscheiden (**Travell/Simons 2002**).

Essentielle Kriterien sind der Hartspannstrang, der Schmerzpunkt entlang eines Hartspannstranges, die mangelnde Fähigkeit zur Verlängerung des Muskels und das Wiedererkennen des Schmerzes bei der untersuchenden Palpation. Die Merkmale sind in Tabelle 3 dunkelgrau unterlegt.

Eine Knötchenstruktur entlang des Hartspannstranges, vielleicht im Bereich der maximalen Schmerzhaftigkeit, die lokale Zuckungsreaktion, die übertragenen Schmerzen, eine Muskelschwäche ohne Atrophie, Schmerzen bei der Kontraktion des betroffenen Muskels und autonome Phänomene sind bestätigende klinische Merkmale für die Existenz eines Myofaszialen Triggerpunktes. Diese Merkmale sind in Tabelle 3 hellgrau unterlegt.

Es werden latente von aktiven Myofaszialen Triggerpunkten unterschieden (**Travell/Simons 2001**). Um einen latenten Myofaszialen Triggerpunkt zu diagnostizieren, muss ein **Hartspannstrang** und ein **punktuelle Schmerz** entlang dieses Hartspannstranges (evtl. mit **Knötchenstruktur**) vorhanden sein.

Ein latenter Myofaszialer Triggerpunkt verhält sich in der Regel klinisch stumm. Dem Patienten sind die Schmerzen, die bei der Untersuchung des Myofaszialen Triggerpunktes provoziert werden, unbekannt. Ein latenter Myofaszialer Triggerpunkt entsteht aus den gleichen pathophysiologischen Mechanismen, wie ein aktiver Myofaszialer Triggerpunkt und vereinigt die funktionell veränderten Eigenschaften der Muskulatur in sich, wie z.B. verminderte Verlängerungsfähigkeit oder frühzeitiges Ansprechen der Muskulatur auf an sie gestellte Anforderungen.

Durch die veränderten statischen und dynamischen Eigenschaften der betroffenen Muskulatur besteht die Tendenz zur Ausbreitung des Myofaszialen Syndroms entlang von funktionell determinierten Muskelketten. Es bilden sich neue Myofasziale Triggerpunkte aus, die aktiv oder latent sein können. Aus einem latenten Myofaszialen Triggerpunkt kann jederzeit ein aktiver Myofaszialer Triggerpunkt werden.

Ein aktiver Myofaszialer Triggerpunkt wird durch die Interaktion mit dem Patienten identifiziert. Der aktive Myofasziale Triggerpunkt ist bei der Untersuchung spontan schmerzhaft, und der Patient erkennt diese als „seine“ Schmerzen wieder, weshalb er den Therapeuten aufgesucht hatte. Ein aktiver Myofaszialer Triggerpunkt ist somit an den vom Patienten empfundenen Schmerzen direkt beteiligt.

Ob der untersuchte aktive Myofasziale Triggerpunkt ein dominanter oder ein nicht dominanter oder sekundärer Krankheitsfaktor ist, muss vom Behandler bzw. Diagnostiker durch eine klare klinische und apparative Zusatzdiagnostik zum Ausschluss von Strukturkrankungen geklärt werden, um dem Problem des Patienten gerecht zu werden.

In Anschluss an die differentialdiagnostischen Überlegungen klärt meist ein Therapieversuch der aktiven Myofaszialen Triggerpunkte mittels geeigneter Behandlungsmethoden die Frage nach dem dominanten Krankheitsfaktor.

Die bestätigenden Diagnosekriterien (vgl. Tabelle 3) erhärten das Vorhandensein eines Myofaszialen Triggerpunktes. Der **lokalen Zuckungsreaktion** kommt hierbei ein hoher diagnostischer Wert zu. Sie ist damit ein starkes Kriterium für einen Myofaszialen Triggerpunkt. Der **Übertragungsschmerz** kann bei vorhandenen essentiellen Kriterien erheblich zur Spezifizierung von Schmerzsyndromen am Bewegungsapparat beitragen. Das Schmerzmuster leitet den Untersucher zu den von Myofaszialen Triggerpunkten betroffenen Muskeln hin, welche die Beschwerden des Patienten verursachen. Für sich allein sind Übertragungsschmerzen jedoch kein spezifisches Merkmal für einen Myofaszialen Triggerpunkt, da auch von anderen Geweben, z.B. Gelenkflächen oder visceralen Strukturen, Schmerzen in andere Regionen übertragen werden können (**Lewit 1992, Head 1904, Hansen und Schliak 1962**).

Die übrigen Kriterien, wie autonome Phänomene, Muskelschwäche oder Schmerzen bei der Muskelkontraktion, sind fakultativ anzusehen und ebenfalls nicht spezifisch.

Auf die Reliabilität der beschriebenen klinischen Untersuchungen wird gesondert und ausführlich weiter unten eingegangen.

2.1.6. Experimentelle und apparative Diagnostik

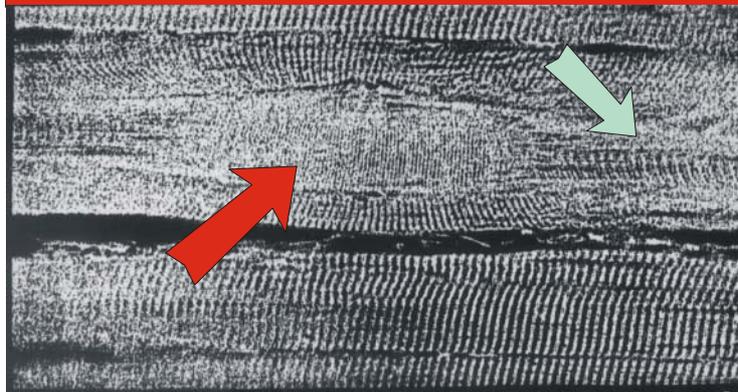
Die Existenz und Bedeutung des Myofaszialen Syndroms und der Myofaszialen Triggerpunkte ist in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder in Frage gestellt worden (**Bohr 1995, Hey 1994, Quinter 1994, Gröbli 1997**). Fehlende objektivierbare, experimentelle und klinische Untersuchungen waren die Basis der Kritik. In den zurückliegenden Jahren sind einige objektivierbare Befunde erhoben worden, welche die Existenz der Myofaszialen Triggerpunkte sehr wahrscheinlich machen. Die experimentellen und apparativen Untersuchungen sollen im folgenden Kapitel erläutert werden.

2.1.6.1. Histologie

In der älteren Literatur werden Kontraktionsknoten in Biopsien aus Muskelhäuten beobachtet (**Glogowski 1951**). Miehke beschreibt bauchige Schwellungen in Längsschnitten von Muskelfasern bei Patienten mit Fibrositisyndrom und Muskelhäuten (**Miehke 1960**).

Diesen Beobachtungen wurde lange Zeit keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Abbildung 2: Elektronenmikroskopisches Bild eines Kontraktionsknotens (Längsschnitt)



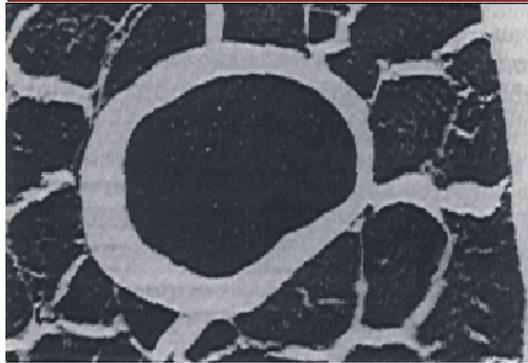
Simons 1976

1976 untersuchte Simons Hunde nach klinischen Merkmalen von Myofaszialen Triggerpunkten. Anschliessend biopsierte er die anästhesierten Tiere.

Das Ergebnis zeigt einen Kontraktionsknoten (roter Pfeil), in welchem die Sarkomere maximal kontrahiert sind. Im Verlauf entsteht ein schmaleres Band (grüner Pfeil), der Hartspannstrang, in welchem die Sarkomere, auch im Vergleich mit der umliegenden Muskulatur, eher

eine aufgelockerte Struktur aufweisen. Bis heute gibt es jedoch keine signifikanten Beweise für histologische Veränderungen in der Region von Myofaszialen Triggerpunkten beim Menschen. In vielen Untersuchungen wurden die Diagnosekriterien zur Identifikation eines Myofaszialen Triggerpunktes nicht ausreichend beschrieben.

Abbildung 3:
Kontraktionsknoten (Querschnitt)



SIMONS 1976

Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Myogelosen zeigten Degenerationen von Myofilamenten im Bereich der I-Bande bis hin zur Lyse der kontraktiven Substanz (**Fassbender 1973**).

Reitlinger führte an Leichen vor Eintritt der Totenstarre feingewebliche Untersuchungen durch. Im Bereich von Myofaszialen Triggerpunkten, welche zuvor nach Diagnosekriterien von Travell/Simons identifiziert wurden, konnten Veränderungen der Mitochondrien, eine Verschmälerung der I-Bande und Verlängerung der A-Bande identifiziert werden (**Feigl-Reitinger 1998, Reitinger 1996**).

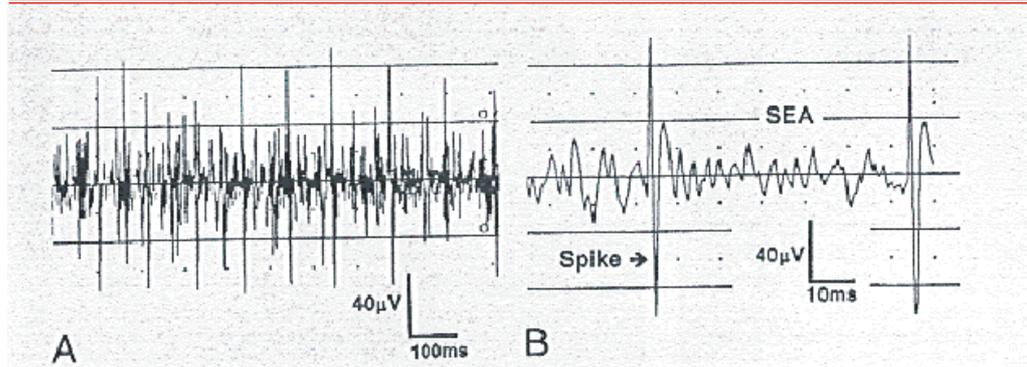
2.1.6.2. Nadel-EMG

Im **Nadel-EMG** wird im Bereich der Myofaszialen Triggerpunkte ein spontanes niederfrequentes sogenanntes Endplattenrauschen sowie eine hochfrequente Spikeaktivität registriert (**Hubbert 1993, Simons 1995**). Diese Merkmale sind hochspezifisch für einen Myofaszialen Triggerpunkt, jedoch nicht pathognomonisch. Es deutet jedoch einiges darauf hin, dass die registrierten Signale von pathologisch alterierten motorischen Endplatten ausgehen.

1957 fand Travell hochfrequente, spikeförmige Entladungen in Nadel-EMG-Ableitungen im Zentrum eines Myofaszialen Triggerpunktes. Diesem Phänomen wurde bis in die 90er Jahre nicht weiter

nachgegangen. 1993 wurden von Hubbard ähnliche Beobachtungen gemacht. Sie bezeichneten diese Potentiale mit einer Amplitude von ca. $100\mu\text{V}$ als typisch für einen Myofaszialen Triggerpunkt (**Hubbard 1993**). Hubbard interpretierte die Potentiale als anormale Aktivität, welche von funktionsgestörten Muskelspindeln ausgeht. Simons und Hong wiederholten die Untersuchungen Hubbards und veränderten Frequenz- und Amplitudendarstellung.

Abbildung 4: Spikeförmige Aktivitäten und spontane elektrische Aktivität im Myofaszialen Triggerpunkt



Simons 1995

Simons und Hong beobachteten, wie schon Travell 1957 und Hubbard 1993, die beschriebenen spikeförmigen Potentiale. Zusätzlich konnten sie jedoch ein Potential mit wesentlich höherer Frequenz, dafür aber geringerer Amplitude (bis max. $60\mu\text{V}$), nachweisen (**Simons 1995**). Sie nannten die hochfrequenten Potentiale, „spontane elektrische Aktivität“ SEA. Die SEA wurde von ihnen als „aktiver Fokus“ einer Triggerpunktregion bezeichnet (**Hong 1998**).

In einer weiteren Untersuchung der gleichen Testreihe konnte nachgewiesen werden, dass sich der „aktive Fokus“ eines Myofaszialen Triggerpunktes im Bereich der motorischen Endplatte der extrafusalen Skelettmuskulatur befinden muss und nicht in der Muskelspindel.

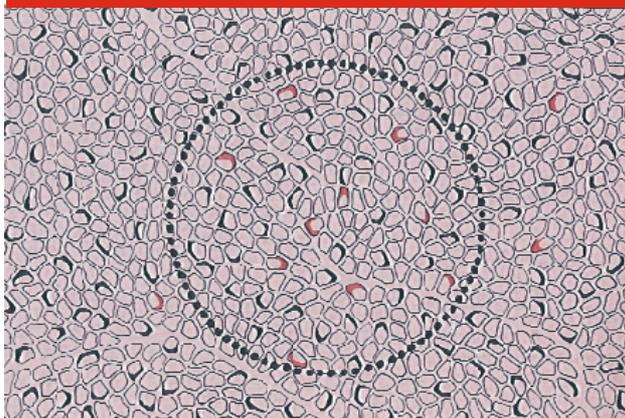
Von EMG-Spezialisten werden die SEA, „Endplattenrauschen“ und die spikeartigen Potentiale, „Endplattenspikes“ genannt und als normale Aktivität einer motorischen Endplatte angesehen (**Wiederholt 1970**). Simons vermutet, dass die SEA durch die andauernde Aktivität dysfunktioneller motorischer Endplatten entsteht. Diese sind zwischen normalen und nicht beeinträchtigten neuromuskulären Kontakten zu finden. Die Anzahl der funktionsgestörten motorischen Endplatten und

das Ausmaß der SEA prägen dann das klinische Bild des Myofaszialen Triggerpunktes.

Das Endplattenrauschen wird durch einen kontinuierlichen Ausstoß von Acetylcholin aus der motorischen Endplatte in den synaptischen Spalt verursacht. Das Acetylcholin erregt die postsynaptische Membran (Muskelzelle!), deren Potential aufgezeichnet wird (**Schmidt/Thews 1999**). Die SEA kennzeichnet einen vermehrten Ausstoß von Acetylcholinquanten in den synaptischen Spalt, was durch eine erhöhte Amplitude und Frequenz der EMG-Signale deutlich wird.

Durch die Affektion eines peripheren Nerven, wie z.B. Zug am Nerv, kann der Acetylcholinausstoß in den synaptischen Spalt erheblich gesteigert werden (**Travell/Simons 2001**). Welche Voraussetzungen diese Ausschüttung begünstigen, sollte Gegenstand weiterer intensiver Forschungsarbeiten sein. Korr spricht in diesem Zusammenhang schon früh vom sogenannten aktivierten Segment (**Korr 1955**). Supraspinale, viscerale, mechanische, hormonelle, elektrolytische, entzündliche, tumoröse, autonome und andere Einflüsse können scheinbar durch einen vermehrten sensorischen Input das motorische System provozieren und führen zu einer Dysfunktion der neuromuskulären Kopplung an der motorischen Endplatte. Schon geringe mechanische Affektionen peripherer Nerven, z.B. im Sinne von Zug oder Kompression, ergeben bei verschiedenen Autoren eindeutige Hinweise auf eine Beeinträchtigung der motorischen Endplatte (**Liley 1956; Gunn 1980; Chu 1995**).

*Abbildung 5:
Querschnitt durch eine Triggerpunktzone*



Simonos und Mense 2001

Legende Abbildung 5:

rot gekennzeichnete

Muskelzellen:

*aktive Foki,
pathologisch alterierte
motorische Endplatte*

schwarz

gekennzeichnete

Muskelzelle:

*normale motorische
Endplatte*

Chu zeigt elektromyographisch einen deutlichen Zusammenhang zwischen neuropathischen Veränderungen, z.B. einer Radikulopathie, und Myofaszialen Triggerpunkten in der paraspinalen Muskulatur auf **(Chu 1995)**. Psychischer Stress ist ein weiterer von vielen möglichen Faktoren, welche, im EMG sichtbar, die SEA im Myofaszialen Triggerpunkt steigern können **(McNulty 1994)**.

2.1.6.3. Oberflächen-EMG

Im **Oberflächen-EMG OEMG** können weitere Charakteristika herausgearbeitet werden. Ein OEMG registriert den neuromuskulären Input in Form aufsummierter Aktionspotentiale der innervierten motorischen Einheiten und nicht die Kraft des Muskels. Ein OEMG ist das EKG der Kinesiologen. Es werden nach multiplen Filterverfahren Amplitude und Frequenz bewertet **(Basmajian 1985)**.

Myofasziale Triggerpunkte stören die normale Muskelfunktion. Gesteigerte Reaktionsbereitschaft, erhöhte Ermüdbarkeit, verlängerte Erholungszeiten, verminderte Belastbarkeit, übertragene Hemmung und übertragener Spasmus sind bis jetzt registrierte Eigenschaften. Die gesteigerte Reaktionsbereitschaft lässt sich anhand einer erhöhten EMG-Amplitude bei definierten Willkürbewegungen **(Lewit 1986)** und einem vorzeitigen Anspringen des Muskels in der kinetischen Kette einer Willkürbewegung ablesen **(Janda 1994)**. Von Myofaszialen Triggerpunkten befallene Muskulatur unterliegt einer beschleunigten Ermüdbarkeit. Es werden in der betroffenen Muskulatur erhöhte Amplitudenwerte und ein schnellerer Abfall des frequenzmodulierten Wertes des OEMG, der „median frequency“, im Vergleich zur gesunden Muskulatur gesehen **(Hagberg 1984)**. Die beiden OEMG Merkmale, steigende Amplitude und fallende Frequenz, charakterisieren die zunehmende Ermüdung eines Muskels **(Mannion 1996)**. Mit Hilfe der beschriebenen OEMG-Merkmale konnte eine verlängerte Erholungsphase der von Myofaszialen Triggerpunkten betroffenen Muskulatur beobachtet werden **(Travell/Simons 2001)**.

Übertragener Spasmus und Hemmung von Muskeln, welche von Triggerpunkten betroffen sind, dürften das Verständnis für gestörte

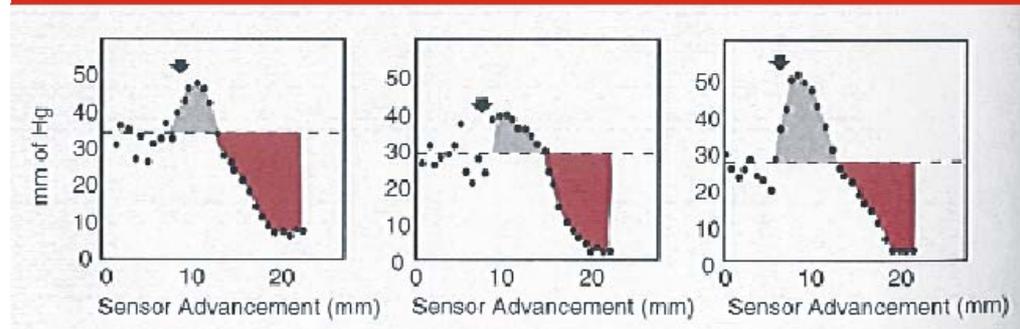
Bewegungsmuster und Schmerzen am Bewegungsapparat in Zukunft erheblich erweitern. In ersten Untersuchungen wurden Tonuserhöhungen und Hemmung in entfernt liegenden Muskeln nachgewiesen (**Headly 1993**).

2.1.6.4. Sauerstoffpartialdruckmessung

Brückle gelang es mit seinen Mitarbeitern 1990 eine Sauerstoffpartialdruckmessung in der Umgebung und in einer Myogelose durchzuführen (**Brückle 1990**). Retrospektiv betrachtet identifizierte Brückle die Myogelose nach den klinischen Merkmalen eines Myofaszialen Triggerpunktes.

Eine Sonde wurde in Einzelschritten von unter 1cm auf die Myogelose vorgeschoben. In der Umgebung der Myogelose wurde ein erhöhter

Abbildung 6:
Sauerstoffpartialdruckmessungen in der Umgebung und im Zentrum eines MTrP:



Brückle 1990

Sauerstoffpartialdruck gemessen, wohingegen im Zentrum der Myogelose eine Hypoxie oder sogar eine Anoxie vorlag. Der O₂-Partialdruck liegt in etwa bei 30 mmHg.

Die Untersuchung unterstützt die von Travell und Simons postulierte integrierte Triggerpunkthypothese, wonach im Zentrum eines Myofaszialen Triggerpunktes durch eine maximale Kontraktion der Sarkomerstrukturen im Bereich der motorischen Endplatten eine Hypo- oder Anoxie entstehen müßte.

2.1.6.5. Andere diagnostische Verfahren

Die **Ultraschalldiagnostik** eröffnet dem Untersucher die Möglichkeit, **lokale Zuckungsreaktionen** der betroffenen Muskelfasern am Monitor

nachzuvollziehen und zu dokumentieren. Gerwin gelang es, Hartspannstränge und die lokale Zuckungsreaktion in von Myofaszialen Triggerpunkten befallenen Muskeln mit hochauflösendem Ultraschall darzustellen (**Gerwin 1997**).

Die Druckalgometrie wurde von Fischer zur Bestimmung von Schmerzschwellen in den Weichteilstrukturen entwickelt und sie wird vielfältig in wissenschaftlichen Untersuchungen eingesetzt (**Fischer 1986**). In der Routinediagnostik wird dieses Verfahren wegen des relativ hohen Zeitaufwandes jedoch nicht verwendet. Aufgrund der variablen Dicke des Unterhautfettgewebes werden eher intra- als interindividuelle Befunde dokumentiert

Die Thermographie stellt die Veränderung der Blutzirkulation der Hautoberfläche dar. Es wird jedoch nur die Hauttemperatur gemessen, da die Eindringtiefe wenige Millimeter nicht überschreitet. Das Verfahren eignet sich nicht zu einer Tiefendarstellung des Gewebes und der Muskulatur.

Die Tiefendarstellung gelang Klett 1999, indem er segmentale Irritationszonen, welche verspannten Muskeln entsprechen, mittels Szintigraphie sichtbar machte (**Klett 1999**). In der Zukunft dürfte diese Untersuchungstechnik sehr vielversprechend einzusetzen sein.

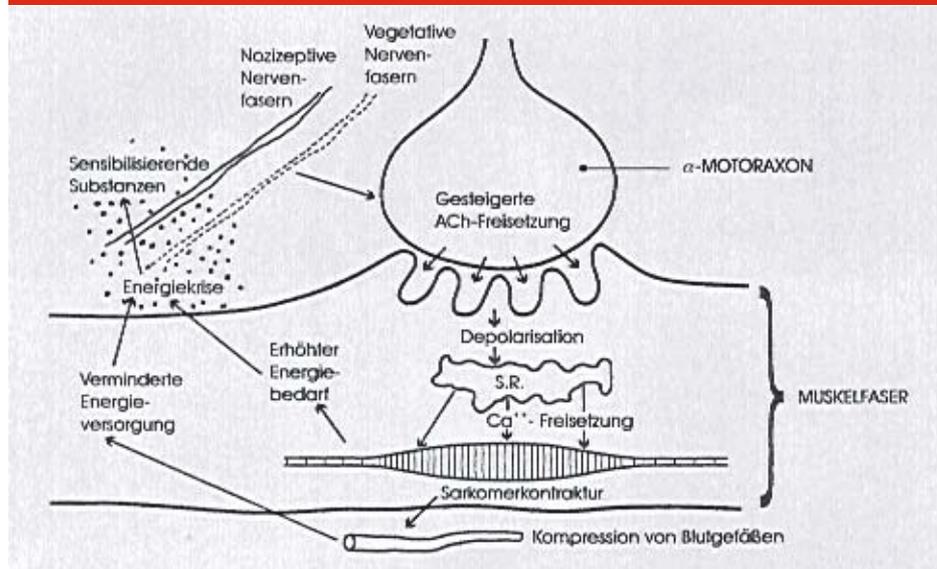
Keine der beschriebenen Untersuchungsmethoden, mit Ausnahme des Ultraschalls, eignen sich zur Routinediagnostik, da der Untersuchungsablauf zu aufwendig ist. Die Methoden haben eigentlich nur in der wissenschaftlichen Evaluation von Myofaszialen Triggerpunkten ihren Stellenwert.

Der klinischen Diagnostik der Myofaszialen Triggerpunkte kommt somit in der Routinediagnostik eine große Bedeutung zu (**Kovac 1994**).

2.1.7. Integrierte Triggerpunkthypothese

In der integrierten Triggerpunkthypothese werden die Erfahrungen aus der klinischen und experimentell-apparativen Diagnostik der vergangenen Jahre zusammengefasst. Das Konzept ist erstmals 1981 von Simons vorgestellt und seither ständig um die neuesten wissenschaftlichen Ergebnisse ergänzt worden (**Simons 1981**). Mit seiner Hypothese beschreibt Simons den derzeitigen Stand des

Abbildung 7: Schematische Darstellung der Integrierten Triggerpunkthypothese



Mense 1999 modifiziert nach Simons

Wissens. Simons stellt mit der integrierten Triggerpunkthypothese eine dysfunktionelle motorische Endplatte einer extrafusalen Skelettmuskelfaser ins Zentrum seiner Überlegungen (**Travell/Simons 2001**). Eine ganze Reihe funktionsgestörter motorischer Endplatten in der Endplattenregion eines Skelettmuskels prägen dann das klinische Bild eines Myofaszialen Triggerpunktes.

Integrierte Triggerpunkthypothese:

- Der Vorgang beginnt mit einer mechanischen, ischämischen oder andersartigen Läsion des präsynaptischen Anteiles der motorischen Endplatte.

- Die Läsion führt zu einer Funktionsstörung der neuromuskulären Endplatte. Diese schüttet in der Folge exzessiv Acetylcholin in den synaptischen Spalt.
- Das im Überschuss freigesetzte Acetylcholin erzeugt postsynaptisch an der Muskelmembran ein hochfrequentes Potential, die sogenannte „spontane elektrische Aktivität“ SEA. Diese wirkt wie eine Dauerdepolarisation.
- Die Depolarisation der Muskelfasermembran setzt ständig Calcium aus den intrazellulären Calcium-Speichern (dem sarkoplasmatischen Retikulum) frei, welches eine Dauerkontraktion zwischen Aktin- und Myosinfilamenten im Bereich der motorischen Endplatte verursacht.
- Die Depolarisation bleibt jedoch unerschwellig, so daß kein Aktionspotential fortgeleitet wird. Der Kontraktionsknoten bleibt auf das Gebiet unterhalb der motorischen Endplatte beschränkt (Im Oberflächen-EMG des betreffenden Muskels findet sich deshalb auch keine Spontanaktivität).
- Eine Ansammlung von kleinen Kontraktionsknötchen prägt das klinische Bild eines Myofaszialen Triggerpunktes bzw. ist als schmerzhaftes Knötchen entlang eines Hartspannstranges in der Muskulatur zu tasten.
- Die übrigen Anteile der Muskelfaser werden konsekutiv passiv gedehnt und bilden das „taut band“ bzw. den Hartspannstrang.
- Der Kontraktionsknoten komprimiert die Kapillaren der Umgebung und erzeugt so eine lokale Ischämie.
- Die ständige Aktivierung des kontraktiven Apparates unterhalb der motorischen Endplatte verbraucht Energie. Sind keine Energieträger (ATP) mehr vorhanden, können die Aktin- und Myosinfilamente ihre eingegangene Bindung nicht mehr lösen.
- Energiemangel (durch die bestehende Ischämie) und erhöhter Energieverbrauch (durch ständige Aktivierung des kontraktiven Apparates) führen zu einer **Energiekrise**.
- Tatsächlich ist der Sauerstoffpartialdruck in einem Myofaszialen Triggerpunkt so gering, daß höchstwahrscheinlich für die Lösung der Kontraktion nicht genügend Energieträger zur Verfügung stehen

(Brückle 1990). Insofern herrschen ähnliche Bedingungen wie bei der Totenstarre, nur lokal umschrieben.

- Die lokale Ischämie setzt im Gewebe Bradykinin und andere Substanzen frei, welche die Nozizeptoren des Muskels sensibilisieren. Dies führt zu einer Druckschmerzhaftigkeit des Myofaszialen Triggerpunktes.
- Die ischämischen Bedingungen schädigen wiederum die motorische Endplatte und halten somit die Dysfunktion im Sinne eines Teufelskreises aufrecht.

Die Integrierte Triggerpunkthypothese ist in einzelnen Teilbereichen experimentell gut gesichert. Ob der Ablauf der Ereignisse den oben beschriebenen Rahmen einhält, werden Untersuchungen in der Zukunft zeigen. Im Zentrum verbleibt die Dysfunktion der motorischen Endplatte und der exzessive Ausstoß von Acetylcholin in den synaptischen Spalt.

2.1.8. Therapie

Über die verschiedenen Behandlungsmethoden kann nur ein kurzer Überblick gegeben werden. Eine Darstellung der therapeutischen Möglichkeiten zur Behandlung von Myofaszialen Triggerpunkten würde den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen.

Janda betont in diesem Zusammenhang jedoch, dass für den Erfolg der Therapie primär die klare diagnostische Erfassung des Problems verantwortlich ist und nicht die Auswahl der Therapiemethode (**Janda 2001**).

Ziel einer effizienten Behandlung von Myofaszialen Triggerpunkten ist es, die gestörte Funktion der motorischen Endplatten zu normalisieren und die Kontraktur in der Muskulatur zu lösen.

Die Behandlung von Myofaszialen Triggerpunkten kann in der Frühphase auch diagnostisch verwendet werden. Kommt es zu frühzeitigen Rezidiven, muss an einer anderen Stelle nach einem dominanten Krankheitsfaktor gesucht werden.

Infiltrationstechniken und Release-Techniken haben sich in der Praxis hervorragend zur Behandlung von Myofaszialen Triggerpunkten

bewährt. Diagnostik und Therapie legen eine enge Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Physiotherapeuten sowie Masseuren nahe.

Tabelle 4 zeigt eine Auswahl der therapeutischen Optionen zur Behandlung von Myofaszialen Triggerpunkten.

Tabelle 4 <i>Überblick über die verschiedenen Behandlungsmethoden von Myofaszialen Triggerpunkten</i>	
Therapiemöglichkeiten	Therapiemethode
Release-Techniken	Postisometrische Relaxation PIR (Lewit) Muskelenergietechniken (Osteopathie) Kontraktion-Relaxation (Knott und Voss) Progressive Muskelentspannung (Jakobsen) Reziproke Inhibition
Dehnung	Dehntechnik (Bindegewebe) (Janda) stretch and spray (Travell)
Physikalische Methoden	Kälte (z.B. Kältespray) Wärme (z.B. Fangopackung, ...) Iontophorese, Ultraschall, Reizstrom TENS (Pothmann) Heiße Rolle Massage
Lösung durch Druckerwendung	Lösung von Myofaszialen Triggerpunkten durch Druckerwendung (Travell und Simons) Manuelle Techniken (Dejung) Triggerpunktdruckbehandlung (Lewit) Shiazu, Akupressur Massage
Lagerungstechniken	Strain-Counterstrain (Jones) Selbstübungsprogramme
Nadelungstechniken	Dry needling (Baldry) Intramuskuläre Stimulation (Gunn) Akupunktur (Pothmann) Infiltration mit LA (Travell und Simons) Infiltration mit Corticoiden an den Ansatztriggerpunkten (Travell) Infiltration mit Botulinumtoxin (Neurologie)
Pharmakotherapie	Muskelrelaxation NSAR (z.B. nach trockener Nadelung) Neuroleptika u.a.
Beseitigung der funktionellen und strukturellen Störungen in anderen Organsystemen	Viscerale und CranioSacrale Osteopathie Manuelle Medizin (Lewit, Wolff, Frisch) Operationen (z.B. Cholezystektomie, Appendektomie) Psychotherapie

Zum intensiveren Studium der einzelnen Behandlungsoptionen wird die entsprechende Primärliteratur empfohlen. Ein Überblick wird bei Travell und Simons vermittelt (**Travell/Simons 2001**).

2.2.1. Reliabilität klinischer Untersuchungen von Myofaszialen Triggerpunkten

In der apparativen Routinediagnostik von Myofaszialen Triggerpunkten können keine objektivierbaren Befunde erhoben werden. Somit kommt der klinischen Untersuchung der Myofaszialen Triggerpunkte eine besondere Bedeutung zu. Es gibt jedoch nur wenige Studien, welche die Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten überprüfen. Die Wissenschaft mahnt seit Jahren fehlende Untersuchungen zu diesem Thema an. Erst klinische Tests mit einer ausreichenden gut geprüften Reliabilität bieten eine Grundlage für weiterführende Untersuchungen, z.B. einer möglichen Differenzierung von Schmerzen am Bewegungsapparat mit reliablen Untersuchungsinstrumenten und in der Folge die Überprüfung von Therapieerfolgen.

Um aussagefähige Untersuchungen zum Myofaszialen Syndrom durchführen zu können, müssen die klinischen Tests zur Identifikation von Myofaszialen Triggerpunkten reproduzierbare Ergebnisse liefern. (**Gerwin 1997**).

Travell und Simons haben durch die klare Beschreibung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes gute Voraussetzungen für die Untersuchungen zur Reliabilität der klinischen Untersuchung geschaffen (**Travell/Simons 2002**). In den letzten 10 Jahren wurden einige wenige Untersuchungen zur Reliabilität der klinischen Merkmale von Myofaszialen Triggerpunkten veröffentlicht.

Aus Gründen der besseren Übersicht sollen die Untersuchungen tabellarisch wiedergegeben werden.

Tabelle 5:	Wolfe 1992
Untersucher:	4 Untersucher mit voneinander unabhängiger, jahrelanger Erfahrung (Ärzte)
Schulung:	keine

Muskeln:	8 Muskeln bilateral M. levator scapulae; M. supraspinatus; M. scalenus anterior; M. trapezius pars descendens; M. infraspinatus; M. pectoralis major; M. sternocleidomastoideus; M. longissimus TH10 – L1; M. iliocostalis TH10 – L1
Patienten/ Probanden:	8 Patienten
Zeitablauf:	Keine Angabe
Zielparameter:	5 Merkmale (dichotom): punktueller Druckschmerz; Wiedererkennen des Schmerzes; Hartspannstrang; Übertragungsschmerz; Lokale Zuckungsreaktion
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Werte	punktuelle Druckschmerz: 0,61; Wiedererkennen des Schmerzes:0,30 Hartspannstrang:0,29; Übertragungsschmerz:0,40; Lokale Zuckungsreaktion:0,16
Interpretation:	Schlechte Reliabilität - kein vorheriger Abgleich der Untersuchungstechniken - zu viele untersuchte Muskeln, um Übereinstimmung zu erzielen - zu kurze Untersuchungszeit

Tabelle 6:	<i>Nice 1992</i>
Untersucher:	12 unabhängig voneinander erfahrene Untersucher (Physiotherapeuten)
Schulung:	Schulung, bis sich alle im Stande fühlten, die Untersuchungen durchzuführen
Muskeln:	M. erector spinae, thorakolumbal an drei Lokalisationen; bilateral
Patienten/ Probanden:	50 Patienten
Zeitablauf:	Keine Angaben
Zielparameter:	Übertragungsschmerz (dichotom)
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Wert	Übertragungsschmerz: 0,38
Interpretation:	Schlechte Reliabilität - unzureichende Untersuchungsbedingungen

Tabelle 7:	<i>Njoo 1994</i>
Untersucher:	1 Allgemeinmediziner (erfahren); 4 Medizinstudenten
Schulung:	3 Monate intensive Schulung der Medizinstudenten durch den Allgemeinmediziner
Muskeln:	2 Muskeln: M. quadratus lumborum; M. gluteus medius
Patienten/ Probanden:	61 Patienten mit „low back pain“ 63 Kontroll“Probanden“

Zeitablauf:	2 Untersucher führen kurz hintereinander die Untersuchungen durch (Allgemeinmediziner und ein Medizinstudent)
Zielparameter:	6 Merkmale (dichitom): punktuelle Druckschmerz; „jumping sign“; Wiedererkennen des Schmerzes; Hartspannstrang; Übertragungsschmerz; Lokale Zuckungsreaktion
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Werte	punktuelle Druckschmerz: 0,66; „jumping sign“: 0,70; Wiedererkennen des Schmerzes: 0,58; Hartspannstrang: 0,49; Übertragungsschmerz: 0,41; Lokale Zuckungsreaktion: 0,09
Interpretation:	Befriedigende Reliabilität - gute Schulung, unerfahrene Untersucher - schwierig zu untersuchende Muskeln

Tabelle 8:	Gerwin 1997 Phase 1
Untersucher:	4 erfahrene Untersucher
Schulung:	Studienplanung in der Nacht vorher
Muskeln:	10 Muskeln bilateral M. extensor digitorum communis; M. larissimus dorsi; M. sternocleidomastoideus; M. trapezius pars descendens; M. trapezius pars ascendens; M. scalenus anterior; M. levator scapulae; M. teres minor; M. triceps brachii; M. infraspinatus
Patienten/ Probanden:	25 Probanden Einschlusskriterium >18 Jahre; Durchschnittsalter 50 (27 – 75) Jahre
Zeitablauf:	4 Untersucher führen kurz hintereinander innerhalb von 15 min die Untersuchungen durch
Zielparameter:	5 Merkmale (dichitom) punktuelle Druckschmerz; Wiedererkennen des Schmerzes; Hartspannstrang; Übertragungsschmerz; Lokale Zuckungsreaktion; MTrP oder kein MTrP
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Werte	Die Ergebnisse werden nicht dargestellt. Sie ergaben eine schlechte Reliabilität
Interpretation:	zu viele Muskeln in zu kurzer Zeit keine einheitliche Untersuchungstechnik
Tabelle 9:	Gerwin 1997 Phase 2
Untersucher:	4 erfahrene Untersucher
Schulung:	3 Stunden Training und Abstimmung des Procedere
Muskeln:	5 Muskeln bilateral M. extensor digitorum communis; M. sternocleidomastoideus; M. larissimus dorsi; M. trapezius pars descendens; M. infraspinatus
Patienten/ Probanden:	7 Patienten (HWS-Syndrom); 3 Probanden Durschnittsalter 42 (30 – 57) Jahre
Zeitablauf:	4 Untersucher führen kurz hintereinander in 15 min die

	Untersuchungen durch
Zielparameter:	5 Merkmale (dichotom) punktuelle Druckschmerz; Wiedererkennen des Schmerzes; Hartspannstrang; Übertragungsschmerz; Lokale Zuckungsreaktion; MTrP (aktiv, latent oder kein)
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Werte	Die Ergebnisse werden in Tabelle X dargestellt
Interpretation:	Gute Reliabilität ausreichend Zeit in Phase 2 verbessert das Ergebnis Ausschluß unterschiedlicher Untersuchungstechniken durch Schulung verbessert die Ergebnisse Druck der palpierenden Finger variiert von Patient zu Patient und von Muskel zu Muskel Hartspannstrang und Schmerzpunkt sind am Besten reliabel Forderung: IRR vor Studienbeginn dokumentieren

zu Tabelle 9:	<i>Kappa-Werte: Gerwin 1997 Phase 2</i>					
Muskel	SP	HSS	LZ	ÜS	WS	MTrP
SCM	A	A	0,11	0,57	0,89	0,84
TPZ p.d.	0,61	A	0,36	0,65	0,84	0,66
ISP	0,48	0,40	0,17	0,84	0,79	0,65
LAD	1,0	0,46	0,57	0,71	0,90	0,79
EDC	0,51	A	A	0,67	1,0	0,95

<i>Legende zu Tabelle 9:</i>	
MTrP-Merkmale:	Muskeln:
SP = Schmerzpunkt	SCM = M. sternocleidomastoideus
HSS = Hartspannstrang	TPZ = M. trapezius pars descendens
LZ = Lokale Zuckungsreaktion	ISP = M. infraspinatus
ÜS = Übertragener Schmerz	LAD = M. latissimus dorsi
WS = Wiedererkennen des Schmerzes	ECD = M. extensor digitorum communis
MTrP= Myofaszialer Triggerpunkt	
A = perfekte Übereinstimmung	

Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass es unter bestimmten Umständen möglich ist, eine gute Reliabilität für die klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes zu erzielen (**Gerwin 1997**). Voraussetzung sind jedoch eine ausreichende Erfahrung der Untersucher und vor allem ein standardisierter Untersuchungsgang. Diesen gilt es in Anlehnung an das Standardwerk von Travell und Simons zu entwickeln und dann in umfassenden Schulungsprogrammen weiterzuvermitteln (**Travell/Simons 2002**). In

der Schweiz wird dies seit Jahren im Rahmen eines umfangreichen Ausbildungs-Curriculums umgesetzt (**Ausbildungsrichtlinien der IMTT-Schweiz**).

Tabelle 10:	Hong 2000
Untersucher:	1 Expert-Untersucher; 4 Chirotherapeuten; 4 Mediziner
Schulung:	Trainierte Gruppe (TG) <i>unerfahren</i> 3 x 2h Schulung (Arbeiten mit standardisierter Druck!!) Nicht trainierte Gruppe (NTG) <i>unerfahren</i>
Muskeln:	10 Muskeln bilateral M. iliocostalis lumborum (L1-Level); M. rectus femoris; M. rectus abdominis (unterer MTrP); M. tensor fasciae latae; M. quadratus lumborum (unterer MTrP); M. gluteus medius (MTrP 2); M. gluteus minimus (vorderer MTrP); M. piriformis (MTrP 1) M. soleus (MTrP 1)
Patienten/ Probanden:	52 Teilnehmer; 26 Patienten mit „low back pain“ Einschlusskriterien: Älter als 18 Jahre; Rückenschmerzen > 3 Wochen und > 6 Monate Ausschlusskriterien: Schwangerschaft; Umfangreiche Medikamenteneinnahme; Keine neurologische oder psychische Störung; Strukturläsionen der WS; Übermäßige Fettleibigkeit; Radikulopathie in der klinischen Untersuchung; Autounfälle; Inadäquates Krankheitsverhalten (Waddell's sign) 26 Kontrollprobanden“
Zeitablauf:	1 Experte, 1 TG-Physio und ein TG-Mediziner sowie 1 NTG-Physio und 1 NTG-Mediziner führen kurz hintereinander die Untersuchungen durch ohne Kenntnis der Ergebnisse des Experten und ob es sich um Patient oder Proband handelt
Zielparameter:	3 Merkmale (dichotom) Hartspannstrang; Übertragungsschmerz; Lokale Zuckungsreaktion
Statistik:	Kappa-Statistik
Ergebnis: Kappa-Werte	Ergebnisse sind nicht aufgelistet
Interpretation:	keine Reliabilität - Forderung nach standardisierten Untersuchungsverfahren und guter Ausbildung

Ein wichtiger Faktor zur erfolgreichen Untersuchung ist die Zeit. Immer dann, wenn viele Muskeln in kurzer Zeit zu untersuchen waren, wirkte sich das auf die Kappa-Werte negativ aus (**Wolfe 1992, Gerwin 1997 und Hong 2000**). Man darf die Studienbedingungen nicht mit der Wirklichkeit verwechseln. Während einer Routineuntersuchung leitet der Patient den geübten Untersucher nur noch auf wenige Muskeln hin,

die er zu untersuchen hat, wohingegen in einer Studie unter standardisierten Bedingungen oft viel mehr Muskeln untersucht werden müssen. Es hat sich in der Praxis bewährt, sich für die Lokalisation eines Myofaszialen Triggerpunktes, einschließlich der Einstellung der Untersuchungsposition, mindestens eine Minute Zeit zu lassen.

Ein weiterer Faktor kommt in den bisher durchgeführten Untersuchungen außer in der Studie von Gerwin noch nicht klar genug zum Ausdruck. Die Untersucher werden nicht angehalten, aktive von latenten Myofaszialen Triggerpunkten oder deren Abwesenheit zu unterscheiden. Hierauf sollte bei nachfolgenden Arbeiten zu Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten mehr Wert gelegt werden.

Hong et al. machten den Versuch den Fingerdruck zu standardisieren (**Hong 2000**). Tiefe Muskeln sollten mit einem Druck von 8Kg/cm² und oberflächliche Muskeln mit einem Druck von 3kg/cm² untersucht werden. Diese Standardisierung ist dem Ergebnis wohl eher abträglich, da er der großen Variationsbreite der Muskeln eines Patienten und der noch größeren Variabilität unterschiedlicher Patienten nicht gerecht wird. Diese Meinung wird auch von Gerwin vertreten (**Gerwin 1997**). Simons wiederum empfiehlt einen standardisierten Druck, z.B. durch Druckalgometrie unterstützt, um vergleichbare Daten erzielen zu können (**Travell/Simons 2002**).

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass es unterschiedlich schwer zu untersuchende Muskeln und Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes gibt.

Der Schmerzpunkt in den Weichteilen ist für sich betrachtet noch nicht ausreichend als Kennzeichen für einen Myofaszialen Triggerpunkt, da sich auch andere pathologische Zustände dahinter verbergen können. Das Merkmal ist jedoch gut zu untersuchen und ist in den verschiedenen Studien meist gut reliabel getestet worden.

Der Hartspannstrang ist an sich mehrdeutig, da er auch bei beschwerdefreien Probanden gefunden werden kann. Problematisch ist auch die Bewertung in tiefergelegenen Muskeln. Tritt der Hartspannstrang in Kombination mit vermehrten Schmerzen im Verlauf des Faserbündels auf, ist dies charakteristisch für einen Myofaszialen

Triggerpunkt. Die Existenz eines Knötchens am maximalen Schmerzpunkt erhöht die diagnostische Sensitivität weiter. Somit ist der Hartspannstrang eines der wichtigsten Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes, welcher auch befriedigend reliabel untersucht werden kann.

Das Wiedererkennen des Schmerzes ist ein zuverlässiger und gut reliabler Befund. Er ist jedoch subjektiv durch den Patienten gefärbt. Der Patient muss bei einer geeigneten Frage den durch die Untersuchung ausgelösten Schmerz mit seinen spontan oder nach Belastung auftretenden Beschwerden verbinden. Erkennt der Patient den Schmerz, der durch die Untersuchung ausgelöst wird, als einen Schmerz, der mit seinen Beschwerden zu tun hat, ist die Definition für einen aktiven Myofaszialen Triggerpunkt erfüllt.

Der Übertragungsschmerz, welcher das Problem des Patienten beschreibt ist sehr charakteristisch für einen Myofaszialen Triggerpunkt. Kennt der Patient das Übertragungsschmerzmuster nicht, deutet es eher auf einen latenten Myofaszialen Triggerpunkt hin. Für sich betrachtet ist Übertragungsschmerz nicht pathognomonisch für einen Myofaszialen Triggerpunkt, da aus visceralen oder gelenkigen Strukturen ebenfalls Schmerz übertragen werden kann. Die Kombination mit den anderen Merkmalen macht diesen Befund jedoch sehr wertvoll. Auf der Basis des Übertragungsschmerzes sind die hervorragenden Kartographien entstanden, mit deren Hilfe sich in Zukunft vielleicht die bis heute als unspezifisch bezeichneten Schmerzen am Bewegungsapparat spezifizieren lassen. Der Übertragungsschmerz ist bis jetzt befriedigend reliabel untersucht worden.

Die lokale Zuckungsreaktion ist von allen Merkmalen am schlechtesten reliabel, wohl weil sie am schwierigsten manuell zu untersuchen ist. Nur wenige Untersucher sind in der Lage, diese Reaktion manuell auszulösen. Der diagnostische Wert ist hoch, jedoch begrenzt auf oberflächliche Muskulatur. Für sich betrachtet ist dieses Merkmal hoch spezifisch für einen Myofaszialen Triggerpunkt. Simons sieht in der lokalen Zuckungsreaktion jedoch eher einen ergänzenden und erhärtenden Diagnosefaktor (**Travell/Simons 2002**).

In den zitierten wissenschaftlichen Untersuchungen ist der Test auf Schmerzen bei Verlängerung der betroffenen Muskulatur bis jetzt nicht berücksichtigt worden, obwohl sie von Travell und Simons als wesentliches Merkmal für einen Myofaszialen Triggerpunkt angesehen wird. DeJung empfiehlt an dieser Stelle für jeden Muskel einen Dehnstest und möglichst auch einen Anspannungstest zu machen (**DeJung 2002**). Aus den zusammengefassten Erfahrungen legte Simons für die einzelnen Merkmale einen diagnostischen Wert bezüglich der Spezifität zur Identifikation eines Myofaszialen Triggerpunktes fest. Tabelle 13 fasst diese Überlegungen zusammen.

Tabelle 11: Diagnostische Wertigkeit von klinischen Befunden		
Vorliegen von	Schwierigkeitsgrad	Isolierter diagnostischer Wert
SP	+	+*
HSS	+++	++*
LZ	++++	++++
WS	++	+++
ÜS	+++	+

Die Bewertung der klinischen Merkmale erfordert vom Untersucher die Einteilung in einen latenten oder aktiven Myofaszialen Triggerpunkt sowie mangelnde Hinweise für einen Myofaszialen Triggerpunkt. Die folgende Tabelle listet die Diagnosekriterien eines Myofaszialen Triggerpunktes in Anlehnung an Travell und Simons auf.

Legende zu Tabelle 11 und 12:	
MTrP-Merkmale:	benutzte Zeichen
SP = Schmerzpunkt	* Die Kombination der beide Befunde hat für erfahrene Untersucher einen hohen diagnostischen Wert ** Die Knötchenstruktur ist fakultativ Gerwin bezeichnet diese beiden Kriterien als Minimalkriterien für einen MTrP
KS = Knötchenstruktur	
HSS = Hartspannstrang	
LZ = Lokale Zuckungsreaktion	
ÜS = Übertragener Schmerz	
WS = Wiedererkennen des Schmerzes	
DS = Dehnungsschmerz	
ASS = Anspannungsschmerz	
AUR = Autonome Reaktion	

Tabelle 12: <i>Bewertungskriterien zur Diagnose eines Myofaszialen Triggerpunktes</i>		
<i>MTrP-Merkmal</i>	<i>Bewertung</i>	
	<i>Latenter MTrP</i>	<i>Aktiver MTrP</i>
SP	X	X
HSS + (KS)**	X	X
WS		X
	<i>Bestätigende Faktoren</i>	
LZ	X	
DS	X	
ÜS	X	
ASS	X	
AUR	X	

2.2.2. Reliabilität der klinischer Untersuchungen

Die wissenschaftliche Literatur zur Untersuchung der Reliabilität klinischer Tests findet sich überwiegend im Bereich der akuten Rückenschmerzen. Die chronischen Rückenschmerzen sind jedoch die große Herausforderung für die wissenschaftliche Medizin aber auch für unser Gesundheitssystem. Immerhin verursachen chronische Rückenschmerzen im Jahr rund 20 Milliarden Euro **(Bundesministerium für Gesundheit 1997)**.

Am chronischen Kreuzschmerz sind die Probleme der Bewegungsapparatmedizin deutlich abzulesen. Nach Aussagen einflussreicher Wissenschaftler sind beim chronischen Kreuzschmerz nur ca. 20% der Beschwerden kausal zu benennen **(Nachemson 1992)**! Hierbei handelt es sich in der Regel um Strukturstörungen an Knochen, Gelenken und Nerven, welche mit reliablen und zum Teil validierten, apparativen Untersuchungsinstrumenten differenziert werden können **(Greitemann 2000)**. Der überwiegende Anteil der Kreuzschmerzen, ca 80%, können weder mittels klinischer noch mit apparativer Diagnostik ausreichend differenziert werden. Betrachtet man die Bewegungsapparatmedizin insgesamt, kann man diese Verhältnisse wohl auch auf andere Regionen übertragen, nur das wesentlich weniger wissenschaftliche Arbeiten diese These belegen.

Für die Diagnostik und Therapie von Bewegungsapparatschmerzen, scheinen physiotherapeutische Techniken (u.a. allgemeine KG,

gerätegestützte KG, Manuelle Therapie, KG auf neurophysiologischer Basis) für eine Differenzierung geeignet zu sein. Die „evidenced based medicine“ konnte jedoch eher schlechte oder mäßige Erfolge der physiotherapeutischen Methoden vorweisen (**Patijin 2002, Sauer 1996**). Diese Ergebnisse stehen in großem Gegensatz zu den klinischen Erfahrungen von versierten Physiotherapeuten und Ärzten. Einzelne Untersuchungen, wie z.B. das Schober Zeichen, die LWS-Flexion oder der Fingerbodenabstand zeigten eine zufriedenstellende Präzision (**Sauer 1996**). Sogar klinische Untersuchungen am Sacroiliacalgelenk waren zum Teil reliabel (**Donelson 2002, Larsett 1994**). Die getesteten klinischen Untersuchungen für sich betrachtet sind jedoch selten oder gar nicht in der Lage, chronische Kreuzschmerzen genauer zu differenzieren.

Es stellt sich die Frage, ob eine Kombination der bis jetzt reliabel untersuchten klinischen Tests in der Lage sind, Kreuzschmerzen oder andere Bewegungsapparatschmerzen zu differenzieren und ob diese Abfolge an klinischen Tests dann noch reliabel ist. Untersuchungen hierzu existieren noch nicht.

Komplexere Untersuchungstechniken, welche durchaus in der Lage wären zu differenzieren, wie z.B. segmentale Untersuchungstechniken der neuromuskuloskelettalen Medizin, waren bis jetzt nicht präzise genug (**Strenger 1994, Panzer 1992, Hesboek 2000, Ernst 1998**). Wahrscheinlich stellen diese klinischen Tests an den Untersucher und den Patienten zu hohe Anforderungen an Koordination und Sensibilität, um reliable Untersuchungsergebnisse erwarten zu können.

Bei genauer Analyse fällt auf, dass keine klinischen Tests existieren, welche ausreichend in der Lage wären, die vom Patienten geäußerten Schmerzen am Bewegungsapparat zu differenzieren! Wegen der fehlenden reliablen klinischen Tests mit ausreichender Fähigkeit zur Differenzierung sind derzeit keine adäquaten Problemanalysen, Therapieplanungen und Verlaufskontrollen und auch keine wissenschaftlichen Aussagen zur körperlichen Dimension von Schmerzen am Bewegungsapparat möglich.

Hieraus leitet sich die Forderung ab, dass große Anstrengungen unternommen werden müssen, die Reliabilität klinischer Tests, welche

in der Lage sind, Schmerzen am Bewegungsapparat ausreichend zu differenzieren, wissenschaftlich aufzuarbeiten (**Patijn 2002, Koes 2001**)!

3. Material und Methoden

3.1. Ziele

Aus den vorangegangenen Kapiteln wird deutlich, welchen Nachholbedarf die neuromuskuloskelettale Medizin bei der Evaluation ihrer diagnostischen Instrumente hat.

Zuletzt wurde von der internationalen Gesellschaft für Manuelle Medizin die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den diagnostischen Möglichkeiten der neuromuskuloskelettalen Medizin gefordert (**FIMM 2001**). Die vorliegende Studie soll drei Fragen, welche in diesem Zusammenhang zu sehen sind, näher untersuchen.

Es wurden drei Hypothesen formuliert. Es soll gezeigt werden, dass zwei erfahrene Untersucher die klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes und die Diskriminierung von keinem, einem latenten und einem aktiven Myofaszialen Triggerpunkt präzise untersuchen können. Die Reproduzierbarkeit bzw. die Präzision wird in der vorliegenden Studie als statistisches Maß für die Reliabilität angesehen.

Hypothese 1:

- Zwei in der Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Untersucher können nach Identifizierung und klinischer Untersuchung, wie von Travell und Simons im Handbuch der Muskeltriggerpunkte beschrieben, in vier ausgewählten Muskelpaaren der Rumpf- und Gesäßregion die An- oder Abwesenheit eines Myofaszialen Triggerpunktes reproduzierbar (präzise) feststellen.

Hypothese 2:

- Zwei in der Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Untersucher können nach Identifizierung und klinischer Untersuchung, wie von Travell und Simons im Handbuch der Muskeltriggerpunkte beschrieben, in vier ausgewählten Muskelpaaren der Rumpf- und Gesäßregion zwischen einem aktiven und latenten Myofaszialen Triggerpunkt reproduzierbar (präzise) unterscheiden.

Hypothese 3:

- Zwei in der Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Untersucher können nach Identifizierung und klinischer Untersuchung, wie von Travell und Simons im Handbuch der Muskeltriggerpunkte beschrieben, in vier ausgewählten Muskelpaaren der Rumpf und Gesäßregion 6 Diagnosekriterien eines Myofaszialen Triggerpunktes reproduzierbar (präzise) feststellen.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die vorliegende Untersuchung nicht zur Differenzierung von Erkrankungen oder Identifizierung von Muskelmustern durchgeführt wurde. Es soll lediglich eine Aussage zur Reliabilität bzw. der Reproduzierbarkeit der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten möglich werden.

3.2. Methodik

Vor Beginn unserer Untersuchung zur Reliabilität klinischer Tests zur Diagnose von Myofaszialen Triggerpunkten nach Kriterien, wie von Travell und Simons im Handbuch der Muskeltriggerpunkte beschrieben, mussten einige grundlegende Überlegungen angestellt werden.

Im folgenden Kapitel werden die methodischen Überlegungen der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit systematisch aufgearbeitet.

3.2.1. Auswahl des diagnostischen Verfahrens

Die Autoren sind der Meinung, dass die Rolle des dynamischen Anteiles des Bewegungsapparates, der Muskulatur, bei der Entstehung und Aufrechterhaltung von Schmerzen am Bewegungsapparat in der Vergangenheit unterbewertet worden ist. Die Muskulatur kann in klinischen Tests über ihre Funktion und Palpationseigenschaften wahrgenommen werden.

Bis heute konnten Funktionstests der verschiedenen Disziplinen der neuromuskulärenskelettalen Medizin, sei es zur Untersuchung von Gelenken, Nervenstrukturen oder auch Muskulatur, nicht reliabel untersucht werden (**Sauer 1996, Patijn 2002**).

Travell und Simons beschreiben im Handbuch der Muskeltriggerpunkte eine Palpationstechnik zur Wahrnehmung von pathologischen Zuständen in der Muskulatur. Sie definieren diese Pathologie als Myofaszialen Triggerpunkt. Die klinische Untersuchung eines Myofaszialen Triggerpunktes ist in 2.1.5. beschrieben. An dieser Stelle soll auf die einzelnen klinischen Charakteristika eines Myofaszialen Triggerpunktes deshalb nicht noch einmal eingegangen werden. Es handelt sich um ein qualitatives diagnostisches Verfahren. Es wird durch subjektive Ergebnisse des Untersuchers und/oder des Patienten gekennzeichnet.

Die einzelnen Myofaszialen Triggerpunkte für sich selbst oder entlang von Muskelketten spielen nach Travell und Simons und inzwischen vielen anderen Autoren (**Travell/Simons 2001, Lewit 1996, Janda 1993, Dejung 2002**) eine wichtige Rolle bei der Entstehung und Aufrechterhaltung von Bewegungsapparatschmerzen.

Aus fester Überzeugung um die diagnostische und therapeutische Relevanz von Myofaszialen Triggerpunkten wollen wir die Fähigkeit zur Präzision bzw. zur Reproduktion von klinischen Tests Myofaszialer Triggerpunkte, wie von Travell und Simons beschrieben, an Muskeln der Rumpf- und Gesäßmuskulatur überprüfen.

3.2.2. Ziel des diagnostischen Verfahrens

Bis zum heutigen Tag fehlen in der neuromuskuloskelettalen Medizin ausreichend reliable klinische Tests zur Differenzierung von Erkrankungen oder Schmerzen am Bewegungsapparat.

Die klinische Erfahrung und nach Meinung von Experten (**Travell/Simons 2001, Dejung 2002, Lewit 1996**) haben Myofasziale Triggerpunkte die diagnostische und in der Folge auch therapeutische Potenz, einen Beitrag zu Differenzierung von Erkrankungen und Schmerzen am Bewegungsapparat zu leisten.

Von Gerwin wurde eine Untersuchung zur Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten der Schultergürtel und Nackenmuskulatur durchgeführt, welche gute Ergebnisse zeigte (**Gerwin 1997**). Unsere Reproduzierbarkeitsstudie zur klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten wird in vier

Muskelpaaren der Rumpf- und Gesäßregion (M. rectus abdominis, M. quadratus lumborum, M. gluteus medius und M. longissimus thoracis) nach einem standardisierten Procedere durchgeführt. In diesen Muskeln konnte bis heute noch keine zufriedenstellende Reproduzierbarkeit festgestellt werden. Die Muskeln wurden ausgewählt, weil sie bei der Entstehung und Aufrechterhaltung von Rückenschmerzen eine bedeutende Rolle einnehmen können. Außerdem ermöglichen sie einen Vergleich zwischen oberflächlich (z.B. M. longissimus thoracis) und in der Tiefe gelegener Muskulatur (z.B. M. quadratus lumborum).

Die vorliegende Untersuchung an Probanden hat jedoch einzig das Ziel, die Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten der ausgewählten Muskulatur in der Rumpf- und Gesäßregion zu bewerten. Werden diese klinischen Tests reliabel geprüft, könnten in der Folge Studien zur Differenzierung von Erkrankungen und Schmerzen am Bewegungsapparat und später auch Studien zur Wirksamkeit der Behandlung durchgeführt werden.

3.2.3. Untersucher

Die klinische Diagnostik von Myofaszialen Triggerpunkten erfordert vom Untersucher einige Sensibilität und Erfahrung. Die Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten war in einigen Studien nicht zufriedenstellend, was unter anderem mit mangelnder Erfahrung der Untersucher im Umgang mit Myofaszialen Triggerpunkten interpretiert worden ist (**Njoo 1994; Nice 1992, Hong 2000**). Eine Gruppe von Experten um Robert Gerwin gelang es, sehr gute Kappa-Werte für die Zuverlässigkeit der klinischen Untersuchung der Schulter- und Nackenmuskulatur zu erzielen (**Gerwin 1997**).

Für die vorliegende Untersuchung wurden zwei im Umgang mit Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Therapeuten ausgesucht, um eine ausreichende Qualität der Untersuchung gewährleisten zu können. Dies entspricht auch einem Vorschlag der FIMM, welche zwei Untersucher bei Reproduzierbarkeitsstudien zur Ermittlung der Reliabilität von klinischen Tests empfiehlt (**FIMM 2001**). Nehmen mehr Untersucher an der Studie teil, ist der therapeutische Einfluss der

klinischen Tests häufig zu hoch, so dass das Ergebnis verfälscht werden würde (**Patijn 2002**).

Die Untersucher sind von Beruf Arzt und Physiotherapeut. Sie sind Instruktoren der Schweizer Interessengemeinschaft für Myofasziale Triggerpunkt Therapie IMTT. Dort wird seit Jahren ein umfangreiches standardisiertes Ausbildungscurriculum zur Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten und des Myofaszialen Syndroms gelehrt. Die vermittelten Inhalte zur Diagnostik von Myofaszialen Triggerpunkten sind an die Empfehlungen von Travell und Simons aus ihrem Handbuch der Muskel-Triggerpunkte angelehnt (**Travell/Simons 2001**). Beide Untersucher sind zudem seit Jahren in der täglichen Praxis erfahren im Umgang mit Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten und dem Myofaszialen Syndrom.

Vor der Testphase der Studie wurde von beiden Untersuchern eine Trainingsphase (vgl. 3.3.2.) durchgeführt, in welcher das standardisierte Untersuchungsprogramm an einigen Probanden ausprobiert wurde. Am Vorabend des ersten Studientages stimmten die Untersucher sowohl das standardisierte Untersuchungsprogramm, als auch ihr theoretisches und praktisches Wissen noch einmal aufeinander ab.

3.2.4. Probanden

Die Probanden wurden aus Kursanten rekrutiert, welche an Fortbildungskursen zur Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten teilnahmen.

3.2.4.1 Einschluß- und Ausschlusskriterien

Die Probanden sollten über 18 Jahre alt und gewillt sein, sich in der Rumpf- und Gesäßregion, wie in 3.2. beschrieben, untersuchen zu lassen. Alle 38 angesprochenen Probanden willigten ein, an dieser Studie teilzunehmen zu wollen. Keiner der Probanden sollte eine akute Erkrankung haben oder schwanger sein. Auch diese Voraussetzungen wurden von allen 38 Probanden erfüllt.

3.2.4.2. Demographische Daten

Es wurden insgesamt 38 Probanden im Alter zwischen 23 und 58 Jahren untersucht. Alle angesprochenen Probanden waren mit der

Teilnahme an der Untersuchung einverstanden. Es wurden 8 männliche und 30 weibliche Probanden untersucht. Im Mittel waren die Probanden 38 Jahre alt. Die demographischen Daten werden in Tabelle 15 wiedergegeben.

<i>Tabelle 13</i> Demographische Daten							
Geschlecht							
weiblich		30		männlich		8	
Alter							
Max	58 Jahre	Min	23 Jahre	Mittelwert	37,9 Jahre	Median	38,5 Jahre

3.3. Versuchsaufbau und Versuchsablauf

Im folgenden Abschnitt werden Versuchsaufbau und Ablauf beschrieben.

3.3.1. Abstimmungphase

Vor Beginn der Reproduzierbarkeitsstudie einigten sich die beiden Untersucher zunächst auf das diagnostische Verfahren, wie in 3.2.1. und 3.2.2. beschrieben. Die Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten sollte überprüft werden. Die beiden erfahrenen Untersucher stimmten ihre im praktischen Alltag verwendeten Definitionen für Begrifflichkeiten rund um die Problematik des Myofaszialen Triggerpunktes aufeinander ab. Dabei wurde sich eng an die Definitionen gehalten, welche von Travell und Simons umfangreich dargestellt wurden (**Travell/Simons 2001**).

Anschließend wurden vier Muskelpaare in der Rumpf- und Gesäßmuskelregion ausgewählt, welche untersucht werden sollten. Die Charakteristika der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten an vordefinierten Triggerpunktregionen im M. rectus abdominis, M. quadratus lumborum, M. glutaeus medius und M. longissimus thoracis wurden aufeinander abgestimmt und ein standardisierter Untersuchungsgang entwickelt (vgl. 3.3.3.2.). Die Untersucher waren sich über die Durchführung und Interpretation der klinischen Tests einig.

Es wurden drei Hypothesen aufgestellt (vgl. 3.1.). Zur Bestätigung der Hypothesen wurden statistische Instrumente ausgewählt, welche in der Lage sind, die erzielten Ergebnisse zu interpretieren (vgl. 4.).

Nach Abstimmung der theoretischen Hintergründe wurde eine Trainingsphase durchgeführt.

3.3.2. Trainingsphase

In der Trainingsphase wurde der standardisierte Untersuchungsgang von den beiden erfahrenen Untersuchern an wenigen Testpersonen und am jeweils anderen Untersucher selbst auf seine Praktikabilität hin analysiert.

Der standardisierte Untersuchungsgang (vgl. 3.3.3.) wurde noch einmal genauestens aufeinander abgestimmt. Auf eine Auswertung der Daten der Testpersonen wurde verzichtet. In den Probeuntersuchungen zeigt sich, dass der entwickelte standardisierte Untersuchungsgang pro Proband etwa 10 Minuten in Anspruch nehmen wird. Die Testphase wurde dementsprechend abgestimmt. Schon vor der Testphase konnten beide Untersucher das Untersuchungsprotokoll mit Routine ausführen.

3.3.3. Untersuchungsablauf und Protokoll

Vor der Beschreibung der Testphase soll der Untersuchungsablauf und das Untersuchungsprotokoll genau beschrieben werden.

3.3.3.1. *Blindung*

Die Probanden wurden von den Untersuchern während Kursen zur Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten angesprochen, ob sie bereit wären, an einer wissenschaftlichen Untersuchung teilzunehmen. Den Probanden wurde erklärt, dass sie zu zwei kurz aufeinanderfolgenden Zeitpunkten von jeweils einem Untersucher für 10 Minuten auf Myofasziale Triggerpunkte in der Rumpf- und Gesäßregion untersucht werden würden. Die Probanden wurden angewiesen bei der zweiten Untersuchung dem jeweiligen Untersucher keine Informationen zu der davor durchgeführten Untersuchung zu geben, sondern lediglich die standardisierten Fragen des Untersuchers zu beantworten.

Den Untersuchern war es gegenseitig nicht möglich, die Untersuchung des gleichen Probanden wahrzunehmen oder die Ergebnisse zu studieren.

3.3.3.2. Untersuchungsablauf

Die Untersuchungen erfolgten parallel mit jeweils einem Probanden pro Untersucher. Untersucher 1 untersuchte einen Probanden und Untersucher 2 einen anderen Probanden. Nach Abschluß des standardisierten Untersuchungsprotokolls wurde getauscht und die zweite Untersuchung direkt im Anschluss durchgeführt. Danach wurde dann ein nächstes Probandenpaar untersucht.

Untersucher 1 + Proband X \Rightarrow Untersucher 1 + Proband Y

Untersucher 2 + Proband Y \Rightarrow Untersucher 2 + Proband X

Die objektiven Probandendaten sollten möglichst wenig durch evtl. Abhängigkeiten vom Tageszeitpunkt oder andere in der Zwischenzeit veränderte Umstände beeinträchtigt werden. Für die Untersuchung jeder einzelnen Triggerpunkt-Zone wurden zwischen 60 und 90 Sekunden Zeit veranschlagt. Der gesamte Untersuchungsgang nahm pro Proband damit ca. 10 Minuten in Anspruch.

3.3.3.3. Untersuchungsprotokoll

Auf den folgen Seiten wird das Untersuchungsprotokoll, in welches die Untersucher ihre Ergebnisse eintragen sollten, gezeigt. Unter anderem sind auf dem Protokoll zwei standardisierte Fragen notiert, welche dem Probanden bei der Untersuchung zur Ermittlung von wichtigen Eigenschaften eines Myofaszialen Triggerpunktes gestellt wurden. Um hier missverständliche Fragen möglichst zu vermeiden, wurden die beiden Fragen standardisiert.

Die Frage zum Übertragungsschmerz ÜS wurde wie folgt festgelegt:

„Spüren Sie unter meinem Druck noch an einer anderen Stelle Schmerzen?“

Die Frage zur Wiedererkennung der Schmerzen lautet:

„Hat der Schmerz, den ich jetzt auslöse, etwas mit Ihren aktuellen Beschwerden zu tun?“

3.2.3.3 Untersuchungsprotokoll

Patient		Untersucher	
Name	Vorname	Name	Vorname
Alter	Geschlecht		
Datum		Untersuchungs Nr.	
Legende:			
SP	Schmerzpunkt („tender point“)	KMTrP	
HSS	Hartspannstrang („taut band“)	Kein	
KS	Knötchenstruktur („tender nodul“)	„Myofaszialer Triggerpunkt“	
ÜS	Übertragener Schmerz („referred pain“)	LMTrP	
ZR	Zuckungsreaktion („local twitch response“)	Latenter	
WS	Wiedererkennen des Schmerzes	„Myofaszialer Triggerpunkt“	
AS	Autonome Reaktion	AMTrP	
		Aktiver	
		„Myofaszialer Triggerpunkt“	

Dokumentation mit einem Kreuz für ein gefundenes Merkmal.

Exemplarisch für vier Muskeln bilateral

M. erector spinae (M. longissimus thoracis TrP L1)

M. gluteus medius (TrP3)

M. quadratus lumborum (TrP2)

M. rectus abdominis (TrP2)

Untersuchungsablauf

1. Untersuchung der rechtsseitigen M. rectus abdominis in Rückenlage
2. Untersuchung der linksseitigen M. rectus abdominis in Rückenlage
3. Untersuchung des rechtsseitigen M. quadratus lumborum in Links-Seitenlage
4. Untersuchung des rechtsseitigen M. gluteus medius in Links-Seitenlage
5. Untersuchung des linksseitigen M. longissimus thoracis in Bauchlage
6. Untersuchung des rechtsseitigen M. longissimus thoracis in Bauchlage
7. Untersuchung des linksseitigen M. gluteus medius in Rechts-Seitenlage
8. Untersuchung des linksseitigen M. quadratus lumborum in Rechts-Seitenlage

Standardisierte Fragen an den Patienten zum ÜS und zum WS:

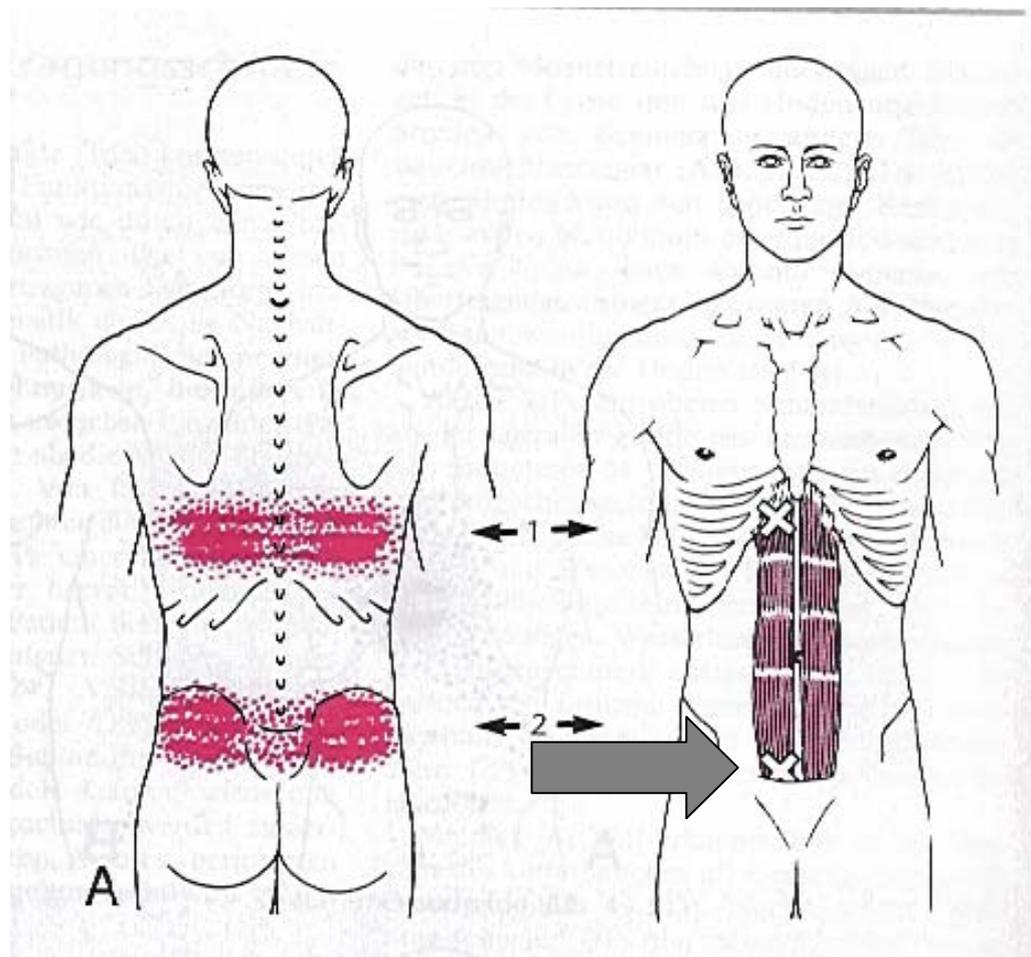
ÜS:

Spüren Sie unter meinem Druck an einer anderen Stelle Schmerzen?

WS:

Hat der Schmerz, den ich jetzt auslöse, etwas mit Ihren aktuellen Beschwerden zu tun?

Musculus rectus abdominis



TRIGGERPUNKTMERKMALE: (TrP 2)

RECHTS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

LINKS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

UNTERSUCHUNGSPROCEDERE

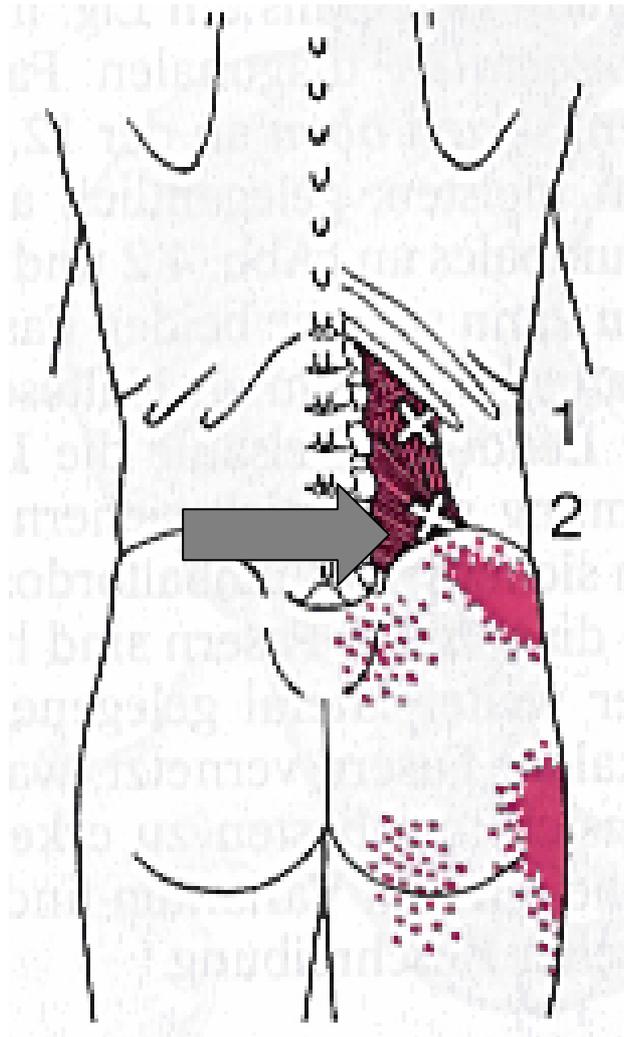
Patient:

Rückenlage

Untersucher:

Steht homolateral des zu untersuchenden Muskels

Musculus quadratus lumborum



(oberflächliche Anteile)

TRIGGERPUNKTMERKMALE: (TrP 2)

RECHTS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									
LINKS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

UNTERSUCHUNGSPROCEDERE

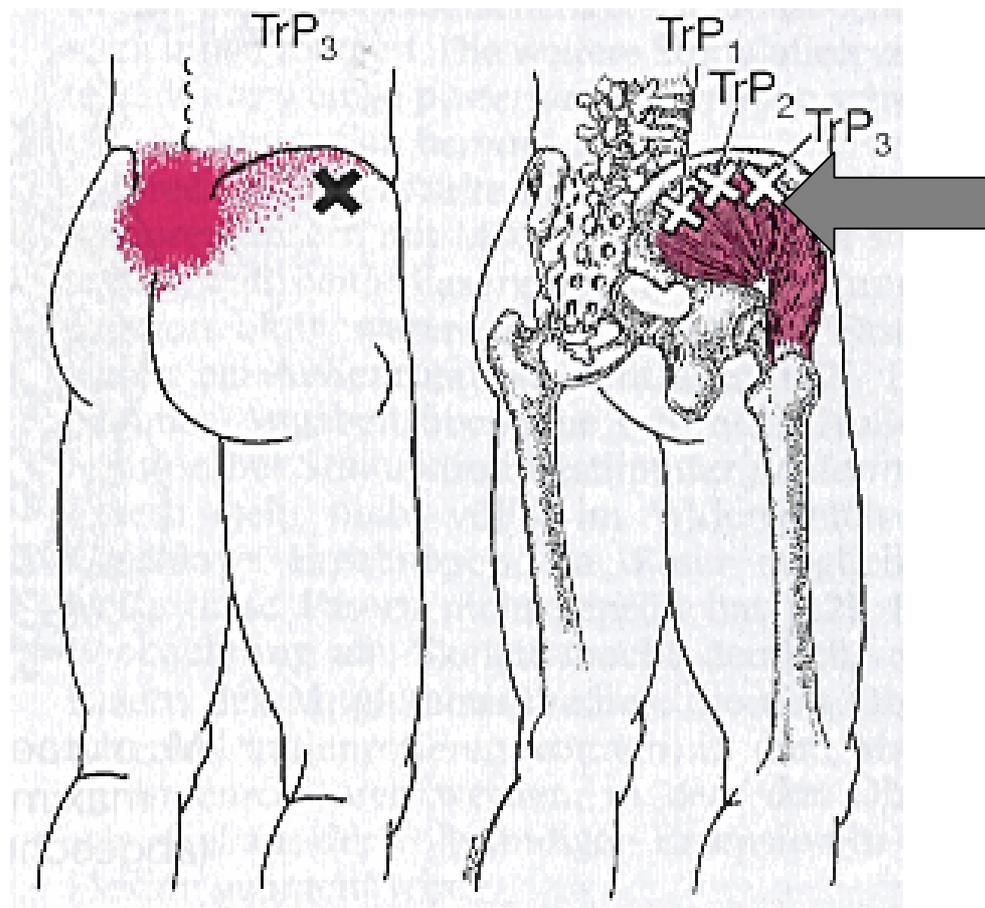
Patient:

Seitenlage;

Untersucher:

Steht auf der Bauchseite des Patienten

Musculus gluteus medius



TRIGGERPUNKTMERKMALE: (TrP 3)

RECHTS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

LINKS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

UNTERSUCHUNGSPROCEDERE

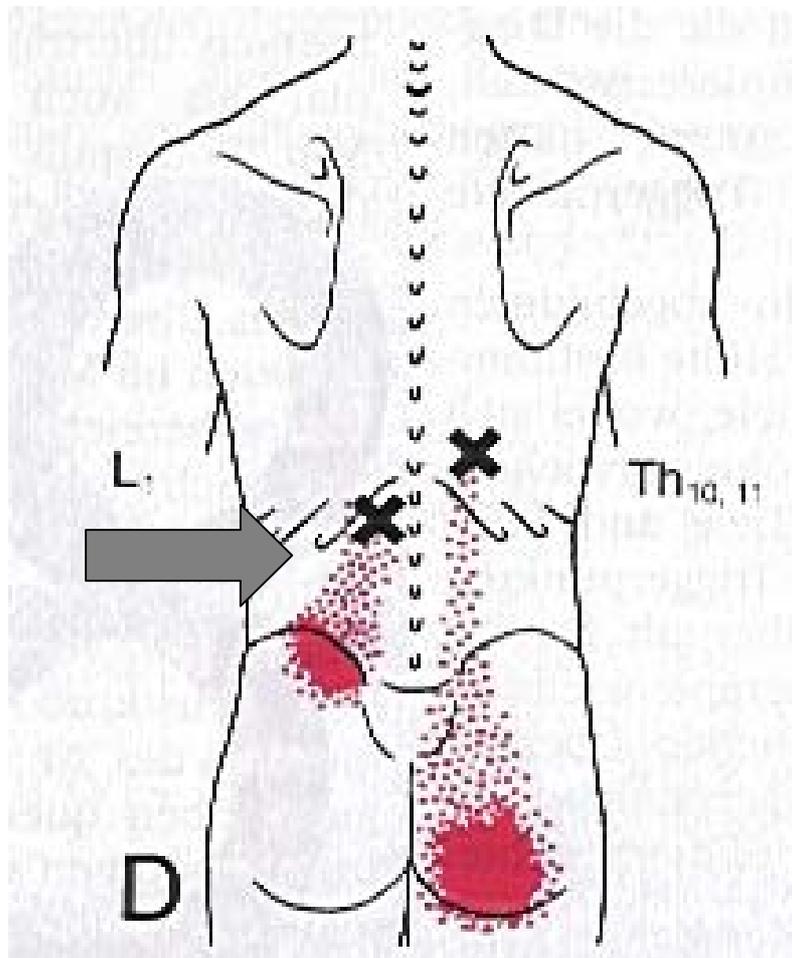
Patient:

Seitenlage

Untersucher:

Steht auf der Rückenseite des Patienten

Musculus longissimus thoracis (M. erector spinae; thorakolumbale Anteile)



TRIGGERPUNKTMERKMALE: (TrP L1)

RECHTS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									
LINKS									
SP	HSS	KS	WS	ÜS	ZR	AR	KMTrP	LMTrP	AMTrP
<input type="checkbox"/>									

UNTERSUCHUNGSPROCEDERE

Patient:

Bauchlage

Untersucher:

Steht auf der homolateralen Seite des zu untersuchenden Muskels

3.3.3.4. Versuchsbeschreibung

Zu Beginn der Untersuchung wird der Proband aufgefordert, sich auf den Rücken zu legen. Der Proband legt sich auf die Untersuchungsfläche.

Die vordefinierten Triggerpunktzonen werden auf die Diagnosekriterien eines Myofaszialen Triggerpunktes untersucht:

1. Hartspannstrang
2. Schmerzpunkt auf dem Hartspannstrang
3. Knötchenstruktur entlang des Hartspannstranges
4. Übertragungsschmerz
5. Lokale Zuckungsreaktion
6. Autonome Reaktionen
7. Wiedererkennen des Schmerzes durch den Probanden

Danach muss sich der Untersucher festlegen, ob es sich um einen Myofaszialen Triggerpunkt handelt oder nicht.

Die Untersuchungsergebnisse werden vom Untersucher selbst oder einem Assistenten in ein Untersuchungsprotokoll eingetragen.

Die Untersuchung wird mit der Triggerpunkt-2-Zone des rechten und danach des linken M. rectus abdominis begonnen. Der Untersucher steht auf der Seite des zu untersuchenden Muskels und wechselt die Seite für die vordefinierten Untersuchungspositionen, wie in Absatz **3.3.3.3.** im Untersuchungsprotokoll und auf den Abbildungen auf den folgenden Seiten verdeutlicht wird.

Abbildung 8



Untersuchung des linken M. rectus abdominis

Danach wird der Proband in die Linksseitenlage gebracht. Es wird die Triggerpunkt-2-Zone des rechten oberflächlichen M. quadratus lumborum von der Bauchseite des Probanden untersucht.

Abbildung 9



Untersuchung des rechten M. quadratus lumborum

Der Untersucher wechselt nun die Seite und untersucht die Triggerpunkt-3-Zone des rechten M. gluteus medius von der Rückenseite des Probanden.

Abbildung10



Untersuchung des linken M. gluteus medius

Im Anschluss hieran wechselt der Proband in die Bauchlage. Die Triggerpunkt-Zone L1 des linken M. longissimus thoracis wird von links und danach die des rechten M. longissimus thoracis von rechts untersucht.

Abbildung 11



Untersuchung des rechten M. longissimus thoracis

Der Proband dreht sich nun in die Rechtsseitenlage. Es wird die Triggerpunkt-3-Zone des linken M. gluteus medius und nach Wechsel des Untersuchers auf die Bauchseite des Probanden, die Triggerpunkt-2-Zone des linken M. quadratus lumborum untersucht.

Der standardisierte Untersuchungsgang ist jetzt beendet, und es kann ein neuer Proband untersucht werden.

3.3.4. Testphase

Nach Abschluss der Abstimmungs- und Trainingsphase sowie Niederschrift des Versuchsablaufes und des Untersuchungsprotokolls konnte mit der Testphase begonnen werden.

An zwei Kurswochenenden im September und Dezember 2002 wurden insgesamt 38 Probanden wie oben beschrieben von 2 Untersuchern auf die klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes untersucht. Anfang Dezember 2002 war die Testphase abgeschlossen.

3.4. Statistik

Klinische Untersuchungen, wie z.B. Anamnese (Fragebögen), Inspektion, Palpation und Bewegungstests, bieten dem erfahrenen Untersucher eine Vielzahl an Informationen über den Patienten. Hieraus leitet sich eine individuelle Qualität der klinischen Tests ab, welche der einzelne Untersucher zur Differenzialdiagnose und zur Kontrolle der Wirksamkeit seiner Therapien nutzt.

Um Missverständnissen vorzubeugen, werden die in der vorliegenden Arbeit benutzten Begriffe im Folgenden definiert und kurz erläutert.

Die wissenschaftliche Qualität eines klinischen Tests wird durch seine Zuverlässigkeit (Reliabilität) bestimmt (**Patijn 2002**).

Reliabilität kann in **Reproduzierbarkeit** (Präzision) und **Genauigkeit** (Validität) ausgedrückt werden.

Zur wissenschaftlichen Evaluation der Reliabilität klinischer Tests sind zur Auswahl der statistischen Instrumente einige Überlegungen anzustrengen.

Existiert ein so genannter Gold-Standard, wie z.B. intraoperative Befunde, post-mortem-Befunde oder zum Teil auch radiologische Befunde, kann ein klinischer Test mit den Ergebnissen der Referenzmethode verglichen werden. Es kann geprüft werden, ob der Test auch wirklich misst, was er messen soll. Der Standard-Meter, welcher in Sèvres bei Paris aufbewahrt wird, ist ein Musterbeispiel für einen Gold-Standard. Das statistische Maß für die Reliabilität (Zuverlässigkeit) für Tests, welche an einem Goldstandard gemessen werden, ist die Validität.

Wie die Ergebnisse ausgedrückt oder gemessen werden, ist ebenfalls von Wichtigkeit. Prinzipiell sind zwei Möglichkeiten zu nennen.

1. Dichotom gemessene Kriterien machen zwei Ergebnisse möglich, z.B. ob eine Hypomobilität im ISG vorliegt oder nicht.
2. Kontinuierlich gemessene Kriterien nehmen einen beliebigen Wert innerhalb eines bestimmten Bereiches an. Beispielsweise das Messen des Bewegungsumfanges nach der Neutral-0-Methode wird so dokumentiert.

Für dichotom gewonnene Ergebnisse mit vorhandenem Goldstandard beschreiben Sensitivität und Spezifität die Validität eines solchen klinischen Tests.

Kontinuierlich aufgezeichnete Ergebnisse mit möglicher Kontrolle zu einem Goldstandard können mittels Sensitivität und Spezifität nicht bewertet werden. Stattdessen kann mit der Standardabweichung und dem systematischen Fehler gearbeitet werden. Diese drücken dann die Validität aus und sind das statistische Maß für die Reliabilität eines solchen Tests.

Sensitivität und Spezifität benötigen einen sogenannten Goldstandard, um die Ergebnisse der Untersucher mit diesem zu vergleichen. Ein

solcher Gold-Standard steht meist nicht zur Verfügung und manchmal sind diese Tests auch sehr belastend für die Patienten. Tabelle 16 gibt die Formel für die Sensitivität und Spezifität schematisch wieder.

Tabelle 14		Schematische Darstellung der Validität	
		Gold-Standard	
		Positiv (p)	negativ (n)
Testergebnis	positiv	richtig positiv (rp)	fasch positiv (fp)
	negativ	falsch negativ (fn)	richtig negativ (rn)
		Sensitivität rp/p	Spezifität rn/n

Bei klinischen Tests gibt es im Vergleich mit einem Gold-Standard zwei Arten von Fehlern, entweder ein falsch positives oder ein falsch negatives. Ein perfekter Test hat eine Spezifität und Sensitivität von 1, das heißt, alle Gesunden werden als gesund und alle kranken als krank erkannt.

In der vorliegenden Untersuchung existiert kein Goldstandard, mit welchem die Untersuchungsergebnisse verglichen werden können. Es gibt keine Referenzmethode, mit welcher Myofasziale Triggerpunkte eindeutig identifiziert werden können (vgl 2.1.6.). Das statistische Maß für die Bewertung der Reliabilität **ohne** Goldstandard für dichotome Ergebnismöglichkeiten ist die Reproduzierbarkeit (Präzision) und wird mit der Kappa-Statistik berechnet (**Cohen 1960**).

Für die Reproduzierbarkeit können zwei Rahmenbedingungen konstruiert werden:

1. Reproduzierbarkeit eines klinischen Tests durch einen Beobachter bei zwei Rahmenbedingungen wird als „**Übereinstimmung des Beobachters**“ bezeichnet
2. Reproduzierbarkeit eines klinischen Tests durch zwei Beobachter bei gleichen Rahmenbedingungen wird als „**Übereinstimmung der Beobachter**“ bezeichnet.

In unserer Studie werden zwei Untersucher testen, ob die klinischen Zeichen eines Myofaszialen Triggerpunktes vorhanden sind oder nicht. Dementsprechend wird die „Übereinstimmung der Untersucher“ bewertet.

Die Kappa-Statistik bestimmt einen Wert für die Übereinstimmung der Untersucher. Es wird jedoch nicht nur die Übereinstimmung der Untersucher, das so genannte „overall agreement“, in Prozent ausgedrückt. Die Kappa-Statistik korrigiert das „overall agreement“ durch die zufällige Übereinstimmung der Untersucher. Für die Darstellung der Ergebnisse eignet sich eine Vierfeldertafel, wie in Tabelle 15 dargestellt. Diese Ergebnisspräsentation wird von der internationalen Gesellschaft für Manuelle Medizin der FIMM für Reproduzierbarkeitsstudien empfohlen (**FIMM 2001**).

Tabelle 15 Vierfeldertafel zur Darstellung der Reliabilität klinischer Tests in der neuromuskuloskelettalen Medizin

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	A	B	A + B
	Nein	C	D	C + D
Total		A + C	B + D	n

In der Tabelle können die Rohdaten für die nun folgenden Berechnungen der statistisch relevanten Größen direkt abgelesen werden.

Anzahl der Probanden/Patienten:	$= n$
Übereinstimmung der Untersucher (overall agreement) in % (ÜE):	$\frac{A+D}{n} \times 100$
Zufällige Übereinstimmung der Untersucher in % (ZÜE):	$= \frac{A+B}{n} \cdot \frac{A+C}{n} + \frac{C+D}{n} \cdot \frac{B+D}{n} \times 100$
Kappa:	$= \frac{\text{ÜE} - \text{ZÜE}}{100 - \text{ZÜE}}$
Prävalenz:	$= \frac{(A + [B + C]/2)}{n} \times 100$

Eine Beispielrechnung soll das Prinzip der Kappa-Statistik verdeutlichen.

Beispiel:

100 Probanden werden von 2 Untersuchern mit der Frage untersucht, ob ein Myofaszialer Triggerpunkt im M. trapezius vorhanden ist oder nicht.

Tabelle 16 *Fiktives Beispiel zur Reproduzierbarkeit der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten*

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	70	5	75
	Nein	5	20	25
Total		75	25	100

Untersucher 1 und 2 finden 75x einen Myofaszialen Triggerpunkt. 70x finden beide Untersucher bei den Probanden einen Myofaszialen Triggerpunkt und 20x keinen. In den übrigen 10 Fällen sind sie sich nicht einig. Jeweils 5x findet Untersucher 1 einen Myofaszialen Triggerpunkt und Untersucher 2 nicht sowie genau entgegengesetzt.

In der Präsentation der Daten wird als erstes die Anzahl der untersuchten Probanden/Muskeln wiedergegeben.

$$N = 100$$

Als nächstes wird nach der oben angegebenen Formel die Übereinstimmung $\ddot{U}E$ der Untersucher berechnet.

$$\ddot{U}E = \frac{A+D}{n} \times 100 = 90\%$$

Wie groß ist die zufällige Übereinstimmung $Z\ddot{U}E$?

$$Z\ddot{U}E = \frac{A+B}{n} \cdot \frac{A+C}{n} + \frac{C+D}{n} \cdot \frac{B+D}{n} \times 100 = 62,5\%$$

Hieraus wird der Kappa-Wert berechnet. Die $Z\ddot{U}E$ wird in der folgenden Gleichung aus der $\ddot{U}E$ herausgerechnet.

$$\text{Kappa} = \frac{\ddot{U}E - Z\ddot{U}E}{100 - Z\ddot{U}E} = 0,7333$$

Zuletzt soll die Prävalenz dargestellt werden, da diese einen erheblichen Einfluss auf den Kappa-Wert ausübt, worauf weiter unten noch näher eingegangen werden soll.

$$\text{Prävalenz} = \frac{A + [B + C]/2}{n} \times 100 = 75\%$$

Die Kappa-Statistik ergibt Werte zwischen 0 und 1, wobei 0 keine und 1 optimale Übereinstimmung der Untersucher bedeutet. Cohen bezeichnet einen Kappa zwischen 0,4 und 0,6 als mäßig, zwischen 0,6 und 0,8 als gut und über 0,8 als ausgezeichnet (**Cohen 1960**).

Die Kappa-Statistik gilt als idealer Bewertungsmaßstab für die Reproduzierbarkeit und damit der Reliabilität klinischer Tests (**Patijn 2002**) und der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten (**Gerwin 1997; Travell/Simons 2001**).

Für die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse dieser Studie wurde deshalb die Kappa-Statistik ausgewählt.

Tabelle 17 fasst die verschiedenen statistischen Methoden zur Beurteilung der Reliabilität in Abhängigkeit von den Voraussetzungen der klinischen Tests zusammen.

Tabelle 17	Methoden zur Beurteilung der Reliabilität	
<i>Klinischer Test</i>	Vergleich mit Gold-Standard	Kein Gold-Standard verfügbar
<i>Dichotom</i>	Sensitivität und Spezifität	Kappa-Wert
<i>Kontinuierlich</i>	Standarddeviation und systematischer Fehler	Standarddeviation

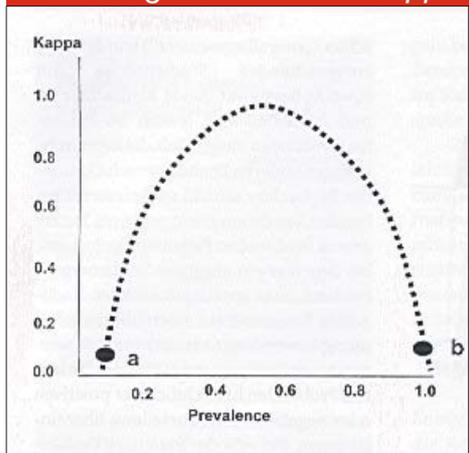
Auf die Erklärung der statistischen Auswertung von kontinuierlich gemessenen klinischen Tests soll an dieser Stelle verzichtet und auf die Literatur zum Thema verwiesen werden.

(Einführung in die Medizinische Statistik)

Beeinflussungen der Kappa-Statistik durch Einflüsse aus der Umgebung sind prinzipiell möglich.

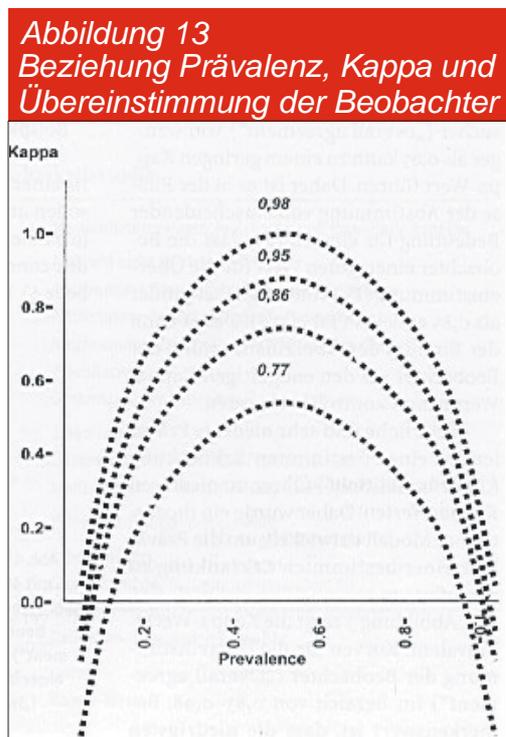
Der Kappa-Wert ist abhängig von der Prävalenz des zu untersuchenden Merkmals und von der Übereinstimmung der Beobachter.

Abbildung 12:
Beziehung Prävalenz zu Kappa



Patijn 2002

Niedrige Kappawerte können durch eine hohe oder niedrige Prävalenz bedingt sein und können eine unbefriedigende Reliabilität widerspiegeln, obwohl die Übereinstimmung der Beobachter hoch ist.



Patijn 2002

Die Beziehung zwischen der Übereinstimmung der Beobachter und der Kappa-Statistik wird in Abbildung 13 dargestellt.

Der Einfluss auf die Ergebnisse der vorliegenden Reproduzierbarkeitsstudie wird bei den Ergebnissen und in der Diskussion weiter vertieft.

Abbildung 12 zeigt die Beziehung zwischen Kappa-Werten und Prävalenz auf.

Für die Beratung im statistischen Teil der Arbeit möchte ich mich an dieser Stelle für die angenehme und konstruktive Zusammenarbeit mit Frau Dr. Gabi Berg von der Fakultät für Gesundheitswissenschaften der Universität Bielefeld bedanken.

4. Ergebnisse

Im Abschnitt 3.4. wurden die statistischen Instrumente erläutert, welche für die wissenschaftliche Überprüfung der zu Beginn aufgestellten Hypothesen geeignet sind. Im ersten Teil der Ergebnispräsentation wird die Darstellung der Ergebnisse in Form der vorgestellten Vierfeldertafeln übernommen.

Die Auswertungen der einzelnen Muskeln werden zunächst für die rechte und linke Seite eines jeden Muskels zusammengefasst dargestellt, wobei eine Gesamtzahl von 76 vergleichenden Untersuchungen erreicht wird. Hiernach werden die Ergebnisse sowohl für die rechte als auch für die linke Seite einzeln aufgelistet, was jeweils 38 untersuchten Muskeln entspricht.

4.1. Ergebnisse zu Hypothese I

Zu Beginn werden die Ergebnisse für die erste Hypothese dargestellt. Es wird mit der Darstellung der Daten für den M. rectus abdominis begonnen. Im Folgenden werden die statistischen Auswertungen zur Fähigkeit der Untersucher, zwischen An- und Abwesenheit eines Myofaszialen Triggerpunktes präzise zu diskriminieren, ausgeführt.

Tabelle 18 *Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des M. rectus abdominis*

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	34	5	39
	Nein	2	35	37
Total		36	40	76

N	= 76	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 90,79%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 49,94%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,82	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation
Prävalenz	= 49,34%	

Tabelle 19 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des rechten M. rectus abdominis

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	20	2	22
	Nein	1	15	37
Total		21	17	38

N = 38 Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
 ÜE = 92,11% Übereinstimmung der Untersucher
 ZÜE = 50,83% Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa = 0,84 statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
 Prävalenz = 56,58% eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 20 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des linken M. rectus abdominis

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	14	3	17
	Nein	1	20	21
Total		15	23	38

N = 38 Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
 ÜE = 89,47% Übereinstimmung der Untersucher
 ZÜE = 51,11% Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa = 0,79 statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
 Prävalenz = 42,11% eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

In gleicher äußerer Form werden die Auswertungen für den M. quadratus lumborum dargestellt.

Tabelle 21 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des M. quadratus lumborum

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	55	5	60
	Nein	0	16	16
Total		55	21	76

N	= 76	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 93,42%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 62,95%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,82	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 75,66%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 22 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des rechten M. quadratus lumborum

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	27	2	29
	Nein	0	9	9
Total		27	11	38

N	= 38	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 94,74%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 61,08%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,87	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 73,68%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 23 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des linken M. quadratus lumborum

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	28	3	31
	Nein	0	7	7
Total		28	10	38

N	= 38	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 92,11%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 64,96%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,78	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 77,63%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Die Daten zur Beurteilung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten im M. gluteus medius werden in Tabelle 24 - 26 aufgezeichnet.

Tabelle 24 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des M. gluteus medius

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	59	8	67
	Nein	2	7	9
Total		61	15	76

N = 76 Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
 ÜE = 86,84% Übereinstimmung der Untersucher
 ZÜE = 73,10% Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa = 0,51 statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
 Prävalenz = 84,21% eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 25 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des rechten M. gluteus medius

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	27	4	31
	Nein	2	5	7
Total		29	9	38

N = 38 Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
 ÜE = 84,21% Übereinstimmung der Untersucher
 ZÜE = 66,62% Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa = 0,53 statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
 Prävalenz = 78,95% eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 26 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des linken M. gluteus medius

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	32	4	36
	Nein	0	2	2
Total		32	6	38

N	= 38	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 89,47%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 80,61%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,45	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 89,47%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Die Auswertung zur Beurteilung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten im letzten der vier Muskelpaare, dem M. longissimus thoracis werden in Tabelle 27 - 29 dargestellt.

Tabelle 27 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des M. longissimus thoracis

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	43	2	45
	Nein	8	23	31
Total		51	25	76

N	= 76	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 86,84%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 53,15%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,71	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 63,16%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 28 Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des rechten M. longissimus thoracis

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	20	1	21
	Nein	5	12	17
Total		25	13	38

N	= 38	Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
ÜE	= 84,21%	Übereinstimmung der Untersucher
ZÜE	= 51,66%	Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa	= 0,67	statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
Prävalenz	= 60,53%	eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

Tabelle 29 *Darstellung der Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten des linken M. longissimus thoracis*

		Untersucher 2		Total
		Ja	Nein	
Untersucher 1	Ja	23	1	24
	Nein	3	11	14
Total		26	12	38

N = 38 Anzahl der untersuchten Muskeln (rechts und links zusammengezogen)
 ÜE = 89,47% Übereinstimmung der Untersucher
 ZÜE = 54,85% Zufällige Übereinstimmung der Untersucher
Kappa = 0,77 statistisches Maß für die Reproduzierbarkeit
 Prävalenz = 65,79% eines Myofaszialen Triggerpunktes in der Probandenpopulation

4.2. Ergebnisse zu Hypothese II

Im Folgenden werden die statistischen Daten über die Fähigkeit der Untersucher tabellarisch aufgelistet, inwieweit diese in der Lage sind, präzise, das heißt reproduzierbar zwischen einem aktiven und latenten Myofaszialen Triggerpunkt zu diskriminieren.

Tabelle 30 *Reliabilität der Diskriminierung zwischen aktiven und latenten Myofaszialen Triggerpunkten*

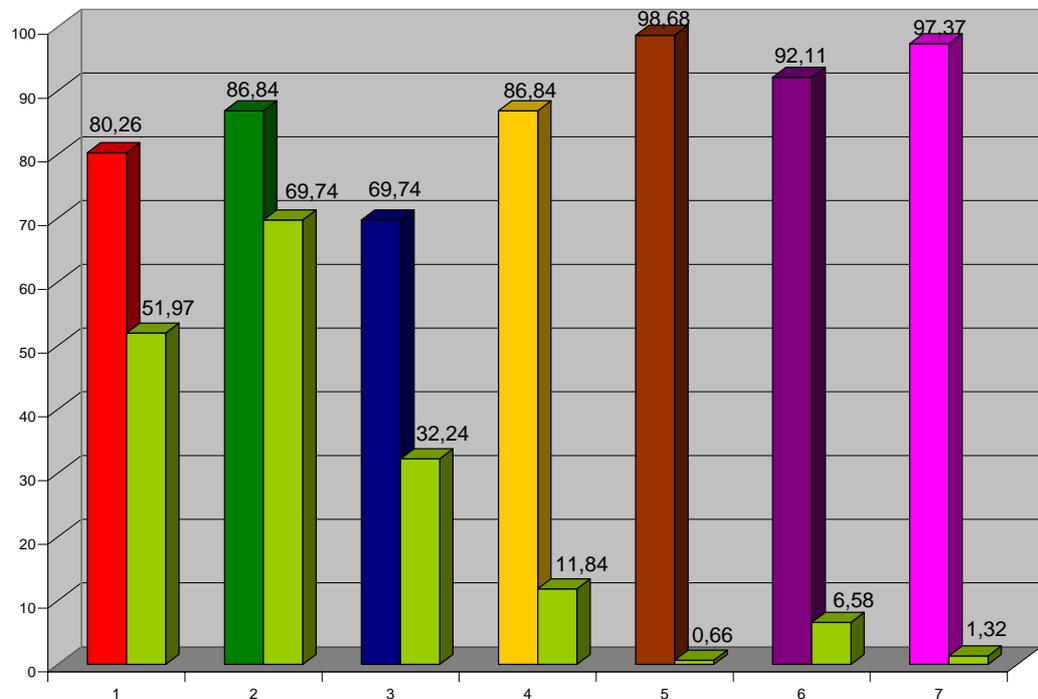
Muskel	ÜE	ZÜE	Kappa	Prävalenz
M. rectus abdominis	91,18%	76,64%	0,62	13,24%
M. quadratus lumborum	92,73%	83,41%	0,56	9,09%
M. gluteus medius	94,92%	80,26%	0,74	11,02%
M. longissimus thoracis	92,85%	76,98%	0,69	13,10%

4.3. Ergebnisse zu Hypothese III

Die Auswertungen zu Hypothese III sollen zeigen, inwieweit die einzelnen klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes (Schmerzpunkt, Hartspannstrang, Knötchen, Übertragungsschmerz, Zuckungsreaktion, Wiedererkennen des Schmerzes und Autonome Reaktion) von zwei erfahrenen Untersuchern reproduzierbar auf ihre An- und Abwesenheit diskriminiert werden können. Die folgenden Abbildungen beschränken sich auf die graphische Darstellung der prozentualen Übereinstimmung der Ergebnisse der vier getesteten Muskeln. Die Daten werden in der Diskussion noch einmal gesondert angesprochen.

In Diagramm 1 sind die prozentualen Übereinstimmungen für die klinischen Merkmale der Myofaszialen Triggerpunkte im M. rectus abdominis dargestellt.

Diagramm 1 *Prozentuale Übereinstimmung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. rectus abdominis*



Legende:

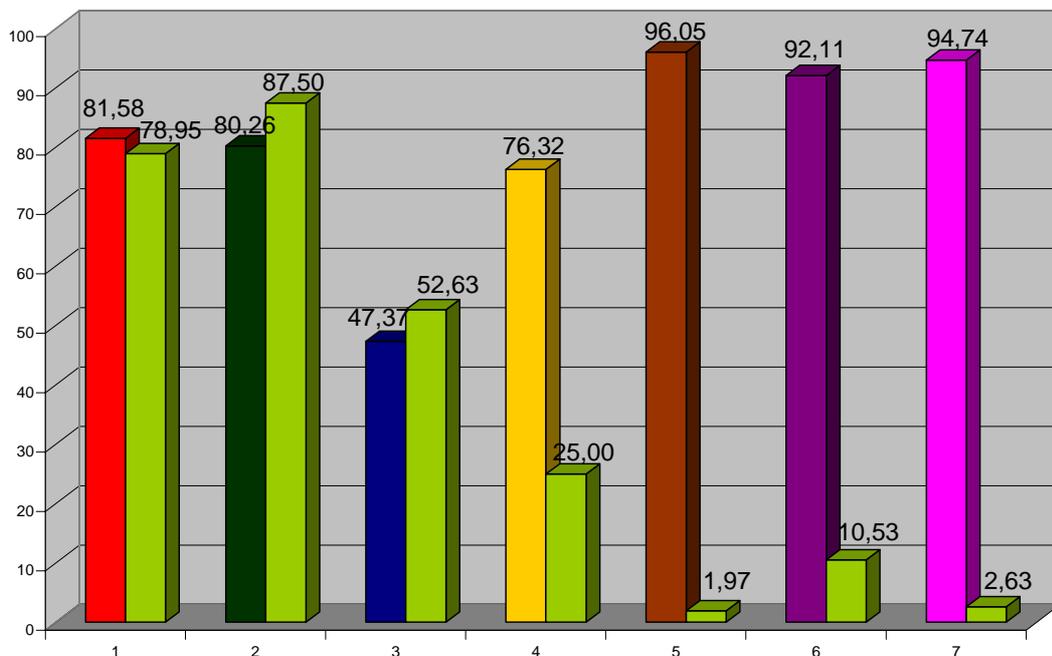
- Prävalenz
- 1 Schmerzpunkt
- 2 Hartspannstrang
- 3 Knötchen
- 4 Übertragungsschmerz
- 5 Zuckungsreaktion
- 6 Wiedererkennen des Schmerzes
- 7 Autonome Reaktion

Tabelle 31 *Einzelerggebnisse zur Reliabilität der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. rectus abdominis*

Merkmale	ÜE	ZÜE	Kappa	Prävalenz
Schmerzpunkt	80,26%	47,61%	0,62	51,97%
Hartspannstrang	86,84%	57,24%	0,69	69,74%
Knötchen	69,74%	54,36%	0,34	32,24%
Übertragungsschmerz	86,84%	79,12%	0,37	11,84%
Zuckungsreaktion	98,68%	98,68%	0	0,66%
Wiedererkennung	92,11%	87,57%	0,37	6,58%
Autonome Reaktion	97,37%	97,37%	0	1,32%

Diagramm 2 und Tabelle 32 stellen die Ergebnisse für die prozentualen Übereinstimmungen der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. quadratus lumborum an einer ausgewählten Probandenpopulation graphisch dar.

Diagramm 2 *Prozentuale Übereinstimmung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. quadratus lumborum*



Legende:

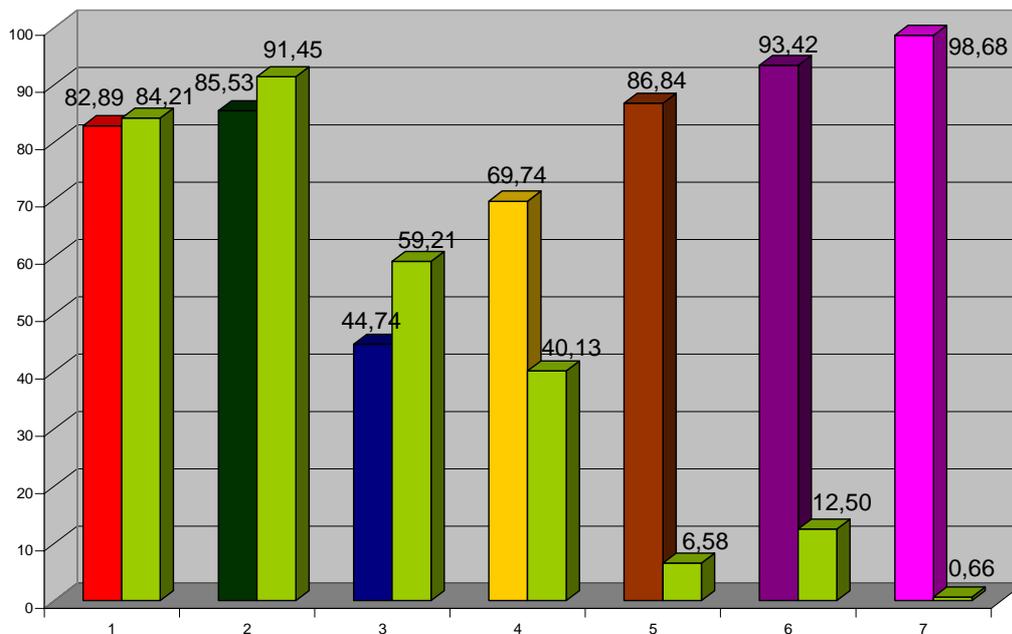
- Prävalenz
- 1 Schmerzpunkt
- 2 Hartspannstrang
- 3 Knötchen
- 4 Übertragungsschmerz
- 5 Zuckungsreaktion
- 6 Wiedererkennen des Schmerzes
- 7 Autonome Reaktion

Tabelle 34 *Einzelergebnisse zur Reliabilität der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. quadratus lumborum*

Merkmals	ÜE	ZÜE	Kappa	Prävalenz
Schmerzpunkt	81,58%	65,41%	0,47	78,95%
Hartspannstrang	80,26%	76,18%	0,17	87,5%
Knötchen	47,37%	40,13%	0,12	52,63%
Übertragungsschmerz	76,32%	62,19%	0,37	25%
Zuckungsreaktion	96,05%	96,05%	0	1,97%
Wiedererkennung	92,11%	81,16%	0,58	10,53%
Autonome Reaktion	94,74%	94,84%	-0,02	2,63%

Diagramm 3 und Tabelle 33 stellen die Ergebnisse für die prozentualen Übereinstimmungen der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. gluteus medius an einer ausgewählten Probandenpopulation graphisch dar.

Diagramm 3 *Prozentuale Übereinstimmung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. gluteus medius*



Legende:

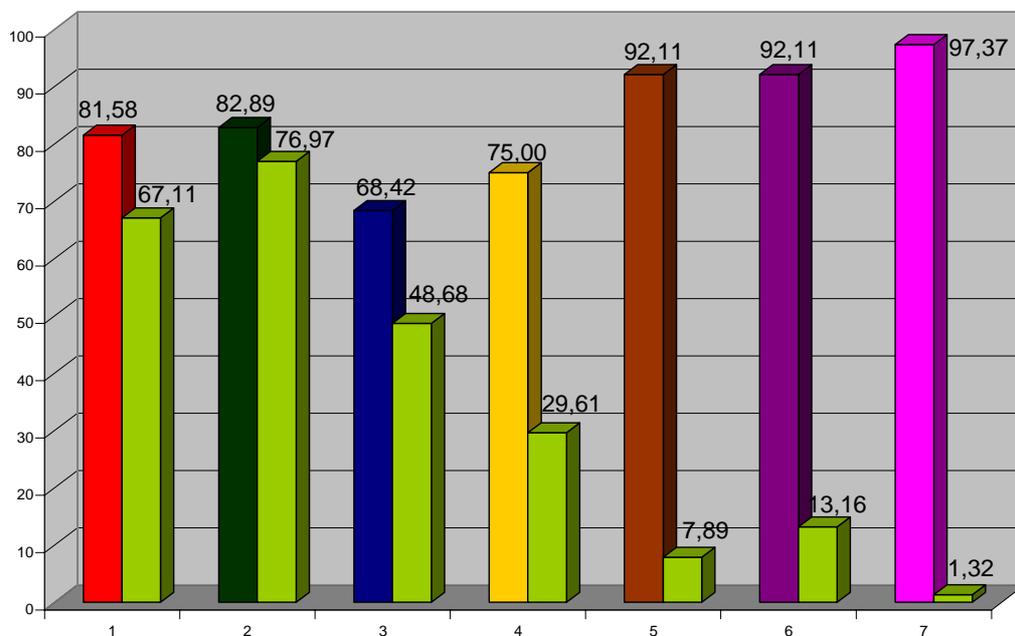
- Prävalenz
- 1 Schmerzpunkt
- 2 Hartspannstrang
- 3 Knötchen
- 4 Übertragungsschmerz
- 5 Zuckungsreaktion
- 6 Wiedererkennen des Schmerzes
- 7 Autonome Reaktion

Tabelle 35 *Einzelergebnisse zur Reliabilität der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. gluteus medius*

Merkmale	ÜE	ZÜE	Kappa	Prävalenz
Schmerzpunkt	82,90%	72,87%	0,37	84,81%
Hartspannstrang	85,53%	83,93%	0,09	91,45%
Knötchen	44,74%	41,69%	0,05	59,21%
Übertragungsschmerz	69,74%	50,00%	0,40	40,13%
Zuckungsreaktion	86,84%	87,40%	-0,04	6,58%
Wiedererkennung	93,42%	78,05%	0,70	12,50%
Autonome Reaktion	98,68%	98,68%	0	0,66%

Diagramm 4 und Tabelle 34 stellen die Ergebnisse der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. longissimus thoracis an einer ausgewählten Probandenpopulation graphisch dar.

Diagramm 4 *Prozentuale Übereinstimmung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. longissimus thoracis*



Legende:

- Prävalenz
- 1 Schmerzpunkt
- 2 Hartspannstrang
- 3 Knötchen
- 4 Übertragungsschmerz
- 5 Zuckungsreaktion
- 6 Wiedererkennen des Schmerzes
- 7 Autonome Reaktion

Tabelle 36 *Einzelergebnisse zur Reliabilität der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes im M. longissimus thoracis*

Merkmale	ÜE	ZÜE	Kappa	Prävalenz
Schmerzpunkt	81,58%	55,54%	0,59	67,11%
Hartspannstrang	82,90%	64,54%	0,52	76,97%
Knötchen	68,42%	46,57%	0,41	48,68%
Übertragungsschmerz	75,00%	56,86%	0,42	29,61%
Zuckungsreaktion	92,11%	85,15%	0,47	7,90%
Wiedererkennung	92,11%	77,01%	0,66	13,16%
Autonome Reaktion	93,37%	97,37%	0	1,32%

5. Diskussion

Die Motivation zu dieser Arbeit entstand aus dem Dilemma heraus, in welchem sich die Bewegungsapparatmedizin befindet. Wie zuvor ausführlich dargestellt sind ein Großteil der vom Patienten geäußerten Schmerzen am Bewegungsapparat mit den zu Verfügung stehenden diagnostischen Verfahren nicht ausreichend zu differenzieren.

Die klinischen Untersuchungsinstrumente der neuromuskuloskelettalen Medizin müssen mit Hochdruck auf ihre Reliabilität hin untersucht werden. Bisher gibt es zu wenige klinische Tests die hierzu in der Lage wären und die die es können, haben keine ausreichende diagnostische Potenz zur Differenzierung. Die funktionellen (klinischen) Tests am Bewegungsapparat blieben den Beweis der Reliabilität ihrer Untersuchungsmethoden schuldig (**Panzer 1992**). Die Erfahrungen in diesem Bereich basieren auf Expertenmeinungen (**Seeger 2001**).

Bevor Studien zum Wirksamkeitsnachweis von Therapiemethoden geführt werden können, müssen zunächst einmal Grundlagen erarbeitet werden. Der wissenschaftliche Stand der Bewegungsapparatmedizin befindet sich jedoch noch zwei Schritte weiter zurück. Bevor geeignete (klinische) Untersuchungen zur Differenzierung von Schmerzen am Bewegungsapparat von Patienten eingesetzt werden können, müssen diese auf ihre Zuverlässigkeit, das heißt auf ihre Reliabilität hin überprüft werden. Ist ein (klinischer) Test in der Lage, reliable Untersuchungsergebnisse zu produzieren, kann dieser zur Differenzierung von Bewegungsapparatschmerzen eingesetzt werden (**Patijn 2001**).

Das Myofasziale Schmerzsyndrom, welches klinisch durch die Existenz von Myofaszialen Triggerpunkten gekennzeichnet ist, wird von einigen Autoren für einen großen Teil der unspezifischen Beschwerden am Bewegungsapparat verantwortlich gemacht (**Travell/Simons 1983; Dejung 2003; Baldry 1996; Lewit 1996; Chaitow 2001**). Travell und Simons haben das pathophysiologische Verständnis und die klinische Diagnostik von Myofaszialen Triggerpunkten soweit standardisiert, dass auf dieser Grundlage Studien zur Reliabilität der klinischen

Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten möglich geworden sind **(Travell/Simons 2001)**.

Wissenschaftliche Untersuchungen zur Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten werden seit ca. 10 Jahren durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können tabellarisch aufgelistet in 2.2.1. nachgelesen werden. Die Reliabilität der jeweils durchgeführten klinischen Untersuchung war in jedem Falle stark abhängig von der Erfahrung der Untersucher und der zuvor durchgeführten Trainingsphase. Gerwin gelang 1997 erstmalig eine überzeugende Darstellung einer hervorragenden Reliabilität der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes an ausgewählten Muskeln der Schultergürtel- und Nackenmuskulatur **(Gerwin 1997)**.

Mit der vorliegenden Reproduzierbarkeitsstudie soll der in vielen unabhängigen Gremien geäußerten Forderung entsprochen werden, im Sinne der evidenced based medicine Techniken der neuromuskuloskelettalen Medizin auf ihre Reliabilität hin zu untersuchen. Diese Studie beinhaltet die Möglichkeit, geeignete Untersuchungsparameter zur Differenzierung von Schmerzen am Bewegungsapparat zu erarbeiten, um diese im Verlauf auch zur Ergebniskontrolle von Krankheitsverläufen nutzen zu können.

Auf dieser Basis wurden drei Hypothesen formuliert, welche die Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten an ausgewählter Rumpf- und Gesäßmuskulatur bestätigen (vgl. 3.1.).

In unseren Ergebnissen finden sich für die rechte und linke Seite eines Muskels keine wesentlichen Abweichungen. Für die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen spielt die Differenzierung von linker und rechter Seite keine Rolle. In der Diskussion werden deshalb die Ergebnisse von rechter und linker Seite zusammengefasst dargestellt.

Die erste der drei aufgestellten Hypothesen konnte durch die statistische Analyse mittels prozentualer Übereinstimmung und Kappastatistik für alle vier ausgewählten Muskelpaare eindrucksvoll bestätigt werden. Die beiden erfahrenen Untersucher konnten nach den in Absatz 3.2. beschriebenen Vorbereitungen mit großer Präzision bei

allen vier Muskelpaaren zwischen An- und Abwesenheit eines Myofaszialen Triggerpunktes diskriminieren.

Für den M. rectus abdominis und den M. quadratus lumborum wurde ein Kappa von 0,82 berechnet, was nach Cohen einer hervorragenden Reliabilität entspricht (**Cohen 1960**). Für den M. longissimus thoracis errechneten wir ein Kappa von 0,72, was einer sehr guten Reliabilität entspricht. Lediglich für den M. gluteus medius konnte nach der Kappastatistik nur eine gute Reliabilität erzielt werden. Es wurde ein Wert von 0,51 erreicht. Dies erklärt sich durch die sehr hohe Prävalenz eines latenten Myofaszialen Triggerpunktes im M. gluteus medius. Die zufällige Übereinstimmung wird größer und damit fällt der Kappawert dementsprechend ab. Eine solche Beziehungskurve wurde von Patijin veröffentlicht und ist in Absatz 3.4. nachzulesen. Bei sehr hoher oder niedriger Prävalenz verliert die Kappastatistik an Aussagekraft. Die prozentuale Übereinstimmung sollte in diesen Fällen zur Beurteilung der Reliabilität stärker beachtet werden. Für den M. gluteus medius fanden wir eine prozentuale Übereinstimmung von 86,84% bei einer Prävalenz von 84,21%. Betrachtet man die Kombination dieser Ergebnisse, muss wohl doch von einer sehr guten Reliabilität ausgegangen werden. Die Ergebnisse werden im Einzelnen in Kapitel 4. dargestellt.

Die hervorragenden Ergebnisse stützen sich unserer Meinung nach auf die zuvor klar abgestimmten klinischen Definitionen (vgl. 3.3.1.) und des standardisierten Untersuchungsganges (vgl. 3.3.3.). Weiter unten wird auf diesen Zusammenhang noch einmal konkret eingegangen.

Nach unseren Erfahrungen und auch den Erfahrungen der früheren Untersuchungen sind in Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Untersucher eine Grundvoraussetzung für eine gute Reliabilität. Auch Gerwin führt die schlechteren Ergebnisse der Studien von Wolfe 1992, Nice 1992 und Nijoo 1994 auf die mangelnde und ungleiche Erfahrung der einzelnen Untersucher zurück (**Gerwin 1997**). Eine später durchgeführte Untersuchung von Hiesh bestätigt diese Annahme ebenfalls (**Hong 2000**). Hier wurden Studenten von einem erfahrenen Arzt angeleitet und geschult, wobei klare Angaben zu Zeit und Umfang der Schulungen fehlen. Nach der

Trainingsphase war die Untersuchung der Myofaszialen Triggerpunkte, jeweils gegen den erfahrenen Arzt getestet, nicht reliabel. In der Studie von Nice wird ein Supervisor die von geschulten Personen ausgeführten klinischen Tests (**Nice 1992**). In 50% dokumentiert er fehlerhaft durchgeführte Untersuchungen. Der Schulungsumfang wird bei Nice nicht quantifiziert. Auch Nijoo fordert nach seinen Erfahrungen eine längere Trainingsphase (**Nijoo 1994**). Hier war eine dreimonatige Schulung von Medizinstudenten erfolgt, wobei zum Schulungsumfang ebenfalls keine Angaben gemacht wurden. Bei Wolfe war gar keine vorherige Schulung oder Abstimmung erfolgt (**Wolfe 1992**). Die Frage, wie viel Schulung und wie viel Erfahrung notwendig ist, um einen Myofaszialen Triggerpunkt präzise untersuchen zu können, muss an dieser Stelle noch unbeantwortet bleiben. Vieles spricht dafür, dass Triggerpunkttherapeuten erst nach einer adäquaten Ausbildung diese Fähigkeit erlangen können. Die beiden Untersucher der vorliegenden Studie haben ein umfangreiches Ausbildungscurriculum durchlaufen und bilden innerhalb dieses Systems selbst Therapeuten und Ärzte aus. Der so genannte Swiss-Approach wurde von der IMTT (Interessengemeinschaft für Myofasziale Triggerpunkt Therapie) in einer Gruppierung aus Ärzten und Physiotherapeuten um Beat Dejung in der Schweiz entwickelt und umfaßt 15 Kurstage, was ca. 90 Ausbildungsstunden entspricht (**Script IMTT-CH 2000**). Zusätzlich sollte auch von gut ausgebildeten und erfahrenen Untersuchern mit dem Fokus auf eine spezielle Fragestellung eine Abstimmung der Definitionen und des Untersuchungsprocedures vorgenommen werden. Simons fordert vor jeder Studie zur Wirksamkeit der Behandlung oder zur differentialdiagnostischen Potenz von Myofaszialen Triggerpunkten einen Fähigkeitsnachweis der Untersucher im Rahmen einer Reliabilitätsstudie, Myofasziale Triggerpunkte präzise untersuchen zu können (**Travell/Simons 2001**).

Um reliable Untersuchungsergebnisse zu erzielen, sind klare Definitionen und Handlungsanweisungen notwendig (**Kool 1997**). In der vorliegenden Studie mussten die Untersucher die klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes nach einem klar festgelegten

Procedere dokumentieren und anschließend bewerten, ob ein latenter oder aktiver oder ob kein Myofaszialer Triggerpunkt vorliegt (vgl. 3.3.3.). Die einzige Untersuchung, in der die Differenzierung zwischen latent, aktiv oder keinem Myofaszialen Triggerpunkt gefordert wurde, war die von Gerwin (**Gerwin 1997**).

Die Ergebnisse unserer Untersuchung sind jedoch mit denen der Studie Gerwins nur bedingt vergleichbar, da Gerwin eine andere Darstellungsform seiner Daten verwendet. Gerwin testete mit vier Untersuchern eine Population von nur 10 Teilnehmern (7 Patienten mit HWS-Syndrom und 3 Probanden) an 5 Muskelpaaren im Bereich der Schultergürtel- und Nackenregion. Hierbei verwendete er die gleichen Definitionen für einen Myofaszialen Triggerpunkt, wie in der vorliegenden Untersuchung. Die Minimalkriterien Hartspannstrang und Schmerzpunkt entlang des Hartspannstranges wurden für einen latenten Myofaszialen Triggerpunkt zu Grunde gelegt (**Travell/Simons 2001**). Gerwin zieht die Ergebnisse der rechten und linken äquivalenten Muskeln und von den vier Untersuchern zusammen. Eine Präsentationsform, wie von der internationalen Gesellschaft für Manuelle Medizin empfohlen (**FIMM 2001**), kann auf diese Weise nicht dargestellt werden.

Die vorliegende Studie fokussiert auf 4 Muskelpaare der Rumpf- und Gesäßregion. Zwei Untersucher haben kurz hintereinander den selben Probanden getestet. Die Ergebnisse lassen sich klar ersichtlich in einer Vierfeldertafel darstellen. Diese wird als ideale Präsentationsform für Studien zur Reproduzierbarkeit bzw. Präzision von klinischen Tests empfohlen (**Patijn 2002**). In Zukunft sollte sich diese Präsentationsform für Reproduzierbarkeitsstudien und Studien zur Reliabilität von klinischen und apparativen Tests in der Bewegungsapparatmedizin als Standard durchsetzen, um die Studien untereinander vergleichbar zu machen.

Die Untersuchungszeitpunkte für einen Probanden wurden bewußt direkt hintereinander gelegt, da die äußeren Einflussgrößen sich dann auf ein Minimum beschränken. Lediglich die vorangegangene Manipulation der ersten Untersuchung kann eine Störgröße darstellen. Ein Zusammenhang wurde in dieser Untersuchung bei gesunden

Probanden jedoch nicht gefunden. In der für den Probanden zweiten Untersuchung wurden ein Wechsel von einem latentem zum aktivem Myofaszialen Triggerpunkt oder von keinem zum latentem Myofaszialen Triggerpunkt nicht gehäuft beobachtet. Genauso wenig fanden wir den umgekehrten Fall, welcher einen evtl. therapeutischen Effekt der diagnostischen Manipulation implizieren würde.

In den früheren Untersuchungen wurden hierzu entweder keine Angaben gemacht (**Wolfe 1992, Nice 1992, Hong 2000**) oder es wurde ebenfalls kurz hintereinander untersucht (**Nijoo 1994, Gerwin 1997**). Wie sich diese Einflussgröße bei Patienten auswirkt, kann anhand der erhobenen Daten nicht beantwortet werden.

Von großem Interesse für die klinische Relevanz der Diagnostik von Myofaszialen Triggerpunkten dürfte die Frage sein, welche mit Hypothese II beantwortet werden soll. Sind die Untersucher in der Lage, einen aktiven von einem latenten Myofaszialen Triggerpunkt zu unterscheiden.

Latente Myofasziale Triggerpunkte werden auch in einer gesunden Probandenpopulation, je nach untersuchter Muskulatur, häufig gefunden. Auch in der vorliegenden Studie finden wir z.B. im M. gluteus medius bei der ausgewählten Probandenpopulation eine Prävalenz von 84%! Epidemiologische Untersuchungen bestätigen die hohe Prävalenz bei gesunden Probanden für den M. trapezius bei Sola (**Sola 1955**). Travell und Simons haben deshalb eine Unterteilung in latente und aktive Myofasziale Triggerpunkte vorgenommen (**Travell/Simons 2001**). Unterschieden wird zwischen latent und aktiv, indem der Patient nach dem Schmerz gefragt wird, welche die Manipulation an seiner Muskulatur auslöst. Erkennt der Patient den Schmerz als einen seiner aktuellen Problematik zugehörigen Schmerz, wird ein aktiver Myofaszialer Triggerpunkt diagnostiziert. Gerwin benutzt in seiner Untersuchung die gleiche Definition wie in der vorliegenden Studie. Er wertet die Diskriminierung von latent zu aktiv nicht aus (**Gerwin 1997**). Die vorliegende Untersuchung ist zur Beantwortung der Hypothese zwei auch nur bedingt geeignet, da es sich um Probanden und nicht um Patienten handelt. Dementsprechend

niedrig sind die Prävalenzen für einen aktiven Myofaszialen Triggerpunkt, welcher ein aktuelles Problem anzeigt. Die Ergebnisse sollen jedoch trotzdem diskutiert werden.

Die statistischen Auswertungen zu den von uns untersuchten vier Muskelpaaren deuten nämlich auf eine sehr gute bis hervorragende Präzision bei der Diskriminierung von aktiven und latenten Myofaszialen Triggerpunkten hin. Für den M. rectus abdominis fanden wir ein Kappa von 0,62, bei einer Prävalenz aktiver Myofaszialer Triggerpunkte von 13%. Bei dieser recht niedrigen Prävalenz sollte auch die prozentuale Übereinstimmung in die Bewertung der Präzision und damit der Reliabilität mit eingehen. Diese liegt für den M. rectus abdominis bei 91,18%. Für den M. quadratus lumborum gelten die gleichen Vorzeichen. Wir konnten ein Kappa von 0,56 bei einer Prävalenz von 9,09% und einer prozentualen Übereinstimmung von 92,73% errechnen. Für den M. glutaeus medius waren die Ergebnisse noch besser. Wir errechneten ein Kappa von 0,74 bei einer Prävalenz von 11,02% und einer prozentualen Übereinstimmung von 94,92%. Für den M. longissimus thoracis wurde ein Kappa von 0,69 bei einer Prävalenz von 13,10% und einer prozentualen Übereinstimmung von 92,86% errechnet. Die Ergebnisse werden in dieser Weise erstmalig präsentiert. Scheinbar ist die Diskriminierung der für den Probanden/Patienten relevanten Schmerzen durch die klinische Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten hervorragend möglich. Dies stimmt auch mit Erfahrungen aus anderen Bereichen der neuromuskuloskelettalen Medizin überein, wo die Untersuchung der Schmerzprovokation mit hoher Reliabilität möglich ist (**Donelson 2002**). Man darf auf die ersten Studien zur Reliabilität der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten bei Patienten, wo mit einer höheren Prävalenz von aktiven Myofaszialen Triggerpunkten zu rechnen ist, gespannt sein. In diesem Bereich sollten weitere Untersuchungen zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen und zur Bestätigung von Hypothese II durchgeführt werden.

Hypothese III sollte die Präzision der beiden Tester bei der Untersuchung der einzelnen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes überprüfen.

Zunächst einmal sind die beiden Minimalkriterien für einen Myofaszialen Triggerpunkt, der Hartspannstrang und der lokale Schmerzpunkt von Interesse. Die vorliegende Untersuchung bestätigt schon zuvor dokumentierte Erfahrungen, dass Hartspannstränge auch ohne jedes andere Merkmal für einen Myofaszialen Triggerpunkt in der Skelettmuskulatur vorkommen und das mit einer sehr hohen Prävalenz. In unseren Untersuchungen fanden wir im M. gluteus medius eine Prävalenz von 91,45%!, im M. quadratus lumborum von 87,5%, im M. longissimus thoracis von 76,97% und im M. rectus abdominis von immerhin 69,74%. Nijoo zweifelt deshalb an seiner spezifischen Potenz, einen Myofaszialen Triggerpunkt zu differenzieren (**Nijoo 1994**). Schon Travell und Simons schätzen den isolierten diagnostischen Wert des Hartspannstranges und auch des lokalen Schmerzpunktes als relativ gering ein. Kommen diese beiden Merkmale jedoch in Kombination vor, entsteht eine Merkmalskombination mit hohem diagnostischen Wert und sie sehen die Minimalkriterien für einen Myofaszialen Triggerpunkt erfüllt (**Travell/Simons 2001**). Hong untersucht in seiner Studie nur Hartspannstrang, Übertragungsschmerz und lokale Zuckungsreaktion, womit eine Bewertung eines Myofaszialen Triggerpunktes eigentlich nicht möglich ist (**Hong 2000**). Hohe Prävalenzen mindern die Aussagefähigkeit des Kappawertes. Angaben zur Prävalenz der einzelnen Merkmale fehlen in den früheren Untersuchungen. Die aufgeführten Kappawerte sind demnach nur bedingt für die Beurteilung der Präzision verwertbar. In der vorliegenden Ergebnisspräsentation werden deshalb nicht die Kappawerte präsentiert, sondern die prozentuale Übereinstimmung zusammen mit den Prävalenzen. Die prozentuale Übereinstimmung bei der Untersuchung eines Hartspannstranges liegt bei allen vier Muskelpaaren weit über 80%, was einer guten bis sehr guten Präzision entspricht. Inwieweit ein Hartspannstrang als alleiniges Merkmal eine Prädisposition für die Entwicklung eines Myofaszialen Triggerpunktes darstellt, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Für die Untersuchung des lokalen Schmerzpunktes gelten ähnliche Vorzeichen, wie für den Hartspannstrang, obwohl dieser nicht ganz so häufig gefunden worden ist (vgl. 4.3.) . Die Präsentation der Ergebnisse wird deshalb ebenfalls in Form der prozentualen Übereinstimmung in Kombination mit der Prävalenz gewählt. Es wurden ebenfalls prozentuale Übereinstimmungen von weit über 80% erzielt. Die lokale Schmerzhaftigkeit war auch in der Studie von Nijoo reliabel (**Nijoo 1994**).

Auch andere Untersuchungstechniken der neuromuskuloskelettalen Medizin, welche eine Schmerzprovokation als Bewertungsmaßstab haben, erzielen eine gute Reliabilität (**Donelson 2002**). Die Kombination beider Merkmale, das heißt die Untersuchung eines Schmerzpunktes entlang eines Hartspannstranges in der Skelettmuskulatur wird als latenter Myofaszialer Triggerpunkt definiert und ist in der vorliegenden Untersuchung hervorragend reliabel.

Bei der Untersuchung der einzelnen Merkmale wird von einigen Autoren eine genaue Vorgabe hinsichtlich des Drucks gemacht, mit dem untersucht werden soll (**Nijoo 1994; Fischer 1987**). Diese Vorgabe sollte nicht gemacht werden! Jeder Patient und jeder Muskel braucht zur diagnostischen Erfassung der klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes unterschiedliche Druckintensitäten. Damit liegt diese Qualität in den Händen des erfahrenen Untersuchers. Wird eine klare Vorgabe mit einer konstanten Druckintensität gemacht, wird der Beurteilung der jeweiligen Muskulatur viel an Qualität genommen.

Führt die diagnostische Palpation bei dem Probanden /Patienten zu einem Wiedererkennen des Schmerzes, als einen Schmerz, welcher einer aktuellen Beschwerdesymptomatik zuzuordnen ist, ist das Kriterium für einen aktiven Myofaszialen Triggerpunkt erfüllt. Wie schon oben erwähnt, ist die Prävalenz bei „gesunden“ Probanden relativ gering, so dass die Auswertung dieses Merkmales nur eingeschränkt verwertbar ist. Eine niedrige Prävalenz hat auf den Kappawert ähnliche Auswirkungen, wie eine hohe Prävalenz (vgl. 3.4.) . In den Studien von Gerwin und Nijoo, wo dieses Merkmal mit untersucht worden ist, ergaben sich hohe Kappawerte, einer sehr guten Reliabilität entsprechend (**Gerwin 1997; Nijoo 1994**). In diesen Studien wurden

auch Patienten untersucht, weshalb die Prävalenz, wenn auch nicht ausdrücklich aufgeführt, höher gelegen haben dürfte als in der vorliegenden Untersuchung. In den vorliegenden Ergebnissen finden wir jedoch prozentuale Übereinstimmungen von weit über 90%, was auf eine hohe Präzision der Untersuchung dieses Merkmals hindeutet. Dies spiegelt sich auch in den Auswertungen zur Diskriminierung zwischen aktiven und latenten Myofaszialen Triggerpunkten wieder. Die Untersuchung dieses Merkmals hat nach unserer Meinung und der von Travell und Simons einen sehr hohen diagnostischen Wert **(Travell/Simons 2001)**.

Das wichtige klinische Merkmal Übertragungsschmerz wurde in der vorliegenden Studie mit einer standardisierten Frage untersucht. Zur Erklärung sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Wiedererkennung des Schmerzes durch den Patienten nicht notwendigerweise mit dem übertragenen Schmerz übereinstimmen muss. Der übertragene Schmerz kann ebenso Zeichen eines latenten Myofaszialen Triggerpunktes und dem Probanden/Patienten nie vorher begegnet sein. Übertragungsschmerz ist auch kein spezifisches Zeichen für einen Myofaszialen Triggerpunkt. Übertragende Schmerzen können auch von anderen Strukturen, wie zum Beispiel von Periost oder von Gelenkkapseln ausgehen **(Lewit 1996)**. Tritt der Übertragungsschmerz jedoch zusammen mit den anderen definierenden Merkmalen für einen Myofaszialen Triggerpunkt auf, ist er ein sehr wichtiges bestätigendes Merkmal. Gerwin beschreibt dieses Merkmal als Ausstrahlung im Muskel selbst, in angrenzende Regionen oder entfernt liegend **(Gerwin 1997)**. Nijoo mahnt klarere Definitionen für den Übertragungsschmerz an **(Nijoo 1994)**. Unserer Meinung nach entstehen die Unsicherheiten, den Übertragungsschmerz betreffend, aus der Vermischung von Wiedererkennung durch den Patienten oder Auftreten von Übertragungsschmerz bei Probanden/Patienten, wie oben beschrieben.

Für das Merkmal Übertragungsschmerz fanden wir prozentuale Übereinstimmungen zwischen 70 und 86%. Die Kappawerte lagen für die unterschiedlichen Muskeln um die 0,4 im befriedigenden Bereich. Die Prävalenz lag zwischen 11% für den M. rectus abdominis bis 40%

für den M. gluteus medius. Die klinische Erfahrung zeigt, dass für die Untersuchung von Übertragungsschmerzen von Myofaszialen Triggerpunkten ausgehend eine längere Zeit der Manipulation in der Muskulatur nötig sein kann. In der vorliegenden Untersuchung war für die Untersuchung der einzelnen Muskeln ein straffes Zeitmanagement vorgegeben, so dass hierdurch die Präzision bei der Untersuchung dieses Merkmales beeinträchtigt sein könnte. In diesem Zusammenhang müssen auch die Ergebnisse aus den früheren Untersuchungen kritisch betrachtet werden. Bei Wolfe werden z.B. 8 Muskelpaare untersucht, was einem erheblichen Zeitaufwand für die Untersuchung entsprechen würde. Die zu kurze Untersuchungszeit für zu viele Muskeln wird bei Wolfe für die mäßigen Ergebnisse mitverantwortlich gemacht (**Wolfe 1992**). Für spezielle klinische Fragen zum Übertragungsschmerz sollten extra konzipierte, wissenschaftliche, klinische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden, welche die Übertragungsschmerzmuster der anatomischen Tafeln von Travell und Simons unterstützen.

Für die Untersuchung der Merkmale lokale Zuckungsreaktion und autonome Reaktion fanden wir für alle getesteten Muskeln sehr niedrige Prävalenzen bei hoher prozentualer Übereinstimmung der Untersucher. Die Merkmale können als bestätigende Eigenschaften für einen Myofaszialen Triggerpunkt angesehen werden. Ob diese in einem geeigneten Patientengut mit mehr aktiven Myofaszialen Triggerpunkten höhere Prävalenzen erreichen, bleibt abzuwarten.

6. Ausblick

In der vorliegenden Studie konnten alle drei aufgestellten Hypothesen mit den verwendeten statistischen Methoden bestätigt werden.

Zwei in der Diagnostik und Therapie von Myofaszialen Triggerpunkten erfahrene Untersucher können nach Identifizierung und klinischer Untersuchung, wie von Travell und Simons im Handbuch der Muskeltriggerpunkte beschrieben, in vier ausgewählten Muskelpaaren der Rumpf- und Gesäßregion die An- oder Abwesenheit eines Myofaszialen Triggerpunktes und zwischen latenten und aktiven Myofaszialen Triggerpunkten mit sehr hoher Präzision diskriminieren. Die klinischen Merkmale eines Myofaszialen Triggerpunktes konnten ebenfalls zuverlässig untersucht werden.

Auf der Basis dieser Ergebnisse leiten sich direkt weitere Fragestellungen ab, welche Gegenstand von weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen sein sollten.

Ein gemeinsame Forderung der bis heute veröffentlichten Studien zur Reliabilität sind in hohem Maße qualifizierte Untersucher für die weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen. Travell und Simons fordern sogar vor jeder weiteren Studie zur differentialdiagnostischen Potenz und oder vor einer Studie zum Wirksamkeitsnachweis der Myofaszialen Triggerpunkttherapie einen Fähigkeitsnachweis der beteiligten Untersucher, möglicherweise in Form einer vorgeschalteten Reproduzierbarkeitsstudie. Sinnvoll erscheint es, am Ende eines ausreichend umfangreichen Ausbildungscurriculum einen solchen Fähigkeitsnachweis im Rahmen einer Abschlussprüfung gemeinsam mit den Prüflingen zu erbringen. Von so qualifizierten Therapeuten und Ärzten könnten dann Studien zur differentialdiagnostischen Potenz von Myofaszialen Triggerpunkten durchgeführt werden. Die Erfassung der Myofaszialen Triggerpunkte, z.B. bei Patienten mit chronischen Kreuzschmerzen, könnte auf wissenschaftlicher Basis über die Stufe der Expertenmeinungen hinaus zu einer besseren Differenzierung von Bewegungsapparatschmerzen führen.

Diese wissenschaftlichen Untersuchungen werden in der Bewegungsapparatmedizin dringend gebraucht, um evidenced basierte

Grundlagen, z.B. auch für die Behandlung von Patienten mit chronischen Kreuzschmerzen, schaffen zu können. Auf diesem Weg müssen noch viele wissenschaftliche Untersuchungen folgen, damit die Bewegungsapparatmedizin diesen formulierten Bedingungen ein Stück näher rückt.

Literaturliste

1. **BALDRY P (1996)**
Akupunktur, Triggerpunkte und muskuloskeletale Schmerzen
Medizinisch Literarische Verlagsgesellschaft MBH - Uelzen
2. **BALDRY P (2001)**
Myofaszial Pain and Fibromyalgia Syndromes
Churchill Livingstone
3. **BASMAJIAN J and DE LUCA C (1985)**
Muscles Alive(Their Function Reveald by Electromyography); 5. Auflage
Williams & Wilkins
4. **BOHR T (1995)**
Fibromyalgia and myofascial pain syndrom: do they exist?
Neurologic Clin North Am 13: 365 - 381
5. **BRÜCKLE W; SUCKFÜLL M; FLECKENSTEIN W; WEISS C; MÜLLER W (1990)**
Gewebe-pO2-Messung in der verspannten Rückenmuskulatur
Zeitschrift für Rheumatologie 49: 208 - 216
6. **Bundesministerium für Gesundheit (1996)**
Therapeutische Versorgung von Patienten mit Kopf-, Rücken- und Tumorschmerzen – Vorschläge für Leitlinien –
BMG, Bonn
7. **CASSER H.-R.; RIEDEL T.; SCHREMBS C.; INGENHORST A; KÜHNAU D. (1999)**
Das multimodale interdisziplinäre Therapieprogramm bei chronifizierten Rückenschmerzen
Orthopäde 28: 946-957
8. **CHU J (1995)**
Dry needling (Intramuscular Stimulation) in Myofascial Pain related to Lumbosacral Radiculopathy
European Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 5(4): 106-121
9. **Cohen J (1960)**
A coefficient of agreement for nominal scales
Educ. Psychol. Meas. 20: 37-46
10. **DEJUNG B; GRÖBLI C; COLLA F; WEISSMANN R (2003)**
Triggerpunkt -Therapie
(Die Behandlung akuter und chronischer Schmerzen im Bewegungsapparat mit manueller Triggerpunkt-Therapie und Dry Needling)
Franz Huber
11. **DEJUNG B (1999)**
Die Behandlung unspezifischer chronischer Rückenschmerzen mit manueller Triggerpunkt-Therapie
Manuelle Medizin 37 März: 124 - 131
12. **DONELSON R (2001)**
Die McKenzie Methode zu Behandlung von Rückenschmerzen; Teil2: Reliabilität, diagnostische Fähigkeit und Behandlungsergebnisse
Manuelle Medizin 39; Heft 6: 344 - 350
13. **ERNST E (1998)**
Chiropractic for low back pain (We don´t know wether it does more good than harm)
British Medical Journal 317: 160
14. **FASSBENDER H; GROBECKER H (1973)**
Morphologie und Pathogenese des Weichteilrheumatismus
Zeitschrift für Rheumaforschung 32: 355 – 374
15. **FEIGL-REITINGER A; RADNER H; TILSCHER H; FEIGL W; HANNA M; LACK W; WINDISCH A (1998)**

Der chronische Rückenschmerz: Histomorphologischen Veränderungen der Muskulatur entlang der Wirbelsäule als Substrat der Myogelose in Myogelose und Triggerpunkte **FACULTAS**

16. FIMM 2001

Reproducibility and Validity Studies of Diagnostic Procedures in Manual/Musculoskeletal Medicine for Low back pain patients
Scientific Committee FIMM

17. FISCHER A (1987)

Pressure algometrie over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold
Pain 30(1): 115 - 126

18. FISHBAIN D; GOLDBERG M; MEAGHER B; STEELE R; ROSOMOFF H (1986)

Male and female chronic pain patients categorized by DMS-III psychiatric criteria
Pain 26: 181 - 197

19. FRENCH S; GREEN S; FORBES A 2000

Reliability of chiropractic methods commonly used to detect manipulable lesions in patients with chronic low-back pain
Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 23(4): 231 - 238

20. FRÖHLICH D; FRÖHLICH R (1995)

Das Piriformissyndrom: eine häufige Differentialdiagnose des lumboglütäalen Schmerzes
Manuelle Medizin 33: 7 - 10

21. GERWIN R; SHANNON S; HONG C; HUBBARD D; GERVITZ R (1997)

Interrater reliability in myofascial trigger point examination
Pain 69: 65 - 73

22. GERWIN R; DURANLEAU D (1997)

Ultrasound identification of the myofascial trigger point
Muscle Nerve 20: 767 - 768

23. GERWIN R (2001)

Classification, Epidemiology, and Natural History of Myofascial Pain Syndrom
Current Pain and Headache Reports 5: 412 - 420

24. GLOGOWSKI G; WALLRAFF J (1951)

Ein Beitrag zu Klinik und Histologie von Muskelhärtungen (Myogelosen)
Zentrum Orthopädie 80: 237 - 268

25. GREITEMANN B (2000)

Der Kreuzschmerz – Ursachen, Diagnostik und Behandlung unter orthopädischen Aspekten
Medizinisch- Orthopädische Technik März/April: 36 - 44

26. GRÖBLI C; DOMMERHOLT J (1997)

Myofasziale Triggerpunkte
Manuelle Medizin 6: 295 - 303

27. GUNN C; MILBRANDT W; LITTLE A; MASON K (1980)

Dry needling of muscle motor points for chronic low-back pain, a randomized clinical trial with long-term follow-up
Spine 5(3): 279 - 291

28. GUNN C (1999)

Die Behandlung chronischer Schmerzen nach Gunn
Medizinisch Literarische Verlagsgesellschaft - Uelzen

29. HAGBERG H KVARNSTROM S (1984)

Muscular endurance and electromyographic fatigue in myofascial shoulder pain
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 65: 522 - 525

30. HANSEN K und SCHLIAK H 1962

Segmentale Innervation, ihre Bedeutung für Klinik und Praxis
Thieme, Stuttgart

- 31. HASENBRING (2002)**
Vortrag auf dem Symposium
 „Chronischer Kreuzschmerz – multimodaler Therapieansatz zur Rehabilitation“
- 32. HEADLY B (1993)**
The use of biofeedback in pain management
Physical Therapy and Practice 2(2): 29 - 40
- 33. HESBOEK L; LEBOEUF-YDE C (2000)**
Are chiropractic tests for the lumbo-pelvic spine reliable and valid? A systematic critical literature review
Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 23 (4): 258 - 275
- 34. HONG C; SIMONS D (1998)**
Pathophysiologic and electromyographic mechanisms of myofascial trigger points
Archives of physical medicine and rehabilitation, Vol 79: 863 - 872
- 35. HONG C; HSIEH C; ADAMS A; PLATT K; DANILSON C; HOEHLER F; TOBIS J (2000)**
Interexaminer Reliability of the Palpation of Trigger Points in the Trunk and Lower Limb Muscles
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Vol 81; März: 258 - 264
- 36. HUBBARD D; BERKOFF G (1993)**
Myofascial Trigger Points Show Spontaneous Needle EMG Activity
Spine Volume 18 Number 13: 1803 - 1807
- 37. JANDA V (1994)**
Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik, 4. Auflage
 Ullstein Mosby
- 38. JANDA V (2001)**
Muskelkurs: persönliche Mitteilung
 Sommerfeld bei Berlin
- 39. KELLGREN J (1938)**
Observation in referred pain arising from muscles
Clinical Science 3: 175-190
- 40. KENDALL P und KENDALL-McCREARY und PROVANCE G (2001)**
Muskeln; Funktionen und Tests; 4. Auflage
 Urban & Fischer
- 41. KLETT R; PUILLE M; BAUER R (1990)**
Darstellung segmentaler Irritationspunkte mittels Szintigraphie
Manuelle Medizin 37: 121 - 123
- 42. KOES B; VAN TULDER M; OSTELO R; BURTON A; WADDEL G (2001)**
Clinical Guidelines for the Management of Low Back Pain in Primary Care
Spine Volume 26, Number 22; Seite: 2504 - 2514
- 43. KOLIP P; Czujek J; Greitemann B; Rosowski E; Schmidt B; Slangen K (2001)**
„Zest for life instead of strain of illness“ – implementation and evaluation of a programm activating chronic back pain patients in a rehabilitation clinic
Rehabilitation 40(5) Oct.: 267-74
- 44. KOOL J (1997)**
Clinical Reasoning: die Qualität diagnostischer Tests
Manuelle Therapie 1: 11 - 16
- 45. KORR I; THOMAS P; WRIGHT H (1955)**
Clinical significance of the fascillitated state
JAOA 54: 277 - 282
- 46. KOVAC C; KRAPF M; ETTLIN T; MENNET P; STRATZ T; MÜLLER W (1994)**
Nachweismethoden von Tonusveränderungen der Muskulatur
Zeitschrift für Rheumatologie 53: 26 - 36

- 47. LASLETT M; WILLIAMS M (1994)**
The reliability of selected pain provocation tests for sacroiliac joint pathology
Spine Volume 19, Number 11: 1243 - 1249
- 48. LEWIT K (1986)**
Manuelle Medizin; 6. Auflage
Johann Ambrosius Barth
- 49. LILEY A (1956)**
An investigation of spontaneous activity at the neuromuscular junction of the rat
Journal of Physiology 132: 650 - 666
- 50. MANNINON A; DOLAN P (1996)**
Relationship between mechanical and electromyographic manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle of humans
Muscle Nerve 4 (Suppl): 46
- 51. McNULTY W; GERVITZ R; HUBBARD D; BERKOFF G (1994)**
Needle electromyographic evaluation of trigger point response to an psychological stressor
Psychophysiology 31: 313 - 316
- 52. MELZACK R; STILLWELL D; FOX E (1977)**
Trigger points and acupuncture points for pain: correlations and implications
Pain 3: 3 - 27
- 53. MENSE S (1999)**
Neue Entwicklungen im Verständnis von Triggerpunkten
Manuelle Medizin 37: 115 - 120
- 54. MENSE S und SIMONS D (2001)**
Muscle Pain (Understanding its Nature, Diagnosis, and Treatment)
Lippincott Williams & Wilkins
- 55. MIEHLKE K; SCHULZE G; EGER W (1960)**
Klinische und experimentelle Untersuchungen zum Fibrositisyndrom
Zeitschrift für Rheumaforschung 19: 310 - 330
- 56. NACHEMSON A (1992)**
Newest knowledge of low back pain
Clinical orthopedics 279: 8-20
- 57. NICE D; RIDDLE D; LAMB R; MAYHEW T; RUCKER K (1992)**
Intertester Reliability of Judgments of the Presence of Trigger Points in Patients With Low Back Pain
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Vol 73, Oct. Seite: 893 - 898
- 58. NJOO K; VAN DER DOES E (1994)**
The occurrence and inter-rater reliability of myofascial trigger points in the quadratus lumborum and gluteus medius: a prospective study in non-specific low back pain patients and controls in general practice
PAIN 58; Seite 317 - 323
- 59. PANZER D (1992)**
The reliability of lumbar motion palpation
Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 15: 518 - 524
- 60. PATIJN J (2002)**
Studien zur Reproduzierbarkeit und Validität diagnostischer Verfahren in der Manuellen Medizin
Manuelle Medizin 40: 339 - 351
- 61. PESCIOLI A; KOOL J (1997)**
Die Zuverlässigkeit klinischer Iliosacralgelenktests (Eine Literaturstudie)
Manuelle Therapie 1: 3 - 10
- 62. PONGRATZ D; SPÄHT M (1998)**
Myofascial pain syndrom – frequent occurrence and often misdiagnosed
Fortschr Med 30: 24 - 29
- 63. POTHMANN R; GLEDITSCH J; PÖNTINEN P (1997)**
Triggerpunkte und Triggerpunktmechanismen

- Hippokrates**
- 64. QUINTER J ; COHAN M (1994)**
Referred pain of peripheral nerve origin: an alternative to the „Myofascial Pain“ construct
Clinical Journal of Pain 10: 243 - 251
- 65. RASPE H (1993)**
Rückenschmerzen – eine Epidemie unserer Tage?
Deutsches Ärzteblatt 90: 2165 - 2172
- 66. RASPE H (1998)**
Die aktuelle Rückenschmerz-Epidemie
In PFINGSTEN/HILDEBRAND Chronischer Rückenschmerz **Huber/Bern**
- 67. REITLINGER A; RADNER H; HANNA M; TILSCHER H; WINDISCH A; FEIGL W (1996)**
Morphologische Untersuchung an Triggerpunkten
Manuelle Medizin 34: 256 - 262
- 68. RUSSEL J (1998)**
Neurochemical pathogenesis of fibromyalgia
Zeitschrift für Rheumatologie, 57, Suppl 2: 63 -69
- 69. RUSSEL J (2001)**
Fibromyalgia Syndrom
in **Muscle Pain (Mense/Simons) Lippincott Williams & Wilkins**
- 70. SACHSE J; Schldt-Rudloff K(1997)**
Wirbelsäule; 3. Auflage
Ullstein Mosby
- 71. SAUER P; PFINGSTEN M; ENSINK F; HEINEMANN R; KOCH D; SEEGER D; HILDEBRANDT J (1996)**
Interrater-Untersuchungen zur Reliabilitätsprüfung somatischer Befunde
Rehabilitation 35: 150 - 160
- 72. SEEGER D (2001)**
Physiotherapie bei Rückenschmerzen – Indikation und Grenzen
Schmerz 15 Seite: 461 - 467
- 73. SCHMIDT F und THEWS G (1999)**
Physiologie des Menschen; 27. Auflage
Springer
- 74. SIMONS D (1976)**
Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle
American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 55: 65 - 88
- 75. SIMONS D und TRAVELL J (1981)**
Myofascial trigger points, a possible explanation
Pain 10: 106 - 109
- 76. SIMONS D (1995)**
Prevalence of spontaneous electrical activity at trigger spots and control sites in rabbit muscle
Journal of Musculoskeletal Pain 3 (1): 35 – 48
- 77. SIMONS D (1997)**
Triggerpunkte und Myogelose
Manuelle Medizin 6: 290 - 294
- 78. SKOOTZKY S; JAEGER B; OYE R (1989)**
Prevalence of myofascial pain in general internal medicine practice
West Journal Medicine 151: 157 - 160
- 79. SOLA A (1955)**
Incidence of hypertensive areas in posterior shoulder muscles
American Journal of Physical Medicine 34: 585 - 590
- 80. STRENDER L (1994)**
Interexaminer Reliability in Physical Examination of Patients with Low Back Pain
Spine; Volume 22, Number 7: 814 - 820
- 81. TRAVELL J und SIMONS D (1983)**

- Myofascial Pain and dysfunction/The Trigger Point Manual; Volume1
The upper half of the body
Williams & Wilkins*
- 82. TRAVELL J und SIMONS D (1992)**
*Myofascial Pain and dysfunction/The Trigger Point Manual; Volume1
The lower extremities
Williams & Wilkins*
- 83. TRAVELL J und SIMONS D (2001)**
*Handbuch der Muskel-Triggerpunkte; Band 1; 2. Auflage
Urban & Fischer*
- 84. TRAVELL J und SIMONS D (2000)**
*Handbuch der Muskel-Triggerpunkte; Band 2; 1. Auflage
Urban & Fischer*
- 85. WADDELL (1987)**
*A new clinical model for the treatment of low back pain
Spine Volume 12 Seite: 632 - 644*
- 86. WALL P (2001)**
*Vorwort zu Muscle Pain von MENSE und SIMONS
Lippincott Williams & Wilkins*
- 87. WIEDERHOLT W (1970)**
*„End-plate noise“ in electromyography
Neurology 20: 214 - 224*
- 88. WOLFE F et al (1990)**
*American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of
fibromyalgia: Report of the Multicenter Criteria Committee
Arthritis and Rheumatology 33: 160 - 172*
- 89. WOLFE F; SIMONS D; FRICTON J; BENNET R;
GOLDENBERG D; GERWIN R; HATHAWAY D; McCAIN G;
RUSSEL I; SANDERS H et al (1992)**
*The fibromyalgia and myofascial pain syndroms: a preliminary study of tender
points and trigger points in persons with fibromyalgia, myofascial pain
syndrom and no disease
Journal of Rheumatology 19(12): 944-951*
- 90. YUNUS M; MASI A; CALABRO J; MILLER K; FEIGENBAUM S
(1981)**
*Primary fibromyalgia: clinical study of 50 patients with matched normal
controls
Seminars Arthritis and Rheumatology 11: 151 - 171*

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Kellgrens Übertragungsschmerz (Seite 15)
- Abbildung 2: Elektronenmikroskopisches Bild eines Kontraktionsknotens (Längsschnitt) nach Simons 1976 (Seite 25)
- Abbildung 3: Elektronenmikroskopisches Bild eines Kontraktionsknotens (Querschnitt) nach Simons 1976 (Seite 26)
- Abbildung 4: Spikeförmige Aktivitäten und spontane elektrische Aktivität im Myofaszialen Triggerpunkt nach Simons 1995 (Seite 27)
- Abbildung 5: Querschnitt durch eine Triggerpunktzone nach Simons und Mense 2001 (Seite 28)
- Abbildung 6: Sauerstoffpartialdruckmessung in der Umgebung und im Zentrum eines Myofaszialen Triggerpunktes nach Brückle 1990 (Seite 30)
- Abbildung 7: Schematische Darstellung der integrierten Triggerpunkthypothese nach Simons 1981 (Seite 32)
- Abbildung 8: Untersuchung des linken M. rectus abdominis (Seite 60)
- Abbildung 9: Untersuchung des rechten M. quadratus lumborum (Seite 61)
- Abbildung 10: Untersuchung des linken M. gluteus medius (Seite 61)
- Abbildung 11: Untersuchung des rechten M. longissimus thoracis (Seite 62)
- Abbildung 12: Beziehung Prävalenz zu Kappa (Seite 67)
- Abbildung 13: Beziehung Prävalenz, Kappa und Übereinstimmung der Beobachter (Seite 68)

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Gegenüberstellung wichtiger Merkmale des Myofaszialen Syndroms und der Fibromyalgie (Seite 17)
- Tabelle 2: Wichtige Konditionen bei der Entstehung und Aufrechterhaltung von Myofaszialen Triggerpunkten (Seite 19)
- Tabelle 3: Klinische Untersuchung nach Travell und Simons (Seite 22)
- Tabelle 4: Überblick über die verschiedenen Behandlungsmethoden von Myofaszialen Triggerpunkten (Seite 35)
- Tabelle 5: Wolfe 1990 (Seite 36)
- Tabelle 6: Nice 1992 (Seite 37)
- Tabelle 7: Njoo 1994 (Seite 37)
- Tabelle 8+9: Gerwin 1997 (Seite 38)
- Tabelle 10: Hong 2000 (Seite 40)
- Tabelle 11: Diagnostische Wertigkeit von klinischen Befunden (Seite 43)
- Tabelle 12: Bewertungskriterien zur Diagnose eines Myofaszialen Triggerpunktes (Seite 44)
- Tabelle 13: Demographische Daten (Seite 52)
- Tabelle 14: Schmatische Darstellung der Validität (Seite 64)
- Tabelle 15: Vierfeldertafel zur Darstellung der Reliabilität klinischer Tests in der neuromuskuloskelettalen Medizin (Seite 65)
- Tabelle 16: Fiktives Beispiel zur Reproduzierbarkeit der klinischen Untersuchung von Myofaszialen Triggerpunkten (Seite 66)
- Tabelle 17: Methoden zur Beurteilung der Reliabilität (Seite 67)
- Tabelle 18 - 36 auf den Seiten 69 – 78: Ergebnisdarstellungen