

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Institut für Sportmedizin

-Direktor: Univ.-Prof. Dr. K. Völker –

# **Fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie bei Sportlern mit Schulterschmerzen in Diagnose und Therapie**

INAUGURAL – DISSERTATION  
zur Erlangung des doctor medicinae  
der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von  
Gries, Lilia geb. Ehrenpreis  
aus Duschanbe / Tadschikistan  
-2013-



Dekan: Univ.-Prof. Dr. h.c. W.Schmitz

1. Berichterstatter: Prof. Dr. K. Völker

2. Berichterstatter: Priv.-Doz.Dr. D.Liem

Tag der mündlichen Prüfung: 16.07.2013

Zusammenfassung:  
Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Institut für Sportmedizin  
Direktor: Prof. Dr. K.Völker  
Referent: Prof. Dr. K. Völker  
Koreferent: Priv.- Doz. Dr. D. Liem

## ZUSAMMENFASSUNG

### **Fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie bei Sportlern mit Schulter Schmerzen in Diagnose und Therapie**

Gries Lilia

In der vorliegenden randomisierten, kontrollierten, prospektiven Studie sollte die Diagnose und Therapie mittels f ESTW herausgestellt werden. Es wurden 60 aktive Sportler im Durchschnittsalter von 34,6 Jahren mit Schulter Schmerzen mittels der f ESWT behandelt. Der Untersuchungsverlauf erstreckte sich über 6 Wo. Es erfolgte sowie vor als auch nach der Therapie eine klinische Untersuchung und die Beurteilung des subjektiven Schmerz-Funktionszustandes mittels VAS, SST und PF.

Die Testung der Sensomotorik wurde anhand des WRT vorgenommen, die isokinetische sowie isometrische Krafftähigkeit mittels CYBEX.

Die Triggerpunktbehandlung mittels f ESWT führt zu hochsignifikanten Verbesserungen des Schmerz- und Funktionszustandes des Patienten.

Sowohl beim WRT als auch bei der isometrischen und isokinetischen Krafftagnostik konnte kein positiver Einfluss der Therapie mittels f ESWT nachgewiesen werden.

Auf die Krafftandauer bezogen lassen sich hingegen deutliche Verbesserungen nach einer Triggerpunkttherapie mittels f ESWT feststellen.

Die Ermittlung von TrP mittels ESWT führt zu den hochsignifikanten und höchstsignifikanten Ergebnissen bei der WS und ÜS.

Laut den Ergebnissen dieser Studie, ist die f ESWT bei den Sportlern mit myofaszialem Schulter Schmerzsyndrom primär geeignet, die Schmerzen zu lindern und den Funktionszustand zu verbessern. Muskuläre Veränderungen, gemessen anhand der Krafftwerte, werden ebenfalls bewirkt.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

Fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie bei Sportlern mit Schulterschmerzen  
in Diagnose und Therapie

in dem Universitätsklinikum Münster Institut Für Sportmedizin

unter Anleitung von Prof. Dr. K. Völker

1. selbständig angefertigt
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeit angefertigt und sonst kein anderes ungedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in –oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades vorgelegt habe.

Ort, Datum

Unterschrift

## **Danksagung**

Es sind viele, die mich durch ihre Freundlichkeit und Hilfe unterstützt und diese Studie mit auf den Weg gebracht haben.

Mein Doktorvater, Prof. Dr. K.Völker, hat ihr Entstehen begleitet und durch Wissen, Kritik und Motivation gefördert. Dafür möchte ich ihm allenvoran herzlich danken.

Für die Überlassung des Themas, die jederzeit gewährte Hilfe, wertvolle Hinweise und Anregungen bin ich Herrn Dr. L. Thorwesten zu Dank verpflichtet.

Sodann schulde ich Dank Dr. H. Müller-Ehrenberg für den Vorschlag des Dissertationsthemas, und dass er die Probanden therapiert hat.

Meine Arbeit hat beste Voraussetzungen in der Hilfsbereitschaft der Orthopäden der Uni-Münster, die in ihren Sprechstunden die Probanden dieser Studie untersucht haben.

Mein Dank gilt auch Heike Epping und Mathis Pottebaum, die mich bei der Durchführung und Ausarbeitung der Studie unterstützt haben.

Bei allen Probandinnen und Probanden bedanke ich mich für ihre Geduld und ihr Engagement ganz herzlich.

An ehrenvoller letzter Stelle danke ich meiner Mutter und meinem Mann Frank vor allem für den Rückhalt, den Glauben an mich und die Unterstützung bei allen meinen Entscheidungen.

***In Liebe und Dankbarkeit  
meinem Mann Frank Gries  
gewidmet***

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Literaturbesprechung</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Das myofasziale Schmerzsyndrom (MSS)</b> .....	<b>9</b>
2.1.1 Myofasziale Triggerpunkte (MTrPs).....	10
2.1.2 Auswirkungen von TrPs auf die Muskelfunktion .....	11
2.1.3 Diagnostik .....	12
2.1.4 Therapie.....	12
<b>2.2 Die fokussierte Extrakorporale Stosswellentherapie (f ESWT)</b> .....	<b>13</b>
2.2.1 Methode der f ESWT.....	13
2.2.2 Klinische Anwendung der f ESWT auf MTrPs.....	15
<b>2.3 Problemstellung</b> .....	<b>15</b>
<b>3. Material und Methoden</b> .....	<b>18</b>
3.1 Studiendesign .....	18
3.2 Probandenkollektiv .....	18
3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien.....	19
3.4. Antropometrische Daten .....	19
3.5 Sportarten.....	21
3.6 Diagnosen .....	22
3.7 Untersuchungsort und Zeit .....	24
3.8 Untersuchungsgang .....	25
3.8.1 Klinische Voruntersuchungen.....	26
3.8.2 Test und Retest.....	26
3.8.3 Subjektive Daten .....	26
3.8.4 Propriozeptive Messungen.....	28
3.8.4.1 Ziel der Tests.....	28
3.8.4.2 Testbeschreibung.....	29
3.8.4.3 Parameter .....	30
3.8.4.4 Messapparaturen .....	31
3.8.4.5 Verfahren der Auswertung.....	32
3.8.5 Kraftdiagnostische Parameter .....	33

3.8.5.1 Ziel der Tests.....	33
3.8.5.2 Veruchsaufbau/ Vorbereitung der Probanden.....	33
3.8.5.3 Testablauf .....	34
3.8.5.4 Messapparaturen.....	36
3.8.5.5 Messparameter .....	36
3.8.5.6 Verfahren der Auswertung.....	37
<b>3.9 Behandlungen .....</b>	<b>38</b>
<b>3.10 Statistik.....</b>	<b>38</b>
3.10.1 Deskriptive Statistik .....	39
3.10.2 Analytische Statistik .....	39
<b>4. Ergebnisdarstellung .....</b>	<b>41</b>
4.1 Patientenfragebogen (PF).....	41
4.2 VAS - Score .....	48
4.3 Ergebnisse des Simple – Shoulder – Tests (SST) .....	49
4.4 Vergleich- Diagnosen ( Impingement Syndrom u. Bizepssehnen Tendinitis zu sonstigen Erkrankungen) .....	53
4.5 Vergleich zwischen der Triggerpunktlokalisierung mittels Palpation und STW (Stoßwellen). .....	54
4.6 Energiestufen.....	58
4.7 Winkelreproduktionstest (WRT).....	62
4.7.1 Mittelwertvergleich der absoluten Fehler .....	62
4.7.2 Vergleich pro Winkelvorgabe .....	64
4.8 Kraftdiagnostik.....	67
4.8.1 Relatives Drehmomentmaximum (DMM) (isometrisch).....	67
4.8.2 Relatives Drehmomentmaximum (isokinetisch).....	71
4.8.3 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung .....	74
4.8.4 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit.....	76
4.8.5 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes .....	80
4.8.6 Winkel beim Erreichen des Drehmomentmaximums .....	84
4.8.7 Bewegungsausmaß (BAM) .....	86
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>87</b>
5.1 Diskussionen der methodischen Aspekte. ....	87
5.1.1 Auswahl des Probandenkollektivs. ....	87
5.1.2 Untersuchungszeit/-ort .....	88
5.1.3 Untersuchungsdurchführung und -auswertung.....	89

---

5.1.4 Triggerpunktlokalisation mittels der Palpation oder der Stoßwellen.....	90
5.1.5 Energiestufen.....	91
5.1.6 Die Behandlung .....	92
5.1.7 Untersuchungsverfahren .....	92
5.1.7.1 Gütekriterien.....	93
5.1.8 Schlussfolgerung.....	95
<b>5.2 Ergebnisdiskussion .....</b>	<b>96</b>
5.2.1 Patientenfragebogen, VAS-Score, Simple-Shoulder Test.....	96
5.2.2 Diagnosen.....	99
5.2.3 Winkelreproduktionstest.....	100
5.2.4 Diskussion der Kraftdiagnostik .....	104
5.2.4.1. Maximalkraft.....	105
5.2.4.2 Maximalkraftausdauer .....	108
5.2.4.3 Seitenvergleich.....	110
5.2.5 Ausblick .....	111
<b>6. Zusammenfassung .....</b>	<b>112</b>
<b>7. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>113</b>
<b>8. Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>135</b>
<b>9. Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>142</b>
<b>10. Verzeichnis der Abkürzungen .....</b>	<b>143</b>
<b>11. Lebenslauf .....</b>	<b>145</b>
<b>12. Anhang.....</b>	<b>147</b>

# 1. Einleitung

Schulderschmerzen stellen ein weit verbreitetes Gesundheitsproblem in den westlichen Gesellschaften dar. Die Anzahl chronischer Beschwerden und akuter Verletzungen des Schultergelenks und des Schultergürtels steigt zunehmend an. Schulderschmerzen und damit einhergehende Funktionsstörungen haben gerade beim Sport eine häufige Inzidenz und führen zu Leistungsbeeinträchtigungen des Sportlers. Neu auftretende Begriffe wie „Sportlerschulter“, „Wurferschulter“ oder „Tennisschulter“ spiegeln diese Entwicklung wieder (Jerosch/Heisel 2001).

Die Differenzialdiagnose bei Schulderschmerzen ist schwierig und das subjektive Beschwerdebild bei den Patienten oft uncharakteristisch (Schmidt-Wiethoff 2000). Übersehen wird bei der Diagnose häufig die Muskulatur. Sie macht bei Männern bis zu 50 Prozent der gesamten Körpermasse und bei Frauen bis zu 35 Prozent aus (Hollmann/Hettinger 2000), wird jedoch selten als Schmerzauslöser in Betracht gezogen. Der Fokus vieler Orthopäden bezieht sich auf ossäre oder ligamentäre Funktionsstörungen, die anatomisch auf bildgebenden Verfahren zu erkennen sind. Eine myofasziale Schmerzursache wird selten vermutet (Travell/Simons 2002).

Myofaszial bedeutet den Muskel (=myo) und dessen bindegewebige Hülle (=faszial) betreffend. Die myofasziale Triggerpunkttherapie geht von dem Ansatz aus, dass die häufig unspezifischen Schmerzen am Bewegungsapparat durch myofasziale Triggerpunkte (TrPs) ausgelöst werden. TrPs sind punktförmige Verhärtungen des Muskelgewebes, die Ausdruck einer neuro-muskulären Erkrankung sind und lokalen Schmerz oder Übertragungsschmerz in anderen Körperregionen verursachen (Baurmeister 2004). Sie schwächen den Muskel und können ihn für Verletzungen der umliegenden Strukturen anfällig machen. Es kann zu motorischen, sensorischen und autonomen Störungen kommen.

Motorische Symptome sind Muskelverspannungen und insbesondere Muskelverkürzungen, die zu Schmerzen und Bewegungsstörungen führen. Auch Muskelschwäche ohne Muskelatrophie sowie Koordinationsstörungen und gesteigerte Muskeleigenreflexe können beim myofaszialen Schmerzsyndrom beobachtet werden (Opitz 2006, Simons/Travell 2002). Besonders die muskelverkürzende Wirkung der TrPs kann zu mechanischen Überbelastungen von

Sehnen, Sehnenscheiden, Sehnenansätzen oder Gelenken führen, die zur Entstehung vieler orthopädischer Krankheitsbilder beitragen können. Diese wiederum können neue muskuläre Verspannung und TrPs bedingen und aufrechterhalten. Es wird von einer engen Wechselbeziehung zwischen TrPs und Funktionsstörungen der Gelenke ausgegangen (Simons/Travell 2002).

Artikuläre Dysfunktionen haben sowohl einen kausalen als auch einen begleitenden Zusammenhang zu TrPs (Gröbli/Dommerholt 1997).

TrPs können aber auch bestimmte Krankheitsbilder nur „imitieren“ (Eng-Ching 2007). Da der Schmerz aufgrund der Übertragungsmuster subjektiv vom Patienten fehllokalisiert wird, kann dies zu Fehldiagnosen der Ärzte führen. Die häufig asymmetrischen, auf eine Körperhälfte beschränkten Schmerzgebiete, werden im Schulterbereich sehr häufig Krankheitsbildern in Bezug auf das Schultergelenk zugesprochen (Travell/Simons 2002).

Autoren, die mit dem Problem der TrPs vertraut sind, halten diese sowohl für eine der häufigsten Ursachen von Schulterschmerzen (Travell/Simons 2002) als auch von akuten und chronischen Schmerzen am Bewegungsapparat (Eng-Ching 2007, Harden et al 2007, Tough et al 2007, Gröbli/Dejung 2003, Simons/Travell 2002).

Sehr häufig entstehen die TrPs im Sport, wo neben repetierenden Bewegungen auch einmalige Überbelastungen zu ihrer Entstehung führen können (Gröbli/Dommerholt 1997).

Die Therapie derartiger Verletzungen umfasst unterschiedliche Behandlungsformen. Eine strukturelle Verletzung lässt sich häufig ausschließlich durch einen chirurgischen Eingriff beheben. Auf muskulärer Ebene kann im Allgemeinen konservativ behandelt werden. Sofern durch die Merkmale der nachgewiesenen Pathologie keine Indikation für den operativen Eingriff vorliegt, sollte die nicht invasive Intervention in der Therapie von Verletzungen vorgezogen werden und das primär eingeleitete Verfahren darstellen (Loitz et al 1999, Paternostro-Slugaj/Zoch 2004). Eine Möglichkeit der konservativen Therapie von Schulterbeschwerden stellt die fokussierte extrakorporale Stosswellentherapie (fESWT) dar.

Die fESWT dient sowohl der Diagnostik der TrPs als auch deren Zerstörung. Die nicht invasiven, akustischen Schallwellen, die seit Jahren aus der erfolgreichen Behandlung von Nierensteinen bekannt sind, werden fokussiert auf die TrPs gerichtet, ohne

umliegendes Gewebe zu zerstören. Die genaue Wirkweise ist bis heute noch nicht abschließend geklärt und der Wirksamkeitsnachweis dieser Methode steht für die Krankenkassen noch aus (Haake/Gerdesmeyer 2004). Während zu Behandlungen mittels ESWT bei (sport) orthopädischen Krankheitsbildern wie der Tendinosis calcarea, der Supraspinatustendinitis, der Epicondylitis radialis, der Fascitis plantaris und der Pseudoarthrose zahlreiche Studien vorliegen (Sabeti-Aschraf et al 2007, Haake et al 2001, Rompe et al 1998, Weil et al 2002) und diese in den Richtlinien der deutschen und internationalen Gesellschaft für extrakorporale Stoßwellentherapie als wissenschaftlich fundiert gelten (Steinacker/Steuer 2001), bietet die Literatur derzeit noch keine fundierten Informationen zur Behandlung von TrPs anhand von f ESWT®.

Rompe et al (1998) konnten kurz- und langfristige Verbesserungen des Schmerzzustandes bei der Tendinosis calcarea sowie den radiologischen Beweis der Abnahme von Kalkdepots nach einer Behandlung feststellen.

Buch et al (1998) beschreibt eine schrittweise Besserung aller Patienten eines Studienkollektivs über einen Zeitintervall von zwei Jahren, wenn man zwei Sitzungen mit hoch energetischer ESWT durchführt, wobei die Auflösungsrate des Kalkdepots nach sechs Wochen 60 Prozent ist. Meier et al (2000) konnten keinen analgetischen Effekt bei Tendinosis calcarea durch Applikation extrakorporaler Stoßwellentherapie feststellen. Schmitt et al (2002) konnte bei der Behandlung der Supraspinatustendinitis keine klinisch relevante Schmerzverbesserung feststellen.

Steinacker/Steuer (2001) behandelten Hochleistungssportler mit allen oben beschriebenen Krankheitsbildern sowie mit den sportorthopädischen Indikationen der Tendinose und Insertionstendinose. Sie fanden für alle Krankheitsbilder gute Erfolge der ESWT® als Schmerztherapie.

Eine Möglichkeit zur Beurteilung der Effizienz der fESWT liegt somit in der Bestimmung des Schmerz- und Funktionszustandes vor und nach einer Behandlung.

Eine weitere Möglichkeit liegt in der Untersuchung der Kraftfähigkeit, die durch die TrPs beeinflusst sein könnte. Aus diesem Grunde soll in der nachfolgend beschriebenen Studie untersucht werden, in wie weit die Triggerpunktbehandlung mittels fESWT bei Sportlern mit myofaszialem Schulterschmerzsyndrom, Veränderungen des Schmerzzustandes, des Funktionszustandes und der Kraftfähigkeit der Schulter nach sich zieht.

## 2. Literaturbesprechung

Im Rahmen der folgenden Abschnitte sollen wesentliche Aspekte im Hinblick auf das Verletzungsmuster des myofaszialen Schmerzsyndroms sowie die fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie (fESWT) vorgestellt und erklärt werden.

Auf die anatomische Beschreibung des Schultergelenkes wird in diesem Kapitel bewusst verzichtet, da es in der einschlägigen Literatur nachgelesen werden kann (Gerdesmeyer et al. 2004, Hansen/Lambert 2006, Kapandji 1999, Lippert 2006, Netter et al. 2001, Platzer 2003, Travell/Simons 2002, Wess 2004).

### 2.1 Das myofasziale Schmerzsyndrom (MSS)

Das MSS ist eine neuro-muskuläre Erkrankung. Es beschreibt Schmerzen, die ihren Ursprung in der Muskulatur nehmen (Travell/Simons 2002). Es ist ein eigenständiges Krankheitsbild und hat ein eindeutiges klinisches und morphologisches Korrelat.

Klinisch charakterisiert wird es durch das Vorhandensein von myofaszialen Triggerpunkten (TrPs). Motorische, sensorische und autonome Beeinträchtigungen des Patienten können hervorgerufen werden (Forst/Ingenhorst 2005).

Das MSS tritt alters- und geschlechtsunspezifisch auf. Unterschiedliche Aussagen gibt es über den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Entstehung von TrPs. Forst/Ingenhorst (2005) und Travell/Simons (2002) weisen darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von TrPs bei starkem täglichem Gebrauch geringer ist. Jedoch wird hier ein ergonomischer Gebrauch der Muskeln vorausgesetzt, denn repetierende unphysiologische Bewegungen wie sie bspw. beim Sport auftreten, können das Risiko von TrPs erhöhen (Gröbli/Dommerholt 1997).

Jeder Muskel kann TrPs entwickeln. Ein TrP ist eine lokale Verspannung in einer Muskelfaser. Histologisch ist er eine Ansammlung von Kontraktionsknoten mit punktueller Druckempfindlichkeit, die aus der Verkürzung von Sarkomeren resultieren, und in deren Folge es zu einer Dehnung der umliegenden Faseranteile und dem charakteristischen Hartspannstrang kommt. Der Durchmesser eines Knotens ist mit ca. 100µm doppelt so groß wie der einer Muskelfaser (Forst/Ingenhorst 2005).

### 2.1.1 Myofasziale Triggerpunkte (MTrPs)

Der MTrP stellt eine klinisch durch Palpation identifizier- und stimulierbare, sensible Struktur im Bereich der extrafusalen, skelettalen Muskelfasern dar, die sich durch eine maximale lokale Kontraktion der Myofibrillen auszeichnet (Alvarez/Rockwell 2002, Cummings/Baldry 2007, Graff-Radford 2004, Hong 1996, Hong/Simons 1998, Lavelle et al 2007, Travell/Simons 2002, Wheeler 2004). Allgemein lässt sich zwischen aktiven, latenten sowie Satelliten- MTrPs unterscheiden. Der aktive Triggerpunkt löst ein „eindeutiges klinisches Beschwerdebild“ (Travell/Simons 2002) aus. Ein latenter Punkt zeigt lediglich die wesentlichen Symptome und Auswirkungen eines Triggerpunktes, „u.a. vermehrte Muskelspannung und -verkürzung (jedoch keinen spontanen Schmerz)“ (Travell/Simons 2002). Die Aktivität eines Punktes vermag darüber hinaus die Bildung weiterer Triggerpunkte im Bereich anderer Muskulatur hervorzurufen. Derart gebildete MTrPs werden aufgrund dieser Referenz als Satelliten-Triggerpunkte bezeichnet. Allgemein umfasst die Pathophysiologie der MTrPs die Symptomatik erheblicher autonomer (Schwindel, Tinnitus etc.) und motorischer Funktionsstörungen (Koordinationsverlust, reduzierte Belastbarkeit der betroffenen Muskulatur etc.) sowie durch Wahrnehmungsstörungen (etwa Schmerzen) ausgelöste Schlafstörungen. Die Schmerzsymptomatik MTrPs umfasst die Druckempfindlichkeit, den charakteristischen Wiedererkennungsschmerz (recognition) und Übertragungsschmerz (referred pain) sowie die lokale Zuckungsreaktion (local twitch). Als Wiedererkennungsschmerz wird ein dem Patienten bekanntes Schmerzübertragungsmuster, ausgelöst mittels Stimulation durch Kompression, bezeichnet (Gerwin et al 1997). Im Hinblick auf den übertragenen Schmerz handelt es sich um ein im Bereich eines MTrP entstandenes, jedoch in einer Referenzzone wahrgenommenes Schmerzmuster. Ursprungsort sowie Referenzzone des Übertragungsschmerzes erscheinen in der Regel voneinander getrennt lokalisiert. Die lokale Zuckungsreaktion definiert sich als kurzzeitige Kontraktion eines betroffenen Muskelfaserbündels, die durch eine Stimulation der MTrPs provoziert wird. (Travell/Simons 2002).

Während Gerwin (1997), Hong (1996) und Alvarez/Rockwell (2002) die Ursache für die Entstehung MTrPs einem akuten Trauma oder der chronischen Verletzung eines Muskels, einer Sehne, eines Bandes, Gelenkes, Diskus oder Nervs zuschreiben, stellen Travell/Simons (2002) die akute, anhaltende und/oder wiederholte, mechanische Überbeanspruchung der Muskulatur als Ursache für eine derartige Bildung und Aktivierung heraus. Gelenkdysfunktionen, Schmerzafferenzen aus spondylogenen, arthrogenen und viscerogenen Störungen, Trainingsmangel,

Witterungseinflüsse, Nervenläsionen, psychische Faktoren, hormonelle Störungen, Vitamin- und Nährstoffmangel sowie anatomische Fehlförmigkeiten werden als mögliche Auslöser für die Aktivität MTrPs dargestellt. Darüber hinaus wurde im Rahmen unterschiedlicher elektrodiagnostischer und histopathologischer Untersuchungen auf die neuromuskuläre Verbindung, d.h. die sensorische (afferent) sowie motorische (efferent) Abhängigkeit zwischen Pathophysiologie der MTrPs und neuromuskulärer Aktivität hingewiesen. Der MTrP lässt sich als eine Funktionsstörung auf der Ebene der motorischen Endplatte sowie der sarkoplasmatischen Retikula einer extrafusalen Skelettmuskelfaser charakterisieren, die zu einer lokalen Kontraktion mit ischämie-induzierter Hypoxie, einem Energiedefizit sowie schließlich der Sensibilisierung der umliegenden Nozizeptoren führen. (Hong 1996, Hong 2002, Hong/Simons 1998, Kuan et al 2007, Mense/Pongratz 2003, Travell/Simons 2002, Wheeler 2004)

### **2.1.2 Auswirkungen von TrPs auf die Muskelfunktion.**

TrPs bewirken in erster Linie einen Anstieg des Muskeltonus. Die primäre Folge der erhöhten Spannung im Muskel ist eine verringerte Dehnbarkeit, da der Muskel durch den Triggerpunktmechanismus verkürzt wird (Travell/Simons 2002). Die potentielle Kontraktionskraft eines aktivierten Sarkomers hängt von seiner Länge ab. Jedes Sarkomer kann nur bei mittlerer Länge Maximalkraft aufbringen. In der verkürzten Position kann er Energie verbrauchen, während er versucht sich weiter zu verkürzen. Funktionell weist damit ein mit TrPs behafteter Muskel ein dreifaches Problem auf: eine gesteigerte Reaktivität, eine verzögerte Entspannung und eine erhöhte Ermüdbarkeit. Elektromyographische Untersuchungen belegen, dass der Muskel schon bei Arbeitsbeginn müde ist, schnell weiter ermüdet und früher als gesunde Muskeln erschöpft ist (Travell/Simons 2002). Des Weiteren kommt es nach Gröbli/Dommerholt (1997) zu einer mehr oder weniger reflektorischen und schmerzbedingten Abschwächung der betroffenen Muskeln ohne eine primäre Muskelatrophie. Der Muskel begrenzt seine Kontraktionskraft so, dass die Schmerzschwelle des TrPs nicht überschritten wird. Gesunde, synergistische Muskeln müssen die Funktion des geschwächten Muskels übernehmen und antagonistische Muskeln neigen zu antalgisch bedingter verminderter Aktivität (Travell/Simons 2002). Außerdem kann es zu einer Inhibition der Aktivität von Gammamotoneuronen und Vorderhornzellen kommen, welche ein Resultat des vermehrten schmerzafferenten Inputs ist (Gröbli/Dommerholt 1997). Timmermanns (2006) spricht zusammenfassend von einem

Kraftverlust, verminderter Koordinationsfähigkeit und geringerer Ausdauerleistung der betr. Muskeln durch TrPs.

### **2.1.3 Diagnostik**

Die Diagnose MTrPs erfolgt im Rahmen der klinischen Diagnostik unterstützt durch apparative Verfahren zum Ausschluss struktureller Erkrankungen in erster Linie mittels manueller Untersuchung (Palpation) der Muskulatur (Simons/Mense 2003, Travell/Simons 2002). Während sich u.a. mit Hilfe von Nadel- und Oberflächen-EMG sowie Sonographie bedeutende klinische Merkmale des MTrP diagnostizieren lassen, konnte die Aufnahme eines Triggerpunktes durch bildgebende Verfahren auch im Rahmen wissenschaftlicher Forschung noch nicht getätigt werden. Anhand der klinischen Symptomatik eines Triggerpunktes (punktuelle Druckschmerz im Bereich des MTrP, Wiedererkennungsschmerz und Übertragungsschmerz bei Kompression des MTrP, schmerzhafte Einschränkung der Dehnbarkeit der betroffenen Muskulatur, sichtbare oder palpierbare lokale Zuckungsreaktion, etc.) lassen sich Aussagen hinsichtlich der Identifikation und Prävalenz MTrPs treffen und objektivieren. (Alvarez/Rockwell 2002, Bennett 2007, Cummins/Baldry 2007, Graff-Radford 2004, Simons/Mense 2003, Travell/Simons 2002, Wheeler 2004).

### **2.1.4 Therapie**

Es lassen sich unterschiedliche Verfahren zur Therapie des durch MTrPs ausgelösten myofaszialen Schmerzsyndroms herausstellen. Allgemein lässt sich zwischen mechanischen, thermischen und chemischen Behandlungsformen unterscheiden (Wheeler 2004). Das Kollektiv der Therapieformen zur Schmerzlinderung, Normalisierung der gestörten Funktion motorischer Endplatten sowie Relaxation und Wiederherstellung der physiologischen Muskelfunktion durch Beseitigung des Energiedefizits umfasst im Wesentlichen unterschiedliche Release-Techniken (Postisometrische Relaxation, etc.) (vgl. Simons/Mense 2003), manuelle Verfahren mittels Kompression (vgl. Gröbli/Dejung 2003), Dry Needling (vgl. Ga et al 2007, Hong 2006, Hsieh et al 2007), Akupunktur (vgl. Shen/Goddard 2007), Injektionstherapien (vgl. Ho/Tan 2007, Zaralidou et al 2007), physikalische Methoden (Kälte-/Wärmeapplikation, Ultraschall, etc.) (vgl. Srbely/Dickey 2007) sowie im Rahmen pharmakotherapeutischer Maßnahmen die Medikation von NSAR, Muskelrelaxantien, etc. (vgl. Forst/Ingenhorst 2005). Das Therapieverfahren der fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie (fESWT) soll aufgrund der besonderen

studieninternen Relevanz im folgenden Kapitel im Einzelnen vorgestellt und erläutert werden.

## **2.2 Die fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie (fESWT)**

Es handelt sich im Bezug auf die Therapie mittels Stoßwellen um ein Verfahren zur Behandlung unterschiedlicher Krankheitsphänomene. Es findet seinen Ursprung im medizinischen Teilgebiet der Urologie in der ausschließlich physikalisch-mechanischen Anwendung im Bereich der (extrakorporalen) Lithotripsie von Nierensteinen (später ebenfalls Gallensteinen etc.) (Weizer et al 2007). Eine therapeutische Bedeutung der extrakorporalen Stoßwelle auf molekularbiologischer und zellulärer Ebene (Neovaskularisation, spez. Stimulation des Knochenwachstums, Resorption von Kalkdepots, Schmerzlinderung etc.) konnte im Laufe der Weiterentwicklung im Rahmen unterschiedlicher Studien (Chen et al 2004, Maier et al 2003, Wang et al 2003) nachgewiesen und dokumentiert werden. Die ESWT stellt in der heutigen Zeit ein standardisiertes Therapieverfahren zur Behandlung unterschiedlicher Erkrankungsmuster aus dem Bereich der Orthopädie (Epicondylopathien, Tendinosiscalcareia, Achillodynie, Faszitisplantaris etc.) dar (Daecke et al 2002, Pettrone/McCall 2005, Seil et al 2006, Wang et al 2003). Während zunächst in erster Linie im Bereich knöcherner Sehnenansätze sowie kalkifizierter Strukturen behandelt wurde, konnte die Anwendung der ESWT auf der Grundlage verschiedener Untersuchungen auf die Behandlung muskulärer Anteile des Bewegungsapparates erweitert werden (Dejung et al 2003). Diese Form der Therapie steht u.a. durch die Ausrichtung auf einen Schmerzpunkt nach dem Prinzip des biologischen Feedbacks in direktem Zusammenhang mit der Prävalenz MTrPs. Das Prinzip des biologischen Feedbacks beschreibt eine Behandlung orientiert an der Rückmeldung des Patienten hinsichtlich der Lokalisation des Schmerzpunktes sowie der maximal tolerablen Intensität der Energieflussdichte (Maier et al 2000, Rompe et al 1996).

### **2.2.1 Methode der f ESWT**

Allgemein wird zwischen der fokussierten sowie der ballistischen Methode der Stoßwellentherapie unterschieden. Während sich das ballistische Prinzip durch die Therapie mittels radialer Druckwellen charakterisiert, die sich nach Applikation divergent (unfokussiert) im Körper (in den oberen Hautschichten) ausbreiten und mit der dritten Potenz der Eindringtiefe an Energiedichte und Druck abnehmen, ist die

Behandlung mittels fokussierter Stoßwellen durch eine konzentrierte Thera- piezone (Fokus) und eine spezifische Eindringtiefe gekennzeichnet (Gerdesmeyer et al 2004, Wess 2004).

Es lassen sich drei unterschiedliche klinische Verfahren der Erzeugung fokussierter Stoßwellen herausstellen. „Gemeinsames Ziel dieser Verfahren ist die Generation eines Druckimpulses, der zunächst fokussiert und anschließend über bestimmte Koppelmedien in den Körper eingeleitet wird“ (Gerdesmeyer et al 2004). Nachdem die elektrohydraulische Stoßwellenerzeugung durch Funkenentladung zur extrakorporalen Lithotripsie entwickelt wurde, folgten die Ansätze der elektromagnetischen sowie der piezoelektrischen Generation von fokussierten Stoßwellen (Gerdesmyer et al 2004, Wess 2004). Im Folgenden soll ausschließlich die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung angewendete Methode der piezoelektrisch generierten fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie thematisiert werden.

Dem Verfahren elektroakustischer Schallwandler aus der Ultraschalltechnik ähnlich, werden im Rahmen der piezoelektrischen Stoßwellengeneration unter Verwendung des Piezo-Effektes durch stoßförmige Auslenkung nach Applikation eines Spannungsimpulses akustische Schallwellen erzeugt. Diese Schallwellen zeichnen sich durch eine hohe positive Amplitude mit abruptem Anstieg sowie eine kurze Impulsdauer aus (Gerdesmeyer et al 2004). Die Generation der Schallwellen erfolgt mit Hilfe einer Kugelkalotte, auf der eine Vielzahl piezoelektrischer Elemente angeordnet wird. Diese können „durch eine synchrone Anregung in Richtung auf das Zentrum der Kalotte ausgelenkt werden“ (Wess 2004). Die Druckamplitude der sich daraufhin ausbreitenden konvergenten sphärischen Welle erhöht sich auf dem Weg ins Zentrum auf therapeutisch wirksame Weise. Diese Wellen stellen sich im Bereich der Fokuszzone, d.h. dem Zentrum der Kalotte, aufgrund der hohen Druckamplitude als Stoßwellen dar. (Gerdesmeyer et al 2004, Wess 2004).

Allgemein schreibt Wess (2004) dem piezoelektrischen System eine hohe Wiederholgenauigkeit sowie eine gute Dosierbarkeit zu. Ebenfalls in niedrigen Energiebereichen werden Druckniveaus von bis zu 150 MPa (1500 bar) erreicht. Die erzielbare Gesamtenergie der abgestrahlten Stoßwelle sei jedoch trotz großflächiger Kalotten als niedrig anzusehen. Moderne Systeme kompensieren diesen Nachteil mit Hilfe der Verwendung von Doppelschichten an piezoelektrischen Schallwandlern (Wess 2004).

### 2.2.2 Klinische Anwendung der fESWT auf MTrPs

Eine eingehende klinische Anamnese der Patienten und Patientinnen sowie eine profunde spezifische palpatorische Untersuchung auf MTrPs stellen die nötige Voraussetzung zur Anwendung der fESWT dar. Auf der Grundlage der klinischen Voruntersuchungen erfolgt durch Wahl der benötigten Vorlaufstrecke die Tiefen-Lokalisation und Tiefen-Fokussierung der MTrPs. Die klinische Diagnostik lässt sich durch das apparativ reproduzierbare Verfahren der fESWT mit Hilfe des fokussierten Impulses u.a. anhand der Diagnosekriterien des Wiedererkennungsschmerzes sowie des Übertragungsschmerzes mittels biologischem Feedback bestätigen. Die diagnostizierten MTrPs werden nach Applikation eines Koppelmediums (i.d.R. Ultraschall-Gel) unter Anwendung des Prinzips des biologischen Feedbacks nicht-invasiv mittels fESWT therapiert, d.h. „therapeutisch wirksame Energie [wird in Form der akustischen Schallwellen] in die Hautoberfläche angekoppelt und durch die Fokussierung des konzentriert exakt abgegrenzten Therapiefokus (Therapiezone) [lokal] gezielt in tiefer gelegene Gewebeschichten eingebracht“ (Müller-Ehrenberg/Licht 2005).

Im Rahmen dieser Therapieform wird ausschließlich im niederenergetischen Bereich bei einer Energieflussdichte von 0,0 bis 0,28 mJ/mm<sup>2</sup> behandelt. Eine Beschädigung des behandelten Gewebes durch die fESWT kann bei einer Behandlung im niederenergetischen Bereich ausgeschlossen werden (Auersperg et al 2004).

### 2.3 Problemstellung

Das Verletzungsmuster des durch MTrPs ausgelösten myofaszialen Schmerzsyndroms wirkt sich erheblich auf den Bewegungsapparat und die motorische Funktion von Patienten und Patientinnen mit entsprechenden Beschwerden aus. Sowohl das neuromuskuläre System als auch die physiologische Muskelfunktion werden in ihrer Funktionalität gestört. Da Sport die Funktion des Bewegungsapparates einerseits voraussetzt, andererseits jedoch zu beeinflussen vermag, scheinen insbesondere Sportler und Sportlerinnen aufgrund der sportartspezifischen Belastung und Beanspruchung der Muskulatur von einer derartigen Funktionseinschränkung betroffen. Gemäß der Pathophysiologie des MTrP erscheint das Leistungsvermögen von Sportlern und Sportlerinnen im Bereich des neuromuskulären Systems, u.a. der propriozeptiven Fähigkeit, sowie im Rahmen der Muskelfunktion, d.h. der

Krafftfähigkeit, reduziert. Das Schmerztherapieverfahren der fESWT wird als geeignete Behandlungsform zur Therapie MTrPs angegeben.

Zahlreiche epidemiologische Studien bestätigen die Prävalenz klassischer Beschwerdesymptome im Bereich des Schultergelenkes bei Sportlern und Sportlerinnen (vgl. Cobiella 2004, Fallström et al 2006, Grana et al 2007, Kugler et al 1994). Nachdem auch die Bedeutung der propriozeptiven Leistungsfähigkeit sowie der Krafftfähigkeit im Allgemeinen bereits in unterschiedlichen Studien u.a. im Rahmen von Vergleichen zwischen etwa gesunden, klinisch pathologischen sowie chirurgisch wiederhergestellten Schultergelenken dokumentiert werden konnte (vgl. Aydin et al 2000, Blasier et al 1994, Ellenbecker et al 2002, Janwantaakul et al 2001, Jerosch et al 1992, Jerosch et al 1993, Jerosch et al 1995, Jerosch/Prymka 1996, Jerosch/Thorwesten 1994, Jerosch/Wüstner 2002, Kynsburg et al 2006, Lephart et al 1994, Lönn et al 2000, Michael et al 2005, Myers et al 1999, Pfeifer 2001, Pötzl et al 2004, Warner et al 1996, Wassingrer et al 2007, Zuckermann et al 2003), weisen zahlreiche Studien ebenfalls die Prävalenz MTrPs als pathologisches Phänomen für das Schultergelenk nach (vgl. Inger 2000, Yap 2007). Während die Bedeutung des Therapieverfahrens der fESWT bereits allgemein in einigen Studien thematisiert wurde (vgl. Brunner et al 1999, Faber et al 2006, Gam et al 1998, Groß et al 2002, Haake et al 2001, Haist 1995, Heller/Niethard 1998) erscheint die Untersuchung der Propriozeption sowie der Krafftfähigkeit im Zusammenhang mit MTrPs, insbesondere bei Sportlern und Sportlerinnen, sowie die konkrete Auseinandersetzung mit möglichen<sup>3</sup> Veränderungen nach Intervention mittels spezifischem Therapieverfahren der fESWT für das Schultergelenk jedoch lediglich unzureichend belegt.

Aus diesen Gründen wurde eine Studie zur Untersuchung der Therapie- Effektivität des Verfahrens der fESWT durchgeführt. Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit den Auswirkungen einer viermaligen Intervention mittels fESWT bei Sportlern und Sportlerinnen mit myofaszialen Schmerzen im Bereich des Schultergelenkes. Mit Hilfe unterschiedlicher Testverfahren zur Aufnahme der subjektiven Schmerzwahrnehmung, der propriozeptiven Fähigkeit sowie der isometrischen und isokinetischen Krafftfähigkeit der Patienten und Patientinnen sollen mögliche Veränderungen in Prae- und Post-Test dokumentiert, ausgewertet und verglichen werden.

Es lassen sich folgende Nullhypothesen aufstellen:

**Nullhypothese 1**

Eine viermalige Triggerpunktbehandlung mittels f ESTW bei den Sportlern hat keinen Einfluss auf ein myofaszielles Schulterschmerzsyndrom.

**Nullhypothese 2**

Es besteht kein Zusammenhang zwischen den Triggerpunkten und Schmerzen im Schulterbereich.

**Nullhypothese 3**

Durch die Palpation lassen sich die MTrP nicht genauer als durch die Stoßwellen verifizieren.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1 Studiendesign**

An aktiven Sportlern und Sportlerinnen mit einem myofaszialen Schuldersyndrom wurde eine kontrollierte randomisierte prospektive Studie durchgeführt. Dabei wurden die Sportler und Sportlerinnen unmittelbar vor und nach einer viermaligen Anwendung von einer fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie hinsichtlich der subjektiven Schmerzwahrnehmung untersucht.

### **3.2 Probandenkollektiv**

Um die Studie durchzuführen, wurden die Probanden anhand der Aushänge an der Universität und an den ausgesuchten Sportstätten, sowie über die Bekanntgabe in den Zeitungen und Vereiler- Rundmails rekrutiert.

An der Studie nahmen insgesamt 60 Probanden im Alter zwischen 16 und 65 Jahren teil.

Die Teilnehmer wurden in zwei identische Gruppen randomisiert und in eine Behandlungsgruppe ( BG ) und einer Kontrollgruppe ( KG ) unterteilt.

Die BG bestand aus 20 Männern und 10 Frauen im Durchschnittsalter von 37,3 + 13,7 Jahren. Die KG mit Durchschnittsalter von 32 + 13,3 Jahren setzte sich zusammen aus 15 Männern und 15 Frauen.

Das Probandenkollektiv besteht aus Sportlern und Sportlerinnen mit chronischen oder akuten Schulterschmerzen. Sie nahmen nach der klinischen Voruntersuchung und der ersten Testphase entweder an einer viermaligen f EWST teil ( BG ) oder hielten einer sechswöchigen Trainingspause ein ( KG ).

### 3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Als Einschlusskriterien galten:

Sportliche Aktivität mindestens 2 h / Woche, jeglicher Sportart chronische oder akute  
Schulter Schmerzen

Trainingspause und keine alternativen medizinischen Maßnahmen innerhalb der  
Untersuchungszeit

Unterzeichnung der Einverständniserklärung für die Behandlung Alter zwischen 18 und  
65 Jahre

Bei einer 16 jährigen Probandin wurde eine Ausnahme gemacht, da die  
Einverständniserklärung (s. Anhang) von ihrer Mutter unterschrieben worden ist.

Als Ausschlusskriterien galten:

Schulterinstabilität / Schulterluxation

Schultersteife

fest zu stellenden intraartikulären, fortgeschrittenen Veränderungen

(z.B. Meniskusrisse, Knorpelschäden )

### 3.4. Antropometrische Daten

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die anthropometrischen Daten aller 60  
Teilnehmer, unterteilt in BG (30) und KG (30)

Parameter	Behandlungsgruppe	Kontrollgruppe
Anzahl ( n )	30	30
Geschlecht	20♂ (66,7% ) 10♀ (33,3% )	15♂ (50%) 15♀ (50%)
Alter (Jahre)	32 $\pm$ 13,28	37,23 $\pm$ 13,65
Größe (cm)	179,5 $\pm$ 9,28	176 $\pm$ 9,68

Gewicht (kg)	73,67 $\pm$ 10,7	74,82 $\pm$ 13,6
Sport (h / Woche)	7,23 $\pm$ 3,91	6,58 $\pm$ 3,93
Verletzungsdauer ( Monate)	33,7 $\pm$ 33,12	55,17 $\pm$ 60,77
vor. Physiotherapie (%)	76,7 %	63,3 %
Betr. S. = dom. S.	n = 22	n = 23

Tabelle 3.1 anamnestische, antropometrische Daten der BG und KG (n=60) –Alter, Größe, Gewicht, Verletzungsdauer, Aktivität/Woche (MW+ STABW)

Die Behandlungsgruppe setzte sich aus 20 Probanden (66,7%) und 10 Probandinnen (33,3%) zusammen, die Kontrollgruppe aus 15 Probanden (50%) und 15 Probandinnen (50%).

Die Patienten und Patientinnen waren in der Gesamtheit im Durchschnitt 34,62 Jahre alt, wogen 74,25 kg, beschrieben eine Verletzungsdauer von 44,44 Monaten und waren in der Woche 6,91 Stunden in ihrer jeweiligen Sportart aktiv.

In der durchschnittlichen Verletzungsdauer variieren die Gruppen stark. Die KG liegt mit 21 Verletzungsmonaten höher als BG.

### 3.5 Sportarten

Die Diagramme zeigen die aktuell betriebenen Sportarten der Probanden beider Gruppen, wobei nur die erst angegebene Sportart berücksichtigt wurde (Mehrfachantworten waren möglich).

Anzahl  
Probanden /  
Probandinnen

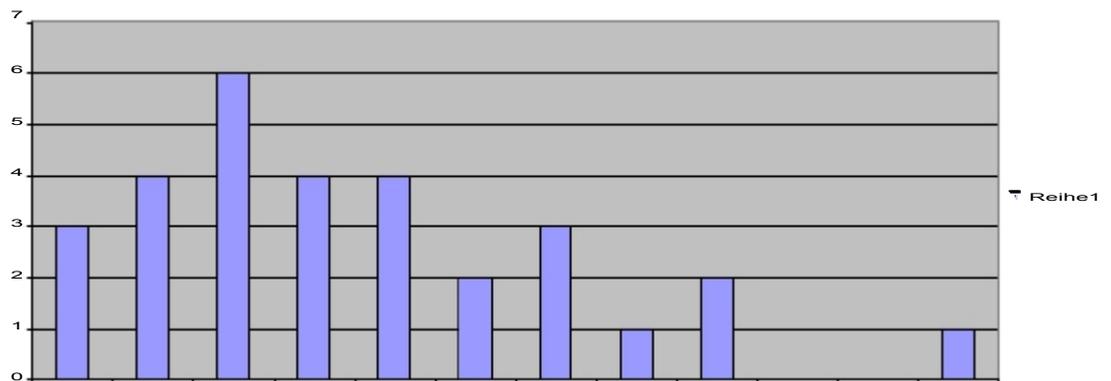


Abb.3.1 Diagramm-Verteilung der Sportarten in der BG ( n=30)

Anzahl  
Probanden /  
Probandinnen

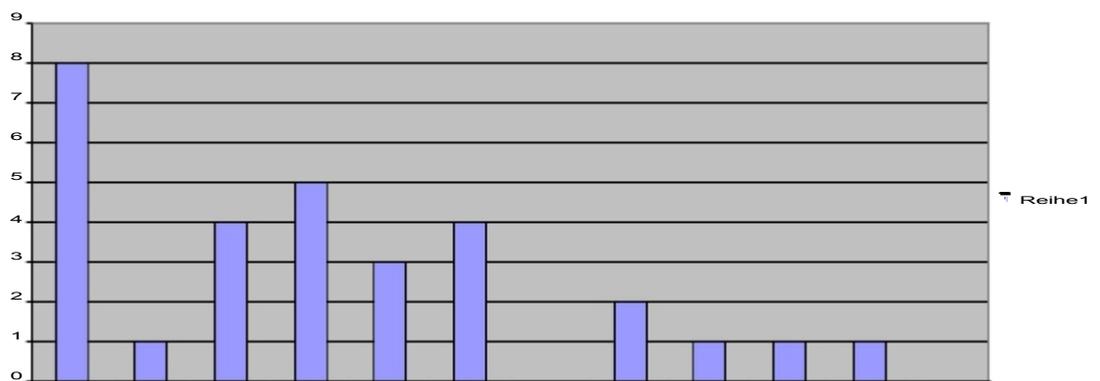


Abb.3.2 Diagramm-Verteilung der Sportarten in der KG ( n=30)

### 3.6 Diagnosen

In der BG und KG wurden folgende Diagnosen festgestellt.

Anzahl  
Probanden /  
Probandinnen

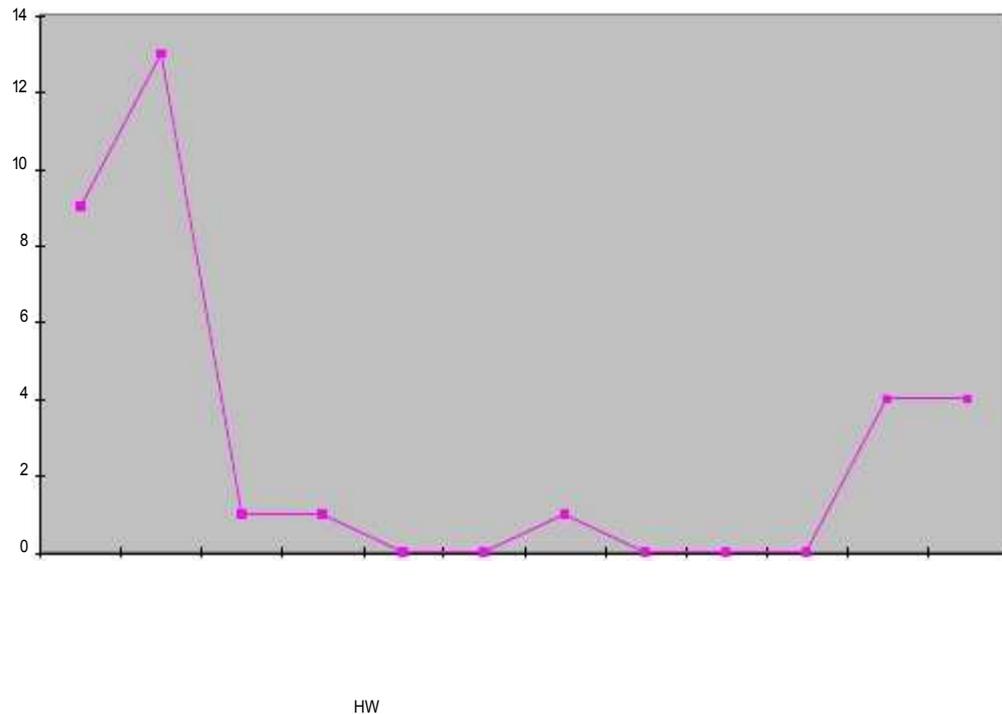


Abb.3.3 Diagramm- Diagnosen in der BG (n=30)

Bei 13 Probanden der BG wurde ein Impingement-Syndrom diagnostiziert. Das zunächst häufig vorkommende Erkrankungsmuster in der Gruppe war Bizepssehnentendinitis, hiervon waren 9 Probanden betroffen. Jeweils ein Proband war an Tendinosis Calcarea, Schulterprellung als auch ACG Athrose erkrankt. Mit sonstiger und ohne Diagnose wurden insgesamt 8 Probanden erfasst.

Anzahl  
 Probanden /  
 Probandinnen

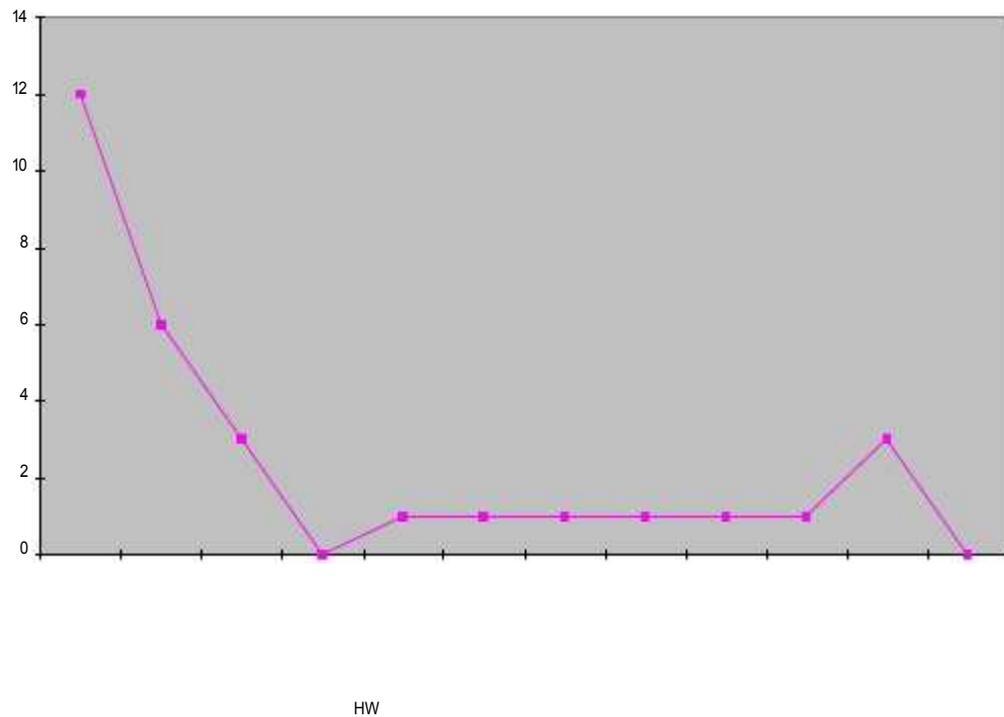


Abb.3.4 Diagramm- Diagnosen in der KG (n=30)

Als häufigste Diagnose in der KG wurde von 12 Probanden die Bizepssehnentendinitis genannt. Das Impingement - Syndrom zeigten 6 Probanden. Jeweils bei 3 Probanden wurde Tendinosis Calcarea und ohne Diagnose verzeichnet. Bizepssehneruptur, HWS Schultersyndrom, ACG Athrose, Omathrose, Clacicularfraktur sowie Subscapulariskraftdefizit wurden jeweils bei 1 Probanden diagnostiziert.

### **3.7 Untersuchungsort und Zeit**

Die Untersuchungen von den Probanden wurden in Kooperation zwischen dem Institut für Sportmedizin der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und einer orthopädischen Privatpraxis in Münster durchgeführt. In der orthopädischen Sprechstunde im Institut für Sportmedizin wurden jeweils mittwochs zwischen 13.00 und 15.00 Uhr die Probanden klinisch voruntersucht.

Nach der Untersuchung sowie nach der Behandlung ( BG ) bzw. Trainingspause ( KG ) erfolgte die Erhebung der Daten auch im Institut für Sportmedizin. Die Behandlung der Sportlerinnen und Sportler ( BG ) wurde innerhalb der Sprechstunden der orthopädischen Praxis durchgeführt.

Die Gesamtstudie erstreckte sich auf ca. ein Jahr (von Mai 2006 bis Mai 2007).

### 3.8 Untersuchungsgang

Dieses Schema zeigt den chronologischen Ablauf der Gesamtstudie

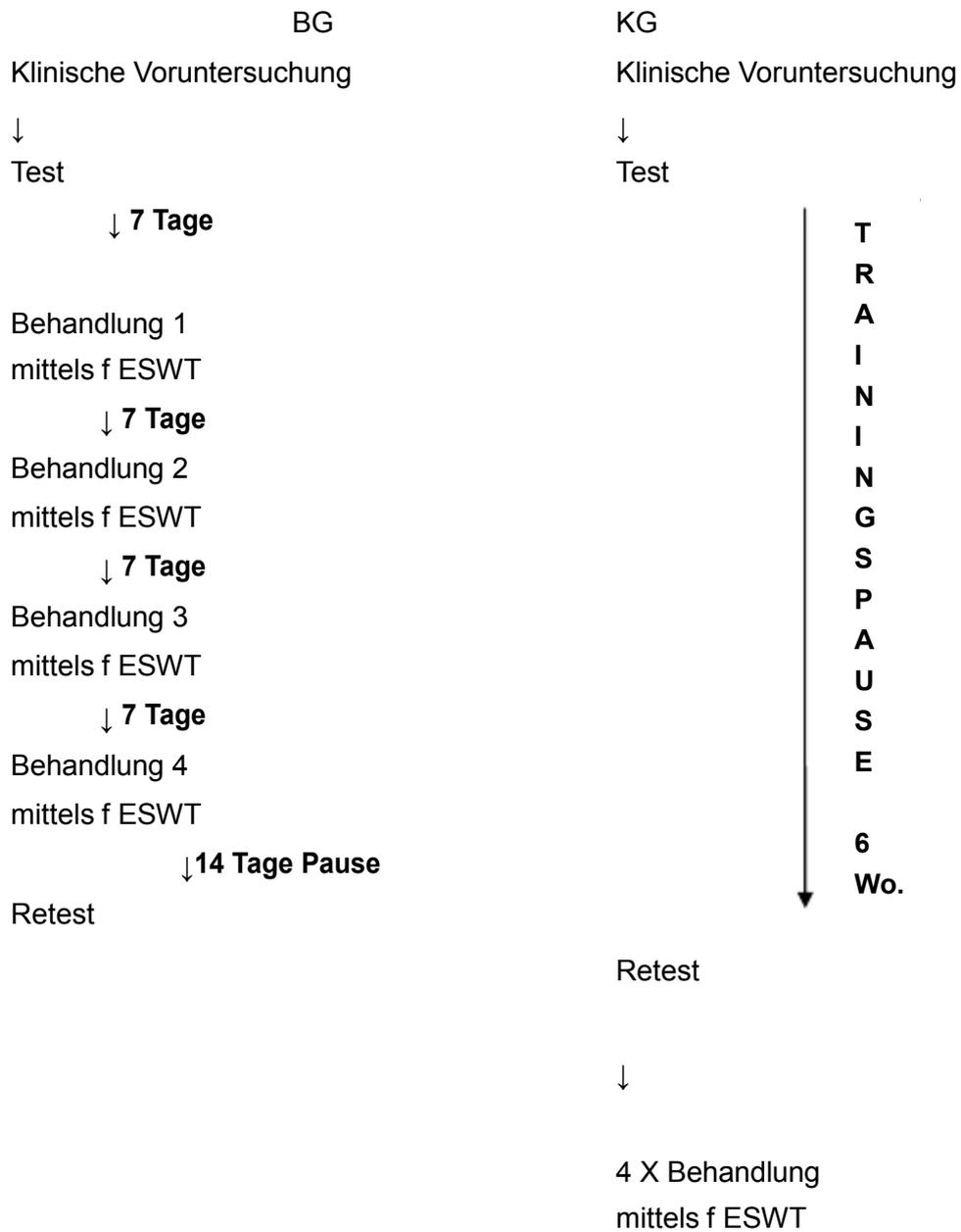


Abb.3.5 Chronologischer Ablauf der Studie für KG

Abb.3.6 Chronologischer Ablauf der Studie für BG

### 3.8.1 Klinische Voruntersuchungen

Die vorliegende Untersuchung wurde im Rahmen einer Kooperation zwischen dem Institut für Sportmedizin des Uni-Klinikums Münster und einer orthopädischen Privatpraxis in Münster durchgeführt. Die klinische Voruntersuchung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen fand jeweils mittwochs in der Zeit zwischen 13.00 und 15.00 Uhr im Rahmen der orthopädischen Sprechstunde in einem Behandlungsraum im Institut für Sportmedizin Münster statt. Während die Erhebung der Daten vor und nach viermaliger Therapie-Intervention ebenfalls im Institut für Sportmedizin Münster erfolgte, wurde die Behandlung der Patienten und Patientinnen mittels fESWT ausschließlich innerhalb der Sprechzeiten der orthopädischen Privatpraxis ausgeführt.

Die vollständige Untersuchung verteilte sich auf einen Zeitraum von etwa einem Jahr (18. KW 2006 – 19. KW 2007).

### 3.8.2 Test und Retest

Der Test und Retest bestand aus:

- subjektiven Daten ( Patientenfragebogen, Körperskizze, VAS-Score, Simple-Shoulder Test)
- propriozeptiven Werten (Winkelreproduktionstest)
- kraftdiagnostischen Parametern (Kraftdiagnostik mittels Cybex Norm)

### 3.8.3 Subjektive Daten

Der Patientenfragebogen bestand aus anthropometrischen Daten, Sportart, sowie zeitlichem Umfang der Aktivität. Danach folgten die spezifischen auf die Schulter bezogenen Fragen zu Schmerzen, Instabilität sowie Einschränkungen im Beruf, Alltag und Sport (s. Anhang).

Anhand der Skizze mussten die Probanden erst die Schmerzpunkte einzeichnen sowie deren Ausstrahlung. Hierzu wurden zwei Körperskizzen verwendet (s. Anhang).

Die Probanden wurden über das Ausmaß ihrer subjektiven Schmerzempfindung vor und nach der Behandlung (BG) bzw. nach der Trainingspause (KG) in Ruhe und unter Belastung mittels einer visuell analogen Skala (VAS) von 0 bis 10 befragt (0 = keine Beschwerden, 10 = maximale Beschwerden) befragt.



Abb.3.7 VAS-Score Vorderseite



Abb.3.8 VAS-Score Rückseite

Der Simple-Shoulder Test diente für die Beschreibung der Funktionstüchtigkeit und des Schmerzzustandes der Probanden (s. Anhang). Die Probanden wurden gebeten zwölf Fragen mit JA oder NEIN zu beantworten. Dabei sollten sie angeben, welche Hand dominant ist und welche Schulter die betroffene ist. Mit JA beantwortete Fragen zählten mit einem Punkt. Die Summe aus JA beantworteten Fragen signalisierte einen besseren Funktionszustand und ein geringeres Schmerzempfinden in der Schulter.

### 3.8.4 Propriozeptive Messung

Für die Messung der propriozeptiven Leistungsfähigkeiten der Schulter wurde ein aktiver Winkelreproduktionstest durchgeführt.



Abb.3.9 Photo- Winkelreproduktionstest  
Seitenansicht



Abb.3.10 Photo- Winkelreproduktionstest  
Rückansicht

#### 3.8.4.1 Ziel der Tests

Das Ziel des durchgeführten Tests ist die Aufnahme der Positionsreproduktionsfähigkeit der Patienten und Patientinnen vor sowie nach Behandlungs- bzw. Pausenphase. Eine durch Anteversion des Armes eingenommene Gelenkstellung soll reproduziert werden. Von der Fähigkeit, vorgegebene Winkelpositionen und Gelenkstellungen zu reproduzieren, kann auf das propriozeptive Vermögen der Patienten geschlossen werden.

### 3.8.4.2 Testbeschreibung

Die Probanden und Probandinnen aus BG sowie KG wurden in einem Abstand von 1m (Bodenmarkierung), in frontaler Ausrichtung bei bequemem, stabilem Stand mit paralleler Fußstellung vor einer Zielscheibe positioniert (s. Abb.3.9). Die Höhe der Zielscheibe wurde an die Körpergröße des Probanden angepasst. Für die Durchführung des Testverfahrens wurden die Probanden mit einem LaserPointer-Stift (hama®Lpi6mini) versehen. In einer Handgelenkstütze mit einer Fassung fixiert, wurde dieser mit Hilfe von Klettstreifen am um 90° pronierten Handgelenk befestigt. In drei Übungsdurchgängen pro einen Messdurchgang wurden die Probanden angewiesen, den Mittelpunkt mit einer visuellen Kontrolle zu treffen, diese Position zu halten und sie sich zu merken.

Die Schulterposition wurde dann ausgehend von einem hängenden Arm mit geschlossenen Augen dreimal reproduziert. Glaubten die Probanden, die exakte Position erreicht zu haben, gaben sie dies dem Versuchsleiter durch ein verbales Signal (Ja) zu verstehen. Die Koordinaten wurden direkt notiert.

Dieser Ablauf erfolgte erst mit der nicht betroffenen Schulter und dann mit der betroffenen Schulter.

Die einzelnen Ergebnisse (Punkte) einer Testreihe wurden in einem Test – Protokoll anhand der gemessenen X – und Y – Koordinaten im Verhältnis zum Referenzpunkt dokumentiert. Konnte die gestellte Aufgabe aufgrund der Schmerzen nicht erfüllt werden, so wurde dies entsprechend protokolliert.

Der Testreihe wurde folgender Ablauf zugrunde gelegt:

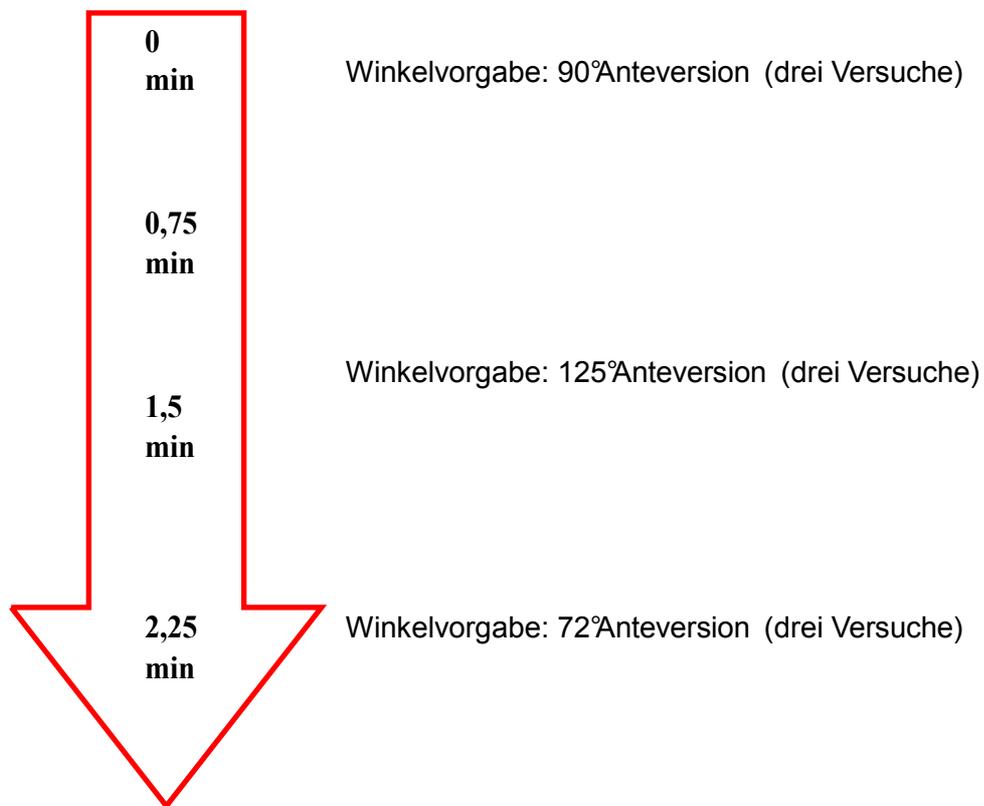


Abb.3.11: Schema –Zeitverlauf einer Testreihe mittels WRT.

### 3.8.4.3 Parameter

Im Rahmen des WRT wurde die Abweichungsrichtung in jeweils drei Versuchen für die Schulterextension in 90°, 125° und 75° im Seitenvergleich aufgenommen. Darüber hinaus wurde der Abstand ( $A$ ) zwischen dem Ergebnis (Punkt  $(x|y)$ ) und dem Referenzpunkt gemessen. Im Hinblick auf den Abstand  $A$  handelt es sich um den absoluten Fehler – einen Parameter, der die Abweichung vom zu reproduzierenden Winkel in Grad wiedergibt.

### 3.8.4.4 Messapparaturen

Für die Versuchsdurchführung wurde eine spezifisch skalierte Zielscheibe als Messapparatur verwendet. Die folgende Formel wurde der Skalierung zugrunde gelegt:

$$S_{\alpha} = 100\text{cm} \times \tan \alpha$$

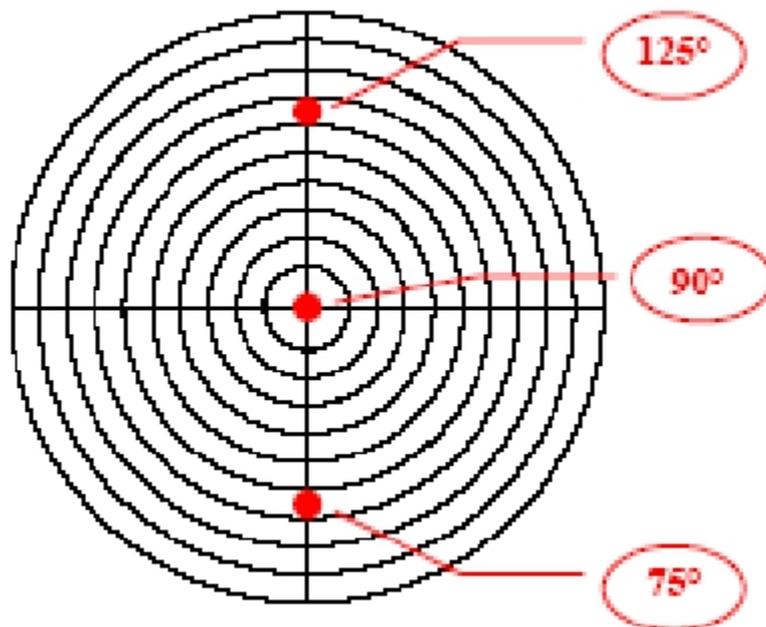
(der Betrag 100cm stellt den Abstand der Probanden zur Zielscheibe dar)

Auf der Zielscheibe waren folgende Punkte zur Orientierung farblich markiert.

Testabschnitt	Testung der Reproduktionsfähigkeit	Referenzpunkt ( X / Y )
1	90° Anteversion	(0/0)
2	125° Anteversion	( 0 / 35 )
3	75° Anteversion	( 0 / -15 )

Tabelle 3.2: Referenzpunkte für die Messung der Winkelreproduktionsfähigkeit

Abb.3.12 Skizze der Zielscheibe zum WRT.



### 3.8.4.5 Verfahren der Auswertung

Die Auswertung der einzelnen Testreihen wurde auf Grundlage der erhobenen Ergebnisprotokolle durchgeführt. Der absolute Fehler, d.h. der Abstand ( $A$ ) zwischen dem Ergebnis (Punkt  $(x|y)$ ) und Referenzpunkt 1-3, wurde anhand der  $x$ - und  $y$ -Koordinaten von gemessenen Werten unter Anwendung des Satzes des Pythagoras errechnet:

$$A = \sqrt{X^2E + Y^2E}$$

$x$ -Koordinate des Ergebnisses (Punkt  $(x|y)$ )

$y$ -Koordinate des Ergebnisses (Punkt  $(x|y)$ )

Zur Auswertung der unterschiedlichen Parameter des WRT wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen aus den drei Versuchen der Probanden und Probandinnen pro Winkelvorgabe ermittelt und verwendet.

### 3.8.5 Kraftdiagnostische Parameter

Die Aufnahme kraftdiagnostischer Parameter erfolgte am CYBEX Norm™.



Abb.3.13 Photo Kraftdiagnostik  
in Sitzposition



Abb.3.14 Photo Kraftdiagnostik  
in Rückenlage

#### 3.8.5.1 Ziel der Tests

Anhand einer isometrischen sowie einer isokinetischen Testreihe am CYBEX Norm sollte der Zustand der statischen und dynamischen Maximalkraftfähigkeit im Bereich des Schultergelenkes der Teilnehmer und Teilnehmerinnen vor und nach Behandlungs-/Pausenphase erfasst werden.

#### 3.8.5.2 Versuchsaufbau /Vorbereitung der Probanden

Die Aufnahme der statischen und dynamischen Kraftfähigkeiten wurde für die Bewegung der Abduktion/Adduktion (ABD/ADD) beim Griff eines spezifischen Ellbogen/Schulter-Adapters in aufrechter, auf die Winkeleinstellung des Dynamometers abgestimmter Sitzposition durchgeführt. Die Fußstütze und Länge des Ellenbogen/

Schulter-Adapters wurden der individuellen Körpergröße der Patienten und Patientinnen angepasst. Die Sitzposition wurde zur Gewährleistung der isolierten

Ausführung der Bewegung der ABD/ADD mit Hilfe eines in der Länge variablen Sitzgurtes im Schulter- und Beckenbereich fixiert (s. Abb. 3.12).

Die Bewegung der Innenrotation/Außenrotation (IRO/ARO) wurde hinsichtlich der Krafffähigkeiten bei einer entsprechenden Ausrichtung und Einstellung des Dynamometers in Rückenlage getestet. Während ein zugreifender spezifischer Handgelenk/Schulter-Adapter auf die Armlänge der Probanden und Probandinnen abgestimmt wurde, konnte die isolierte Durchführung der Bewegung durch eine am Adapter lokalisierte Ellenbogenauflage mit Unterarmgurt gewährleistet werden (s. Abb. 3.13).

Die richtige Positionierung wurde den Probanden erklärt und während der Untersuchung ständig kontrolliert sowie in gegebenem Falle korrigiert.

Der Computermonitor wurde während der gesamten Testphase so ausgerichtet, dass die dort aufgezeigten erreichten Kraftwerte dem Probanden nicht sichtbar waren.

Maximalkraft sollte nur aufgewendet werden, insofern es die Schmerzen zuließen.

### **3.8.5.3 Testablauf**

Die Testung der Krafffähigkeiten setzte sich in der Summe aus vier Testreihen zusammen.

Im Ablauf wurde identisch mit der Bewegung der ABD/ADD auf der unbetreffenen Seite begonnen. Es folgte die Testung der betroffenen Seite sowie schließlich die Messung der unbetreffenen, betroffenen Seite für die Bewegung der IRO/ARO.

Die Messung der statischen Krafffähigkeit erfolgte in fünf Einheiten, die im Abstand von 20 sec (Bewegungspause) durchgeführt wurden. Eine Einheit umfasste die Messung der Krafffähigkeit für die ABD (10 sec) sowie für die ADD (10 sec) bzw. für die IRO (10 sec) und ARO (10 sec). Nach einer Bewegungspause von 120 sec wurde die dynamische Krafffähigkeit unmittelbar nach einem Probedurchlauf zur Bewegungseingewöhnung im Rahmen einer isokinetischen Messung mit fünf Wiederholungen aufgenommen. Die Testreihe wurde nach einer Pause von 120 sec durch eine zweite, identische isokinetische Messung abgeschlossen.

Während die isometrische Testung für die Bewegung der ABD/ADD bei einem Winkel von 90°, für die Bewegung der IRO/ARO bei einem Winkel von 0° durchgeführt

wurde, erfolgte die Aufnahme isokinetischer Parameter bei einer Winkelgeschwindigkeit von  $60^\circ/\text{sec}$  für beide Bewegungsmuster. Die einzelnen erhobenen Kraftwerte wurden mittels Dynamometer und Digitalcomputer festgehalten.

Diese Abbildung zeigt den schematischen Ablauf einer einzelnen kraftdiagnostischen Testreihe am CYBEX Norm™.

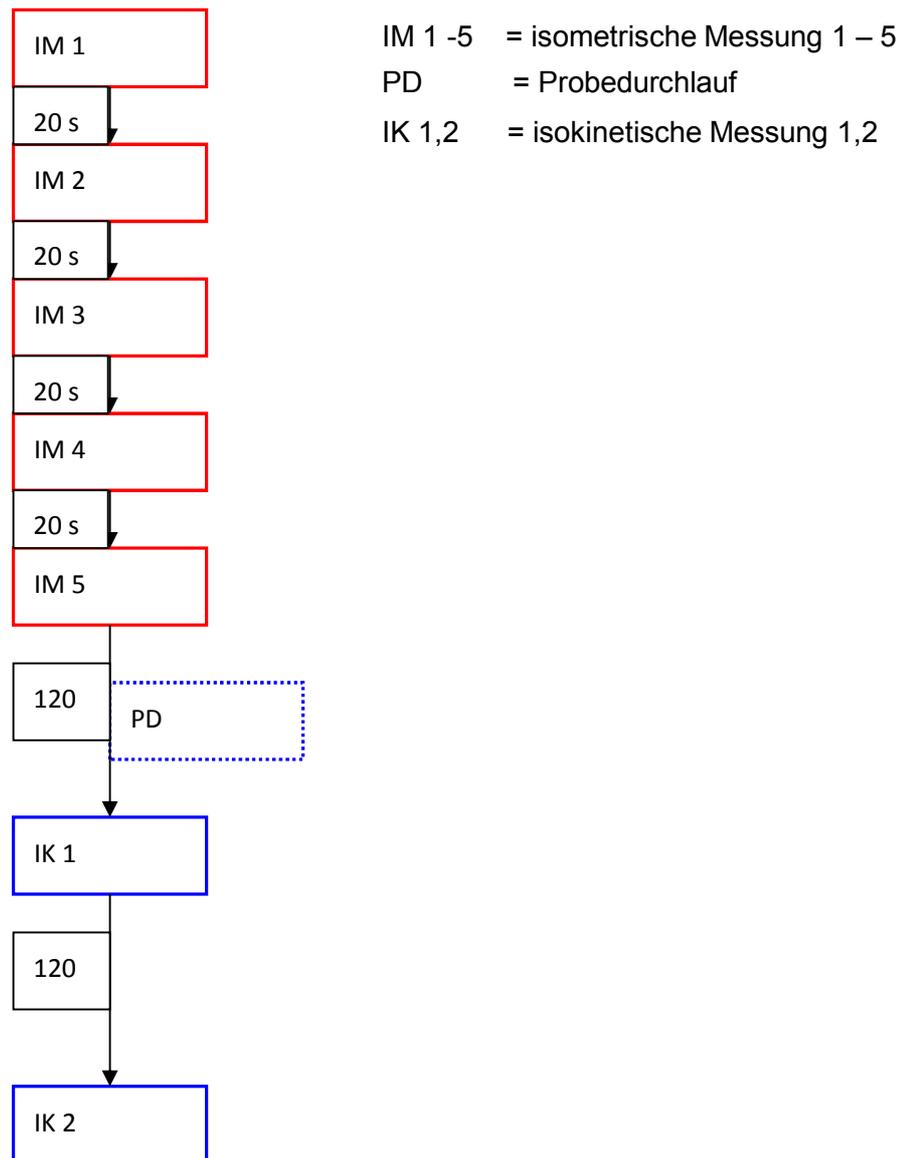


Abb.3.15: Schema- Zeitverlauf einer kraftdiagnostischen Testreihe am CYBEX Norm™

### 3.8.5.4 Messapparaturen

Es handelt sich bei der Apparatur des CYBEX Norm™ um ein Test-, Trainings- und Rehabilitationssystem der Firma CSMI (COMPUTER SPORTS MEDICINE, Inc. – CYBEX® INTERNATIONAL, Inc.), die isolierte Bewegung über ausgewählte Gelenke ermöglicht. Entsprechend der vorgesehenen und zu testenden Bewegungsmuster lassen sich die Stellung, Höhe und Winkeleinstellungen der Adapteraufhängung (Dynamometer) mit Hilfe unterschiedlicher Adapter für Arm und Bein auf die individuelle Größe der Patienten und Patientinnen abstimmen. Weiterhin können die Position der Probanden und Probandinnen (sitzend, liegend) sowie die Stellung des Sitzes im Abstand zum Dynamometer auf einer Rotationsschiene hinsichtlich der auszuführenden Bewegung eingerichtet werden.

Unmittelbar mit dem Dynamometer verknüpft, umfasst das System des CYBEX Norm™ darüber hinaus einen integrierten Digitalcomputer mit der Speicherkapazität (IBM kompatibel 486 DX2). Der Verarbeitung von erhobenen Daten diente ein integriertes Windows® basiertes Software System.

### 3.8.5.5 Messparameter

Die Messparameter für die Isokinetik setzen sich zusammen aus:

1. Drehmomentmaximum (Nm)
2. Gesamtarbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit (Joule)
3. durchschnittlicher Leistung der Wiederholung mit der größten Arbeit (Watt)
4. Gesamtarbeit eines Satzes (Joule)
5. Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung (Joule)
6. Winkel beim Erreichen des Drehmomentmaximums (°)
7. Bewegungsausmaß (°)

Als Messparameter für die Isometrik wurde Drehmomentmaximum (Nm) bestimmt.

### 3.8.5.6 Verfahren der Auswertung

Die mittels Dynamometer und Digitalcomputer, d.h. dem im CYBEX Norm™ integrierten Windows® Software System, aufgenommenen, verarbeiteten und in Form von standardisierten Protokollen gespeicherten Daten wurden zur Relativierung der Werte mit Hilfe des Tabellenkalkulations-Programms *Excel*® 2003 für Windows® auf das Körpergewicht der Probanden und Probandinnen umgerechnet.

$$Q \text{ Kraft/kg} = X \text{ Kraft} / \text{KG}$$

<b>Q Kraft/kg</b>	=	auf das Körpergewicht relativierter Wert
<b>X Kraft</b>	=	gemessener Kraftwert
<b>KG</b>	=	Körpergewicht

### 3.9 Behandlung

Die Behandlung der myofaszialen Triggerpunkte erfolgte durch Applikation piezoelektrisch generierter, exakt fokussierter extrakorporaler Stoßwellen nach den Prinzipien der Triggerpunkt-Therapie (fESWT) mittels eines Piezoson 100 plus (Fa. Wolf) und erfolgte ausschließlich im niedrigenergetischen Bereich (Energieflussdichte bis zu 0,08 mJ/mm<sup>2</sup>). Die Stoßwellen wurden mit Hilfe des Schmerzfeedbacks des Patienten auf den Triggerpunkt gelenkt. Die Stoßwellenintensität wurde in Rücksprache mit dem Patienten so gewählt, dass keine Lokalanästhesie notwendig war.

Die Behandlung bestand aus einer viermaligen Anwendung (1x/Woche). Bei der Behandlung wurden die Muskeln nach folgenden Aspekten des TrP untersucht:

Wiedererkennungsschmerz (WE)

Druckschmerz (DS)

Übertragungsschmerz (ÜS)

Die Ergebnisse wurden im Protokoll ESTW (s. Anhang) eingetragen.

### 3.10 Statistik

Für die statistische Auswertung und Darstellung der Messdaten wurde die folgende Software verwendet:

Graph Pad Prism 4.0

Microsoft Exel 2003

Microsoft Office 2003

SPSS 11,5

Cybex® Norm System

### 3.10.1 Deskriptive Statistik

Die deskriptive (beschreibende) Statistik hat zum Ziel, empirische Daten durch die Tabellen und Grafiken übersichtlich darzustellen und zu ordnen, sowie durch die geeigneten grundlegenden Kenngrößen zahlenmäßig zu beschreiben.

### 3.10.2 Analytische Statistik

Die analytische Statistik hat zum Ziel, die Übertragung von den Befunden aus Stichproben (Zufallsstichproben) auf die zugehörigen Grundgesamtheiten darzustellen.

Folgende Testverfahren werden nach der Prüfung der Anwendungsvoraussetzungen verwendet:

T-Test für die gepaarten Stichproben  
Korrelation ( nach Pearson )

Die Unterschiede zwischen den Messgrößen oder Variablen in der Statistik heißen signifikant, wenn die Wahrscheinlichkeit, dass sie durch Zufall so zustande kommen würden, nur gering ist.

Überprüft wird die Signifikanz durch die an das Datenmaterial angepassten statistischen Tests, die eine Abschätzung der Irrtumswahrscheinlichkeit erlauben.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit (  $p$  ) unterliegt den allgemein üblichen Signifikanzniveaus und ist wie folgt definiert:

<b><math>p \geq 0,05</math></b>	<b>nicht signifikant</b>	<b>( n.s.)</b>
<b><math>p &lt; 0,05</math></b>	<b>signifikant</b>	<b>( *)</b>
<b><math>p &lt; 0,01</math></b>	<b>hoch signifikant</b>	<b>( ** )</b>
<b><math>p &lt; 0,001</math></b>	<b>höchst signifikant</b>	<b>( *** )</b>

Abb.3.16 Irrtumswahrscheinlichkeit und Signifikanzniveaus ( Bortz, 1999)

Der Korrelationskoeffizient ist ein dimensionsloses Maß für den Grad des linearen Zusammenhangs zwischen zwei mindestens intervallskalierten Merkmalen.

Der Korrelationskoeffizient (  $r$  ) wird in folgenden Niveaus definiert:

$ r  < 0,5$	<b>keine Korrelation</b>
$0,5 <  r  < 0,7$	<b>ausreichende Korrelation</b>
$0,7 <  r  < 0,9$	<b>zufrieden stellende Korrelation</b>
$0,9 <  r  < 1,0$	<b>hohe Korrelation</b>

Abb.3.17 Korrelationsverteilung ( Bortz 1999 )

## 4. Ergebnisdarstellung

Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Mittelwerte ( MW ) und die dazugehörigen Standardabweichungen ( STABW ) der Behandlungsgruppe ( BG ) und der Kontrollgruppe ( KG ).

Alle Daten, die den statistischen Auswertungen zugrunde liegen, sind im Anhang zu finden.

Die Ergebnisse werden im Vergleich dargestellt von:

Test und Retest  
betroffene und unbetroffene Schulter  
BG und KG.

Die signifikanten Ergebnisse werden im Rahmen der Ergebnisdarstellung entsprechend der Abb.3.16 gekennzeichnet. Eine Kennzeichnung nicht-signifikanter Ergebnisse entfällt.

### 4.1 Patientenfragebogen (PF)

#### Haben Sie Schmerzen in der Schulter?

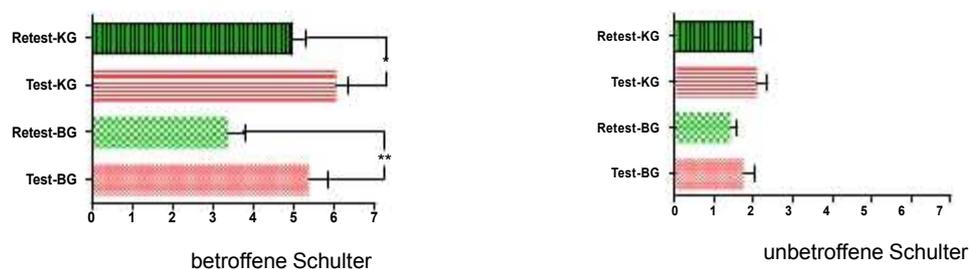


Abb. 4.1 Ergebnisse zur Frage: Haben Sie Schmerzen in der Schulter? n=30 (BG), n=30 (KG)

Auf die Frage „Haben Sie Schmerzen in der Schulter?“ gaben die Patienten auf einer Skala von 0-10 (0= keine Schmerzen; 10= sehr starke Schmerzen) im Durchschnitt sowohl in der BG als auch in der KG Werte im mittleren Bereich an.

Die Ergebnisse zeigen sowohl in der BG ( $p=0,0031$ ) als auch in der KG ( $p=0,0328$ ) eine signifikante Schmerzabnahme vom Test zum Retest der betroffenen Schulter.

Bei der unbetroffenen Seite wurden geringe Beschwerden angegeben. Der Schmerzzustand der unbetroffenen Schulter verbessert sich in beiden Gruppen tendenziell.

## Haben Sie ein Instabilitätsgefühl in Ihrer Schulter?

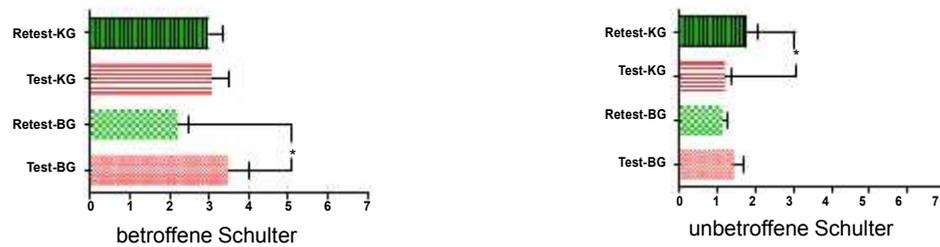


Abb. 4.2 Ergebnisse zur Frage: Haben Sie ein Instabilitätsgefühl in Ihrer Schulter? n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Beurteilung der Instabilität des Schultergelenks weist für beide Gruppen eine sehr hohe Streuung der Ergebnisse auf. Das Instabilitätsgefühl für das betroffene Gelenk in der BG verbessert sich signifikant ( $p=0,039$ ). Das nicht betroffene Schultergelenk wird bei allgemein niedrigerem Ausgangsniveau in der BG tendenziell stabiler, in der KG signifikant ( $p=0,027$ ) instabiler wahrgenommen.

## Haben Sie bei ihren Alltagsbewegungen Einschränkungen durch:

### - Anziehen eines Mantels?

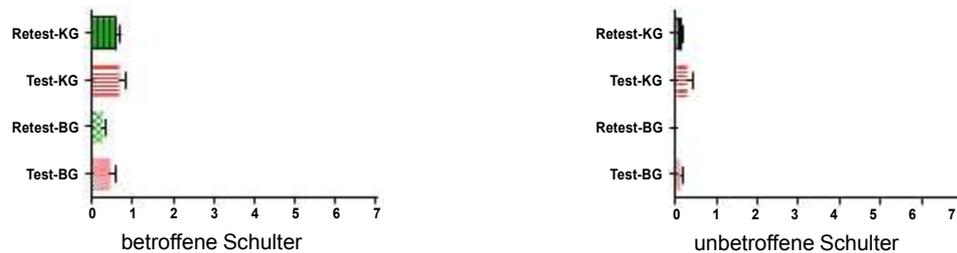


Abb. 4.3 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Anziehen eines Mantels n=30 (BG), n=30 (KG)

Bei der betroffenen und unbetroffenen Schulter verbessert sich das Ergebnis tendenziell sowohl in der BG als auch in der KG. Das Gesamtkollektiv ist lediglich gering in dem Anziehen eines Mantels eingeschränkt. Die Ergebnisse lassen sich statistisch jedoch nicht belegen.

### - Schlafen auf der Seite?

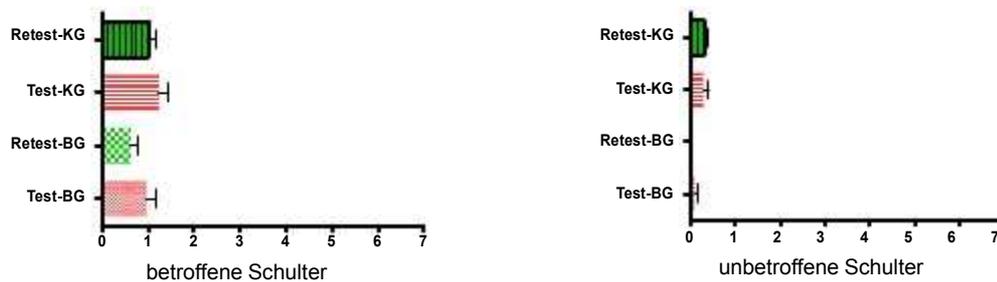


Abb. 4.4 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Schlafen auf der Seite n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Ergebnisse der betroffenen Schulter zeigen sowohl in der BG als auch in der KG minimale Verbesserungen, die jedoch statistisch keine signifikanten Werte aufweisen. Die unbetroffene Schulter der BG zeigte im Test ein minimales Schmerzempfinden. Beim Retest sind keine Schmerzen mehr vorhanden. Das Ergebnis in der KG an der unbetroffenen Schulter weist konstante Werte auf.

### - Rückenwaschen?

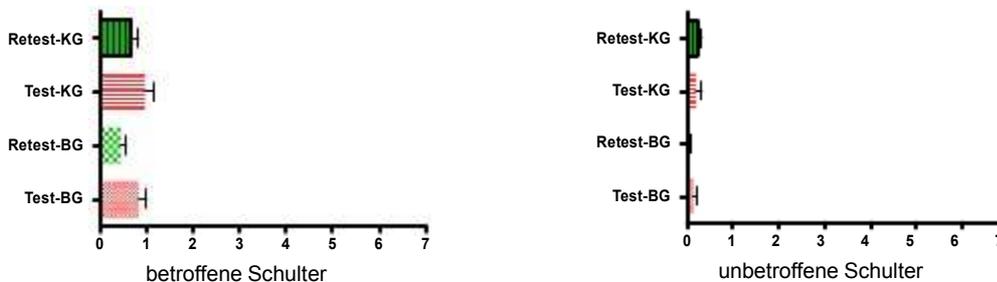


Abb. 4.5 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Rückenwaschen n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probanden und Probandinnen sind im Gesamtkollektiv lediglich gering in dieser Alltagsbewegung des Rückenwaschens eingeschränkt. Diese wird von Test zu Retest bei hohen Standardabweichungen sowohl in BG betroffene und unbetroffene Schulterseite tendenziell besser eingeschätzt. In der KG unbetroffene Schulter verschlechtert sich das Ergebnis tendenziell. Die Ergebnisse lassen sich statistisch jedoch nicht belegen.

### - Gesäßwaschen?

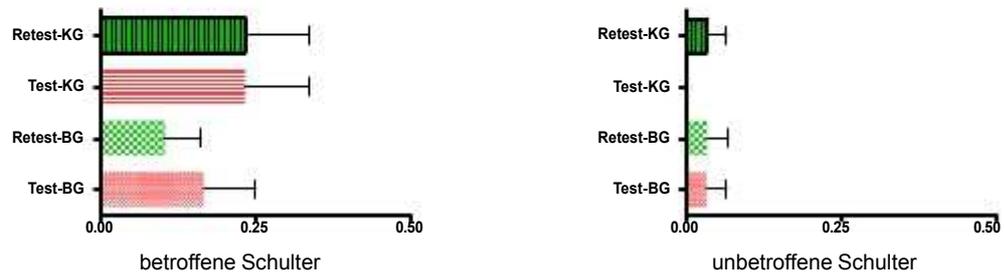


Abb. 4.6 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Gesäßwaschen n=30 (BG), n=30 (KG)

Das Probandenkollektiv der BG betroffenen Schulter weist ein tendenziell verbessertes Ergebnis auf, das jedoch nicht statistisch belegt werden kann. Die KG betroffene Seite und BG unbetroffene Seite zeigen einen gleichen Schmerzzustand im Test und Retest. Die KG unbetroffene Seite verschlechtert sich vom Test zum Retest.

### - Kämmen?

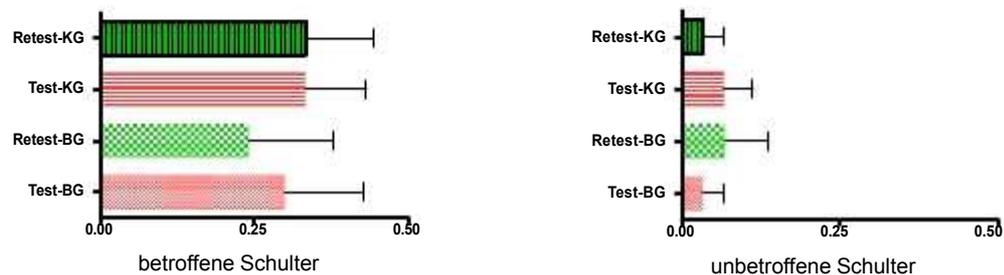


Abb. 4.7 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Kämmen n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Ergebnisse der BG betroffenen Schulter und KG unbetroffenen Schulter weisen eine tendenzielle Verbesserung auf. Diese Verbesserung lässt sich nicht statistisch belegen.

Die KG der betroffenen Schulter stellt ein gleiches Ergebnis in Test und Retest dar. Bei der BG unbetroffenen Schulter verschlechtert sich das Ergebnis vom Test zum Retest.

**- 2,5kg schweren Gegenstand über den Kopf heben?**

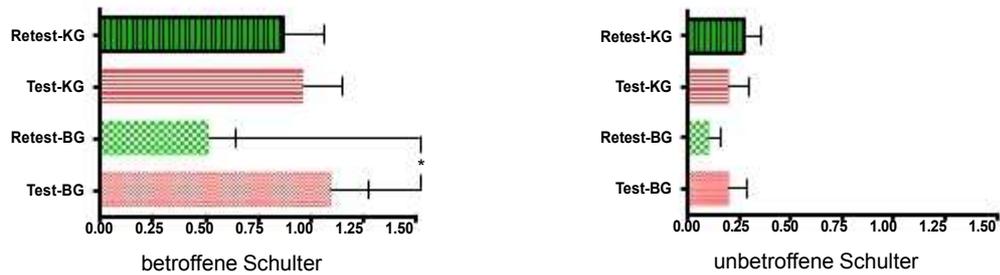


Abb. 4.8 Ergebnisse zur Frage: Alltagsbeschränkung beim 2,5kg schweren Gegenstand über den Kopf heben n=30 (BG), n=30 (KG)

Beim Heben des 2,5kg schweren Gegenstands über den Kopf weisen die Probanden der BG betroffenen Schulter ein signifikantes ( $p=0,0228$ ) Ergebnis auf. Bei der KG betroffenen Schulter und BG unbetroffenen Schulter stellen sich minimale Verbesserungen dar, die jedoch nicht statistisch belegt werden können. Das Ergebnis der KG unbetroffenen Schulter verschlechtert sich tendenziell.

**- etwas aus einem hohen Regal nehmen?**

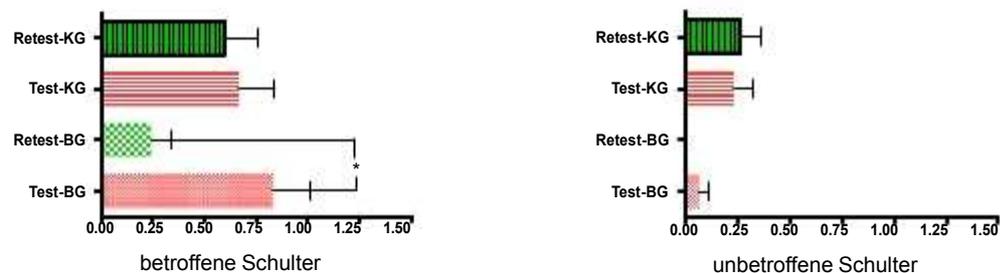


Abb. 4.9 Ergebnisse zur Frage: Alltagsbeschränkung beim Nehmen aus einem hohen Regal n=30 (BG), n=30 (KG)

Bei der Frage „etwas aus einem hohen Regal nehmen“ weisen die Probanden der BG betroffenen Schulter ein signifikantes ( $p=0,0251$ ) Ergebnis auf. Bei der KG betroffenen Schulter und BG unbetroffenen Schulter stellen sich minimale Verbesserungen dar, die jedoch nicht statistisch belegt werden können. Das Ergebnis der KG unbetroffenen Schulter verschlechtert sich tendenziell.

### - einen Ball über den Kopf werfen?

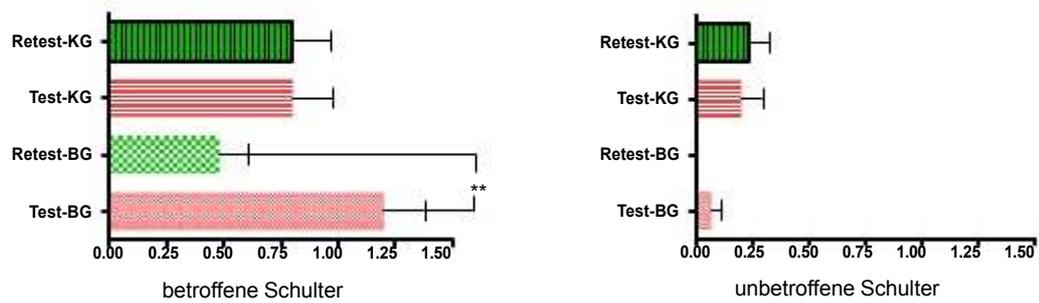


Abb. 4.10 Ergebnisse zur Frage: Alltagseinschränkung beim Werfen eines Balls über den Kopf?  
n=30 (BG), n=30 (KG)

Zu der Frage „einen Ball über den Kopf werfen“ zeigt sich bei den Probanden der BG betroffenen Schulter ein hochsignifikantes ( $p=0,0047$ ) Ergebnis. Die KG betroffenen Schulter weist einen konstanten Schmerzzustand auf. Bei der BG unbetroffenen Schulter stellt sich eine minimale Verbesserung dar, die jedoch nicht statistisch belegt werden kann. Das Ergebnis der KG unbetroffenen Schulter verschlechtert sich tendenziell.

### Sind Sie in der Berufsausübung eingeschränkt?

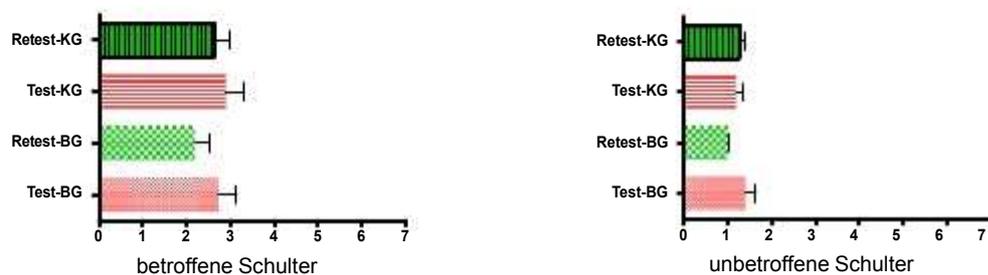


Abb. 4.11 Ergebnisse zur Frage: Sind Sie in der Berufsausübung eingeschränkt? n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probandinnen und Probanden sind im Gesamtkollektiv lediglich gering in der Berufsausübung eingeschränkt. Diese wird von Test zum Retest bei den hohen Standardabweichungen sowohl in der BG als auch in der KG für beide Schulterseiten tendenziell besser eingeschätzt. Die Ergebnisse lassen sich statistisch jedoch nicht belegen.

### Sind Sie in der Sportfähigkeit eingeschränkt?

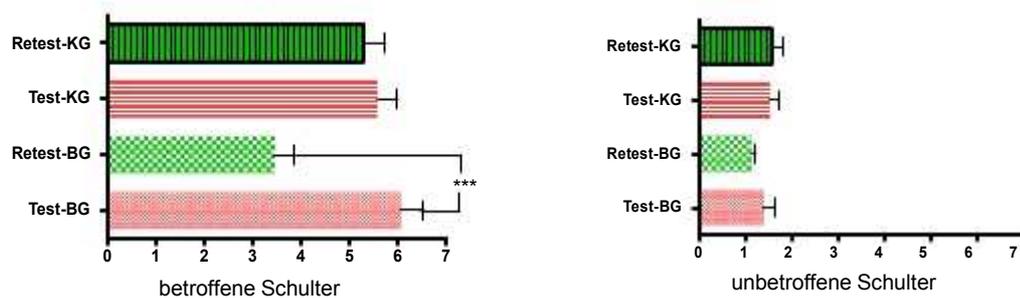


Abb. 4.12 Ergebnisse zur Frage: Sind Sie in der Sportfähigkeit eingeschränkt?  
n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probanden und Probandinnen beider Gruppen sind im Bereich des betroffenen Schultergelenks stark in der Sportfähigkeit eingeschränkt. Während sich die Einschätzung der Sportfähigkeit in der BG für die betroffene Schulter von Test zum Retest hochsignifikant ( $p = 0,000$ ) verbessert, lässt sich für die betroffene Seite der KG sowie die unbetroffene Seite der BG lediglich eine tendenzielle positive Veränderung herausstellen. Die Sportfähigkeit der unbetroffenen Schulter wird beim geringen Ausgangsniveau in der KG von Test zum Retest unwesentlich schlechter wahrgenommen.

## 4.2 VAS - Score

Die Ergebnisse des VAS – Score beziehen sich ausschließlich auf die betroffene Schulterseite der Probanden und Probandinnen.

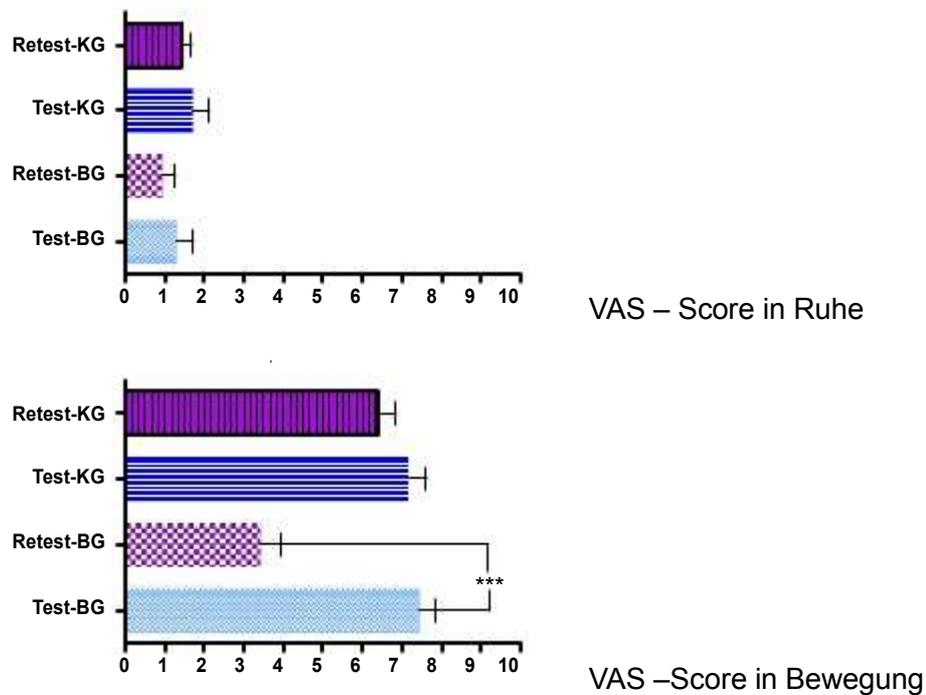


Abb. 4.13 Ergebnisse des VAS – Score in Ruhe und Bewegung n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probanden der KG und BG geben in Ruhe bei den hohen Standardabweichungen lediglich geringere Schmerzen an. Es kann für beide Gruppen eine positive tendenzielle Verbesserung des Schmerzzustandes festgestellt werden, die jedoch statistisch nicht nachweisbar ist. In der Bewegung erscheint die Schmerzsymptomatik in den beiden Gruppen stark ausgeprägt. Während sich in der BG die Ergebnisse vom Test zum Retest höchstsignifikant ( $p = 0,000$ ) verbessern, lässt sich in der KG eine tendenzielle statistisch nicht nachweisbare Verbesserung darstellen.

### 4.3 Ergebnisse des Simple – Shoulder – Test (SST)

Die Ergebnisse des SST geben die Beurteilung des Funktions- / Schmerzzustandes des verletzten Schultergelenks in den aufgenommenen Punkten wieder. Die maximal erreichbare Punktzahl ist 12 (12 = geringer bzw. kein Schmerz, 0 = sehr starker Schmerz).

#### Haben Sie in Ruhe beim angelegten Arm keine Beschwerden?

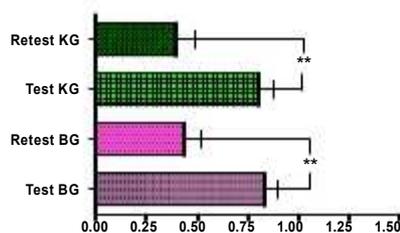


Abb. 4.14 Ergebnisse zur Frage:

Haben Sie in Ruhe beim angelegten Arm keine Beschwerden n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probanden und Probandinnen des Gesamtkollektivs weisen vom Test zum Retest hochsignifikante Verbesserungen des Schmerzzustandes in Ruhe beim angelegten Arm auf ( $p = 0,0085$  beim Test und  $p = 0,0071$  beim Retest).

#### Haben Sie beim Schlafen Schmerzen in der Schulter?

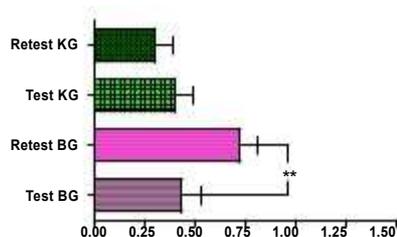


Abb. 4.15 Ergebnisse zur Frage:

Haben Sie beim Schlafen Schmerzen in der Schulter n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Probanden der BG geben bei dieser Fragestellung ein hochsignifikantes Ergebnis vom Test zum Retest wieder ( $p = 0,003$ ). Während sich darauf hin bei der KG der Zustand verschlechtert.

**Können Sie den Arm auf den Rücken bewegen, um ein Hemd anzuziehen?**

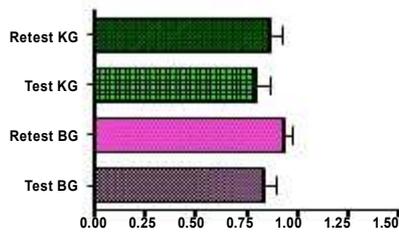


Abb. 4.16 Ergebnisse zur Frage:  
Können Sie den Arm auf den Rücken bewegen, um ein Hemd anzuziehen  
n=30 (BG), n=30 (KG)

Bei der Beurteilung „den Arm auf den Rücken zu bewegen, um ein Hemd anzuziehen“ weisen beide Gruppen eine lediglich tendenzielle Verbesserung auf. Die jedoch statistisch nicht nachweisbar ist.

**Können Sie bei seitwärts abgewinkeltem Ellenbogen die Hand hinter den Kopf legen?**

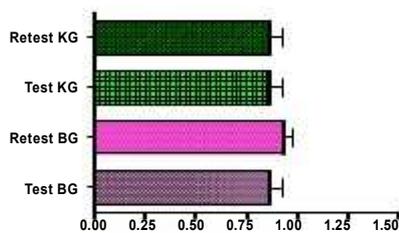


Abb. 4.17 Ergebnisse zur Frage:  
Können Sie bei seitwärts abgewinkeltem Ellenbogen die Hand hinter den Kopf legen  
n=30 (BG), n=30 (KG)

Auf die Fragestellung „können Sie bei seitwärts abgewinkeltem Ellenbogen die Hand hinter den Kopf legen“ zeigt sich bei der BG eine tendenzielle Verbesserung. Während sich keine Änderung des Ergebnisses bei der KG abzeichnet.

**Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen eine Münze auf Schulterhöhe ablegen?**

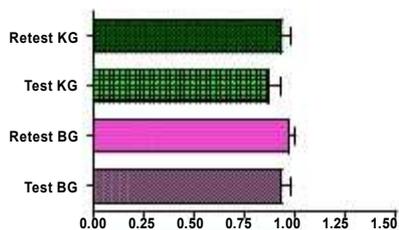


Abb. 4.18 Ergebnisse zur Frage:  
Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen eine Münze auf Schulterhöhe ablegen?  
n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass es sowohl in der BG als auch in der KG zu einer Verbesserung des Zustandes kommt.

**Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/4 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?**

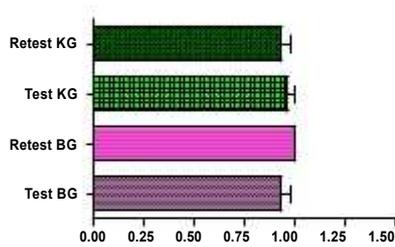


Abb. 4.19 Ergebnisse zur Frage: Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/4 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben? n=30 (BG),n=30 (KG)

Während die Ergebnisse der BG in dieser Fragestellung eine tendenzielle Verbesserung aufweisen, kommt es bei der KG zu einer relativen Verschlechterung. Dies kann jedoch statistisch nicht nachgewiesen werden.

**Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/2 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?**

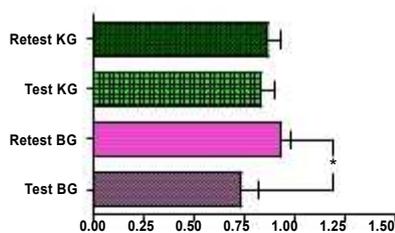


Abb. 4.20 Ergebnisse zur Frage: Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/2 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben? n=30 (BG),n=30 (KG)

Die Werte der KG vom Test zum Retest verbessern sich tendenziell. Die Werte der BG weisen eine signifikante ( $p = 0,012$ ) Änderung auf.

**Können Sie 10kg Gewicht mit dem Arm der betroffenen Schulter tragen?**

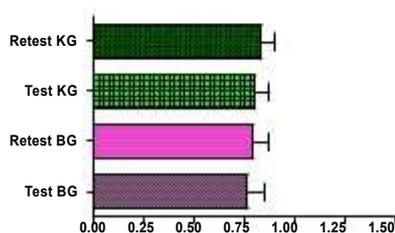


Abb. 4.21 Ergebnisse zur Frage: Können Sie 10kg Gewicht mit dem Arm der betroffenen Schulter tragen? n=30 (BG),n=30 (KG)

Bei den Probanden beider Gruppen gibt es keine relativen Veränderungen zu dieser Fragestellung.

**Glauben Sie einen Tennisball mit einem Unterarmwurf (ohne Überkopfbewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können?**

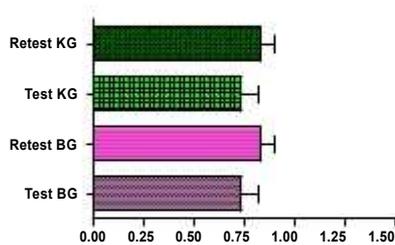


Abb. 4.22 Ergebnisse zur Frage: Glauben Sie einen Tennisball mit einem Unterarmwurf (ohne Überkopfbewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können? n=30 (BG),n=30 (KG)

Bei der Auswertung dieser Ergebnisse stellt sich eine minimale relative Verbesserung in beiden Probandengruppen dar. Da es bei den Ergebnissen nur eine minimale Tendenz gibt, kann eine statistische Auswertung nicht belegt werden.

**Glauben Sie einen Tennisball mit einer normalen Wurfbewegung (mit der Überkopfbewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können?**

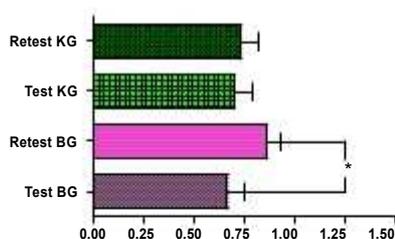


Abb. 4.23 Ergebnisse zur Frage: Glauben Sie einen Tennisball mit einer normalen Wurfbewegung (mit der Überkopfbewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können? n=30 (BG),n=30 (KG)

Auf die Fragestellung an beide Gruppen deutet sich bei der BG vom Test zum Retest ein signifikantes ( $p = 0,023$ ) Ergebnis an. Das Ergebnis bei der KG ist jedoch relativ minimal tendenziell verbessert.

**Können Sie das gegenseitige Schulterblatt mit der Hand der betroffenen Schulter waschen?**

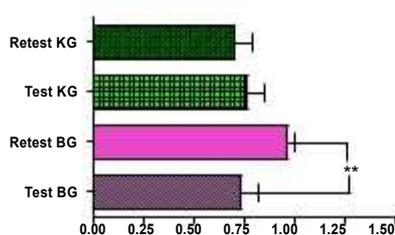


Abb. 4.24 Ergebnisse zur Frage: Können Sie das gegenseitige Schulterblatt mit der Hand der betroffenen Schulter waschen? n=30 (BG),n=30 (KG)

Ein hochsignifikantes ( $p = 0,006$ ) Ergebnis auf diese Fragestellung zeichnet sich bei der BG vom Test gegenüber dem Retest ab. In der KG verschlechtert sich das Ergebnis tendenziell.

### Erlaubt Ihnen Ihre Schulter in Ihrem regulären Beruf Vollzeit zu Arbeiten?

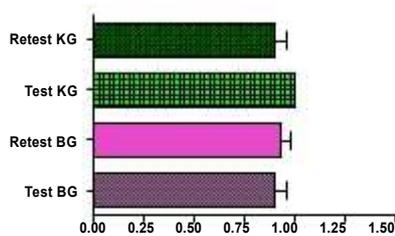


Abb. 4.25 Ergebnisse zur Frage: Erlaubt Ihnen Ihre Schulter in Ihrem regulären Beruf Vollzeit zu Arbeiten? n=30 (BG),n=30 (KG)

Es werden keine signifikanten Ergebnisse in beiden Gruppen auf diese Fragestellung erzielt. Wobei in der BG eine relative Verbesserung und in der KG eine minimale Verschlechterung tendenziell nachweisbar ist.

### 4.4 Vergleich- Diagnosen ( Impingement Syndrom u. Bizepssehnen Tendinitis zu sonstigen Erkrankungen)

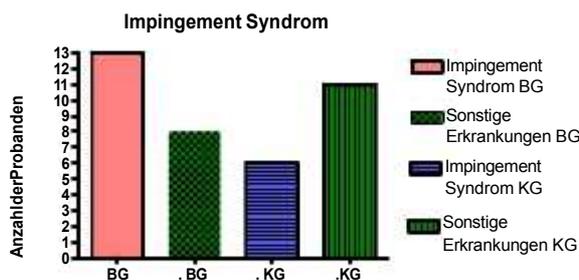


Abb. 4.26 Vergleich – Diagnosen zwischen Impingement Syndrom und sonstigen Erkrankungen n=30 (BG),n=30 (KG)

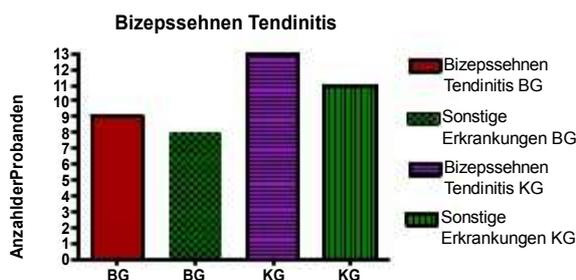


Abb. 4.27 Vergleich – Diagnosen zwischen Bizepssehnen Tendinitis und sonstigen Erkrankungen n=30 (BG), n=30 (KG)

Zu den sonstigen Erkrankungen gehören Tendinosis calcarea, Schulterprellung, Bizepssehnenruptur, HWS Schulter Syndrom, ACG Athrose, Omathrose, Clavicularfraktur, Subscapulariskraftsyndrom und ohne Diagnose.

Die Bizepssehnen Tendinitis ist sowohl in der BG als auch in der KG der am häufigsten genannte Schmerzzustand. Die Diagnose des Impingement Syndroms wird bei der BG am häufigsten gestellt. In der KG kommen sonstige Erkrankungen am häufigsten vor.

## 4.5 Vergleich zwischen der Triggerpunktlokalisierung mittels Palpation und den STW (Stoßwellen).

Folgend werden die Vergleiche der Triggerpunktlokalisierung mittels Palpation und den STW dargestellt, die in den Behandlungsprotokollen als am häufigsten dokumentierte Muskeln vorkommen. Die Aspekte dazu sind Widererkennungsschmerz (WS) sowie Übertragungsschmerz (ÜS) und Druckschmerz (DS).

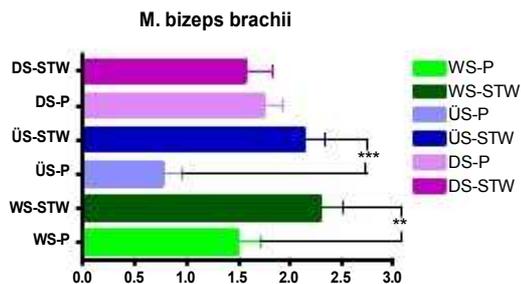


Abb. 4.28 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und die STW beim M. biceps brachii n=30 (BG), n=30 (KG)

Bei der WE liegt ein hochsignifikantes ( $p = 0,009$ ) und bei der ÜS ein höchstsignifikantes ( $p = 0,000$ ) Ergebnis zugunsten der STW vor. Bei dem DS ist das Ergebnis durch die Palpation tendenziell besser als durch die STW.

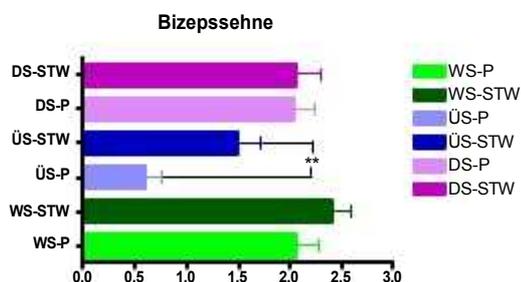


Abb. 4.29 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW bei der Bizepssehne n=30 (BG),n=30 (KG)

Durch die STW ist bei der Bizepssehne der WS tendenziell höher, der DS konstant und ÜS hochsignifikant ( $p = 0,007$ ).

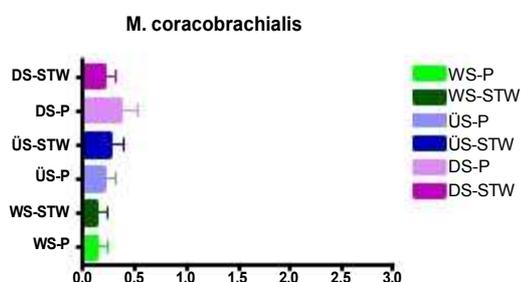


Abb. 4.30 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. coracobrachialis n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Ergebnisse des M. coracobrachialis weisen einen konstanten WS, zugunsten der STW einen tendenziell erhöhten ÜS sowie einen durch Palpation erhöhten DS auf.

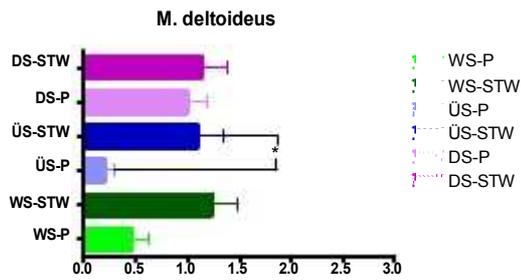


Abb. 4.31 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. deltoideus n=30 (BG),n=30 (KG)

Bei dem M.deltoideus liegt eine tendenzielle Erhöhung der WS und DS sowie ein signifikantes ( $p = 0,021$ ) Ergebnis zugunsten der STW vor.

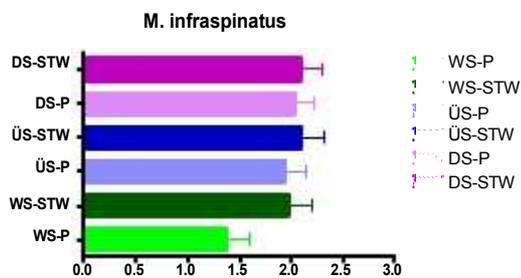


Abb. 4.32 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. infraspinatus n=30 (BG), n=30 (KG)

Bei der Bestimmung von TrP mittels Palpation sowie mittels STW ergibt sich eine leicht tendenzielle Erhöhung zugunsten der STW, die jedoch keine Signifikanz erweist.

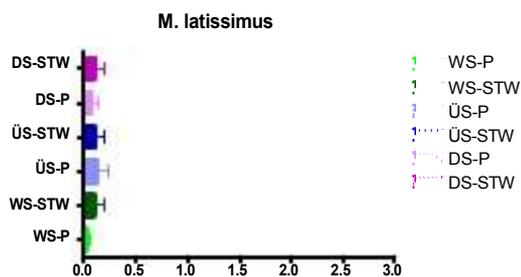


Abb. 4.33 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. latissimus n=30 (BG), n=30 (KG)

Während WS und DS mittels STW eine Erhöhung der Ergebnisse erweisen, sind die Ergebnisse bei ÜS zugunsten der Palpation tendenziell erhöht.

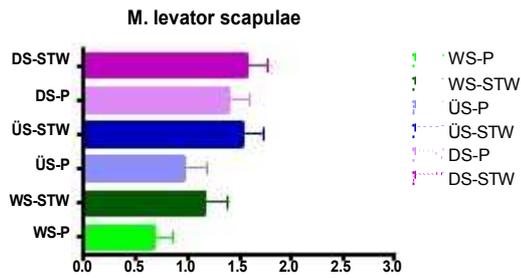


Abb. 4.34 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. levator scapulae n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Messungen des M.levator scapulae erzielen durch die STW bei WS, ÜS und DS eine leichte Erhöhung. Die Ergebnisse sind nicht mehr überzufällig.

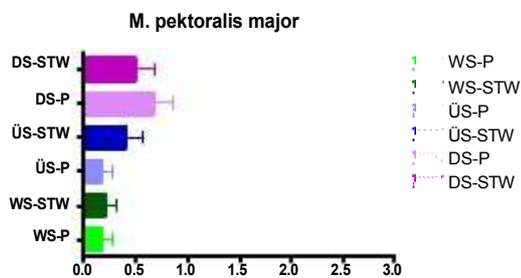


Abb. 4.35 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. pectoralis major n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Ergebnisse des M. pectoralis major weisen zugunsten der STW einen tendenziell erhöhten WS und ÜS sowie einen durch Palpation erhöhten DS auf.

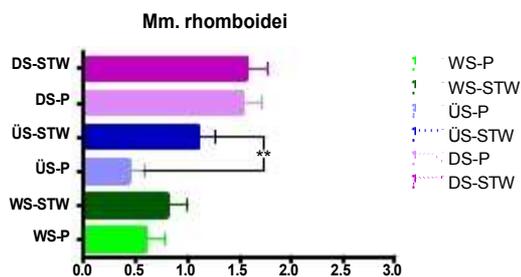


Abb. 4.36 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW bei den Mm. Rhomboidei n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Messungen bei den Mm. rhomboidei weisen eine tendenzielle Erhöhung beim WS und DS sowie ein hochsignifikantes ( $p = 0,009$ ) Ergebnis beim ÜS zugunsten der STW auf.

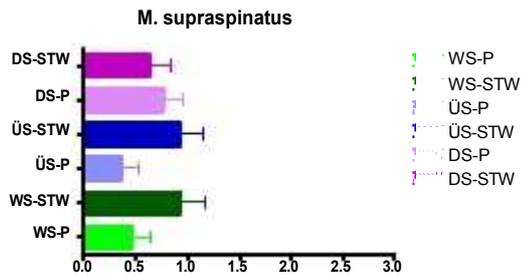


Abb. 4.37 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. supraspinatus n=30 (BG), n=30 (KG)

Während sich beim M. supraspinatus die Ergebnisse des DS der Palpation zugunsten liegen, sind die Ergebnisse bei den STW für den WS und den ÜS tendenziell erhöht.

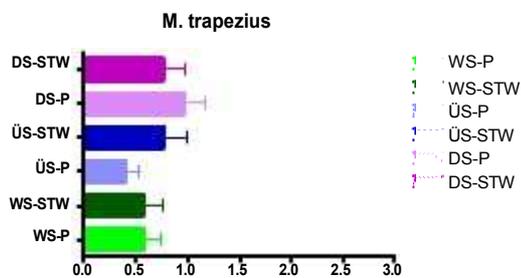


Abb. 4.38 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. trapezius n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Messwerte des M. trapezius weisen einen konstanten WS, zugunsten der STW einen tendenziell erhöhten ÜS sowie einen durch die Palpation erhöhten DS auf.

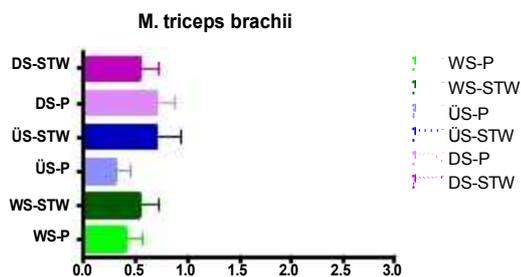


Abb. 4.39 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. triceps brachii n=30 (BG), n=30 (KG)

Die Abbildung 4.37 für den M. triceps brachii stellt folgendes dar: der WS und der ÜS sind bei den STW tendenziell erhöht und bei dem DS tendenziell gesenkt. Es liegt keine Signifikanz vor.

## 4.6 Energiestufen

Die folgenden Abb. zeigen die Veränderungen, die in den einzelnen Therapieeinheiten (fESWT 1-4) mit Hilfe des Behandlungsgerätes gemessenen Energiestufen (E1-E4) darstellen.

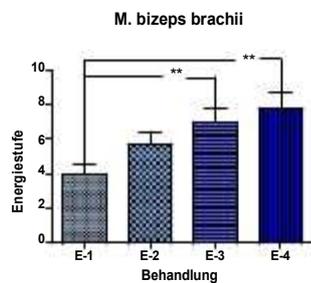


Abb. 4.40 Energiestufen (E1-E4) – M. biceps brachii (bei n=28)

Die Ergebnisse zeigen für die Therapie des M. biceps brachii in der dritten und vierten Behandlungseinheit ein hochsignifikantes (E-3:  $p = 0,006$ ; E-4:  $p = 0,003$ ) Ergebnis. Bei den Energiestufen zeichnet sich ein progressiver Verlauf ab. In die Auswertung wurden n=28 Probanden der BG einbezogen.

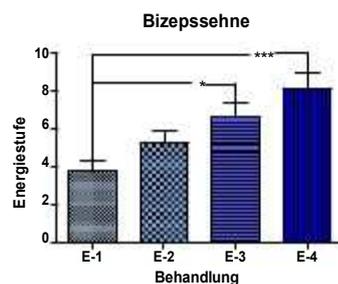


Abb. 4.41 Energiestufen (E1-E4) - Bizepssehne (bei n=27)

Für die Behandlung der Bizepssehne lässt sich eine signifikante für E-3 und eine höchstsignifikante für E-4 Progression der Energiestufe herausstellen.

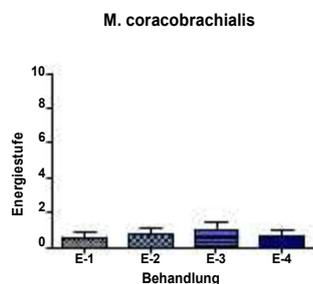


Abb. 4.42 Energiestufen (E1-E4) – M. coracobrachialis (bei n=5)

Bei dem M. coracobrachialis besteht eine tendenzielle Zunahme der Energiestufe bis E-3, wobei ein Abfall der Energie bei E-4 zu beobachten ist.

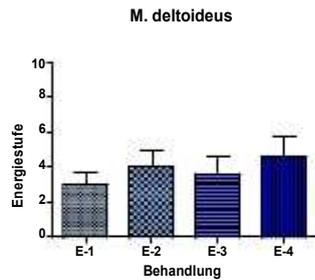


Abb. 4.43 Energiestufen (E1-E4) –  
M. deltoideus (bei n=17)

Die Zunahme der Energiestufe bei dem M. deltoideus läuft nicht kontinuierlich ab, sondern bei E-3 ist ein Einbruch der Energie ersichtlich.

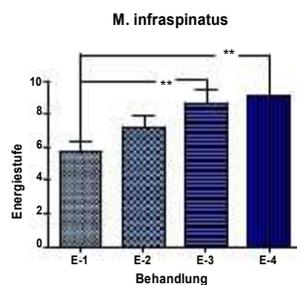


Abb. 4.44 Energiestufen (E1-E4) –  
M. infraspinatus (bei n=29)

Die progressive Entwicklung der Behandlung zeigt für die Therapie des M. infraspinatus in der dritten und vierten Behandlungseinheit ein hochsignifikantes (E-3:  $p = 0,003$ ; E-4:  $p = 0,004$ ) Ergebnis. In die Auswertung wurden  $n=29$  Probanden der BG einbezogen.

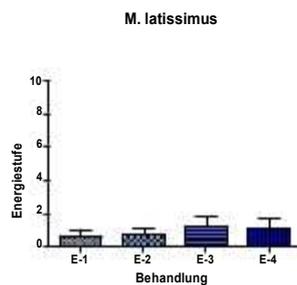


Abb. 4.45 Energiestufen (E1-E4) –  
M. latissimus (bei n=4)

Die Messwerte beim M. latissimus weisen auf, dass die Ergebnisse von E-1 zu E-2 konstant sind und zu E-3 ansteigen. Ein leichter Abfall der Energiestufe ist bei E-4 zu verzeichnen.

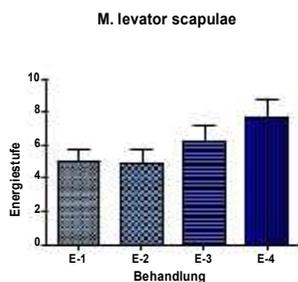


Abb. 4.46 Energiestufen (E1-E4) – M. levator scapulae (bei n=24)

Bei M.levator scapulae steigt die Progression ab der Energiestufen E-2 an. Es liegt keine Signifikanz vor.

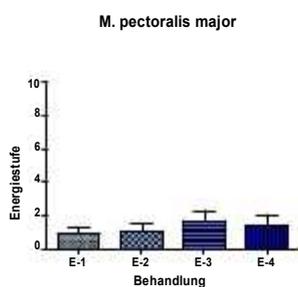


Abb. 4.47 Energiestufen (E1-E4) – M. pectoralis major (bei n=7)

Die Ergebnisse beim M.pectoralis major weisen auf, dass die Ergebnisse von E-1 zu E-3 tendenziell ansteigen und ein leichter Abfall der Energiestufe bei E-4 zu verzeichnen ist

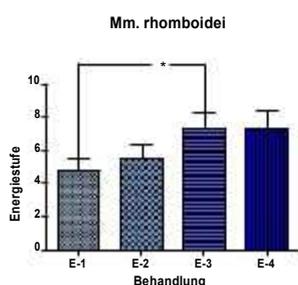


Abb. 4.48 Energiestufen (E1-E4) – Mm. rhomboidei (bei n=24)

In die Auswertung wurden 24 Probanden der BG einbezogen. Die Ergebnisse zeigen für die Therapie der Mm. rhomboidei eine Steigerung der Energiestufen. Bei E-3 liegt ein signifikantes ( $p = 0,027$ ) Ergebnis vor.

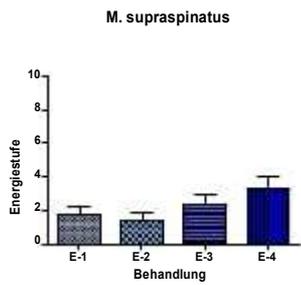


Abb. 4.49 Energiestufen (E1-E4) – M. supraspinatus (bei n=13)

Die Energiestufen beim M.supraspinatus verlaufen parabelförmig, wobei der tiefste Punkt bei der Energiestufe E-2 liegt.

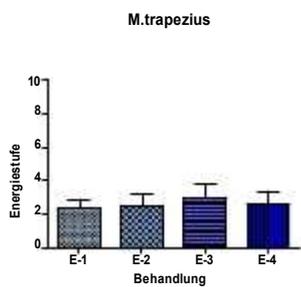


Abb. 4.50 Energiestufen (E1-E4) – M. trapezius (bei n=14)

Beim M.trapezius weisen die Ergebnisse von E-1 zu E-3 einen tendenziellen Anstieg und einen leichten Abfall der Energiestufe zu E-4 auf.

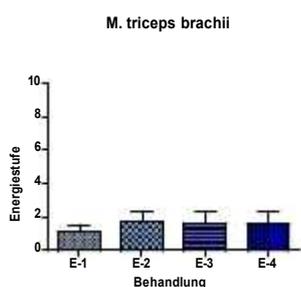


Abb. 4.51 Energiestufen (E1-E4) – M. triceps brachii (bei n=7)

Die Messwerte des M. triceps brachii zeigen einen progressiven Anstieg der Energiestufen von E-1 zu E-2 und einen leichter Abfall von E-2 zu E-4.

## 4.7 Winkelreproduktionstest (WRT)

### 4.7.1 Mittelwertvergleich der absoluten Fehler

#### Gesamtvergleich

Zum Gesamtvergleich der absoluten Fehler wurden die Ergebnisse innerhalb der beiden Gruppen entsprechend der Testphasen zusammengefasst und gemittelt. Eine Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Winkelvorgaben entfällt.

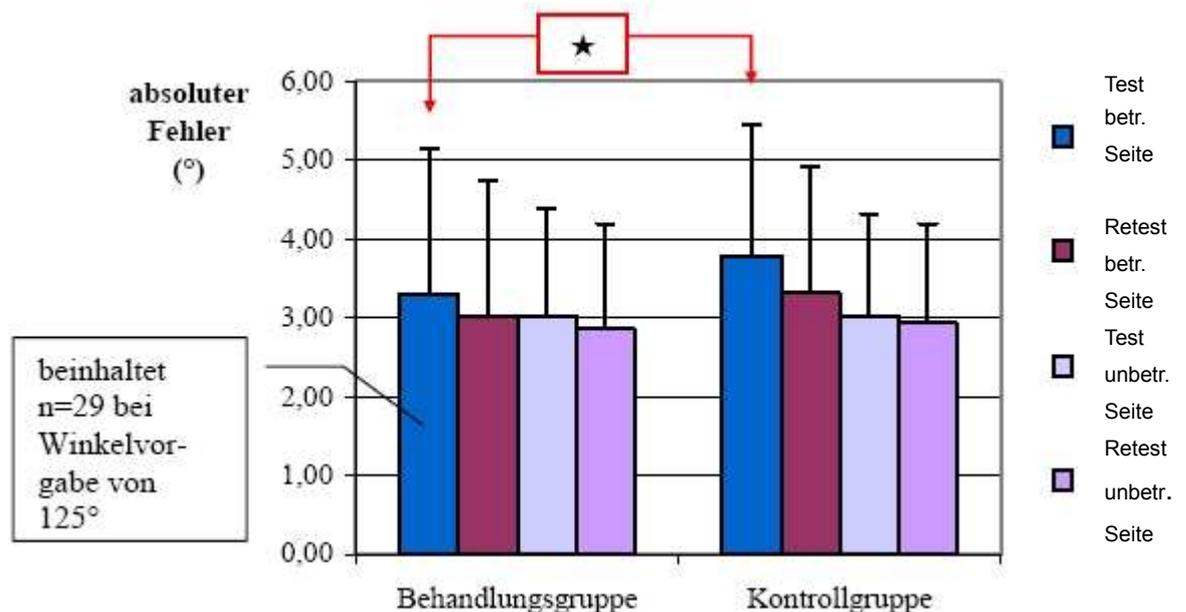


Abb.4.52 Diagramm – Absolute Fehler im Gesamtvergleich (bei n=30/Gruppe) (MW  $\pm$ STABW)

Allgemein erscheinen die absoluten Fehler der Probanden und Probandinnen beider Gruppen bei einer mittleren Streuung der Ergebnisse auf einem ähnlich geringen Niveau. Der gemittelte Fehler erscheint in beiden Gruppen auf der betroffenen Seite höher als auf der unbetroffenen Seite. Während sich das Niveau der Fehler in der Behandlungsgruppe für die betroffene Schulterseite vom Test zum Retest tendenziell um 8,5% verbessert, lässt sich für die betroffene Seite der Kontrollgruppe nach

höherem Ausgangsniveau im Test eine tendenziell höhere Verbesserung (12,4%) der Ergebnisse im Retest herausstellen. Auf der unbetroffenen Seite zeigen sich in beiden Gruppen bei dem geringeren Ausgangsniveau der Fehler lediglich unwesentliche Verbesserungen der gemessenen Werte vom Test zum Retest.

Bei den in Abb.4.50 dargestellten Veränderungen lässt sich ausschließlich für die Ergebnisse der betroffenen Seite im Test ein signifikanter ( $p=0,047$ ) Unterschied zwischen Behandlungs- und Kontrollgruppe nachweisen.

## 4.7.2 Vergleich pro Winkelvorgabe

Im Rahmen der folgenden Darstellungen werden die Ergebnisse entsprechend der einzelnen Winkelvorgaben betrachtet.

### Testabschnitt 1, Winkelvorgabe 90°

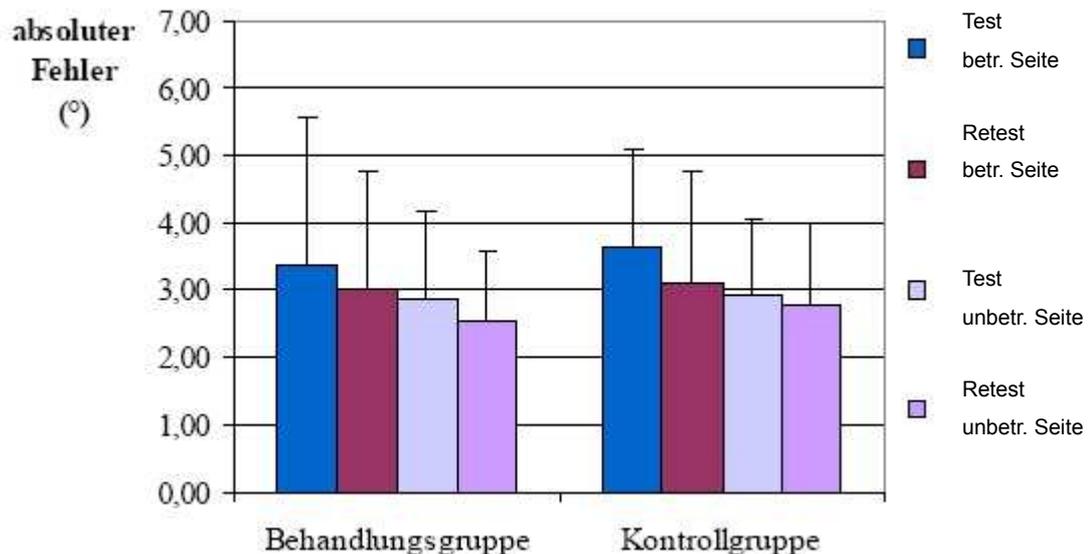


Abb.4.53 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 1, Winkelvorgabe 90°(bei n=30/Gruppe)  
(MW ± STABW)

Bei einer Winkelvorgabe von 90°Anteversion lassen sich zwischen den beiden Gruppen lediglich unwesentliche Differenzen hinsichtlich der Ergebnisse feststellen. Das Ausgangsniveau erscheint bei den mittleren Standardabweichungen auf der betroffenen Seite in den beiden Gruppen höher als auf der unbetroffenen Seite. Beim ähnlichen Ausgangsniveau erscheinen die Ergebnisse der Kontrollgruppe (15,4%) auf der betroffenen Seite im stärkeren Maße verbessert als in der Behandlungsgruppe (10,4%). In den beiden Gruppen zeichnen sich auf der unbetroffenen Schulterseite tendenzielle Verbesserungen vom Test zum Retest ab.

## Testabschnitt 2, Winkelvorgabe 75°

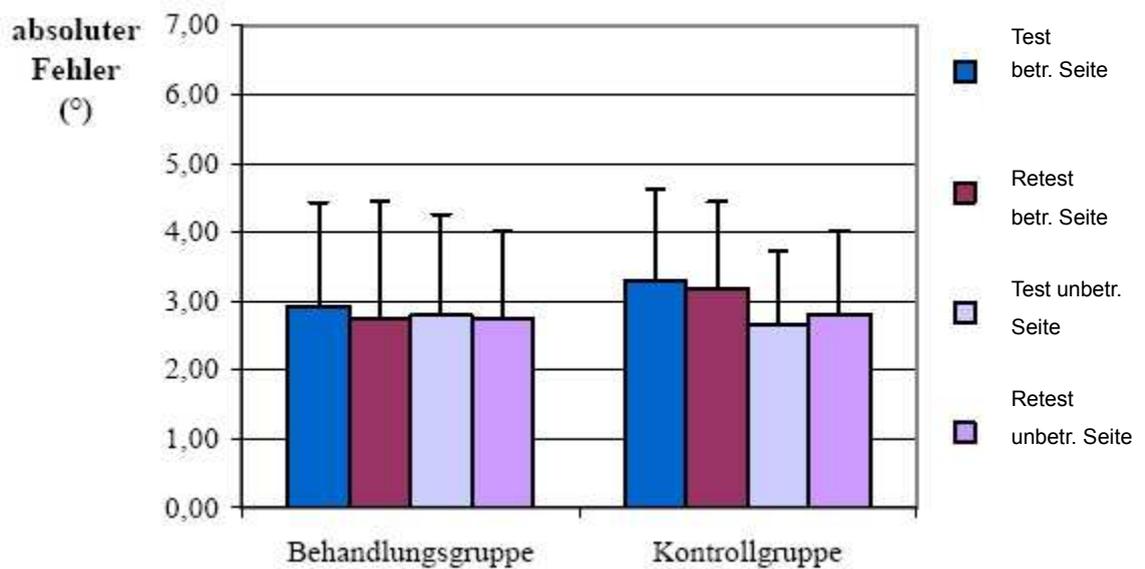


Abb.4.54 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 2, Winkelvorgabe 75°(bei n=30/Gruppe)  
(MW ± STABW)

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen beider Gruppen erzielten auf der betroffenen Seite bei einer Winkelvorgabe von 75° bei einem geringen Ausgangsniveau und den Standardabweichungen eine tendenzielle Verbesserung um 5,8% (Behandlungsgruppe) und 2,75% (Kontrollgruppe) vom Test zum Retest. Während die Ergebnisse der Behandlungsgruppe auf der unbetroffenen Seite ebenfalls tendenziell verbessert erscheinen, lässt sich für die Kontrollgruppe eine tendenzielle Erhöhung des absoluten Fehlers um 6% vom Test zum Retest festhalten.

### Testabschnitt 3, Winkelvorgabe 125°

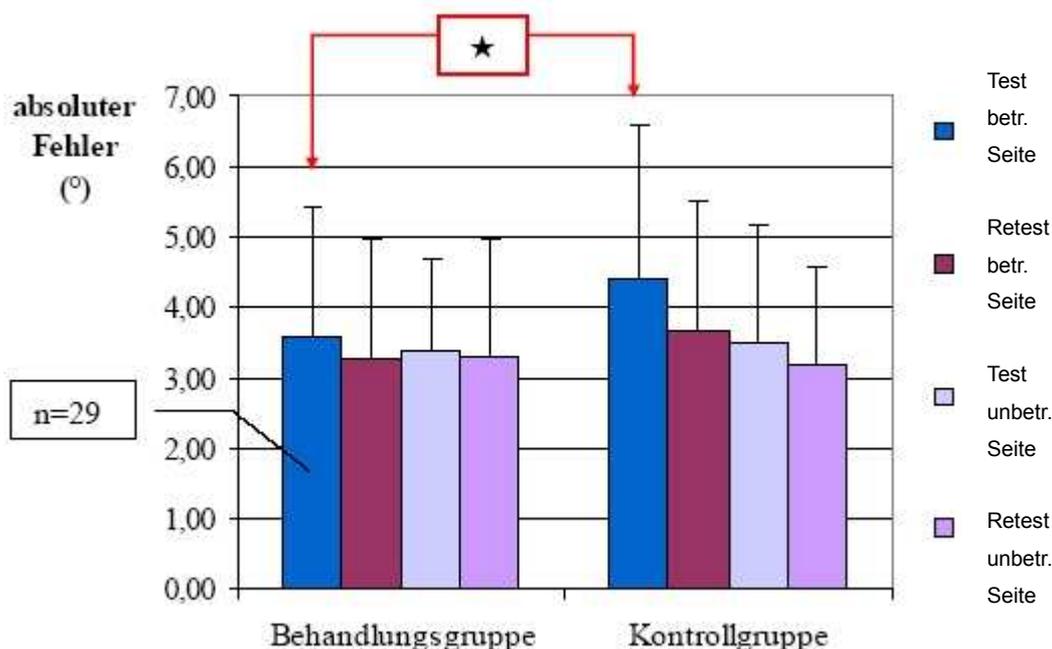


Abb.4.55 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 3, Winkelvorgabe 125°(bei n=30/Gruppe)  
(MW ± STABW)

Die Abb.4.63 zeigt bei einer Winkelvorgabe von 125° auf der betroffenen Schulterseite ein höheres Ausgangsniveau des absoluten Fehlers in der Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse der Kontrollgruppe erscheinen bei allgemein mittleren Standardabweichungen auf der betroffenen Seite im stärkeren Maße verbessert (16,6%) als in der Behandlungsgruppe (9,2%). Die Ergebnisse der BG liegen hier bei n=29, da eine Probandin den Winkel von 125°Anteversion im Test aufgrund der Schmerzen nicht einnehmen konnte. Im Retest konnte das gesamte Kollektiv in die Auswertung einbezogen werden. In den beiden Gruppen lassen sich auf der unbetroffenen Schulterseite tendenzielle Verbesserungen vom Test zum Retest feststellen. Diese Veränderungen lassen sich statistisch nicht belegen.

Im direkten Vergleich der Ergebnisse der Behandlungs- und Kontrollgruppe lässt sich für die Messwerte der betroffenen Schulterseite im Test bei einer Winkelvorgabe von 125°ein signifikanter ( $p=0,038$ ) Unterschied feststellen.

## 4.8 Kraftdiagnostik

Die Ergebnisse der Kraftdiagnostik sind Mittelwerte mit den Standardabweichungen der BG und KG, die mathematisch abgerundet sind. Der absolute Wert wurde auf das Körpergewicht des Probanden normiert.

Die Werte zeigen keine Abweichung von der Normalverteilung. Alle Daten, die den statistischen Auswerten zugrunde liegen, sind dem Anhang zu entnehmen.

### 4.8.1 Relatives Drehmomentmaximum (DMM) (isometrisch)

Ein Mittelwert aus drei besten Durchgängen wurde für das isometrische Drehmomentmaximum errechnet.

#### Abduktion (ABD)

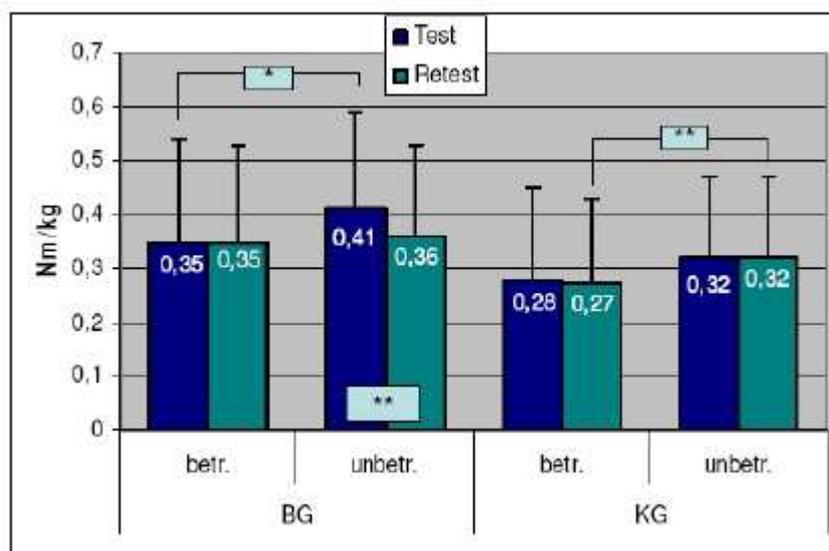


Abb. 4.56 Relatives DMM (isometrisch) der ABD für die BG und KG (n = 30)

## Adduktion (ADD)

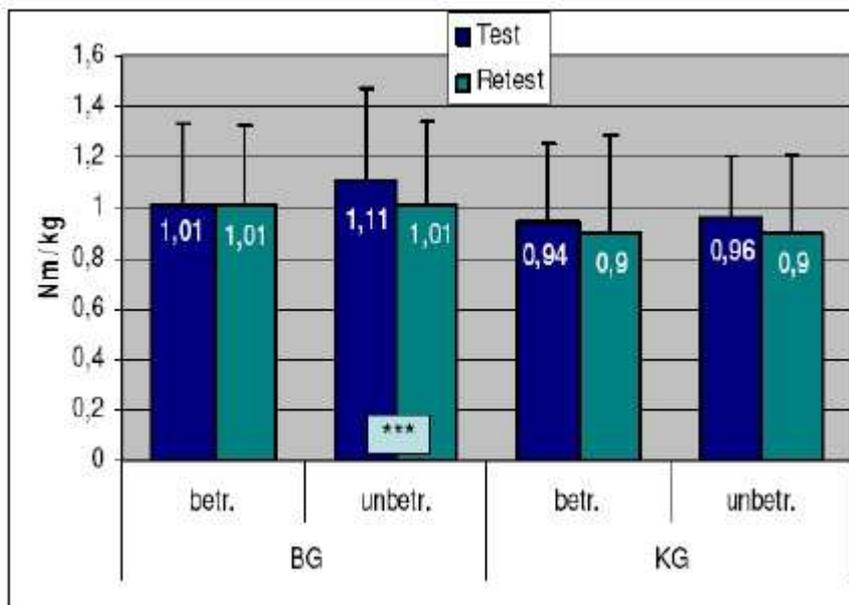


Abb. 4.57 Relatives DMM (isometrisch) der ADD für die BG und KG (n = 30)

In den beiden Probandengruppen gibt es keine Verbesserungen vom Test zum Retest bei der isometrischen DMM für die ABD außer bei der unbetroffenen Seite der BG, die eine hochsignifikante Verschlechterung ( $p = 0,002$ ) erzielt.

Bei dem Seitenvergleich zwischen der betroffenen und unbetroffenen Seite zeigt sich im Test zum Retest für die unbetroffene Seite der BG ein signifikantes ( $p = 0,015$ ) und ein hochsignifikantes ( $p = 0,001$ ) Ergebnis für die KG.

Bei der DMM der ADD ergibt sich bei der betroffenen Seite der BG keine Veränderung des Ergebnisses. Bei der unbetroffenen Seite liegt eine hochsignifikante ( $p = 0,000$ ) Verschlechterung vor.

In der KG bei der betroffenen und unbetroffenen Seite liegt eine Verschlechterung vor, die jedoch keine Signifikanz erweist.

Der Seitenvergleich zeigt tendenziell höhere Werte der unbetroffenen Seiten, die jedoch nicht signifikant sind.

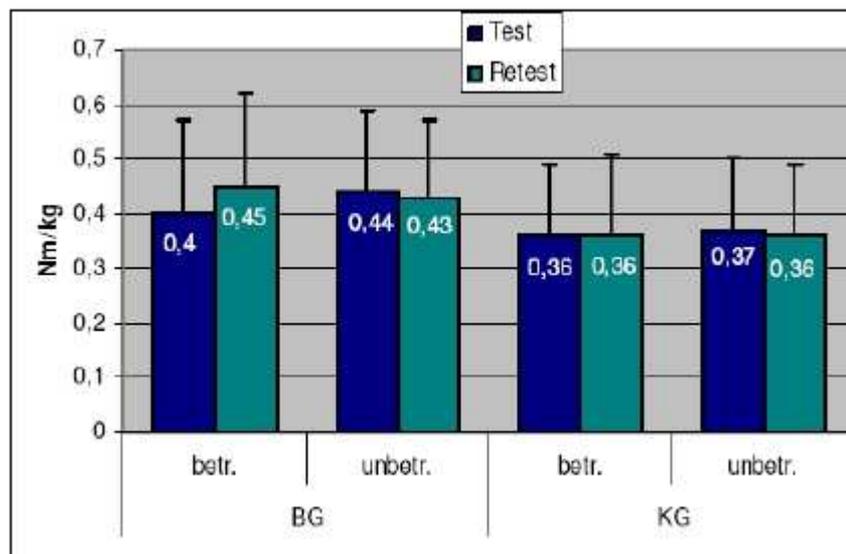
**Innenrotation (IRO)**

Abb. 4.58 Relatives DMM (isometrisch) der IRO für die BG und KG (n = 30)

Die Ergebnisse des isometrischen DMM der IRO zeigen keine signifikanten Unterschiede vom Test zum Retest. Die Werte der betroffenen Seite der BG steigen tendenziell, die anderen Werte stagnieren oder sinken. Die Signifikanz der Ergebnisse liegt nicht vor.

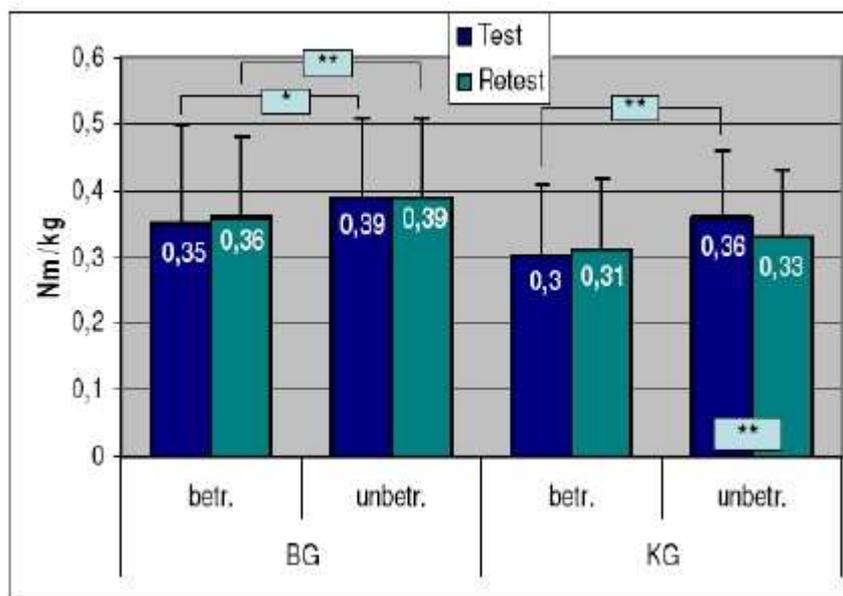
**Außenrotation (ARO)**

Abb. 4.59 Relatives DMM (isometrisch) der ARO für die BG und KG (n = 29)

Schmerzbedingt konnten jeweils ein Proband der BG am Test und ein Proband der KG am Retest nicht teilnehmen.

Während vom Test zum Retest bei der BG betroffenen Seite sich eine tendenzielle Verbesserung abzeichnet, bleibt das Ergebnis der unbetroffenen Seite gleich.

In der KG der betroffenen Seite zeigt sich eine Verbesserung und bei der unbetroffenen Seite eine hochsignifikante ( $p = 0,006$ ) Verschlechterung.

Bei einem Vergleich zwischen betroffenen und unbetroffenen Seite der BG liegt im Test ein signifikantes ( $p = 0,01$ ) Ergebnis und im Retest ein hochsignifikantes ( $p = 0,002$ ) Ergebnis vor. Bei der Gegenüberstellung der betroffenen und unbetroffenen Seite der KG im Test liegt ein hochsignifikantes ( $p = 0,001$ ) Ergebnis vor.

## 4.8.2 Relatives Drehmomentmaximum (isokinetisch)

### Abduktion

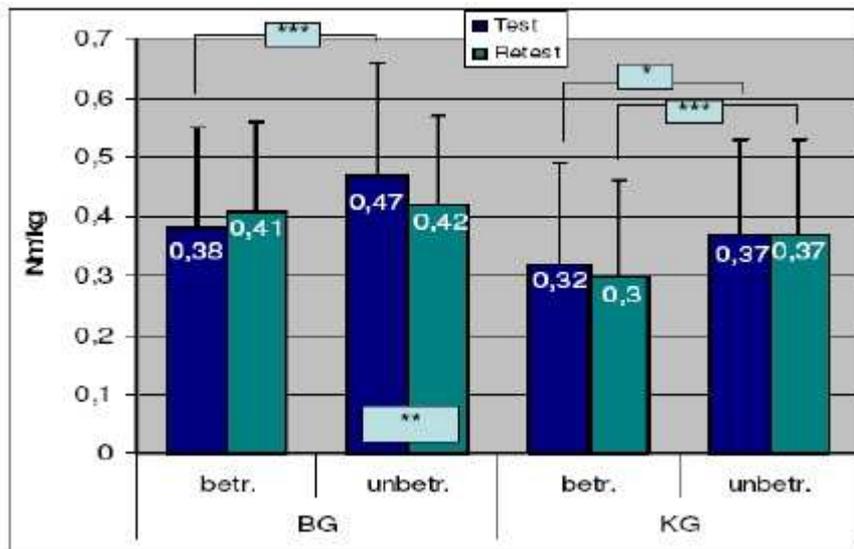


Abb. 4.60 Relatives DMM (isokinetisch) der ABD für die BG und KG (n = 30)

Während die BG eine tendenzielle Erhöhung der Maximalkraft der betroffenen Seite vom Test zum Retest aufweist, ergibt sich bei der unbetroffenen Seite der BG eine hochsignifikante ( $p = 0,004$ ) Verschlechterung.

Die Werte der betroffenen Seite der KG sinken tendenziell und bei der unbetroffenen Seite stagnieren die Werte.

Bei dem Seitenvergleich im Test in der BG ergibt sich eine höchstsignifikante ( $p = 0,000$ ) Maximalkraft der unbetroffenen Seite wobei die betroffene Seite keine Signifikanz aufweist.

Im Retest sind die Unterschiede nicht mehr signifikant. In der KG zeigt die betroffene Seite im Test signifikant ( $p = 0,012$ ) schlechtere Ergebnisse als die unbetroffene Seite. Diese Ergebnisse sind im Retest höchstsignifikant ( $p = 0,000$ ).

## Adduktion

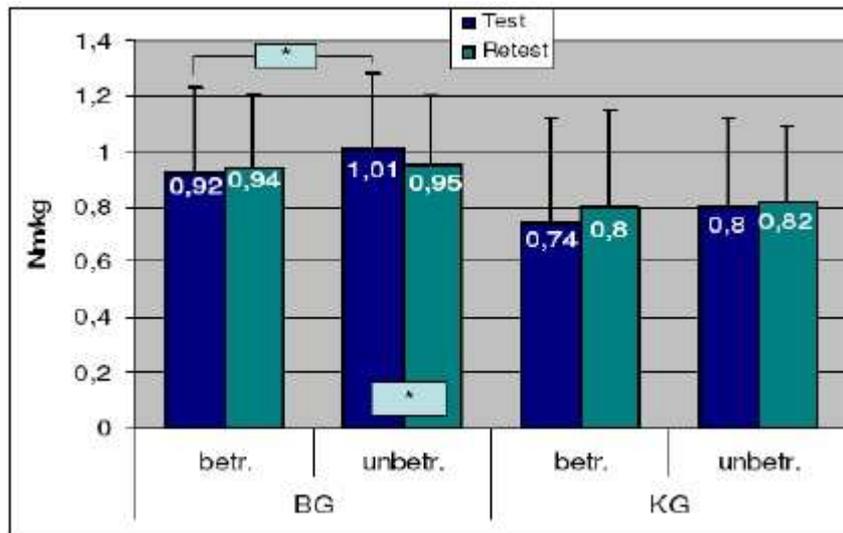


Abb. 4.61 Relatives DMM (isokinetic) der ADD für die BG und KG (n = 30)

Die Ergebnisse der BG und KG weisen eine tendenzielle Verbesserung sowohl bei der betroffenen als auch bei der unbetroffenen Seite auf, obwohl sich bei der unbetroffenen Seite der BG eine signifikante ( $p = 0,005$ ) Verschlechterung zeigt.

Der Seitenvergleich präsentiert in der BG im Test einen signifikant ( $p = 0,044$ ) höheren Wert der unbetroffenen Seite.

## Innenrotation

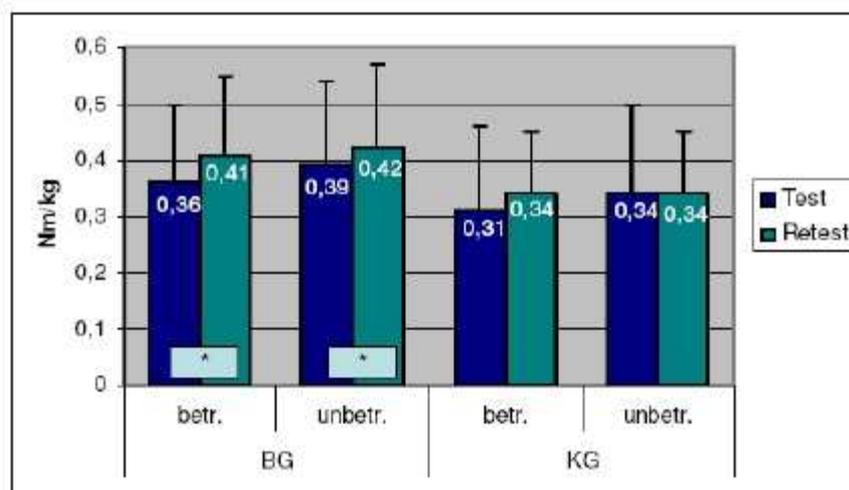


Abb. 4.62 Relatives DMM (isokinetic) der IRO für die BG und KG (n = 30)

Es zeichnet sich sowohl bei der betroffenen als auch bei der unbetroffenen Seite der BG eine signifikante ( $p = 0,022$ ;  $p = 0,043$ ) Verbesserung ab. Die KG und der Seitenvergleich zeige keine Signifikanzen.

## Außenrotation

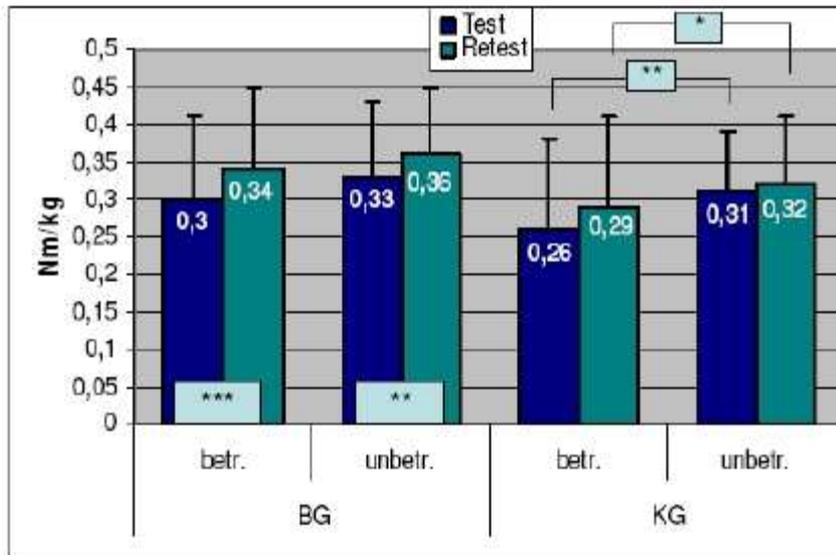


Abb. 4.63 Relatives DMM (isokinetisch) der ARO für die BG und KG (n = 30)

Das isokinetische DMM in der ARO zeigt eine Verbesserung der Maximalkraft für alle Messungen.

Obwohl die Ergebnisse der KG keine Signifikanzen aufweisen, sind die Verbesserungen in der BG der betroffenen Seite höchstsignifikant ( $p = 0,000$ ) und bei der unbetroffenen Seite hochsignifikant ( $p = 0,001$ ).

In der BG und in der KG erzielen die unbetroffenen Seiten höhere Maximalkraftwerte. In der KG sind diese im Test hochsignifikant ( $p = 0,006$ ) und im Retest signifikant ( $p = 0,017$ ).

### 4.8.3 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung

#### Abduktion / Adduktion

		BG			KG		
		Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau	Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau
Abduktion	Test	0,40 ± 0,29	0,57 ± 0,36	*** (0,000)	0,33 ± 0,25	0,43 ± 0,25	** (0,008)
	Retest	0,46 ± 0,28	0,51 ± 0,27	* (0,040)	0,33 ± 0,24	0,44 ± 0,25	** (0,001)
	Signifikanzniveau	* (0,025)	n.s.		n.s.	n.s.	
Adduktion	Test	1,22 ± 0,59	1,47 ± 0,52	** (0,006)	1,04 ± 0,65	1,21 ± 0,53	* (0,022)
	Retest	1,40 ± 0,49	1,42 ± 0,47	n.s.	1,15 ± 0,63	1,25 ± 0,50	n.s.
	Signifikanzniveau	* (0,016)	n.s.		n.s.	n.s.	

Tabelle 4.1 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung der ABD und ADD der BG und KG (n = 30)

Für die Berechnung der durchschnittlichen Wiederholung wird der Gesamtarbeitswert eines Satzes durch fünf Wiederholungen geteilt.

Bei der ABD weist die betroffene Seite der BG eine signifikante ( $p = 0,025$ ) Verbesserung vom Test zum Retest auf. Die unbetroffene Schulter zeigt eine tendenzielle Verschlechterung und die betroffene und unbetroffene Schulter der KG eine tendenzielle Verbesserung auf, die jedoch nicht signifikant belegt werden kann. Der Seitenvergleich der BG deutet auf eine höchstsignifikante ( $p = 0,000$ ) Veränderung in der betroffenen Schulter und ein signifikantes ( $p = 0,040$ ) Ergebnis zugunsten der unbetroffenen Seite an. In der KG liegen bei der betroffenen und unbetroffenen Schulter hochsignifikante ( $p = 0,008$ ;  $p = 0,001$ ) Unterschiede vor, die natürlich auch zugunsten der unbetroffenen Seite tendieren.

Bezüglich der ADD weist die betroffene Seite der BG eine signifikante ( $p = 0,016$ ) Verbesserung der Arbeitswerte im Retest auf.

Im Seitenvergleich liegt ein hochsignifikantes ( $p = 0,006$ ) Ergebnis der unbetroffenen Schulter der BG und ein signifikantes ( $p = 0,022$ ) Ergebnis der KG im Test zugunsten der unbetroffenen Schulter vor.

## Innenrotation / Außenrotation

		BG			KG		
		Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau	Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau
Innenrotation	Test	0,49 ± 0,23	0,60 ± 0,35	n.s.	0,43 ± 0,24	0,47 ± 0,19	n.s.
	Retest	0,58 ± 0,25	0,58 ± 0,23	n.s.	0,45 ± 0,25	0,48 ± 0,19	n.s.
	Signifikanzniveau	** (0,005)	n.s.		n.s.	n.s.	
Außenrotation	Test	0,39 ± 0,18	0,47 ± 0,18	** (0,002)	0,35 ± 0,19	0,43 ± 0,14	** (0,003)
	Retest	0,49 ± 0,19	0,52 ± 0,15	n.s.	0,37 ± 0,20	0,44 ± 0,15	** (0,006)
	Signifikanzniveau	*** (0,000)	** (0,002)		n.s.	n.s.	

Tabelle 4.2 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung der IRO und ARO der BG und KG (n = 30)

In Bezug auf die Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung bei der IRO weisen alle Ergebnisse eine tendenzielle Verbesserung vom Test zum Retest auf. Die Messungen der betroffenen Schulter der BG sind hochsignifikant ( $p = 0,005$ ).

Bei dem Seitenvergleich liegen höhere Arbeitswerte für die unbetroffene Seite, die aber keine Signifikanzen belegen.

Für die betroffene Seite der BG bei der ARO liegt ein höchstsignifikanter ( $p = 0,000$ ) Messwert und für die unbetroffene Schulter hochsignifikantes ( $p = 0,002$ ) Ergebnis vom Test zum Retest vor.

Bei der KG vom Test zum Retest liegen keine signifikanten Ergebnisse vor.

Ebenfalls sind bei allen Messungen bessere Werte der unbetroffenen Seite im Vergleich

zur betroffenen Seite zu erkennen. Hochsignifikant bessere Werte zeigen die unbetroffenen Schultern der BG ( $p=0,002$ ) sowie der KG ( $p=0,003$ ) im Test. Im Retest ist dieser hochsignifikante Unterschied nur noch bei der KG ( $p=0,006$ ) vorhanden.

### 4.8.4 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit

#### Abduktion

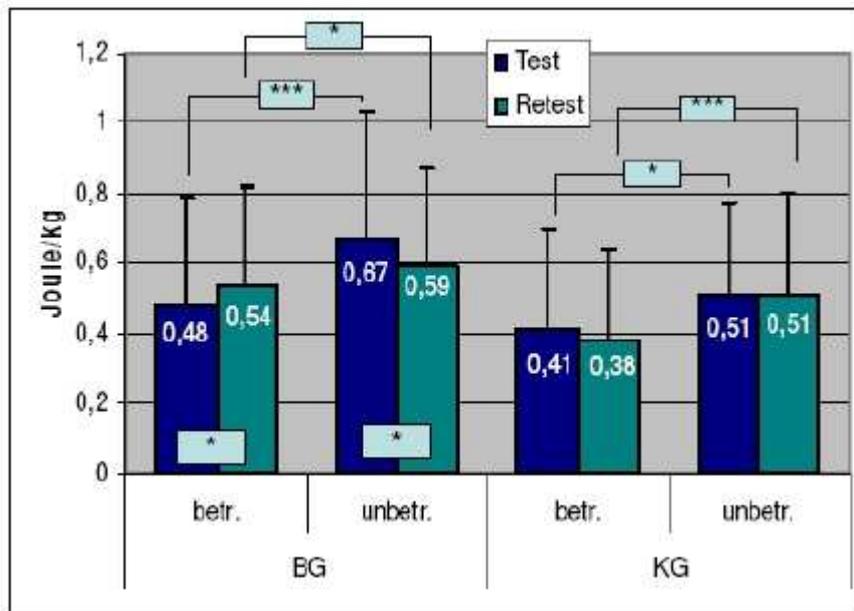


Abb. 4.64 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ABD für die BG und KG (n = 30)

#### Adduktion

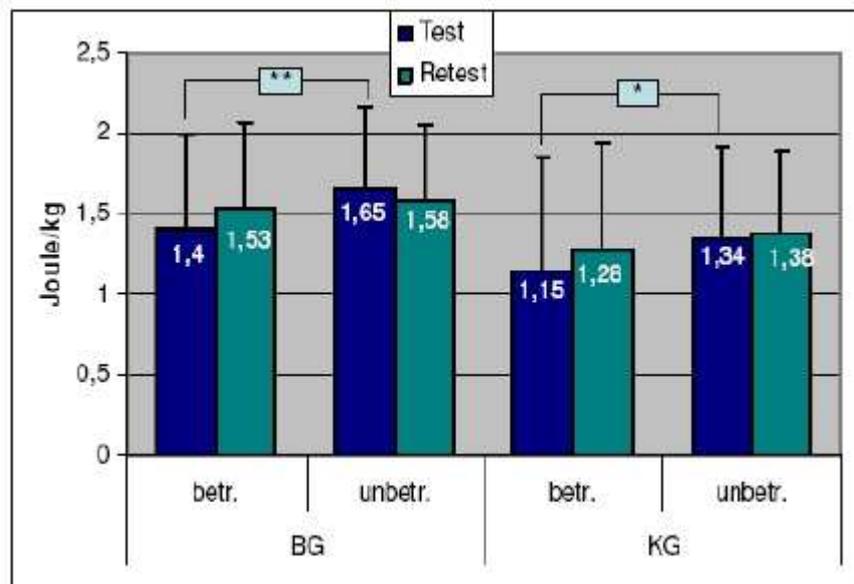


Abb. 4.65 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ADD für die BG und KG (n = 30)

Während die betroffene Schulter der BG bei der Abduktion vom Test zum Retest eine signifikante ( $p = 0,023$ ) Verbesserung aufweist, zeigt die unbetroffene Schulter der BG eine signifikante ( $p = 0,012$ ) Verschlechterung.

In der KG vom Test zum Retest weist die betroffene Seite eine tendenzielle Verschlechterung auf und die Ergebnisse der unbetroffenen Seite stagnieren.

Bei dem Seitenvergleich der betroffenen zur unbetroffenen Seite im Test der BG liegt ein höchstsignifikantes ( $p = 0,000$ ) Ergebnis und bei der KG ein signifikantes ( $p = 0,011$ ) Ergebnis der unbetroffenen Seite vor.

Im Retest sind die Unterschiede bei der BG signifikant ( $p = 0,014$ ) und bei der KG höchstsignifikant ( $p = 0,000$ ).

Alle Parameter der Adduktion weisen eine tendenzielle Verbesserung auf. Die Ausnahme ist die unbetroffene Seite der BG.

Der Seitenvergleich zeigt im Test hochsignifikant ( $p = 0,007$ ) bessere Werte der unbetroffenen Seite der BG und signifikant ( $p = 0,016$ ) bessere Werte der KG. Im Retest zeigen sich keine Signifikanzen.

## Innenrotation

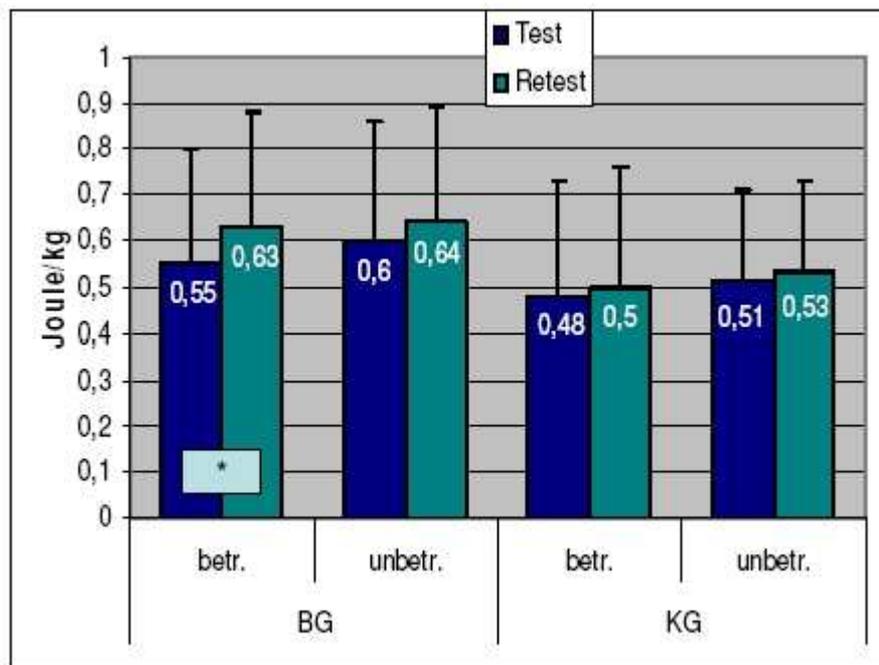


Abb. 4.66 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der IRO für die BG und KG (n = 30)

Die Messungen zeigen Verbesserungen in allen Bereichen vom Test zum Retest an. Ein signifikantes ( $p = 0,025$ ) Ergebnis zeichnet sich bei der betroffenen Schulter der BG ab.

Der Seitenvergleich zeigt tendenziell bessere Werte der unbetroffenen Seiten im Test und Retest.

## Außenrotation

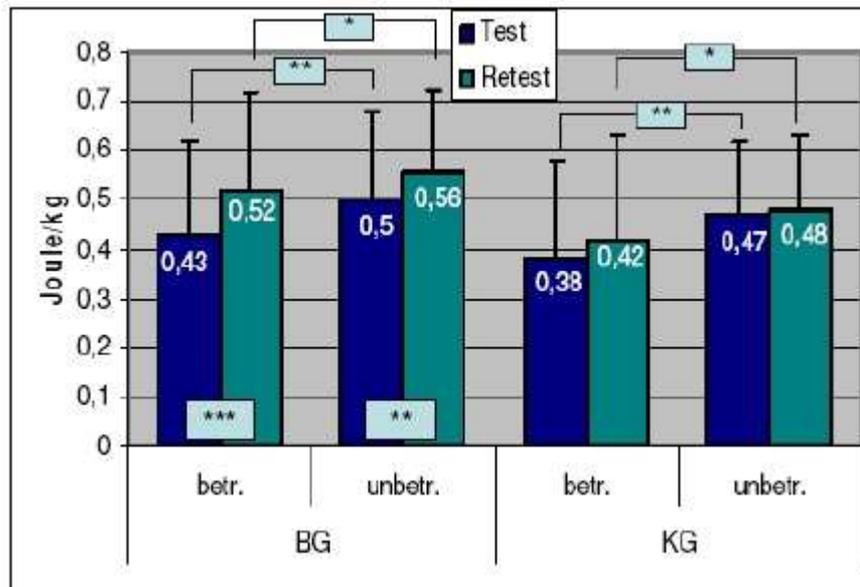


Abb. 4.67 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ARO für die BG und KG (n = 30)

Eine höchstsignifikante ( $p = 0,000$ ) Steigerung der Maximalkraftwerte vom Test zum Retest liegt bei der betroffenen Schulter der BG und eine hochsignifikante ( $p = 0,001$ ) Verbesserung bei der unbetroffenen Schulter vor.

Im Seitenvergleich weist die unbetroffene Seite der KG und BG im Vergleich zur betroffenen Seite im Test ein höchstsignifikantes (KG  $p = 0,003$ ; BG  $p = 0,004$ ) Ergebnis und im Retest ein signifikantes (KG  $p = 0,018$ ; BG  $p = 0,039$ ) Ergebnis auf.

### 4.8.5 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes

#### Abduktion

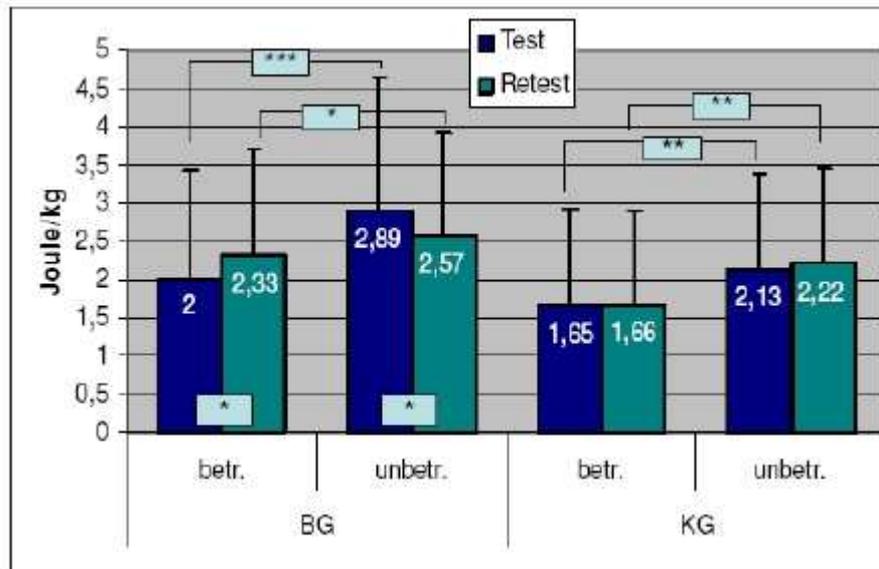


Abb. 4.68 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ABD für die BG und KG (n = 30)

#### Adduktion

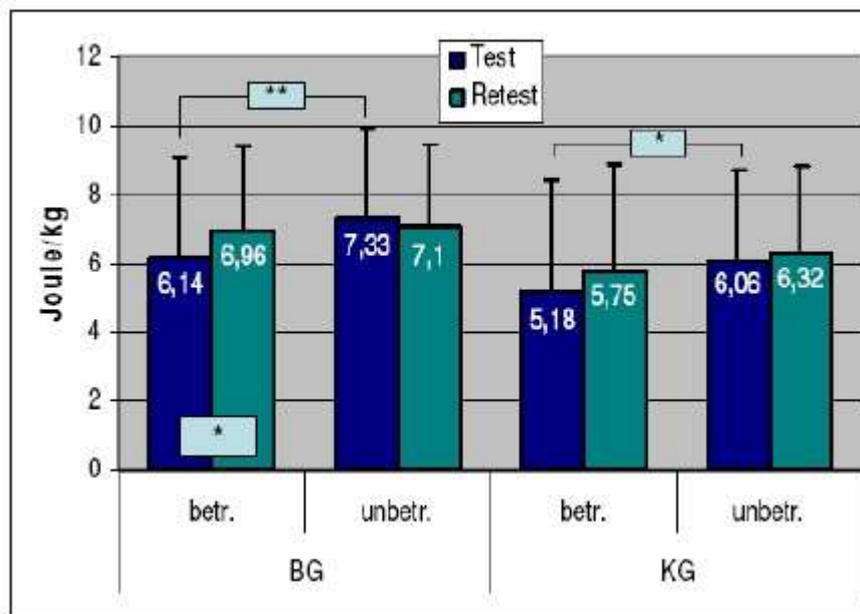


Abb. 4.69 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ADD für die BG und KG (n = 30)

Der relative Gesamtarbeitswert eines Satzes, der aus 5 Wiederholungen besteht, ergibt für die ABD eine signifikante ( $p=0,019$ ) Steigerung der betroffenen Seite der BG vom Test zum Retest. Die unbetroffene Seite der BG weist eine signifikante Verschlechterung ( $p=0,031$ ) auf.

Der Seitenvergleich zeigt für alle Messungen bessere Werte für die unbetroffene Seite. Im Test sind diese bei der betroffenen Seite der BG höchstsignifikant ( $p=0,000$ ), im Retest signifikant ( $p=0,045$ ). Die KG weist sowohl hochsignifikante Unterschiede im Test ( $p=0,001$ ) als auch hochsignifikante Unterschiede im Retest ( $p=0,008$ ) zugunsten der unbetroffenen Seite auf.

Die Ergebnisse der Adduktion weisen bei allen Messungen (außer bei der unbetroffenen Seite der BG) vom Test zum Retest eine tendenzielle Steigerung auf. Bei der betroffenen Seite der BG ist diese sogar signifikant ( $p = 0,17$ ). Der Seitenvergleich zeigt höhere Werte der unbetroffenen Seiten. Bei der BG sind diese hochsignifikant ( $p = 0,006$ ) und bei der KG signifikant ( $p = 0,021$ ). Im Retest liegen keine Signifikanzen vor.

## Innenrotation

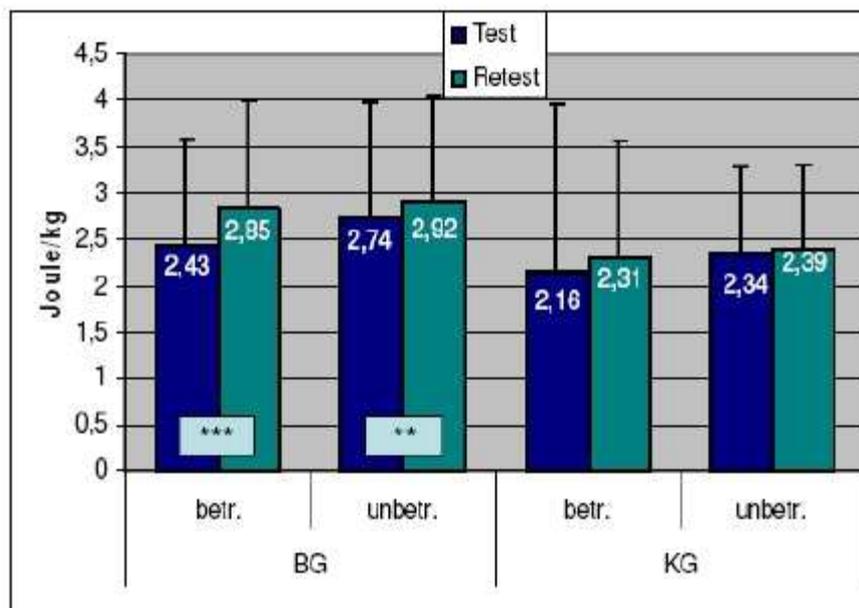


Abb. 4.70 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der IRO für die BG und KG (n = 30)

Alle Messungen steigen vom Test zum Retest an. Bei der betroffenen Seite der BG ist dies höchstsignifikant ( $p = 0,000$ ) und bei der unbetroffenen Seite der BG hochsignifikant ( $p = 0,003$ ).

Die Ergebnisse der KG weisen jedoch keine Signifikanzen auf.

Der Seitenvergleich zeigt bessere Gesamtarbeitswerte für die unbetroffenen Seiten.

## Außenrotation

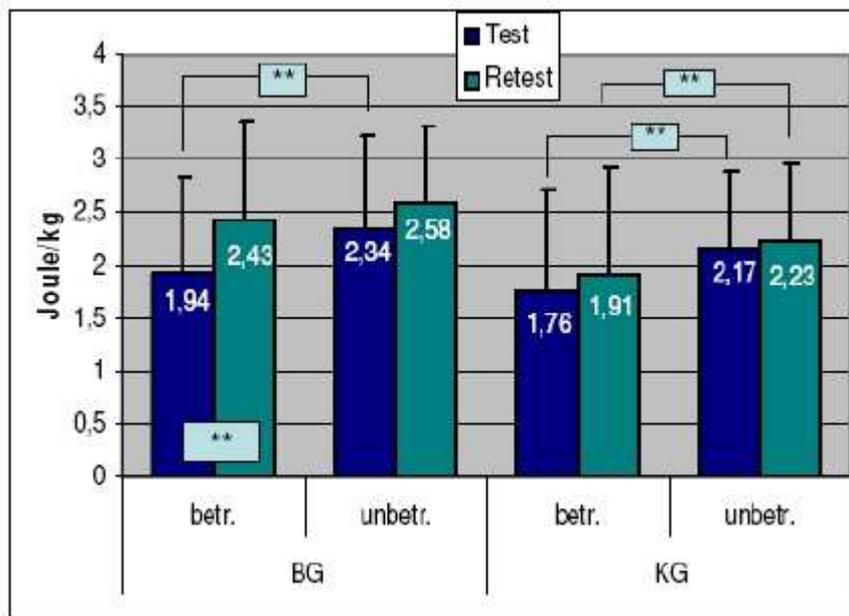


Abb. 4.71 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ARO für die BG und KG (n = 30)

Bei der ARO sind die relativen Gesamtarbeitswerte der betroffenen Seite der BG hochsignifikant ( $p=0,008$ ). Sie sind vom Test zum Retest gestiegen. Alle anderen Messungen zeigen ebenfalls tendenzielle Verbesserungen vom Test zum Retest. Der Seitenvergleich ergibt bessere Gesamtarbeitswerte für die unbetroffenen Seiten. Bei der BG sind die Unterschiede im Test hochsignifikant ( $p=0,002$ ). Bei der KG bestehen im Test sowie im Retest hochsignifikante Unterschiede (BG:  $p=0,003$  und KG:  $p=0,009$ ) zugunsten der unbetroffenen Seite.

## 4.8.6 Winkel beim Erreichen des Drehmomentmaximums

### Abduktion / Adduktion

		BG			KG		
		Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau	Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau
Abduktion	Test	41,53 ± 19,01	41 ± 12,53	n.s.	37,9 ± 10,79	42,9 ± 20,92	n.s.
	Retest	44,9 ± 24,47	46,33 ± 26,05	n.s.	40,43 ± 16,73	45,77 ± 23,21	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
Adduktion	Test	90,6 ± 17,44	97,37 ± 14,04	n.s.	93,07 ± 18,54	93,93 ± 14,57	n.s.
	Retest	93,3 ± 17,01	96,1 ± 16,76	n.s.	88,47 ± 19,97	92 ± 17,23	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	

Tabelle 4.3 Winkel beim Erreichen des DMM für ABD und ADD von BG und KG (n = 30)

Die Testergebnisse der BG und der KG zeigen keine signifikanten Veränderungen der Winkelposition beim Erreichen der DMM für die ABD und ADD.

Es liegt eine tendenzielle Steigerung des Winkels vom Test zum Retest sowohl bei der betroffenen als auch bei der unbetroffenen Seite in der BG und KG an. Die Ausnahme ist die ADD in der KG.

Die unbetroffenen Seiten zeigen im Vergleich zu den betroffenen Seiten tendenziell höhere Werte der Winkelstellung.

## Innenrotation / Außenrotation

		BG			KG		
		Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau	Betr. Seite	N. betr. Seite	Signifikanzniveau
Innenrotation	Test	1,8 ± 22,63	3,7 ± 24,12	n.s.	0,43 ± 21,19	-5,7 ± 23,09	n.s.
	Re-Test	-3,7 ± 28,48	-0,2 ± 25,74	n.s.	-0,1 ± 29,71	-6,5 ± 23,33	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
Außenrotation	Test	14,67 ± 26,27	17,43 ± 12,11	n.s.	21,23 ± 24,71	16,3 ± 21,63	n.s.
	Re-Test	12,5 ± 24,64	15,43 ± 25,40	n.s.	19,57 ± 23,52	21,57 ± 23,58	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	

Tabelle 4.4 Winkel beim Erreichen des DMM für IRO und ARO von BG und KG (n = 30)

Die Winkelstellung und der Seitenvergleich zeigen keine signifikanten Veränderungen.

## 4.8.7 Bewegungsausmaß (BAM)

		BG			KG		
		Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau	Betr. Schulter	Unbetr. Schulter	Signifikanzniveau
ABD/ADD	Test	116,13± 21,23	123,17± 8,78	n.s.	116,44 ± 21,72	121,03± 21,82	n.s.
	Retest	120,76± 16,33	123,59± 8,78	n.s.	117,97 ± 20,34	121,9 ± 21,82	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
IRO/ARO	Test	114,69± 13,91	117,62± 1,5	n.s.	111,93 ± 20,0	117,79 ± 0,94	n.s.
	Re-Test	116± 8,4	117,62± 1,18	n.s.	111,90 ± 16,07	117,24 ± 3,72	n.s.
	Signifikanzniveau	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	

Tabelle 4.5 Bewegungsausmaß der BG und KG (n = 30) für die ABD / ADD und IRO / ARO

Die Messung des Bewegungsausmaßes ergibt eine tendenzielle Vergrößerung (um ca. 4,5°) bei der betroffenen Seite der BG in der ABD/ADD sowie in der IRO/ARO (ca.1,3°). Die anderen Werte bleiben relativ konstant. Es ergeben sich keine Signifikanzen.

## 5. Diskussion

### 5.1 Diskussionen der methodischen Aspekte

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der abgeschlossenen Untersuchungen und dazu gehörenden Auswertungen zusammengefasst und dargestellt. Damit die zukünftigen Studien davon profitieren, werden die eventuelle Fehler oder Mängel der Studie aufgedeckt und hervorgehoben.

#### 5.1.1 Auswahl des Probandenkollektivs

Da die Rekrutierung der Probanden und Probandinnen durch allgemein verfasste Kriterien erfolgte, ist das Probandenkollektiv als sehr heterogen zu betrachten. Sowohl das Alter, das Gewicht und die Sportaktivität, als auch der Schmerz- und Funktionszustand, die klinischen Diagnosen variieren sehr stark. Um eine homogene Gruppe zu gestalten, müssen die Kriterien angepasst werden.

Eine homogene Zusammensetzung des Kollektivs erscheint insbesondere hinsichtlich der durch die Beschwerden beeinflussten, physiologischen Voraussetzungen der Probanden und Probandinnen bedeutend.

Eine derartige Auswahl der Patienten und Patientinnen war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich, da die Sportler und Sportlerinnen mit entsprechenden Voraussetzungen für ein Kollektiv mit einem Mindestumfang von 60 Teilnehmern nicht zur Verfügung standen.

Die Einteilung in Behandlungs- und Kontrollgruppe wurde randomisiert vorgenommen.

Aufgrund der Randomisierung ergab sich eine Differenz im Bezug auf die geschlechtsspezifische Verteilung der Gruppen (BG:20 ♂,10 ♀ KG:15 ♂,15 ♀).

Eine identische Einteilung der Gruppen hinsichtlich geschlechtsabhängiger, physiologischer Voraussetzungen erscheint bei dem im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Tests und Vergleiche von Krafftfähigkeiten jedoch relevant und sinnvoll. Aus diesem Grund wurden die einzelnen erhobenen Werte im Bereich der krafft diagnostischen Parameter auf das Körpergewicht der jeweiligen Probanden umgerechnet und relativiert.

Die Motivation für die Behandlung war bei allen Patienten sehr hoch. Nur eine Patientin brach zeitbedingt die Behandlung vorzeitig ab. Die Motivation für die Tests war im Allgemeinen auch sehr hoch, obwohl es nach den objektiven Beobachtungen des Testleiters interindividuelle Unterschiede gab. Diese waren dann meistens sowohl im Test als auch im Retest gleich.

Um motivationsbedingte Schwankungen gering zu halten, wurden den Probanden keine verbalen Rückmeldungen vom Testleiter gegeben. Nach Kellis/Baltzopoulos (1996) besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der maximalen Kraftentwicklung während der isokinetischen Übungsphasen und der gleichzeitigen visuellen Wahrnehmung der eigenen Leistung mittels der auf dem Bildschirm angegebenen Drehmomentkurven. Diesbezüglich wurde auf die Einhaltung gleicher Testbedingungen geachtet, indem der Bildschirm bei allen Probanden sowohl beim Test als auch beim Retest außer Sichtweite gedreht wurde. Dadurch konnte es nicht kontrolliert werden, inwiefern die Probanden auch wirklich die Trainingspause eingehalten haben. Gerade bei den Probanden der KG ist die völlige Trainingspause fraglich.

### **5.1.2 Untersuchungszeit/-ort**

Die aufwendige Testung des Probandenkollektivs wurde über den Zeitraum von etwa einem Jahr zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten durchgeführt. Die klinische Voruntersuchung war im Hinblick auf Wochentag und Uhrzeit festgelegt und wurde aus organisatorischen Gründen von unterschiedlichen Ärzten durchgeführt. Dies ist als negativ zu beurteilen.

Während eine variable Tages- und Jahreszeit nur einen geringfügigen Einfluß auf die Therapieeinheiten hat, erscheint das im Rahmen der beiden Testphasen aufgenommene propriozeptive Leistungsvermögen sowie die Krafftähigkeit der Patienten und Patientinnen u.U. abhängig von leistungsphysiologischen Parametern, wie etwa chronobiologischen Aspekten in Verbindung mit unterschiedlichen Tageszeiten und/oder thermoregulatorischen Einfüssen (z.B. Wärme) aufgrund variabler klimatischer Verhältnisse (Dickhuth 2000; Hildebrandt et al. 1998; Tomasits/Haber 2005).

Die Durchführung der verschiedenen Testverfahren erfolgte ausschließlich in einem Laborraum des Instituts für Sportmedizin in Münster. Da dieser nicht spezifisch klimatisierbar war, sollen eventuelle, geringe Differenzen aufgrund der leistungsbeeinflussenden Faktoren (Wärmeentwicklung, variable Luftfeuchtigkeit etc.)

nicht ausgeschlossen werden. Nach Hollmann/Hettinger (2000) kann die Schwankungsbreite der maximalen statischen Kraft bei einer und derselben Person tagesbedingt in einer Größenordnung von  $\pm 10\%$  liegen.

Im Allgemeinen konnten die einzelnen Tests unter stabilen, standardisiert objektiven Untersuchungsbedingungen ausgeführt werden. Die Untersuchungen erfolgten in demselben Raum und keine Person außer dem Probanden und dem Testleiter waren anwesend. Jedoch konnte der Testleiter von Test und Retest verschieden sein.

### **5.1.3 Untersuchungsdurchführung und Auswertung**

Die Einstellungen des Schultergelenk- bzw. Ellenbogenwinkels waren bei allen Probanden einheitlich, da die Kraftentfaltung der einzelnen Muskeln maßgeblich von der Winkelstellung der Gelenke abhängig ist, an denen sie funktionell wirken (Felder 1999). Obwohl aus diesem Grund auf die exakte Fixierung und Einhaltung der beschriebenen Ausrichtungspositionen geachtet wurde, konnte es trotzdem zu Messungenauigkeiten durch Ausgleichsbewegungen gekommen sein. Die Messwiederholungen können mit den Trainingseffekten einhergehen. Inwieweit die Ergebnisse im Retest auf einen Trainings- oder Gewöhnungseffekt zurückzuführen, ist es nicht eindeutig zu klären. Nach Mayer et al (1994) gibt es jedoch keinen Trainingseffekt einer einzelnen Messung, wenn zwischen dem Test und Retest eine mindestens zweiwöchige Pause eingehalten worden ist. Dies ist bei allen vorgenommenen Messungen der Fall.

Die Maximalkraft sollte nur dann aufgewendet werden, wenn der Schmerzzustand es zulässt. Es kann interindividuell zu unterschiedlichen Interpretationen gekommen sein, da die Toleranzgrenzen des Schmerzes patientenabhängig ist. Hier kann jedoch darauf verwiesen werden, dass diese Toleranzgrenze im Test und Retest bei den Patienten gleich hoch sein könnte und in der vorliegenden Studie nur die Kraftveränderung zählt. Um die Verfälschungen der Messwerte durch die falschen Ausführungen oder Fehler der Probanden auszuschließen, wurden zwei Sätze der isokinetischen Maximalkraftmessung durchgeführt und der bessere wurde in die Auswertungen Miteinbezogen.

#### 5.1.4 Triggerpunktlokalisierung mittels der Palpation oder der Stoßwellen

Die Ermittlung von den Triggerpunkten ist durch die Stoßwellen punktgenauer und effektiver, als durch die Palpation.

Durch den Einsatz der Stoßwellen können auch die bisher kaum zugänglichen, tief sitzenden TrP einfach und schnell aufgelöst werden.

Der TrP wird durch den kleinen Fokuspunkt angesprochen. Dies ermöglicht für die Patienten eine Feinlokalisierung ohne schmerzhaftes Palpation.

Die Diagnosekriterien „Übertragungsschmerz“ und „Wiedererkennung“ sind wegweisend sowohl für die Einordnung von TrP in ein Schmerzgeschehen als auch für deren exakte Behandlung. Sie charakterisieren die aktiven MTrP. Bei den latenten TrP werden nur die Diagnosekriterien des muskulären Hartspannstranges, der „knötchenartigen Verdickung“ und der lokalen Zuckungsreaktion gefunden (Müller-Ehrenberg 2009).

Neuere klinische Studien haben gezeigt, dass v. a. die Diagnosekriterien „Wiedererkennung“ und „Übertragungsschmerz“ signifikant häufiger mit der f ESWT als mit der herkömmlichen Palpationstechnik diagnostiziert werden (Müller-Ehrenberg et al 2007).

Somit bestätigt die f ESWT ein apparativ reproduzierbares Verfahren für die klinische Untersuchung und erweitert die Diagnostik des myofaszialen Schmerzsyndroms.

Die profunde Palpation ist Voraussetzung für die Behandlung myofaszialer Schmerzsyndrome mittels f ESWT und dient der exakten Tiefenlokalisierung von MTrP. Bei der Durchführung einer direkten TrP mittels f ESWT erscheint der Einsatz eines punktgenauen, relativ kleinen Fokus von Vorteil zu sein, damit keine weiteren unnötigen nozizeptiven Reize an anderen Strukturen ausgelöst werden. Dies würde sowohl die Diagnostik als auch die Therapie negativ beeinträchtigen (Licht / Müller-Ehrenberg 2003; Müller-Ehrenberg et al 2007).

Die Palpation eines druckempfindlichen Knotens im Muskel erlaubt die Lokalisation eines muskulären TrP, ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet und erfordert eine erhebliche Erfahrung. Erschwerend kommt hinzu, dass die Muskeln, in denen sich Triggerpunkte befinden, oft in tiefen Schichten liegen, voluminös sein können und bei zusätzlicher Adipositas für manuelle Techniken nicht zugänglich sind.

In der Praxis kommt man mit der manuellen Druckstimulation der MTrP an die Grenzen, weil die Patienten nur bis zu einem bestimmten Punkt bereit sind, die erforderlichen Schmerzen zu tolerieren.

Da die TrP sich nicht an anatomisch genau definierten Stellen befinden, sondern individuell verteilt in den myofaszialen Strukturen, spielt die Ausbildung und Geschicklichkeit des Untersuchers eine entscheidende Rolle.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass die Ermittlung der TrP mittels ESWT im Vergleich zur Palpation entweder tendenziell oder signifikant, hochsignifikant und höchstsignifikant ist.

### **5.1.5 Energiestufen**

Die Energie der Behandlung orientiert sich an der Lage des Muskels und der Tiefe der TrP.

Bei Betrachtung der Dokumentation der einzelnen Therapieeinheiten zeigt sich eine progressive Erhöhung der zur Behandlung verwendeten und apparativ anhand des Behandlungsgerätes festgehaltenen Energiestufen.

Brunner et al (1999) schließen von einer Erhöhung der Energiestufen auf eine Verbesserung des physiologischen Zustandes der Muskulatur. Die während der Behandlung dokumentierten Daten bestätigen demnach die im Kollektiv der BG Verbesserung der Funktions- und Schmerzsymptomatik.

Die Energie der Stoßwellen wurde vom Arzt bestimmt und die Therapie durchgeführt. Es wurde mit einer niedrigen Energiestufe begonnen und diese dann im Verlauf der Behandlung nach Absprache mit dem Probanden erhöht. Während der Therapie spürten die Probanden die Stoßwellen als stichtartige Schmerzempfindung, nach einigen Impulsen trat jedoch ein Gewöhnheitseffekt auf. Die nächste Behandlung konnte mit der zuletzt angewendeten Energie begonnen werden. Nach einer Woche lässt der Gewöhnheitseffekt nach und die Erhöhung der Energie deutet darauf hin, dass der Heilungsprozess fortschreitet.

Beim M. biceps brachii sowie M. infraspinatus veränderte sich die Energiestufen von E1 zu E3 und E4 hochsignifikant und bei den Mm. rhomboidei erhöhte sich die Energiestufe signifikant.

### 5.1.6 Die Behandlung

Die Behandlung umfasste vier Sitzungen a 30min. Kritisch anzumerken bleibt hier die Tatsache, dass es noch kein einheitliches, auf Studien gestütztes Therapieschema und keine Dosierungsempfehlungen gibt (Haake 1998).

Interindividuell konnte die Intensität der ESTW verändert werden, jedoch nicht die Behandlungshäufigkeit, wie es eventuell wünschenswert gewesen wäre, um das beste Therapieergebnis für die Patienten zu erreichen.

Da die Behandlung mit Schmerzen einhergeht und ohne Anästhesie durchgeführt werden sollte, ist die Durchführung vom Schmerzfeedback des Patienten abhängig. Hier kommt es interindividuell zu den unterschiedlichen Schmerztoleranzgrenzen des Patienten, die zum unterschiedlichen Therapieerfolg führen können.

Die Behandlung kann Kreislaufprobleme und Übelkeit hervorrufen. Eine vorherige Aufklärung des Patienten sowie der Hinweis nicht mit „nüchternem Magen“ zur Behandlung zu erscheinen, ist essenziell und in der Studie beachtet worden.

Nach Simons/Travell (2002) spielt die Ausbildung und Geschicklichkeit des Untersuchers eine entscheidende Rolle für die Diagnostik und Behandlung von TrP. Da der behandelnde Arzt über mehrere Zusatzqualifikationen und Erfahrungen in der Triggerpunkttherapie verfügt, ist dieses Kriterium als positiv zu beurteilen.

Es kann nicht gewährleistet werden, dass alle TrP gefunden und behandelt wurden.

Nach Steinacker/Steuer (2001) ist die Positionierung der ESTW mittels Schmerzangabe durch den Patienten bei der Stoßwellentherapie im nieder- und mittlereenergetischen Bereich zwar möglich, aufgrund des räumlich begrenzten Stoßwellenfokus wäre jedoch eine exakte Ortung der behandelten Gewebestrukturen sinnvoll. Da bis dato noch keine bildgebenden Verfahren zur Darstellung von TrP vorhanden sind, ist dies nicht zu gewährleisten. Durch die vorherige manuelle Palpation ist jedoch eine zusätzliche Überprüfung von TrP geschehen.

### 5.1.7 Untersuchungsverfahren

Die Auswahl der zur Durchführung der vorliegenden Studie notwendigen Testverfahren zur Aufnahme der subjektiven Schmerzwahrnehmung, der propriozeptiven Fähigkeit sowie der Krafftähigkeit der Patienten und Patientinnen erfolgte unter dem Aspekt der Vergleichbarkeit u.a. auf der Grundlage ähnlicher Studien.

Die Durchführung sportmotorischer Testverfahren erfordert die Gewährleistung

der drei Hauptgütekriterien: Objektivität, Reliabilität und Validität.

Im Folgenden sollen die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung einbezogenen Verfahren zur Datenerhebung auf Grundlage dieser Kriterien geprüft werden.

#### **5.1.5.1 Gütekriterien**

Um die Maximierung der Objektivität bei den Patientenfragebögen, SST und VAS-Score zu erreichen, wurden die Probanden genau instruiert und während der Beantwortung von Fragen betreut, weil die minimale Kommunikation zwischen dem Probanden und Untersucher nicht als „übertriebene künstliche Situation“ entstehen darf (Lienert 1969).

Die Objektivität ist von der Art der Befragung abhängig. Da die Fragen sich auf die persönliche Beurteilung basieren, hat es zum einen den diagnostischen Informationsgewinn erhöht und zum anderen auch einen therapeutischen Effekt. Durch die standardisierten Instruktionen, die weder dem Testanwender noch Testanweiser einen individuellen Spielraum liessen, wurde bei den PF, SST und VAS-Score eine hohe Durchführungsobjektivität erreicht.

Das Kriterium der Objektivität des WRT ist beim festgelegten Untersuchungsraum sowie Untersucher unter Verwendung einer determinierten Untersuchungsapparatur bedingt gegeben. Einerseits ist dieses Kriterium durch die gleiche Umgebung sowie denselben Testleiter erfüllt. Andererseits kann das Markieren des Lichtpunktes auf der Zielscheibe durch den Versuchsleiter zu Fehlern in den Messungen führen.

Die Objektivität des Cybex Messgerätes ist als hoch anzusehen, da das standardisierte Testverfahren garantiert Testidentität für alle Probanden und für beide Testsituationen (Test und Retest). Jedoch bezeichnen Hollmann/Hettinger (2000) und De Marees (2003) die Maximalkraftmessung anhand eines Cybex Messgerätes als eine semiobjektive Messmethode, da die aufgebrachte Muskelkraft unkontrollierbar vom Willen der Versuchsperson abhängig ist. Um die Objektivität zu vervollständigen, musste zusätzlich zu der Cybex-Messung noch andere objektiven Methoden miteinbezogen werden. Es wäre die Bestimmung des Unterhautfettgewebes durch die individuelle Umfangbestimmung des Muskels (Hollmann/Hettinger 2000). Des Weiteren sollte die Bestimmung des muskulären Kraftarms durch Ultraschall oder

Röntgenuntersuchungen erfolgen, da ein interindividuell variierender Knochenquerschnitt zu Ungenauigkeiten führt. Da im Rahmen dieser Studie nur die Maximalkraftveränderung der einzelnen Probanden von Bedeutung ist, wäre die Bestimmung der exakten Maximalkraft zu vernachlässigen. Aus demselben Grund wird auch auf eine Miteinbeziehung der Schwerkraft verzichtet.

Die Validität der PF, SST und VAS-Score ist inhaltlich auf die Beschwerden im Schulterbereich ausgelegt (s. Anhang). Die Aufnahme subjektiver Parameter wurde mit Hilfe eines in der Praxis der ‚Schultersprechstunde‘ im Bereich für Schulterchirurgie, Arthroskopie und Sportorthopädie des Uni-Klinikums Münster angewandten modifizierten Patientenfragebogen durchgeführt.

Das Kriterium der Validität wird für das Verfahren des WRT allgemein aufgrund der häufigen Anwendung in klinischen Studien für Untersuchung der Winkelreproduktionsfähigkeit als Teilaspekt der propriozeptiven Fähigkeit angenommen (Bös 2001; Pfeifer 2001). Es sei jedoch kritisch darauf hingewiesen, dass im Rahmen eines aktiven WRT, nicht ausschließlich die Winkelreproduktionsfähigkeit gemessen wird, da eine isolierte Anteversionsbewegung durch eine aktive Armführung nicht gewährleistet werden kann. Es handelt sich deshalb vielmehr um eine allgemeine Aufnahme des Stellungssinnes. Die Winkelreproduktionsfähigkeit kann als Teilaspekt dessen betrachtet werden (Schmidt/Thews 1997). Eine Untersuchung durch das klinische Testverfahren scheint die komplexe sensomotorische Leistungsfähigkeit der Probanden und Probandinnen lediglich bedingt zu quantifizieren (Jerosch/Thorwesten 2000). Die Durchführung eines passiven WRT mittels des apparativen Verfahrens erscheint in diesem Zusammenhang genauer in der Messung derartiger Parameter (Blasier et al. 1994; Lephart et al. 1994).

Das Messverfahren für die Kraftdiagnostik ist als valide anzusehen, da eine herstellerbedingte Messgenauigkeit gegeben ist. Des Weiteren wurden bereits zahlreiche Studien in der Vergangenheit mit dem Cybex durchgeführt (Höltke 2000; Thorwesten et al 1995).

Der visuellen analogen Schmerzskala wird eine gute Praktikabilität und Reliabilität als Instrument der Schmerzqualifizierung bescheinigt. Price 1983 beurteilte visuelle

analoge Skalen als eine zuverlässige Methode zur Beurteilung klinischer und experimentell erzeugter Schmerzen.

Die Reliabilität eines Fragebogens ist umso höher, je kleiner der zu einem Messwert gehörende Fehleranteil ist. Eine perfekte Reliabilität würde bedeuten, dass der Test in der Lage ist, den wahren Wert des Probanden in dem untersuchten Merkmal ohne jeden Messfehler zu erfassen. Es ist aber kritisch darauf hinzuweisen, dass in der Praxis dieser Idealfall jedoch nicht auftritt, da sich die Fehlereinflüsse nie ganz ausschließen lassen.

Aydin et al. (2000) bezeichnen den WRT als zuverlässiges Testverfahren, es konnten jedoch keine evaluierten Angaben zur Reliabilität des WRT nachgewiesen werden.

Das Cybex-Messverfahren ist als sehr reliabel zu betrachten. In der Literatur finden sich einige Studien, die die Reliabilität von Maximalkraftbewegungen belegen (Höltke et al 2000/ Mayer et al 1994).

Thorwesten et al 1995 sprechen von einer nicht sehr hohen Reproduzierbarkeit der Testergebnisse beim Schultergürtel. Die Retestvariabilitäten könnten sich zwischen 10% und 19% bewegen. Des Weiteren ist die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse nicht zwangsläufig gegeben, da selbst der Vergleich der Messergebnisse zwischen den Gerätegenerationen desselben Systems nicht möglich ist. Dies bedeutet, dass die Maximalkraftwerte nicht mit denen von anderen Geräten verglichen werden können (Höltke 2000; Felder 1999). Für die vorliegende Studie ist dies nicht notwendig.

### **5.1.8 Schlussfolgerung**

Der Patientenfragebogen und das Testverfahren des VAS-Scores sowie des Simple-Shoulder Tests scheinen sehr für die Feststellung der subjektiven Schmerz- und Funktionswahrnehmung bei einer Schulterverletzung geeignet. Allgemein scheint die Durchführung eines passiven WRT, etwa mittels CYBEX Norm™, im Vergleich zum hier angewendeten aktiven WRT nicht aufwendiger sowie aufgrund unterschiedlicher Aspekte sinnvoller Blasier et al. (1994). Die am CYBEX Norm™ durchgeführte Kraftdiagnostik erlaubt eine isolierte Testung spezifischer Bewegungsmuster sowie isometrischer und isokinetischer Maximalkraft.

Allgemein erlauben die verwendeten Testverfahren den Vergleich mit ähnlichen,

bereits veröffentlichten Studien und allgemein anerkannter Literatur, um Erklärungsansätze zu formulieren.

## **5.2 Ergebnisdiskussion**

In der Ergebnisdiskussion sollen die vorliegenden Veränderungen der Maximalkraft und des Schmerz- und Funktionszustandes nach einer Triggerpunktbehandlung mittels f EWT durchleuchtet werden. Bis dato wurden keine vergleichbaren Untersuchungen durchgeführt, so dass auf andere Studien zurückgegriffen werden muss, die entweder eine andere Behandlungsart für TrP beinhalten, oder es wurde eine andere Krankheit mit der extrakorporalen SW behandelt. Aus diesem Grunde sind die nachfolgenden Vergleiche mit einem gewissen Vorbehalt zu betrachten.

### **5.2.1 Patientenfragebogen, VAS-Score, Simple-Shoulder Test**

Fragebögen haben in der Versorgung und Forschung einen wichtigen Stellenwert erlangt. Allerdings finden sich Vorbehalte in der Aussagekraft ihrer Ergebnisse. Mit der Fragebogenmethode können vergleichsweise kostengünstig standardisierte Daten erhoben werden. Die Fragebögen sind zwar nur subjektive Meinung der Probanden, aber die Untersuchungen zeigen eine deutliche Verbesserung des subjektiven Schmerzempfindens und des subjektiven Funktionszustandes – gemessen anhand des VAS, SST und PF - nach einer Triggerpunktbehandlung mittels f ESWT. Die durch den Patientenfragebogen erhobenen Daten zeigen eine signifikante Verbesserung der wahrgenommenen Stabilität sowie des Schmerzzustandes bei der Aktivität, etwa im Sport, der betroffenen Schulterseite in der Gruppe der behandelten Patienten und Patientinnen. In der Kontrollgruppe fällt das entsprechende Ergebnis signifikant schlechter aus. Diese Tendenzen spiegeln sich in einer höchstsignifikanten Verbesserung der Einschätzung von der Sportfähigkeit wieder.

Das Instabilitätsgefühl sowie eine ausgeprägte Schmerzsymptomatik lassen sich als klinische Merkmale des MTrP herausstellen (Travell/Simons 2002). Da die Funktionalität des Schultergelenkes in erster Linie muskulär gewährleistet wird (Kapandji 1999, Platzer 2003), lässt eine derartige Veränderung der Stabilität sowie des Schmerzzustandes auf eine verbesserte Muskelfunktion schließen. Ziel der

Behandlung mittels f ESWT ist die Wiederherstellung der physiologischen Funktionalität eines durch MTrP verletzten Muskels und durch Beseitigung des im Bereich MTrP vorherrschenden Energiedefizits. Die neuromuskuläre Kontrolle soll verbessert und die durch die Verletzung bei Belastung und Beanspruchung ausgelöste Schmerzen in der Intensität reduziert werden. (Dejung et al. 2003)

Die im Rahmen der vorliegenden Studie gewonnenen Ergebnisse lassen deshalb vermuten, dass die in der Behandlungsgruppe durchgeführte Therapieintervention mittels f ESWT das Instabilitätsgefühl sowie das Schmerzmuster signifikant zu verbessern vermag. Die Einschätzung der Sportfähigkeit fasst die Parameter der Stabilitätswahrnehmung sowie des Schmerzempfindens insofern zusammen, als sie durch die Funktionalität des Bewegungsapparates sowie die Schmerzwahrnehmung beeinflusst und determiniert wird (Schmidt/Thews 1997). Die festgestellte Verbesserung der Einschätzung von der Sportfähigkeit kann deshalb ebenfalls auf die durchgeführte Therapie zurückgeführt werden.

Die VAS-Score zeigt eine höchstsignifikante Verbesserung des Schmerzzustandes in der Bewegung. Da die Schmerzmessung der TrP in Ruhe von eingeschränktem Wert ist und die Schmerzintensität leicht zu behandeln ist, ist die Schmerzintensität bei Bewegungen viel aussagekräftiger. In der vorliegenden Studie war die Schmerzintensität in Ruhe sehr niedrig. Wenn natürlich die Schmerzintensität im Ruhezustand sehr intensiv ist, deutet darauf hin, dass die TrP meistens in Wechselwirkungen mit artikulären Dysfunktionen stehen (Fernandez-de-las-Penas et al 2005; Travell/Simons 2002). Dieser Zustand ist sehr schwer zu kurieren. Durch die Auswahlkriterien nahmen diese Patienten an der vorliegenden Studie nicht teil.

Der SST zeigt ebenfalls hochsignifikante Verbesserungen des Schmerz- und Funktionszustandes vom Test zum Retest. Die hochsignifikante Verbesserung der zweiten Frage des SST, die erfragt, ob der Patient nachts schmerzfrei schlafen kann, lässt daraus schließen, dass sich die TrP durch die Behandlung gelöst haben. Da sich die Schmerzen der aktiven TrP vergrößern, wenn der Muskel über einen längeren Zeitraum in einer verkürzten Stellung gebracht wird oder wenn das Körpergewicht den TrP zusammendrückt, wie dies beim Schlafen der Fall ist, ist das Kriterium der Schlafstörungen der Patienten sehr charakteristisch für das Vorhandensein von TrP (Mense/Simons2001).

Die Ergebnisse erlauben die Interpretation der f ESWT als erfolgreiche

Schmerztherapie bei der Behandlung von TrP zu betrachten. Sie lassen darauf schließen, dass es zu einer Hemmung von Nozizeptoren kommt, die den Schmerzzustand des Patienten verbessert.

Die fESWT bringt keine vollständige Reduzierung des Schmerzes mit sich. Die Patienten leiden im Durchschnitt nach einer Therapie trotzdem noch, wenn auch an sehr herabgesetzten Schmerzen. Entweder ist dies die Folge ungenügender Behandlungseinheiten oder ist die fESWT nicht in der Lage, die Schmerzen und ihre Ursachen vollständig zu beseitigen. Es wurden entweder nicht alle TrP behandelt bzw. nicht im genügenden Ausmaße oder aber die zurückbleibenden Schmerzen sind strukturell bedingt.

Die tendenziellen Verbesserungen der KG sprechen für einen ebenfalls schmerzlindernden Effekt der Trainingspause, der jedoch in seiner Auswirkung nicht mit dem Effekt der fESWT zu vergleichen ist. Dies könnte ein Ausdruck von Selbstheilungstendenzen des Gewebes sein, welcher durch die Trainingspause bedingt ist. Gam et al. 1998 belegen den positiven Einfluss einer Sportpause auf den pathophysiologischen Zustand des Bewegungsapparates bei Sportlern und Sportlerinnen. Eine weitere Möglichkeit liegt in dem von Travell/Simons 2002 postulierten Übergang eines aktiven TrP in einen latenten TrP bei abnehmender Aktivität des Muskels. Da latente TrP nur bei der Palpation des Knötchens schmerzhaft sind, kann es hier zu einer subjektiven Verbesserung des Schmerzes kommen, obwohl die TrP weiterhin vorhanden sind und sich bei erneuter Belastung wieder in aktive TrP verwandeln können.

Die einzig vorgefundene Studie in der Literatur zur Behandlung von TrP anhand von SW ist nicht mit exakt fokussierten, sondern mit radialen SW durchgeführt worden. Die fESWT wird in der Schmerztherapie für viele (sport)orthopädische Indikationen verwendet. Die Senkung des Schmerzes durch die fESWT, die in der vorliegenden Studie in Bezug auf TrP gezeigt werden konnte, lässt sich ebenfalls in anderen Studien über die fESWT® belegen, dort jedoch in Bezug auf andere Krankheitsbilder.

Der Parameter Schmerz, als ausschlaggebender Faktor zur Beurteilung des Therapieerfolgs, verändert sich bspw. bei der Behandlung der Tendinosis calcarea mit fESWT in vielen Studien positiv (Rompe et al 2002; Steinacker 2001; Moretti et al 2005). Demgegenüber stehen Studien, die keinen positiven Effekt ausmachen konnten. Bei der Behandlung der Supraspinatustendinitis konnten Schmitt et al 2002 keine Verbesserung des Schmerzzustandes der BG im Gegensatz zu KG feststellen.

Zu beachten ist die Gefahr, dass sich die Befunde des Schmerzzustandes hauptsächlich auf die aktiven TrP beziehen. Der Schmerz ist (fast) immer das Hauptanliegen der Patienten (Travell/Simons 2002), daher kann es aufgrund der subtileren Wirkweise der latenten TrP zu einer Vernachlässigung dieser bei der Diagnose/Behandlung kommen, was zu Vernachlässigungen der Aktivierung der Muskelfunktion und zu einer primären Schmerzbehandlung führen kann.

Rompe et al (2005) fanden heraus, dass bei der Behandlung des Tennisellbogens mittels SW scheinbar akute Schmerzen im Vergleich zu den chronischen Schmerzen keinen positiven Effekt haben. Anhand einer Literaturübersicht wurden hauptsächlich die Schmerzverbesserungen bei chronischen Schmerzbeschwerdebildern festgestellt, wohingegen die akut auftretenden Schmerzen keine Minderung des Schmerzzustandes erfahren haben. In der vorliegenden Studie liegt die Schmerzdauer im Schnitt bei  $44,43 \pm 49,72$  Tagen und kann somit als chronischer Schmerzzustand beschrieben werden. Dies würde implizieren, dass die SW entweder Einfluss auf das Schmerzgedächtnis nehmen können oder in der Lage sind, die Mechanismen der Chronifizierung zu stoppen. Das würde gegen eine Wirkweise der f ESWT sprechen, die nur Nozizeptoren hemmt oder verletztes Gewebe denerviert.

Die f ESWT hat einen schmerzlindernden Effekt sowohl bei TrP als auch bei anderen Krankheitsbildern, die mit Schmerzen einhergehen und die bis jetzt behandelt werden konnten. Die genauen Mechanismen sind noch spekulativ.

## 5.2.2 Diagnosen

Das Impingementsyndrom und die Bizepssehnen Tendinitis sind in dieser Studie die häufigst gestellten Diagnosen (Ausnahme ist die KG Impingement Syndrom), weil die meisten Probanden dieser Studie sich aus den Überkopfsportarten rekrutieren.

Beim Impingementsyndrom zeigen sich typischerweise Beschwerden in der ventrolateralen Schulterregion bei aktiver Abduktion zwischen 60 und 120 Grad (sogenannter „Painful Arc“). Die Symptomatik entsteht durch ein Anstoßen der Rotatorenmanschette am Akromion während der Abduktion.

Bei der Bizepssehnen Tendinitis handelt es sich um eine mechanische Irritation der langen Bizepssehne, die zu ihrer schmerzhaften Entzündung führt. Der Grund für die Entstehung ist die gespannte lange Bizepssehne, die eine Tendenz hat, bei kraftvollen Aussenrotationen der Arme (zB: Überwurfbewegungen), die bänderüberdachte Rinne, in der sie verläuft, nach innen zu verlassen.

Menke (2000) weist darauf hin, dass speziell bei den Überkopfsportarten vielfach instabile und schmerzhafte Schulterprobleme vorkommen.

### 5.2.3 Winkelreproduktionstest

Bei der Untersuchung des Schultergelenks in den Winkelvorgaben 75°, 90° sowie 125° Anteversion lässt sich für den Winkel von 75° die geringste mittlere Abweichung auf betroffener sowie unbetroffener Schulterseite in der BG und der KG beobachten. Mit Zunahme des Ausmaßes der Anteversionsbewegung lässt sich eine signifikante Erhöhung des mittleren Fehlers feststellen. So zeigen die Messwerte der Testung bei 125° Anteversion die stärkste Abweichung. Allgemein lässt sich in den beiden Testphasen auf der betroffenen Seite ein höherer mittlerer Fehler erkennen, als auf der unbetroffener Schulterseite.

Der Vergleich der Ergebnisse zwischen der BG und KG zeigt ausschließlich für die Testphase auf der betroffenen Seite bei einer Winkelvorgabe von 125° eine signifikante ( $p = 0,038$ ) Differenz der mittleren Fehler.

Grundsätzlich zeichnen sich für die betroffene Seite der KG tendenziell stärkere Verbesserungen vom Test zum Retest ab.

Die erzielten Ergebnisse stehen im Gegensatz zu unterschiedlichen Untersuchungen zur propriozeptiven Fähigkeit im Bereich des Schultergelenks.

Jerosch et al. (1996) dokumentierte im Rahmen einer mit gesunden Probanden im Alter von 22 bis 36 Jahren durchgeführten Studie zur Propriozeption des Schultergürtels in den Winkelpositionen mit geringem Bewegungsausmaß die schlechtesten Messwerte. Hier wurden u.a. die Winkelvorgaben von 50° und 100° Anteversion miteinander verglichen. Eine Folgestudie mit jugendlichen Tennisspielern zur Anteversion von 50°, 100° sowie 150° ergab bei einem Winkel von 100° die geringste Abweichung (Jerosch et al. 1997).

Einen Ansatz für die Erklärung dieser Tendenzen lieferten bereits Blasier et al. (1994). Sie stellten eine wesentliche Bedeutung der glenohumeralen Ligamente sowie der Gelenkkapsel für die Schulterpropriozeption heraus. Bei einer erhöhten Anteversionsbewegung werden die Ligamente stärker beansprucht und angespannt. Dies erhöht die Aktivität der Mechanorezeptoren und die Wahrnehmung der eingenommenen Gelenkstellung erscheint verbessert (Jerosch et al. 1996). Weiterhin wurde die Abduktionsbewegung mit vergleichbaren Ergebnissen getestet. Bei einer Abduktionsbewegung in der Skapulaebene von 110° wird die maximale Stellung des

Schultergelenks erreicht (Jerosch et al. 1997). Die Bewegung der Anteversion erscheint der Abduktion in der Bewegungsform und Beanspruchung physiologischer Strukturen verwandt (Kapandji 1999). Deshalb könnte Ähnliches auf die Bewegung der Anteversion zutreffen.

Der Einfluss des Bewegungsausmaßes auf die Genauigkeit des Stellungssinnes im Bereich des Schultergelenkes wurde in Folge durch Aydin et al. (2000); Janwantanakul et al. (2001) etc. untersucht. Sie halten fest, dass die Zahl der aktivierten Muskelspindeln mit der Erhöhung der Muskelspannung steigt. Eine entsprechend gesteigerte Dehnung der Muskelsehnen bei endgradiger Stellung des Schultergelenkes bewirkt eine erhöhte Erregung der Golgi-Sehnenorgane. Eine Erregung der Gelenkrezeptoren konnte in einer von Reuter et al. (1994) durchgeführten Studie erst in der Extremstellung des Gelenks festgestellt werden. Die Aktivität der Rezeptoren sowie die Genauigkeit der Fähigkeit determinierte Gelenkstellungen zu reproduzieren steigt demnach mit Zunahme der Amplitude der Anteversionsbewegung. Eine Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeit der Schulter durch die Faktoren, wie etwa erhöhte Spannungszustände sowie eine gesteigerte Aktivität der Mechanorezeptoren, konnte durch Lönn et al. (2000); Warner et al. (1996) etc. bestätigt werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurden mit Zunahme des Ausmaßes der Anteversionsbewegung signifikant schlechtere Ergebnisse erzielt.

Janwantanakul et al. (2001) weisen in dem Zusammenhang mit einer derartigen Tendenz auf alltägliche Aktivitäten hin, die sich in erster Linie im Bewegungsbereich bis etwa 90° abspielen und die Wahrnehmungsfähigkeit in Lernprozessen zu beeinflussen vermögen. Die von Jerosch et al. (1997) durchgeführte Studie über die Anteversion sowie Abduktion in der Skapulaebene in den Winkelvorgaben 50°, 100° und 150° ergaben für beide Bewegungsmuster bei einem mittleren Gelenkwinkel von 100° den geringsten Fehler, bei 150° war dieser höher. Das Ergebnis wurde auf eine erhöhte propriozeptive Anforderung bei einer Abduktionsbewegung um 150° zurückgeführt. Während die Abduktion bis zu einer Gelenkstellung von 90° hauptsächlich durch eine Bewegung des Glenohumeralgelenkes initiiert wird, sind bei einer Elevation über 90° durch Rotation der Scapula sowie einer Aktivierung der clavicularen Gelenke weitere Strukturen des Schultergürtels beteiligt. Die Innervation unterschiedlicher Gelenke bedeutet eine Erhöhung der Freiheitsgrade für Bewegung. Die Reproduktion eines hohen Bewegungsausmaßes erscheint komplexer, da afferente Signale aus den differenten anatomischen Strukturen koordiniert werden

müssen (Lippert 2006). Für die Bewegung der Anteversion wird eine ähnliche Erklärung angenommen (Jerosch et al. 1997).

Als weiterer und entscheidender Aspekt zur Begründung der erzielten Ergebnisse lässt sich die vorliegende Pathologie des Schultergelenkes der getesteten Probanden und Probandinnen herausstellen. Der einschränkende Einfluss einer nachgewiesenen Schulterpathologie auf die propriozeptive Wahrnehmung konnte bei Blasier et al. (1994) in einem Vergleich zwischen schultergesunden und Patienten und Patientinnen mit klinischen Schulterbeschwerden belegt werden. Lephart et al. (2000) stellten bei den Patienten und Patientinnen mit gesunden, instabilen und chirurgisch wiederhergestellten Schultergelenken ein wesentliches propriozeptives Defizit der instabilen sowie propriozeptiven Wahrnehmungsdefizite der Probanden und Probandinnen mit den wiederhergestellten Schultergelenken fest. Aydin et al. (2000) erhielten in einer Studie mit den Patienten und Patientinnen mit gesunden sowie instabilen Schultergelenken signifikante Differenzen in der propriozeptiven Wahrnehmung. Sie vermuten, dass eine durch die Verletzungen der Schulterkapsel und/oder der ligamentären Schulterstrukturen ausgelöste Schädigung der Afferenzen eine gestörte Propriozeption bewirkt. Ein derartiges Ergebnis konnte durch Jerosch/Wüstner (2002) bestätigt werden. Sie stellen heraus, dass das klinische Verletzungsmuster des subakromialen Schmerzsyndroms mit einem Defizit der propriozeptiven Fähigkeiten im Bereich des Schultergelenkes einhergeht. Diese Ergebnisse lassen sich auf das vorliegende Probandengut übertragen. Das im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchte Kollektiv umfasste in erster Linie Sportler und Sportlerinnen aus Überkopfsportarten wie etwa Handball, Volleyball, Tennis oder Schwimmen, die durch eine Verletzung des Schultergelenkes funktionell eingeschränkt waren. Es wurden hauptsächlich die Verletzungsmuster diagnostiziert (Impingement Syndrom, Bizepssehnen Tendinitis etc.), die das Bewegungsausmaß der Schultergelenkstrukturen bei der Beanspruchung und Belastung u.a. durch eine ausgeprägte Schmerzsymptomatik wesentlich beeinflussen und reduzieren (Kugler et al. 1994). Netter (2001) weist in diesem Zusammenhang auf Bewegungsschmerzen hin, die insbesondere bei einer Elevation im Bereich eines Gelenkwinkels zwischen 60° und 120° (*painful arc*) auftreten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die propriozeptive Fähigkeit im Bereich des Schultergelenkes durch Faktoren wie etwa erhöhte Spannungszustände sowie eine gesteigerte Aktivität der Mechanorezeptoren bei Zunahme des

Bewegungsausmaßes u.a. in der Anteversionsbewegung allgemein verbessert darstellt.

Weiterhin wird jedoch vermutet, dass sich die Anforderung für die propriozeptive Wahrnehmung bei der Erhöhung des Gelenkwinkels aufgrund der Aktivierung unterschiedlicher Anteile des Schultergürtels erhöht. Bei den Patienten und Patientinnen mit klinisch nachgewiesener Pathologie des Schultergelenkes erscheint die Propriozeption gestört. Die Fähigkeit eine vorgegebene Gelenkstellung, etwa in Abduktion oder Anteversion, zu reproduzieren, zeigt sich mit Zunahme des Bewegungsausmaßes entsprechend reduziert.

Dieser Ansatz vermag einerseits die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erzielte Tendenz eines Anstiegs der mittleren Fehler mit Zunahme des Gelenkwinkels zu erklären, sowie andererseits die festgestellte Differenz im mittleren Fehler zwischen betroffener und unbetreffener Schulterseite zu erklären. Eine höhere mittlere Abweichung lässt sich auf der betroffenen Schulterseite auf eine durch die Verletzung gestörte propriozeptive Wahrnehmung zurückführen.

Die auf der unbetreffenen Seite erzielten Verbesserungen der Winkelreproduktionsfähigkeit scheinen in der erfolgten Sportpause begründet zu sein. Ein Erklärungsansatz für die festgestellte Tendenz einer stärkeren Verbesserung der propriozeptiven Messwerte vom Test zum Retest in der KG kann nicht gefunden werden. Die Beeinflussung der Ergebnisse aufgrund einer durch die Ermüdung verursachten Reduzierung der propriozeptiven Fähigkeit, wie dies etwa bei Myers et al. (1999) herausgestellt wurde, kann ausgeschlossen werden. Bei den Teilnehmern und Teilnehmerinnen waren weder vor Beginn der Testung noch während bzw. nach Abschluss der Messung Ermüdungserscheinungen festzustellen. Die Annahme eines Trainings- bzw. Lerneffektes durch die Wiederholung eines identischen Tests (Jerosch/Thorwesten 2000) ist aufgrund der langen Phase von sechs Wochen zwischen dem Test und Retest ebenfalls zu vernachlässigen. Es handelt sich dabei um die Faktoren, die auf beide Gruppen zutreffen.

## 5.2.4 Diskussion der Kraftdiagnostik

In der folgenden Diskussion werden die Maximalkraftveränderungen der ABD/ABB und der IRO/ARO vom Test zum Retest der BG und KG betrachtet.

Die verschiedenen Parameter werden in der Literatur mit unterschiedlicher Wichtigkeit behandelt. Mayer et al (1994) und Hölftke et al (2000) messen nur dem DMM eine ausreichende Reproduzierbarkeit zu, und stufen die anderen Parameter im Vergleich als vermindert reproduzierbar und erhöht variabel ab. Kannus (1994) unterstützt diese Aussage und fügt darüber hinaus hinzu, dass aus der Bestimmung des DMM alle übrigen Parameter zu berechnen oder vorherzusagen seien.

Auch Felder (1999) bezeichnet das DMM als einen entscheidenden leistungsbestimmenden biomechanischen Parameter, verweist aber auch auf eine präzisere apparative Erfassung der anderen Parameter im Gegensatz zur systematischen Berechnung. Weitere Informationen über den funktionellen Zustand der Muskulatur können apparativ exakter gewonnen werden. Speziell die Ermüdungswirkung und die damit einhergehende tatsächliche Ermüdung zeigen sich besser am Arbeitswert als am DMM. Daher wird in der vorliegenden Studie in Anlehnung an Felder (1999) nicht nur der Parameter des DMM in die Ergebnisdiskussion miteinbezogen.

Neben den Daten der KG liegen Werte der unbetroffenen Seite vor, die der Darstellung einem möglichen Kraftdefizit der vom Schulterschmerz betroffenen Seite dienen und die Möglichkeit birgt, die unterschiedlichen Bewegungen in ihren Einschränkungen zu bewerten. Thorwesten et al (1995) untersuchten schultergesunde Probanden und stellten höhere Werte der dominanten Seite im Gegensatz zur nichtdominanten Seite fest. Eine Seitendifferenz kann auch abhängig von der jeweilig ausgeübten Sportart sein (Shklar/Dvir 1995, Felder 1999). In der vorliegenden Studie ist die betroffene Seite in der BG zu 73% und in der KG zu 77% die dominante Seite, so dass höhere Werte der unbetroffenen Seite nicht auf die Händigkeit der Probanden zurückzuführen sind. Travell/Simons (2002) berichten von Krafttestergebnissen, bei denen die von TrP betroffene Seite auf einer konventionellen Skala von 0-5 eine verminderte Kraftfähigkeit im Rahmen von 0,5-1,0 Einheiten hat.

Die Ergebnisse sind relative Werte, normiert auf das Körpergewicht des jeweiligen Probanden, und zeigen somit die Höhe des individuellen Maximalkraftvermögens an.

#### 5.2.4.1. Maximalkraft

In der vorliegenden Studie wurde die Veränderung der Maximalkraft vor und nach einer Triggerpunktbehandlung mittels fESWT untersucht.

Es liegen keine signifikanten Veränderungen bezüglich des relativen isometrischen Drehmomentmaximums und somit der statischen Maximalkraft nach der Behandlung mittels fESWT vor.

Die Messung der relativen isokinetischen Drehmomentmaxima zeigt nur für die IRO und ARO signifikante bzw. höchstsignifikante Verbesserungen der betroffenen Seite der BG. Die unbetroffene Seite verbessert sich jedoch auch signifikant und hochsignifikant und schmälert die Ergebnisse der betroffenen Seite. Die KG erfährt tendenzielle Verbesserungen.

Die Ergebnisse der Untersuchung der maximalen Drehmomentmaxima lassen sich folgendermaßen interpretieren: Die fESWT scheint keine Auswirkungen auf die isometrische Maximalkraftfähigkeit des Patienten zu nehmen. Die isokinetische Maximalkraftfähigkeit verändert sich nach einer Behandlung nur bei der ARO und IRO. Der gleichzeitige Anstieg der unbetroffenen Seite ist nicht eindeutig zu erklären. Bei der Interpretation ist das folgende muskel-, mess- und kraftphysiologisches Hintergrundwissen zu berücksichtigen: Unter Maximalkraft wird die höchste Kraft verstanden, die das neuromuskuläre System bei einer willkürlichen Kontraktion aufbringen kann. (Güllich / Schmidtbleichner 1999). Gemessen wird sie anhand des DMM, das als Indikator für die größtmögliche Kraftentwicklung einer Muskelgruppe gilt und in der Kraft- Winkel- Kurve den höchsten Wert darstellt.

Zwischen der Muskellänge und der Winkelstellung gibt es eine Analogiebeziehung. Die maximal entwickelbare Kraft ist abhängig von der Winkelstellung (des Armes) und der damit einhergehenden Muskellänge. Das DMM liegt meistens im mittigen Bereich der Bewegungsamplitude des Körpersegmentes. Als Erklärungsansätze dienen hier die verschiedenen Hebelbedingungen des Bewegungsapparates sowie die hohe Überlappungsdichte der Muskeleiweiße Aktin und Myosin in dieser Stellung (Felder 1999). Nach Kannus (1994) ist das DMM in der Weise von der Winkelstellung abhängig, dass er umso später das DMM erreicht, je geschwächer der Muskel ist. Die Veränderungen der Werte der Winkelstellung in der vorliegenden Arbeit sind analog zu den geringen Veränderungen des DMM. Die hohe Variabilität der Werte spricht eher für ihre zufällige Entstehung, als dass sie eine Systematik erkennen lassen.

Für die Maximalkraft sind in erster Linie die Vollständigkeit der Rekrutierung sowie die intermuskuläre und intramuskuläre Koordination von Bedeutung (Güllich / Schmidtbleicher 1999).

Ein Muskel entwickelt Kraft durch Spannung (Hollmann / Hettinger 2000). Dies geschieht durch die Kontraktion des Muskels. Somit bilden die inneren Strukturen der Strukturproteine und der kontraktilen Proteine im Kontraktionsvorgang die eigentliche Quelle der Muskelspannung und der Kraftaufwendung. Die kleinste Einheit für die nur dem Muskel eigene Spannung ist die Querbrücke zwischen Myosinkopf und Aktin (Beyer 2006).

Somit ergibt sich die Verbindung zwischen Muskellänge und maximaler Kraft. Ist der Muskel gedehnt oder verkürzt, sind die Aktin- und Myosinfilamente nicht ökonomisch zueinander ausgerichtet. Bei Dehnung können sie nicht so gut miteinander interagieren, da sie zu weit von einander weggezogen werden. Bei der Kontraktion überlappen sie sich zu sehr. Bei Aufwendung von statischer Kraft bleibt die Muskellänge konstant. Bei der dynamischen (- konzentrischen) Muskelkraft wird die Muskellänge verkürzt. Diese Komponente ist der Unterschied zwischen der isometrischen und isokinetischen Kraftentwicklung und könnte die Ursache für den Anstieg der dynamischen Maximalkraftwerte sein und für die Stagnation der isometrischen Werte.

Die dynamische Arbeitsweise ist durch eine Verkürzung der Muskelfaser bedingt, so dass es hier zu den größeren Einschränkungen kommen kann, als bei der statischen Arbeitsweise. Die Kraft eines sich verkürzenden Muskels verhält sich proportional zu den synchron bestehenden Brückenbildungen zwischen Aktin und Myosin. Daher ist die Kontraktionskraft des Muskels umso kleiner, je geringer die Anzahl der synchron bestehenden Brückenbildungen ist und je schneller und häufiger sich die Brücken zwischen Aktin und Myosin verschieben (Beyer 2006).

Ein Muskel mit aktiven TrP ist funktionell verkürzt. Aufgrund dessen werden nicht alle möglichen Querbrückenverbindungen genutzt. Im Rahmen dieser Studie kann nicht abschließend geklärt werden, inwieweit die TrP eine genügend große Anzahl an Querbrückenbindungen indirekt unterbinden, als das sich dies in den Kraftwerten niederschlagen würde.

Die statische Kraft bestimmt entscheidend die dynamische Kraft mit. Sie ist stets größer als die dynamische Kraft (Weineck 2000). Der Muskelfaserquerschnitt, die Muskelfaserzahl, Muskelfaserstruktur, Muskelfaserlänge und der Zugwinkel, die muskuläre Energiebereitstellung, die Koordination und die Motivation sind Faktoren,

die die statische Maximalkraft beeinflussen können (Hollmann / Hettinger 2000, Weineck 2000). Die intramuskuläre Koordination ist für die isometrische Muskelkraft von enormer Bedeutung, da bei der maximalen statischen Kraftentwicklung alle willkürlich mobilisierten motorischen Einheiten mit maximaler Impulsfrequenz synchron in Aktion gesetzt werden (Weineck 2000). Für den Effekt der dynamischen Kraft sind die Faktoren wie statische Kraft, zu bewegende Masse, Kontraktionsgeschwindigkeit der Muskulatur, Koordination und Muskelvordehnung von Bedeutung. Die koordinative Komponente spielt bei der dynamischen im Gegensatz zur isometrischen Messung eine wichtigere Rolle (Hollmann / Hettinger 2000).

Wie bereits erwähnt wurde, bestimmt eine koordinative Komponente die Kraftentfaltung bei dynamischen Messungen im Gegensatz zu isometrischen Maximalkraftbestimmungen mit. Im dynamischen Test wird die Muskelaktivität überprüft, die muskuläre Koordination erfordert.

Durch die Auflösung der TrPs und der damit einhergehend postulierten Muskelfunktionsnormalisierung kann es zu einer verbesserten intermuskulären Koordination durch die f ESWT kommen.

Eine weitere Erklärung der geringen Kraftveränderung der Isometrik liegt in der durch die TrP bedingten verminderten Durchblutungs- und Sauerstofflage des Muskels. Isometrische Muskelspannungen von wenigen Sekunden Dauer führen bereits zu einem zunehmenden Anteil an anaerob-laktazider Glykolyse an der Energiebereitstellung. Bei mehr als 50% der maximalen statischen Kraft sind aerobe Stoffwechselforgänge praktisch bedeutungslos, da in diesen Kraftbereichen die Muskeldurchblutung weitestgehend sistiert und so aerobe Stoffwechselforgänge ausgeschlossen werden (Gosselink et al 2005; Hollmann / Hettinger 2000; De Marees 2003). Die Auswirkungen des TrP an der Muskelzelle sind somit bei der isometrischen Maximalkraft nicht von so entscheidender Bedeutung und kann die fehlenden Kraftveränderungen der isometrischen Werte sowie die geringen Unterschiede zwischen betroffenen und unbetroffenen Seite im Test erklären. Die Beeinträchtigung des isometrischen Kraftwertes ist somit durch die TrP nicht so hoch.

Eine eingehaltene Trainingspause von sechs Wochen müsste bei allen Probanden (zumindest bei den unbetroffenen Seiten) eine Abnahme der Krafffähigkeit mit sich bringen. Dies ist jedoch nicht zu verzeichnen und kann mit einer Gewöhnung an das Testgerät oder die Testumgebung interpretiert werden.

#### 5.2.4.2 Maximalkraftausdauer

Die Messungen der Maximalkraftausdauer sind anhand des Parameters von der Gesamtarbeit eines Satzes bzw. der durchschnittlichen Arbeit einer Wiederholung gemessen worden. Da fünf Wiederholungen bei 60% können noch dem strukturellen Bereich der Maximalkraftausdauer zugeordnet werden.

Die Kraftausdauer bezeichnet die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, um eine möglichst hohe Kraftstoßsumme in einer gegebenen Zeit gegen höhere Lasten zu produzieren (Güllich / Schmidtbleicher 1999).

Die Ergebnisse der Studie zeigen signifikante Verbesserungen der Kraftausdauer bei allen gemessenen Bewegungen. Durch die Behandlung mittels f ESWT ist die Ermüdungsresistenz gestiegen.

Der Parameter Gesamtarbeit ist jedoch teilweise kritisch zu betrachten. Die Werte geben Aufschluss über die Kraftausdauer der getesteten Muskulatur, können aber nur schwer isoliert betrachtet werden, da er erheblich vom Bewegungsausmaß (BAM) beeinflusst wird. Das BAM und die Arbeitswerte bedingen sich gegenseitig. Somit führt ein geringeres BAM zu den geringen Arbeitswerten und umgekehrt. Entweder hat die Kraftausdauer in dem Maße zugenommen, wie es die Werte der Gesamtarbeit präsentieren, oder wurde die Bewegungsamplitude im Retest deutlicher ausgereizt als im Test. In der vorliegenden Studie liegt eine Vergrößerung des BAM für die betroffene Seite der BG sowohl in der ABD/ADD (ca. 4,5°) als auch in der IRO/ARO (ca. 1,3°) im Retest vor, die jedoch statistisch keine Signifikanzen ergeben. Daher werden auch die Messungen nicht als unzulänglich gewertet. Trotzdem bleibt diese Tatsache zu berücksichtigen.

Positiv erscheinen die Werte an dem vergrößerten Bewegungsausmaß, das einen verbesserten Schmerz- und Funktionszustand aufgrund der größeren Beweglichkeit der Schulter nach einer Behandlung demonstriert.

Hollmann / Hettinger (2000) definieren Ermüdung als eine reversible Herabsetzung infolge einer muskulären Tätigkeit. Sie kann multiple Ursachen haben und in jeder Struktur, die an der Muskelkontraktion beteiligt ist, entstehen. Dazu gehören das integrative Zentrum des ZNS, der sensomotorische Kortex, das Kleinhirn, das Rückenmark, die Motoneuronen und die motorischen Endplatten (Gosselink et al 2005).

Mit zunehmender Arbeitsdauer gewinnt der aerobe Stoffwechsel an Bedeutung

(Gosselink et al 2005). Bei einer größeren Kraфтаusdauer wird die Fähigkeit zur aeroben Energiebereitstellung verbessert, so dass der Muskel langsamer ermüdet. Biologische Gründe liegen in einer verbesserten Kapillarversorgung des Muskels. Eine verbesserte Kraфтаusdauerleistung beinhaltet auch eine gute intermuskuläre Koordination, da jeder überflüssige Muskeleinsatz unnötige Energie fordert und schneller zu Ermüdungserscheinungen führt (Hollmann/Hettinger 2000).

Nach Travell/Simons (2002) weisen die Muskeln mit TrP eine gesteigerte Reaktivität, eine verzögerte Entspannung und eine erhöhte Ermüdbarkeit auf. Dies lässt sich durch den überprüften Parameter der Gesamtarbeit für alle Bewegungen belegen. Die Seitenanalyse zeigt im Test sehr große Unterschiede zwischen der betroffenen und unbetroffenen Seite.

Für die Ermüdung eines Muskels kann es viele Gründe geben. Sie können den folgenden vier Grundvorgängen angehören: Die Entleerung energiereicher Phosphate (ATP, KP und Glykogen), die Akkumulation von Stoffwechsel - und Endprodukten, die Störung des Nervensystems durch Hemmung im ZNS oder Transmitterentleerung sowie das Versagen des Kontraktionsmechanismus. (Gosselink et al 2005).

Der zentrale Punkt der TrP Behandlung liegt in der Verbesserung der Sauerstofflage des Muskels (Travell / Simons 2002).

Wird die Ischämie der Muskelzelle durch die Auflösung der TrP beendet und die Kompression der umliegenden Kapillaren gestoppt, kann es zu einer verbesserten Blutversorgung des Muskels kommen. Eine Verbesserung der Blutversorgung des arbeitenden Muskels bedeutet nicht nur ein größeres Sauerstoffangebot für den aeroben Stoffwechsel, damit eine größere ATP Erzeugung entsteht, sondern erlaubt auch eine schnellere Milchsäureentfernung aus der Muskelzelle in das Blut. Der Ermüdung kann so entgegengewirkt werden (Hollmann / Hettinger 2000).

Die tendenziellen Verbesserungen der KG lassen entweder auf eine Selbstausheilungstendenz schließen, die aufgrund der Trainingspause aufgetreten ist, oder implizieren eine Gewöhnung an das Testgerät oder die Testumgebung.

Aufgrund der aufgeführten verbesserten Werte der Kraфтаusdauer im Gegensatz zur Maximalkraft, kann die These von Felder (1999) unterstützt werden, dass sich aus dem DMM nicht alle anderen Werte berechnen lassen (vor allem die Ermüdungsresistenz des Muskels) und eine apparative Erfassung der einzelnen Parameter vorteilhaft sein kann.

Alle Formen der Kraft sind von der Maximalkraft und damit von der maximal möglichen Anzahl der Kraft generierender Brücken zwischen Aktin und Myosin bzw. von der

maximalen Brückenbildungsrate abhängig (Beyer 2006). Die TrP bedingten Einschränkungen scheinen weniger auf die verminderten Brückenbildungsmöglichkeiten durch die kontrakten Sarkomere zu entstehen, als durch die daraus resultierende Energiekrise mit folgender Ischämie und verminderter Sauerstoffversorgung.

Faber et al (2006) untersuchten die Literatur nach Therapieformen die eine Verbesserung der funktionellen Beeinträchtigungen der Patienten bei dem Vorliegen eines Impingement-Syndroms aufweisen. Sie fanden heraus, dass f ESWT in diesem Zusammenhang keinen Effekt ausübt.

#### **5.2.4.3 Seitenvergleich**

An dieser Stelle soll ein zusammenfassender Überblick über den Seitenvergleich gegeben und diskutiert werden, der schon in den oben aufgeführten Unterkapiteln angesprochen und teilweise in Bezug auf den jeweiligen Parameter behandelt wurde. Bei allen durchgeführten Messungen konnte sowohl in der BG als auch in der KG die vom Schulterschmerz unbetroffene Seite tendenzielle oder signifikant höhere Kraftwerte erreichen, als die vom Schulterschmerz betroffene Seite. Häufig waren diese im Retest bei der betroffenen Seite der BG nicht mehr vorhanden, oder zumindest geringer. Dies lässt auf eindeutige Kraftdefizite in Bezug auf das MSS schließen.

Da die Seitenunterschiede im Retest immer noch bestehen, scheint entweder die endgültige Ausheilung noch nicht erreicht worden zu sein, oder aber der Muskel ist trotz der Aufhebung des TrP noch geschwächt, da er vor der Behandlung schmerzbedingt nicht so viel trainiert wurde. Die oftmals schon lange bestehenden Defizite müssten erst durch das Training wieder aufgebaut werden, um die Differenz der Seiten endgültig auszugleichen. Des Weiteren könnte der Grund nach wie vor ein ängstlicheres Ausführen der Bewegung für die zwar noch verringerte aber noch bestehende Seitendifferenz sein. Die (unterbewusste) Angst, die Schmerzen erneut provozieren zu können, spielen eine große Rolle.

Ein weiterer Erklärungsansatz könnte das Vorhandensein von strukturellen Veränderungen sein, die sich entweder mit der Zeit ausgebildet haben und nicht reversibel sind, oder die schon vorher bestanden und die TrP bedingt haben.

Dass die betroffene Seite in der BG und KG insgesamt bei 75% der Probanden die

dominante Seite ist, unterstützt die Theorie, dass hauptsächlich die Überbelastungen oder der häufige (unergonomischer) Gebrauch zur Bildung von TrP entscheidend beitragen können, wie dies im Sport der Fall ist (Gröbli / Dommerholt 1997).

### **5.2.5 Ausblick**

Zur weiteren Optimierung des klinischen Einsatzes der extrakorporalen Stoßwellentherapie bei den akuten und chronischen Schmerzen am Bewegungsapparat sind detaillierte Kenntnisse sowohl der extrakorporalen Stoßwellen am Stütz- und Bewegungsapparat als auch mögliche unerwünschte Nebenwirkungen dieser Therapieform erforderlich.

Zur besseren Beurteilung des Behandlungserfolges sollte der einheitliche Konsens über die Parameter der Behandlung, über die Höhe der Energiestufen, die Anzahl der Stoßwellen sowie auch die Art der Ankoppelung bestehen.

Im Lichte des immer teuer werdenden Gesundheitswesens drängen sich zunehmend auch Kostenüberlegungen auf, ob und inwieweit die Kosten für diese Behandlungsmethode von den Krankenkassen erstattet werden, bleibt abzuwarten. Ein weiterer wichtiger Untersuchungsparameter wäre die Evaluation von den Langzeitergebnissen. Eine abschliessende Beurteilung sollte z.B drei Monate nach der Behandlung erfolgen, um zu erfahren, ob die Therapie die weiteren Besserungen der Behandlungsergebnisse und auch anhaltend gute Ergebnisse erzielen.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden randomisierten, kontrollierten, prospektiven Studie sollte die Diagnose und Therapie mittels f ESTW herausgestellt werden. Es wurden 60 aktive Sportler (30 der BG und 30 der KG) im Durchschnittsalter von 34,6 Jahren mit Schulterschmerzen mittels der fESWT behandelt. Der Untersuchungsverlauf erstreckte sich über 6 Wo. Es erfolgte sowie vor als auch nach der Therapie eine klinische Untersuchung sowie die Beurteilung des subjektiven Schmerz-Funktionszustandes mittels VAS, SST und PF. Die Testung der Sensomotorik wurde anhand des WRT vorgenommen, die isokinetische sowie isometrische Krafftähigkeit mittels CYBEX.

Die Triggerpunktbehandlung mittels f ESWT führt zu hochsignifikanten Verbesserungen des Schmerz- und Funktionszustandes des Patienten .

Im Rahmen des WRT konnte ein positiver Einfluss der Therapie mittels f ESWT auf die propriozeptive Fähigkeit der getesteten Probanden nicht nachgewiesen werden.

Die f ESWT zeigt keine Auswirkungen auf die isometrischen Maximalkraftwerte des DMM. Die isokinetische Krafftagnostik für die Maximalkraft anhand des DMM zeigt nur in der IRO/ARO einen Kraftzuwachs. Dies lässt auf eine verbesserte intermuskuläre Koordination schließen.

Auf die Kraftausdauer bezogen lassen sich hingegen deutliche Verbesserungen nach einer Triggerpunkttherapie mittels f ESWT feststellen. Dies ist wahrscheinlich bedingt durch eine verbesserte Durchblutung der Muskelzelle und eine damit einhergehende verbesserte Sauerstofflage.

Die Ermittlung von TrP mittels ESWT führt zu den hochsignifikanten und höchstsignifikanten Ergebnissen bei der WS und ÜS.

Dies lässt eine Einstufung der ESWT sowohl für die Diagnose als auch für die Schmerz- und Funktionstherapie in der Triggerpunktbehandlung zu.

Laut den Ergebnissen dieser Studie, ist die f ESWT bei den Sportlern mit myofaszialem Schulterschmerzsyndrom primär geeignet, die Schmerzen zu lindern und den Funktionszustand zu verbessern. Muskuläre Veränderungen, gemessen anhand der Kraftwerte, werden ebenfalls bewirkt. Allerdings scheint dies nur sekundär zu geschehen und beinhaltet hauptsächlich die Kraftausdauer, bedingt durch eine bessere Sauerstoffversorgung des Muskels. Da nun ein reiner Schmerz bedingte Kraftverbesserung unwahrscheinlich ist, lässt dies auf die Zerstörung von Triggerpunkten schließen.

## 7. Literaturverzeichnis

**Acquadro MA, Borodic GE (1994)** Treatment of myofascial pain with botulinum A toxin [letter]. *Anesthesiology* 80: 705±706

**Aeckert K. S., Schröder, F. H. (1989)**: Effects of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) on renal tissue. A review. *Urol Res* 17:3-7.

**Alfvøn G (1993)** The pressure pain threshold (PPT) of certain muscles in children suffering from recurrent abdominal pain of non-organic origin. An algometric study. *Acta Paediatr* 82: 481±483

**Alvarez, D.J./Rockwell, P.G. (2002)**. Trigger points: diagnosis and management. *American family physician*, 65(4). pp.653-660.

**Amano M, Umeda G, Nakajima H, Yatsuki K (1988)** Characteristics of work actions of shoe manufacturing assembly line workers and a cross sectional factor control study on occupational cervicobrachial disorders. *Jpn J Ind Health* 30: 3±12

**Andersen JH, Kñrsgaard A, Rasmussen K (1995)** Myofascial pain in different occupational groups with monotonous repetitive work. *J Musculoskel Pain* 3: 57 (abstract)

**Apfel, R. E. (1981)**: Acoustic cavitation. *Meth Exp Physics* 19: 355-411.

**Auersperg V./Dorotka R./Sabeti-Aschraf M./Dohnalek C.H./Wanke S.T./Schaden W. (2004)**. Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) aus orthopädischer und traumatologischer Sicht. *Journal für Mineralstoffwechsel. Zeitschrift für Knochen- und Gelenkserkrankungen – Orthopädie, Osteologie, Rheumatologie*, 11(4). S.19-28.

**Aydin, I/Yildiz, Y./Özgürbüz, C./Yamur, H./Genc, Ü./Kalyon, T.A. (2000)**. Die propriozeptive Fähigkeit der normalen und der instabilen Schulter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(10). S.336-340.

**Baldry PE (1993)** Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain. Churchill Livingstone, Edinburgh

**Bauermeister W (2004):** TST- Trigger Stosswellen Therapie. Ergebnisse dreier prospektiver Studien an Patienten mit Nacken- Schultergürtel-, Schulter- Arm-Schmerzen, Lumbalgie und Lumboischialgie. In L Gerdesmeyer (Hrsg.), Extrakorporale Stoßwellentherapie. Schwerpunkt Radiale Technologie (S.319-27). Books on Demand

**Bates T, Grunwaldt E (1958)** Myofascial pain in childhood. *J Pediatr* 53: 198±209

**Bennett R. (2007).** Myofascial pain syndromes and their evaluation. *Best practice & research. Clinical rheumatology* , 21(3). pp.427-445.

**Beyer L (2006):** Muskelspannungserhöhung in der manuellen Medizin. Eine physiologische Analyse (Teil 1). *Manuelle Medizin* 44: 185-192.

**Blasier, R.B./Carpenter, J.E./Huston, L.J. (1994).** Shoulder proprioception - Effect of joint laxity, joint position and directions of motion. *Orthopaedic review*, 23(1). pp.45-50.

**Bös, K. (2001).** Handbuch Motorische Tests. 2.Aufl.. Hogrefe, Göttingen.

**Bortz J (1999)** Statistik für Sozialwissenschaftler. 5 Aufl., Springer- Verlag, Berlin/Heidelberg/New York

**Brig MS (1992)** Myofascial pain: trigger point injections vs ranscutaneous electrical stimulation. *Scand J Rheumatol [Suppl]* 94: 55

**Brunner, W./Thüringer, R./Ascher, G./Maluche, C./Schmidt-Höhnsdorff, F. (1999).** Die extrakorporale Stoßwellentherapie im Rahmen der orthopädischen Schmerztherapie. *Orthopädische Praxis*, 35(12). S.777-780.

**Carlson CR, Okeson JP, Falace DA, Nitz AJ, Lindroth JE (1993)** Reduction of pain and EMG activity in the masseter region by trapezius trigger point injection. *Pain* 55: 397±400

**Chaussy C., Eisenberger F., Jocham D., Wilbert D.(1995):** Die Stosswelle. Forschung und Klinik. Attempto-Verlag, Tübingen.

**Chaussy, G., Brendel W., Schmiedt, E. (1980):** Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 11: 1265-1268.

**Chen YJ/Kuo Y.R./Yang, K.D./Wang C.J./Sheenchen S.M./Huang H.C./Yang Y.J./Yichin S./Wang F.S. (2004).** Activation of extracellular signal-regulated kinase (ERK) and p38 kinase in shock wave-promoted bone information of segmental defects in rats. *Bone*, 34(3). pp.466-477.

**Cheng RSS, Pomeranz B (1987)** Electrotherapy of chronic musculoskeletal pain: comparison of electroacupuncture and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation. *Clin J Pain* 2: 143±149

**Cheshire WP, Abashian SW, Mann JD (1994)** Botulinum toxin in the treatment of myofascial pain syndrome. *Pain* 59: 65±69

**Chu J (1995)** Dry needling (intramuscular stimulation) in myofascial pain related to lumbosacral radiculopathy. *Eur J Phys Med Rehabil* 5: 106±121

**Coleman A. J., Saunders J. E., Crum L. A. (1987):** Acoustic cavitation generated by an extracorporeal shock wave litho-tripter.

**Cobiella C.E. (2004).** Shoulder pain in sports. *Hospital medicine*, 65(11). pp.652-656.

**Cummings GS, Tillman LJ (1992)** Remodeling of dense connective tissue in normal adult tissues. In: Currier DP, Nelson RM (eds) *Dynamics of human biologic tissues*. Davis, Philadelphia *Ultrasound Med Biol* 13: 69-76.

**Cummings M./Baldry P. (2007).** Regional myofascial pain: diagnosis and management. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, 21(2). pp.367-387.

**Crum, L. (1982):** Acoustic cavitation. Proc. IEEE Ultrasonic Symposium New York: 1-11.

**Daecke W./Kusnierczak D./Loew M. (2002).** Extracorporal shockwave therapy (ESWT) in tendinosis calcarea of the rotator cuff. Long-term results and efficacy. *Der Orthopäde*, 31(7). S.645-651.

**Dahmen, G., Meiss L., Nam V. C. (1992):** Extrakorporale Stosswellentherapie (ESWT) im knochenahen Weichteilbereich der Schulter. *Extracta Orthopædica* 15: 25-27.

**Dahmen G. P., Franke R., Gonchars V., Poppe K., Lentrodt S., Lichtenberger S., Jost S., Montigel J., Nam V. C., Dahmen D. (1995):** Die Behandlung knochenaher Weichteilschmerzen mit Extrakorporaler Stosswellentherapie (ESWT). Indikation, Technik und bisherige Ergebnisse. In: Chaussy C., Eisenberger F., Jocham D., Wilbert D. (Hrsg.): *Die Stoßwelle. Forschung und Klinik.* Attempto, Tübingen: 175-187

**Dejung B (1987)** Die Verspannung des M. iliacus als Ursache lumbosacraler Schmerzen. *Manuel Med* 25: 73±81

**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. Hans Huber, Bern.

**Delacerada FG (1982)** A comparative study of three methods of treatment for shoulder girdle myofascial syndrome. *JOSPT* 4: 51±54

**Delius M., Dreanenert K., Al Diek Y., Dreanenert, Y. (1995):** Biological effects of shock waves. In vivo effect of high energy pulses on rabbit bone. *Ultrasound Med Biol* 21: 1219-1225.

**De Marees H (1994):** Sportphysiologie. Sport und Buch Strauß, Köln.

**Dickhuth, H.H. (2000).** Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin. Hofmann,

Schorndorf.

**Dommerholt J, Norris RN (1997)** Physical therapy management of the instrumental musician. In: Gallagher SP (ed) *Physical Therapy for the Performing Artist, part II; Music and Dance*, 6. Saunders, Philadelphia

**Eng-Ching Y (2007):** Myofascial Pain. An Overview. *Ann Acad Med Singapore* 36:43-52.

**Ellenbecker T.S./Roetert E.P./Bailie D.S./Davies G.J./Brown S.W. (2002).** Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(12). pp.2052-2056.

**Evan A. P., Willis, L. R., Connors, B. (1991):** Shock wave lithotripsy- induced renal injury. *Am J Kid Dis* 4: 445-450.

**Faber E, Kuiper JI; Burdorf A, Miedema HS, Verhaar JHN (2006):** Treatment of impingement syndrome: a systematic review of the effect of functional limitations and return to work. *Journal of occupational rehabilitation* 16(1):7-25.

**Fallström M./Yeap J.S./Alfredson H./Söderman K. (2006).** Shoulder pain – a common problem in world-class badminton players. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 16(3). pp.168-173.

**Fassbender HG (1973)** Morphologie und Pathogenese des Weichteilrheumatismus. *Z Rheumaforsch* 32: 355±374

**Fassbender HG (1975)** Psyche und Rheuma: psychosomatische Schmerzsyndrome des Bewegungsapparates. Schwabe/Eular, Basel

**Felder H (1999):** Isokinetik in Sport und Therapie. Pflaum-Verlag, München.

**Fernandez-De-Las-Pen\_AS C, Fernandez-Carnero J, Miangolarra-Page JC (2005):** Musculoskeletal disorders in mechanical neck pain: Myofascial trigger points versus cervical joint dysfunction. *J Musculoskeletal Pain* 13(1): 27-35.

- Fischer AA (1984)** Diagnosis and management of chronic pain in physical medicine and rehabilitation. In: Ruskin AP (ed) *Current Therapy in Physiatry*. Saunders, Philadelphia
- Fischer AA (1995)** Local injections in pain management; Trigger point needling with infiltration and somatic blocks. In: Kraft GH, Weinstein SM (eds) *Injection Techniques: Principles and Practice*. Saunders, Philadelphia, pp 851±870
- Forst R./Ingenhorst A. (2005)**. Myofascial pain syndrome. *Der Internist*, 46(11). S.1207-1217.
- Frost FA, Jessen B, Siggaard-Andersen J (1980)** A control, double-blind comparison of mepivacaine injection versus saline injection for myofascial pain. *Lancet* 1: 499±501
- Ga H/Choi J.H./Park C.H./Yoon H.J. (2007)**. Dry needling of trigger points with and without paraspinal needling in myofascial pain syndromes in elderly patients. *Journal of alternative and complementary medicine*, 13(6). pp.617-624.
- Gam, A.N./Warming, S./Larsen, L.H./Jensen, B./Hoydalsmo, O./Allon, I./Andersen, B./Gotzsche, N.E./Petersen, M./Mathiesen, B. (1998)**. Treatment of myofascial trigger-points with ultrasound combined with massage and exercise – a randomised controlled trial. *Pain*, 77(1). pp.73-79.
- Gamarra F., Spelsberg F., Kuhnle G. (1993)**: High-energy shock waves induce blood flow reduction in tumors. *Cancer Res* 53: 1590-1595.
- Gariphanova MB (1995)** The ultrastructure of myogenic trigger points in patients with contracture of mimetic muscles. *J Musculoskel Pain* 3: 23 (abstract)
- Gerdesmeyer L, Henne M, Diehl P, Gollwitzer H, Goebel M**. Klinische Anwendung des Swiss Dolorclast. In: Gerdesmeyer L (Hrg). *Extrakorporale Stosswellentherapie*. Books on Demand, Norderstedt, 2004: 110–9.

- Gerwin RD (1992)** The management of myofascial pain syndromes. In: Turk DC, Melzack R (eds) Handbook of pain assessment. Guilford, New York
- Gerwin RD, Duranleau D (1997)** Ultrasound identification of the myofascial trigger point. *Muscle Nerve* 20: 767±768
- Glenn, M. P. (1991):** Shock wave physics. *Am J Kid Dis* 12: 431-435.
- Glogowski G; Wallraff J. (1951)** Ein Beitrag zu Klinik und Histologie von Muskelhäerten (Myogelosen) *Zentrum Orthopädie* 80: 237 - 268
- Gosselink R, Haas HJ, Reybrouck T (2005):** Leistungsphysiologie. In: F. van den Berg (Hrsg), *Angewandte Physiologie*, (S.537-578). Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
- Graff-Radford SB, Reeves JL, Baker RL, Chiu D (1989)** Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on myofascial pain and trigger point sensitivity. *Pain* 37: 1±5
- Graff-Radford S.B. (2004).** Myofascial pain: diagnosis and management. *Current pain and headache reports*, 8(6). pp.463-467.
- Grana W.A./Boscardin J.B./Schneider H.J./Takao S.H./Vera T./Goin S.G. (2007).** Evaluation of elbow and shoulder problems in professional baseball pitches. *American journal of orthopaedics*, 36(6). pp.308-313.
- Gröbli C, Dommerholt J (1997)** Myofasziale Triggerpunkte . Springer-Verlag. 35:295-303
- Gröbli C, Dejung B (2003):** Nichtmedimentöse Therapie myofaszialer Schmerzen. *Schmerz* 17:475-480.
- Grosjean B, Dejung B (1990)** Achillodynie ± ein unlösbares Problem? *Schweiz Z Sportmed* 38: 17±24
- Groß M.W./Sattler A./Haake M./Schmitt J./Hildebrand R./Müller H.- H./Engelhart-Cabilic R. (2002).** Die Wertigkeit der Strahlenbehandlung im Vergleich zur

extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) beim Supraspinatus- sehnensyndrom. *Strahlentherapie und Onkologie*, 178(6). S.314-320.

**Grote R., Döhring W., Aeikens B. (1986):** Computertomographischer und sonographischer Nachweis von renalen und perirenalen Veränderungen nach einer extrakorporalen Stosswellenlithotripsie. *Fortschr Röntgenstr* 144: 434-439.

**Güllich A, Schmidtbleicher D (1999):** Die Struktur der Krafftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50(7+8):223-234.

**Gunn CC (1996)** The Gunn approach to the treatment of chronic pain. Churchill Livingstone, Edinburgh

**Haake M./Sattler A./Groß M.W./Schmitt J./Hildebrandt R./Müller H.- H. (2001).** Vergleich der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) mit der Röntgenreizbestrahlung beim Supraspinatussehnsyndrom – Ein prospektiver randomisierter einfachblinder Parallelgruppenvergleich. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie (Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete)*, 139. S.397-402.

**Haake M, Gerdesmeyer L (2004):** Geschichte der Extrakorporalen Stoßwellentherapie. In L Gerdesmeyer (Hrsg.), *Extrakorporale Stoßwellentherapie. Schwerpunkt Radiale Technologie* (S.9-18). Books on Demand.

**Haist J. (1995):** Die Osterrestauration via Stosswellenanwendung: Eine neue Möglichkeit zur Therapie der gestörten knöchernen Konsolidierung. In Chaussy C., Eisenberger F., Jocham D., Wilbert D. (Hrsg.): *Die Stosswelle. Forschung und Klinik.* Attempto, Tübingen: 157-161

**Haist J, Von Keitz-Steeger D. (1995):** Stosswellentherapie knochennahe Weichteilschmerzen. In: Chaussy C., Eisenberger F., Jocham D., Wilbert D. (Hrsg.): *Die Stoßwelle. Forschung und Klinik.* Attempto, Tübingen: 162-165

**Hameroff SR, Crago BR, Blitt CD (1981)** Comparison of bupivacaine, etidocaine and saline for trigger-point therapy. *Anesth Analg* 60:752±755

**Haupt G., Haupt A., Senge T. (1993):** Die Behandlung von Knochen mit extrakorporalen Stosswellen - Entwicklung einer neuen Therapie. 1. Konsensus-Workshop der Deutschen Gesellschaft für Stosswellenlithotripsie, Weitenburg, 28.-30.1.1993: 120-126.

**Haupt G., Katzmaier P. (1995):** Anwendung der hochenergetischen ESWT bei Pseudarthrosen, Tendinosis calcarea der Schulter und Ansatz-tendinosen. In: Chaussy C., Eisenberger F., Jocham D., Wilbert D. (Hrsg.): Die Stosswelle. Forschung und Klinik. Attempto, Tübingen: 143-146

**Heller K./Niethard F. (1998).** Der Einsatz der extrakorporalen Stoßwellentherapie in der Orthopädie – eine Metaanalyse. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie (Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete)*, 136. S.390-401.

**Hendler N, Fink H, Long D (1983)** Myofascial syndrome: response to trigger-point injections. *Psychosomatics* 24: 990±999

**Hildebrandt, G./Moser, M./Lehofer, M. (1998).** Chronobiologie und Chronomedizin. Hippokrates, Stuttgart.

**Ho K.Y./Tan K.H. (2007).** Botulinum toxin A for myofascial trigger point injection: a qualitative systematic review. *European journal of pain*, 11(5). pp.519-527.

**Holden, CA, MacDonald,(2006 ) DM:** Clinical and Experimental Dermatology Volume 8 Issue 5, Pages 443 - 457 Published Online: 27 Apr 2006  
Journal Compilation © British Association of Dermatologists

**Hollmann W, Hettinger T (2000):** Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Schattauer, Stuttgart.

**Höltke V, Theek C, Verdoncka (2000):** Möglichkeiten und Grenzen isokinetischer Kraftdiagnostik bei Leistungsschwimmern. In: [http://home.tonline.de/home/02351945-3/i00\\_3.htm](http://home.tonline.de/home/02351945-3/i00_3.htm)(2000), eingesehen am 25.01.2008 um 9:30Uhr.

- Hong C-Z (1993)** Myofascial trigger point injection. *Crit Rev Phys Med Rehabil*
- Hong C-Z (1994)** Considerations and recommendations regarding myofascial trigger point injection. *J Musculoskel Pain* 2: 29±59
- Hong C Z, Simons DG.** Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of
- Hong C.Z. (2002).** New trends in myofascial pain syndrome. *Chinese medical journal*, 65(11). pp.501-512.
- Hong C.Z. (1996).** Pathophysiology of myofascial trigger point. *Journal of the Formosan Medical Association*, 95(2). pp.93-104.
- Hong C.Z. (2006).** Treatment of myofascial pain syndrome. *Current pain and headache reports*, 10(5). pp.345-349.
- myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 863-872
- Hsieh Y.L./Kao M.J./Kuan T.S./Chen S.M./Chen J.T./Hong C.Z. (2007).** Dry needling to a key myofascial trigger point may reduce the irritability of satel- lite MTrPs. *American journal of physical medicine and rehabilitation*, 86(5). pp.397-403.
- Hubbard DR, Berkoff GM (1993)** Myofascial triggerpoints show spontaneous needle EMGactivity. *Spine* 18: 1803±1807
- Hünting W, Läubli T, Grandjean E (1981)** Postural and visual loads at VDT workplace: 1. constrained postures. *Ergonomics* 24: 917±931
- Ingber R.S. (2000).** Shoulder impingement in tennis/racquetball players with subscapularis myofascial treatments. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(5). pp.679-682.
- Iro, H., Nitsche, N., Schneider, H. (1989):** Extracorporeal shockwave lithotripsy of salivary gland stones. *Lancet* 11: 115-118.
- Irnich D, ( 2008 )** Leitfaden Triggerpunkte

**Jaeger B, Reeves JL (1986)** Quantification of changes in myofascial trigger point sensitivity with the pressure algometer following passive stretch. *Pain* 27: 203±210

**Janwantanakul, P./Magarey, M.E./Jones, M.A./Dansie, B.R. (2001).** Variation in shoulder position sense at mid and extreme range of motion. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(6). pp.840-844.

**Jerosch J./Castro W.H.M./Halm H./Drescher H. (1993).** Does the glenohumeral joint capsule have proprioceptive capability? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(2). pp.80-84

**Jerosch J./Moersler M./Grosse-Hackmann A./Clahsen H. (1992).** Über die Funktion der Schultergelenkkapsel unter besonderer Berücksichtigung der glenohumeralen Ligamente. *Orthopädische Praxis*, 3. S.147-154.

**Jerosch J./Moersler M./Grosse-Hackmann A./Clahsen H. (1995).** Über die Funktion der glenohumeralen Ligamente bei der aktiven Sicherung der Schulterinstabilität. *Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete (Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie)*, 133(1). S.67-70.

**Jerosch J, Heisel J (2001):** Meine Schulter schmerzt: Ratgeber für Patienten. Schülling, Münster.

**Jerosch, J./Thorwesten, L. (1994).** Propriozeption des Schultergelenkes bei gesunden Probanden. In: Jerosch, J./Steinbeck, J.. Aktuelle Konzepte der Diagnostik und Therapie des instabilen Schultergelenkes. Shaker, Aachen. S.31-45.

**Jerosch, J./Prymka, M. (1996).** Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(3). pp.171-179.

**Jerosch, J./Thorwesten, L./Teigelkötter, T (1997).** Propriozeption des Schultergelenkes bei jugendlichen Tennisspielern. *Sportverletzung, Sportschaden*, 11 S.1-9.

**Jerosch, J./Wüstner, P. (2002).** Effekt eines sensomotorischen Trainingsprogramms bei Patienten mit subakromialem Schmerzsyndrom. *Der Unfallchirurg*, 105(1). S.36-43.

**Kannus P (1999):** Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med* 15:11-18.

**Kapandji, I.A. (1999).** Funktionelle Anatomie der Gelenke. Bd.1 – Obere Extremität. Hippokrates, Stuttgart.

**Kellis E, Baltzopoulos V (1996):** Isokinetic eccentric exercise. *Sports Med* 19(3):202-222.

**Krischek, O., Rompe, J.-D., Hopf, C., Vogel, J.,Herbstofer, B., Nafe, B., Bürger, R. (1998):** Die extrakorporale Stosswellentherapie bei Epicondylitis humeri ulnaris oder radialis Eine prospektive, kontrollierte, vergleichende Studie. *Z Orthop* 136: 3-7.

**Kuan T.S./Hong C.Z./Chen J.T./Chen S.M./Chien C.H. (2007).** The spinal cord connections of the myofascial trigger spot. *European journal of pain*, 11(6). pp.624-634.

**Kugler A./Krüger-Franke M./Reinnger S./Rosemeyer B. (1994).** Der chronische Schulterschmerz des Volleyballangriffspielers. *Sportschaden, Sport- verletzung*, 8. S.160-165.

**Kynsburg A./Halasi T./Tallay A./Berkes I. (2006).** Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 14(12). pp.1299-1306.

**Lavelle E.D./Lavelle, W./Smith H.S. (2007).** Myofascial trigger points. *The Medical Clinics of North America*, 91(2). pp.229-239.

**Lee JC, Lin DT, Hong C-Z (1997)** The effectiveness of simultaneous thermotherapy with ultrasound and electrotherapy with combined AC and DC current on the immediate pain relief of myofascial trigger points. *J Musculoskelet Pain* 5: 81±90

**Lephart, S.M./Henry, T.J. (2000).** Restoration of Proprioception and Neuromuscular Control of the Unstable Shoulder. In: Lephart, S.M./Fu, F.H.. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. Human Kinetics, Champaign. pp.405-413.

**Lewis J, Tehan P ( 1999 ).** A blinded pilot study investigating the use of diagnostic ultrasound for detecting active myofascial trigger points.  
Pain 79: 39-44,

**Lewit K (1979)** The needle effect in the relief of myofascial pain. Pain 6: 83±90

**Lewit K (1988)** Postisometric relaxation in combination with other methods of muscular facilitation and inhibition. Manuel Med 2: 101±104

**Lewit K (1993)** Treatment of myofascial pain and other dysfunction disorders. In: Vñrùý H, Merskey H (eds) Pain Research and Clinical Management: Progress in Fibromyalgia and Myofascial Pain. Elsevier, Amsterdam

**Lephart S.M./Riemann B.L./Fu F.H. (1994).** Introduction to the Sensorimotor System. In: LEPHART, S.M./FU, F.H.. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. Human Kinetics, Champaign. pp.xvii-xxiv.

**Licht G, Müller-Ehrenberg H, Greitemann B.** Das Myofasziale Schmerzsyndrom. MOT 2003; 6: 35–45

**Lin TY, Teixeira MJ, Fischer AA, Barboza HF, Imamura ST, Azze RJ, Mattar R (1997)** Work-related musculoskeletal disorders. In: Fischer AA (ed) Myofascial pain; update in diagnosis and treatment, 8. Saunders, Philadelphia

**Ling FW, Slocumb JC (1993)** Use of trigger point injections in chronic pelvic pain (ed) Contemporary Management of Chronic Pelvic Pain, 20.Saunders, Philadelphia

**Lingeman, J. E., Evan, A. P., McAteer, J. A. (1988):** Bioeffects of extra-corporeal shock wave lithotripsy. Strategy for research and treatment. Urol Clin North Am 15: 507-514.

**Lippert, H. (2006).** Lehrbuch Anatomie. 7.Aufl.. Urban & Fischer, München.

**Loitz D./Loitz S./Uhtoff H.K. (1999).** Das Subakromialsyndrom der Schulter  
Differentialdiagnostik, conservative und operative Therapie. *Der Unfallchirurg*,  
102. S.870-887.

**Loew, M., Jurgowski, W. (1993):** Erste Erfahrungen mit der Extrakorporalen  
Stosswellen-Lithotripsie (ESWL) in der Behandlung der Tendinosis calcarea der  
Schulter. *Z Orthop* 131: 470-473.

**Lönn, J./Crenshaw, A.G./Djupsjöbacka, M./Pedersen, J./Johansson, H.(2000).**  
Position sense testing: influence of starting position and type of displacement.  
*Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(5). pp.592-597.

**Maier M./Durr H.R./Kohler S./Staupendahl D./Pfahler M./Refior H.J. (2000).**  
Analgetische Wirkung niedrigerenergetischer extrakorporaler Stoßwellen bei  
tendinosis calcarea, Epikondylitis humeri radialis und Plantarfasziitis. *Zeit- schrift für  
Orthopädie und Ihre Grenzgebiete (Zeitschrift für Orthopädie und Un- fallchirurgie)*,  
138(1). S.34-38.

**Mayer F, Horstmann T, Rocker K, Heitkamp HC, Dickhuth HH (1994):**  
Normal values of isokinetic maximum strength, the strength/velocity curve, and  
the angle in peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. *Int J Sports  
Med* 15:19-25.

**Maier M./Averbeck B./Milz S./Refior H.J./Schmitz C. (2003).** Substance P and  
prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. *Clinical  
Orthopaedics*, 406. pp.237-245.

**McNultyW, Gevitz R, Berkoff G, Hubbard D (1994)** Needle electromyographic  
evaluation of trigger point response to a psychological stressor. *Psychophysiology*  
31: 313±316

**Melzack, R., Wall, P. D. (1965):** Pain mechanisms: A new theory. *Science*  
150: 971-980.

**Mense S ( 1999 ).** Neurobiologische Grundlagen von Muskelschmerz.

Schmerz 13: 3-17,

**Mense S, Simons D (2001):** Muscle pain. Understanding its nature, diagnosis, and treatment. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

**Mense S./Pongartz D. (2003).** Neue Einsichten in die Besonderheiten des Muskelschmerzes. *Der Schmerz*, 17(6). S.397-398.

**Michael J.W./König D.P./Bertram C./Hessling U./Eysel P. (2005).** Isokinetic testing of the shoulder of handball players. *Sportschaden, Sportverletzung*, 19(3). S.151-155

**Moretti B, Garofalo L, Genco S, Patella V, Mouhsine E (2005):** Medium-energy shock wave therapy in the treatment of rotator cuff calcifying tendinitis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13:405-410.

**Morris ET (1992)** Cryotherapeutic treatment of myofascial pain syndrome. *Scand J Rheumatol [Suppl]* 94: 56-93.

**Müller-Ehrenberg H:** Rückenschmerz und myofasziale Triggerpunkte. ZKM 2009; 2: 12–16

**Müller-Ehrenberg H, Thorwesten L, Pottebaum M et al.** Changes in static and dynamic force development after treatment of myofascial trigger points using focused ESWT in case of sports-related shoulder pain. In: 12th Annual Congress of the ECSS. 11–14 July 2007, Jyväskylä, Finland

**Myers J.B./Guskiewicz K.M./Schneider R.A./Prentice W.E. (1999).** Proprioception and Neuromuscular Control of the Shoulder after Muscle Fatigue. *Journal of athletic training*, 34(4). pp.362-367.

**Nagata CB, Tsujii Y (1997)** Myotherapy: a new approach to the treatment of muscle pain syndromes. *J Manual Manipulat Ther* 5: 87±90

**Netter, F.H./Böttcher, T./Engelhardt, S./Kortenhaus, M. (2001).** Netters Orthopädie. Thieme, Stuttgart.

**Optiz G (2006 )** Der Muskelschmerz. Teil 2: Myofaszialer Schmerz, triggerpunkte und Stoßwellentherapie unter Anwendung der kontrollierten Ohrakupunktur nach Bahr und Nogier.

**Paternostro-Sluga T./Zoch C. (2004).** Konservative Therapie und Rehabilitation von Schulterbeschwerden. *Radiologe*, 44(6). S.597-605.

**Pederson J, Sjölander P, Wenngren BI, Johansson H (1997)** Increased intramuscular concentration of bradykinin increases the static fusimotor drive to muscle spindles in neck muscles of the cat. *Pain* 70: 83±91

**Pettrone F.A./Mc Call B.R.(2005).** Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *Journal of bone and joint surgery*, 87(6). pp.1297-1304.

**Pfeifer, K. (2001).** Erfassung sensomotorischer und koordinativer Leistungen – aktueller Stand. *Medizinisch-orthopädische Technik (MOT)*, 121. S.72-78.

**Pfeiler, M., Matura, E., Seyler, G. (1989):** Nieren- und Gallensteinlithotripsie: Physik, Technologie und medizinisch-technische Anwendung. *Electromedica* 57: 52-63.

**Platzer, W. (2003).** Taschenatlas der Anatomie – 1. Bewegungsapparat. 8.Aufl..Thieme, Stuttgart.

**Pongratz DE, Späth M (1997)** Morphologic aspects of muscle pain syndromes. In: Fischer AA (ed) *Myofascial pain; Update in diagnosis and treatment*, 8. Saunders, Philadelphia

**Pongratz D, Zierz S ( 2003 ):** Neuromuskuläre Erkrankungen. Diagnostik, interdisziplinäre Therapie und Selbsthilfe. Deutscher Ärzte-Verlag

**Pötzl W./Thorwesten L./Götze C./Garmann S./Steinbeck J. (2004).** Proprioception of the shoulder joint after surgical repair for Instability: a long-term follow-up study. *American journal of sports medicine*, 32(2). pp.425-430.

**Riehle, R. (1987):** Principles of extracorporeal shock wave lithotripsy. Churchill Livingstone, New York.

**Reitinger A, Radner H, Tilscher H, Hanna M, Windisch A, Feigl W (1996)**  
Morphologische Untersuchung an Triggerpunkten. Manuel Med 34: 256±262

**Reuter, I.M./Engelhardt, J./Freiwald, J. (1994).** Sensorische Rückmeldung aus arthronalen Systemen als Steuerungsvoraussetzung der Muskulatur. In: Zichner, L./Engelhardt, M./Reuter, I.. Die Muskulatur – Sensibles integratives und messbares Organ. Ciba-Geigy, Wehr. S.41-52

**Rompe, J.-D. (1997A):** Physik und Technik medizinischer Stosswellensysteme. In: J.-D. Rompe (Hrsg.): Extrakorporale Stosswellentherapie. Grundlagen, Indikation, Anwendung. Chapman & Hall, London- Glasgow-Weinheim: 15-34

**Rompe, J.-D. (1997B):** Biologische Effekte extrakorporaler Stosswellen. In: J.-D. ROMPE (Hrsg.): Extrakorporale Stosswellen. Grundlagen, Indikation, Anwendung. Chapman & Hall, London-Glasgow-Weinheim: 35-80

**Rompe, J.-D. (1997C):** Epicondylopathia humeri radialis. In: J.-D. Rompe (Hrsg.): Extrakorporale Stosswellentherapie. Grundlagen, Indikation, Anwendung. Chapman & Hall, London-Glasgow- Weinheim: 81-108

**Rompe J.-D., Hopf, C., Küllmer, K.,Heine, J., Bürger, R. (1996B):** Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. J Bone Joint Surg 78: 233-237.

**Rompe, J.-D., Hopf, C., Küllmer, K., Heine, J., Bürger, R., Nafe, B. (1996C):** Low-energy extracorporal shock wave therapy for persistent tennis elbow. Int Orthop 20: 23-27.

**Rompe J.-D., Hopf, C., Küllmer, K., Witsch, U., Nafe, B. (1996A):** Extrakorporale Stosswellentherapie der Epicondylopathia humeri radialis - ein alternatives Behandlungskonzept. Z Orthop 134:63-66.

**Rompe, J. D., Rumler, F., Hopf, C., Nafe, B., Heine, H. (1995):** Extracorporeal shock waves therapy of calcifying tendinitis of the shoulder. Clin Orthop 321.

**Rompe JD, Buch M, Gerdesmeyer L, Haake M, Loew M, Maier M, Heine J (2002):** Muskuloskeletale Stoßwellenapplikation – aktueller Stand der klinischen Forschung zu den Standardindikationen. Z Orthop 140:267-274.

**Rompe JD, Thels C, Maffulli N (2005):** Stoßwellentherapie bei Tennisellbogen. Der Orthopäde 34:567-570.

**Rosen NB (1993)** Myofascial pain: the great mimicker and potentiator of other diseases in the performing artists. Maryland Med J 42: 261±266

**Russo, P., Stephenson, R. A., Mies, C. (1986):** High energy shock waves suppress tumor growth in vitro and in vivo. J Urol 136: 626-628.

**Sass, W., Bräulich, M., Dreyer, H. P. (1991):** The mechanisms of stone disintegration by shock waves. Ultrasound Med Biol 17: 239-243.

**Schelling, G., Delius, M., Gschwender, M., Grafe, P., Gambihler, S. (1994):** Extracorporeal shock waves stimulate frog sciatic nerves indirectly via a cavitation-mediated mechanism. Biophys J 66: 133-140.

**Schlarmann, C. (1999):** Mittelfristige Behandlungsergebnisse verschiedener Formen der Periarthropathia humeroscapularis mittels Stosswellentherapie mit einer elektrohydraulischen Energiequelle (Dornier Lithotripter MPL 9000). Med. Diss. Bochum.

**Schleberger, R. (1995):** Anwendung der extrakorporalen Stosswelle am Stütz- und Bewegungsapparat im mittlereenergetischen Bereich. In: C. Chassy, F. Eisenberger, D. Jocham, W. Wilbert(Hrsg.): Die Stoßwelle. Forschung und Klinik. Attempto-Verlag, Tübingen: 166-174

**Schleberger, R. (1996):** First clinical applications of extracorporeal shock waves (ESW) in orthopaedics. J Min Stoffw, Sonderausgabe 5/96: 32-34.

**Schleberger, R., Senge, T. (1992):** Non-invasive treatment of long-bone pseudoarthrosis by shock waves (ESWL). *Arch Orthop Trauma Surg* 111: 224-227.

**Schmidt, R.F./Thews, G. (1997).** Physiologie des Menschen. Springer, Berlin.

**Schmidt F. und Thews G. (1999)** Physiologie des Menschen; 27. Auflage Springer

**Schmit J, Tosch A, Hühnerkopf M, Haake M (2002):** Die extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT®) als therapeutische Option beim Supraspinatussehnenensyndrom? *Der Orthopäde* 31(7):652-657.

**Schmidt-Wiethoff R, Rapp W, Schneider T, Haas H, Steinbrück K, Gollhofer A (2000):** Funktionelle Schulterprobleme und Muskelimbancen beim Leistungssportler mit Überkopfbewegung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 51(10):327-335.

**Schultheiss, R. (1995):** Stosswellen-Technologie in Orthopädie und Unfallchirurgie. In: C. Chassy, F. Eisenberger, D. Jocham. Wilbert(Hrsg.): Die Stosswelle. Forschung und Klinik. Attempto, Tübingen: 237-245

**Schultheiss R. (1996):** Basic physical principles of shock waves. *J Mineralstoff Sonderheft* 5/96: 22-27.

**Seil R./Wilmes P./Nührenbörger C. (2006).** Extracorporal shock wave therapy for tendinopathies. *Expert review of medical devices*, 3(4). pp.463-470.

**Shen Y.F./Goddard G. (2007).** The short-term effects of acupuncture on myofascial pain patients after clenching. *Pain practice: the official journal of World Institute of pain*, 7(3). pp.256-264.

**Shklar A, Dvir Z (1995):** Isokinetic strength relationships in shoulder muscles. *Clinical Biomechanics* 10(7):369-373.

**Siebert W. (1996):** 1 Kasseler Symposium über die Stoßwellentherapie

**Silverstein BA (1985)** The prevalence of upper extremity cumulative trauma disorders in industry. University of Michigan, Ann Arbor

**Simons D. (1976)** Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 55: 65 - 88

**Simons D. und Travell J. (1981)** Myofascial trigger points, a possible explanation Pain 10: 106 - 109

**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

**Simons D. (1997)** Triggerpunkte und Myogelose Manuelle Medizin 6: 290 - 294

**Simons DG, Hong C-Z, Simons L (1995)** Prevalence of spontaneous electrical activity at trigger spots and control sites in rabbit muscle. J Musculoskeletal Pain 3: 35±48

**Simons DG, Hong C-Z, Simons LS (1995)** Nature of myofascial trigger points, active loci. J Musculoskeletal Pain 3: 62

**Simons DG, Mense S (2003)** . Diagnose und Therapie myofaszieller Triggerpunkte. Schmerz 17: 419-424

**Sobotta** Atlas der Anatomie des Menschen Band 1Herausg. von Ferner, J., Staubesand, J.Urban und Schwarzenberg Verlag, 1982

**Sola A. (1955)** Incidence of hypertensive areas in posterior shoulder muscles American Journal of Physical Medicine 34: 585 - 590

**Srbely J.Z./Dickey J.P. (2007)**. Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapy? *Clinical rehabilitation*, 21(5). pp.411-417.

**Steinacker T, Steuer M (2001)**: Einsatz der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) in der Sportorthopädie. Sportverletzung– Sportschaden 15:45-49.

**Stoller M., Litt L., Salazar R. G. (1989):** Severe hemorrhage after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Ann Int Med* 111: 612 - 613.

**Struppler A, Ochs G ( 1986 ).** Differentialdiagnose des Schmerzes. *Internist*; 27: 426-432

**Sukul J., Johannes E. J., Pierik E., Van Euck G., Kristellin M. (1992):** The effects of high energy shock waves focused on cortical bone: An in vitro study. *J Surg Res* 53: 110-116.

**Thorwesten L, Steinbeck J, Schröder M, Jerosch J. (1995):** Isokinetische Kraftmessungen am Schultergelenk. *Sportverletzung–Sportschäden* 9:62–64.

**Tomasits, J./Haber, P. (2005).** Leistungsphysiologie – Grundlagen für Trainer, Physiotherapeuten und Masseur. 2. Aufl.. Springer, Wien.

**Tough E.A, White A.R, Richards S, Campbell J (2007):** Variability of criteria used to diagnose myofascial trigger point pain syndrome. Evidence from a review of the literature. *Clin J Pain* 23(3):278 – 286.

**Travell JG, Simons DG (1983)** Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual, vol 1. Williams & Wilkins, Baltimore

**Travell JG, Simons DG (1992)** Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual, vol 2. Williams & Wilkins, Baltimore

**Travell JG, Simons DG (2002):** Handbuch der Muskel–Triggerpunkte. Obere Extremität, Kopf und Thorax, 2. Aufl., Urban & Fischer, München Jena.

**Tschopp KP, Gysin C (1996)** Local injection therapy in 107 patients with myofascial pain syndrome of the head and neck. *ORL* 58:306±310

**Valchanou V. D., Michailov, P. (1991):** High energy shockwaves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. *Int Orthop* 15: 181-184.

**Wang C.J./Wang F.S./Yang K.D./Wenig L.H./Hsu C.C./Huang C.S./Yang L.C.**

(2003). Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. *Journal of Orthopaedic research* , 21(6). pp.984-989.

**Warner, J.J./Lephart, S./Fu, F.H. (1996).** Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clinical orthopaedics and relates research* , 330. pp.35-39.

**Wassinger C.A./Myers J.B./Gatti J.M./Conley K.M./Lephart S.M. (2007).**

Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *Journal of athletic training*, 42(1). pp.84-89.

**Weineck J (2000):** Sportbiologie. Spitta–Verlag. Balingen.

**Wess, O. (2004).** Physikalische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie. *Journal für Mineralstoffwechsel. Zeitschrift für Knochen- und Gelenkserkrankungen – Orthopädie, Osteologie, Rheumatologie*, 11(4). S.7-18.

**Weizer A.Z./Zhong P./Preminger G.M. (2007).** New concepts in shock wave lithotripsy. *The urologic clinics of North America*, 34(3). pp.375-382.

**Wheeler A.H. (2004).** Myofascial pain disorders: theory and therapy. *Drugs*,64(1). pp.45-62.

**Yap E.C. (2007).** Myofascial pain – an overview. *Annals of the academy of medicine*, 36(1). pp.43-48.

**Yue SK (1995)** Initial experience in the use of botulinum toxin a for the treatment of myofascial related muscle dysfunctions. *J Musculoskelet Pain* 3: 22

**Zuckermann J.D./Gallagher M.A./Cuomo F./Rokito A.(2003).** The effect of instability and subsequent anterior shoulder repair on proprioceptive ability. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 12(2). pp.105-109.

## 8. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 2.1: zeigt das Schema einer Muskelfaser mit einem palpierbaren verspannten Muskelfaserbündel (tautband). Ansatztriggerpunkte zu beiden Seiten des tautband sind schmerzempfindlich wegen des permanenten Faserzugs der straffen Bänder (modifiziert nach Simons DG, Mense 2003)
- Abb.2.2 Definition einer Stosswelle ROMPE et al. 1996A
- Abb.3.1 Diagramm-Verteilung der Sportarten in der BG ( n=30)
- Abb.3.2 Diagramm-Verteilung der Sportarten in der KG ( n=30)
- Abb.3.3 Diagramm- Diagnosen in der BG (n=30)
- Abb.3.4 Diagramm- Diagnosen in der KG (n=30)
- Abb.3.5 Chronologischer Ablauf der Studie für BG
- Abb.3.6 Chronologischer Ablauf der Studie für KG
- Abb.3.7 VAS-Score Vorderseite
- Abb.3.8 VAS-Score Rückseite
- Abb.3.9 Photo- Winkelreproduktionstest Seitenansicht
- Abb.3.10 Photo- Winkelreproduktionstest Rückansicht
- Abb.3.11 Skizze der Zielscheibe zum WRT
- Abb.3.12: Schema –Zeitverlauf einer Testreihe mittels WRT.
- Abb.3.13 Photo Kraftdiagnostik in Sitzposition

- 
- Abb.3.14 Photo Kraftdiagnostik in Rückenlage
- Abb.3.15 Schema- Zeitverlauf einer Kraftdiagnostischen Testreihe am CYBEX Norm™
- Abb.3.13 Formen der Palpation: Streichpalpation
- Abb.3.14 Formen der Palpation: Zangenpalpation
- Abb.3.15 Standart zur Manuellen MTrP-Diagnostik
- Abb.3.16 Irrtumswahrscheinlichkeit und Signifikanzniveaus ( Bortz, 1999)
- Abb.3.17 Korrelationsverteilung ( Bortz, 1999 )
- Abb. 4.1 Ergebnisse der Frage: Haben Sie Schmerzen in der Schulter?
- Abb. 4.2 Ergebnisse der Frage: Haben Sie ein Instabilitätsgefühl in Ihrer Schulter?
- Abb. 4.3 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Anziehen eines Mantels
- Abb. 4.4 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Schlafen auf der Seite
- Abb. 4.5 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Rückenwaschen
- Abb. 4.6 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Gesäßwaschen
- Abb. 4.7 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Kämmen
- Abb. 4.8 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim 2,5kg schweren Gegenstand über den Kopf heben

- Abb. 4.9 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Nehmen aus einem hohen Regal
- Abb. 4.10 Ergebnisse der Frage: Alltagseinschränkung beim Werfen eines Balls über den Kopf
- Abb. 4.11 Ergebnisse der Frage: Sind Sie in der Berufsausübung eingeschränkt?
- Abb. 4.12 Ergebnisse der Frage: Sind Sie in der Sportfähigkeit eingeschränkt?
- Abb. 4.13 Ergebnisse des VAS – Score in Ruhe und Bewegung
- Abb. 4.14 Ergebnisse der Frage: Haben Sie in Ruhe beim angelegten Arm keine Beschwerden
- Abb. 4.15 Ergebnisse der Frage: Haben Sie beim Schlafen Schmerzen in der Schulter
- Abb. 4.16 Ergebnisse der Frage: Können Sie den Arm auf den Rücken bewegen, um ein Hemd anzuziehen
- Abb. 4.17 Ergebnisse der Frage: Können Sie bei seitwärts abgewinkeltem Ellenbogen die Hand hinter den Kopf legen
- Abb. 4.18 Ergebnisse der Frage: Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen eine Münze auf Schulterhöhe ablegen?
- Abb. 4.19 Ergebnisse der Frage: Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/4 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?
- Abb. 4.20 Ergebnisse der Frage: Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/2 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?
- Abb. 4.21 Ergebnisse der Frage: Können Sie 10kg Gewicht mit dem Arm der betroffenen Schulter tragen?

- Abb. 4.22 Ergebnisse der Frage: Glauben Sie einen Tennisball mit einem Unterarmwurf (ohne Überkopf- Bewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können?
- Abb. 4.23 Ergebnisse der Frage: Glauben Sie einen Tennisball mit einer normalen Wurfbewegung (mit der Überkopfbewegung des Armes) über 20 Meter weit werfen zu können?
- Abb. 4.24 Ergebnisse der Frage: Können Sie das gegenseitige Schulterblatt mit der Hand der betroffenen Schulter waschen?
- Abb. 4.25 Ergebnisse der Frage: Erlaubt Ihnen Ihre Schulter in Ihrem regulären Beruf Vollzeit zu Arbeiten?
- Abb. 4.26 Vergleich – Diagnosen zwischen Impingement Syndrom und sonstigen Erkrankungen
- Abb. 4.27 Vergleich – Diagnosen zwischen Bizepssehnen Tendinitis und sonstigen Erkrankungen
- Abb. 4.28 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und die STW beim M. biceps brachii
- Abb. 4.29 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW bei der Bizepssehne
- Abb. 4.30 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. coracobrachialis
- Abb. 4.31 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. deltoideus
- Abb. 4.32 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. infraspinatus

- Abb. 4.33 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. latissimus
- Abb. 4.34 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. levator scapulae
- Abb. 4.35 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. pectoralis major
- Abb. 4.36 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW bei den Mm. rhomboidei
- Abb. 4.37 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. supraspinatus
- Abb. 4.38 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. trapezius
- Abb. 4.39 Vergleich zwischen der TrP-Diagnose mittels Palpation und der STW beim M. triceps brachii
- Abb. 4.40 Energiestufen (E1-E4) – M. biceps brachii (bei n=28)
- Abb. 4.41 Energiestufen (E1-E4) - Bizepssehne (bei n=27)
- Abb. 4.42 Energiestufen (E1-E4) – M. coracobrachialis (bei n=5)
- Abb. 4.43 Energiestufen (E1-E4) – M. deltoideus (bei n=17)
- Abb. 4.44 Energiestufen (E1-E4) – M. infraspinatus (bei n=29)
- Abb. 4.45 Energiestufen (E1-E4) – M. latissimus (bei n=4)
- Abb. 4.46 Energiestufen (E1-E4) – M. levator scapulae (bei n=24)

- Abb. 4.47 Energiestufen (E1-E4) – M. pectoralis major (bei n=7)
- Abb. 4.48 Energiestufen (E1-E4) – Mm. rhomboidei (bei n=24)
- Abb. 4.49 Energiestufen (E1-E4) – M. supraspinatus (bei n=13)
- Abb. 4.50 Energiestufen (E1-E4) – M. trapezius (bei n=14)
- Abb. 4.51 Energiestufen (E1-E4) – M. triceps brachii (bei n=7)
- Abb.4.52 Diagramm – Absolute Fehler im Gesamtvergleich (bei n=30/Gruppe)  
(MW  $\pm$  STABW)
- Abb.4.53 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 1, Winkelvorgabe 90°  
(bei n=30/Gruppe) (MW  $\pm$  STABW)
- Abb.4.54 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 2, Winkelvorgabe 75°  
(bei n=30/Gruppe) (MW  $\pm$  STABW)
- Abb.4.55 Diagramm – Absolute Fehler im Testabschnitt 3, Winkelvorgabe 125°  
(bei n=30/Gruppe) (MW  $\pm$  STABW)
- Abb. 4.56 Relatives DMM (isometrisch) der ABD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.57 Relatives DMM (isometrisch) der ADD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.58 Relatives DMM (isometrisch) der IRO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.59 Relatives DMM (isometrisch) der ARO für die BG und KG (n = 29)
- Abb. 4.60 Relatives DMM (isokinetisch) der ABD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.61 Relatives DMM (isokinetisch) der ADD für die BG und KG (n = 30)

- 
- Abb. 4.62 Relatives DMM (isokinetisch) der IRO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.63 Relatives DMM (isokinetisch) der ARO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.64 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ABD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.65 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ADD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.66 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der IRO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.67 Relative Arbeit der Wiederholung mit der größten Arbeit der ARO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.68 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ABD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.69 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ADD für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.70 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der IRO für die BG und KG (n = 30)
- Abb. 4.71 Relative Gesamtarbeitswerte eines Satzes der ARO für die BG und KG (n = 30)

## 9. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 3.1 Anamnistische, antropometrische Daten der BG und KG (n=60) –Alter, Größe, Gewicht, Verletzungsdauer, Aktivität/Woche (MW+ STABW)
- Tabelle 3.2 Referenzpunkte zur Messung der Winkelreproduktionsfähigkeit
- Tabelle 4.1 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung der ABD und ADD der BG und KG (n = 30)
- Tabelle 4.2 Relative Arbeit einer durchschnittlichen Wiederholung der IRO und ARO der BG und KG (n = 30)
- Tabelle 4.3 Winkel beim Erreichen des DMM für ABD und ADD von BG und KG (n = 30)
- Tabelle 4.4 Winkel beim Erreichen des DMM für IRO und ARO von BG und KG (n = 30)
- Tabelle 4.5 Bewegungsausmaß der BG und KG (n = 30) für die ABD / ADD und IRO / ARO

## 10. Verzeichnis der Abkürzungen

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ABD	Abduktion
AC	Akromioklavikulargelenk
ADD	Adduktion
ant.	anterior
a.p.	anterior posterior
ARO	Außenrotation
BAM	Bewegungsausmaß
betr.	betroffen
BG	Behandlungsgruppe
bzw.	beziehungsweise
BWS	Brustwirbelsäule
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
DMM	Drehmomentmaximum
DS	Druckschmerz
EMG	Elektromyographie
ESWT	extrakorporale Stoßwellentherapie
et al.	et alius
Fa	Firma
f ESTW	fokussierte ESTW
h	Stunde(n)
HWS	Halswirbelsäule
IRO	Innenrotation
ISP	Infraspinatus
KG	Kontrollgruppe
kg	Kilogramm
KW	Kalenderwoche
L	Liter
LBS	lange Bizepssehne
Lig.	Ligamentum

---

Ligg.	Ligamenta
m	männlich
mm	Millimeter
M.	Musculus
maj.	majus
min.	minor
Mm.	Musculi
MTrP	Myofasiales Triggerpunkt
MSS	Myofasiales Schmerzsyndrom
MW	Mittelwert
n	Anzahl Probanden / Probandinnen
N.	Nervus
Nn.	Nervi
ns	nicht signifikant
PF	Patientenfragebogen
Proc.	Processus
RM	Rotatorenmanschette
s	siehe
SSC	Subscapularis
SSP	Supraspinatus
SST	Simple Shoulder Test
STABW	Standartabweichung
Tab.	Tabelle
TM	Teres minor
Tub.	Tuberculum
u.a	unter anderem
ÜS	Übertragungsschmerz
unbetr.	unbetroffen
VAS	visuelle Analogskala
w	weiblich
WRT	Winkelreproduktionstest
WS	Wiedererkennungsschmerz
z.B	zum Beispiel

## 11 Lebenslauf



## 12 Anhang



Westfälische  
Wilhelms-Universität  
Münster

Universitätsklinikum Münster • Institut für Sportmedizin • 48129 Münster



Universitätsklinikum  
Münster

### Institut für Sportmedizin

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. K. Völker

Horstmarer Landweg 39  
48140 Münster  
Vermittlung: (02 51) 83 - 0

### Dr. Lothar Thorwesten

Sekretariat: (02 51) 83 - 3 53 91  
Patientenanmeld.: (02 51) 83 - 3 53 94  
Fax: (02 51) 83 - 3 53 67  
E-Mail: [sportmedizin@uni-muenster.de](mailto:sportmedizin@uni-muenster.de)  
Homepage: [sportmedizin.uni-muenster.de](http://sportmedizin.uni-muenster.de)

Münster, im Februar 2006

## Schulderschmerzen !?!?!?

Für eine wissenschaftliche Untersuchung zum Thema „Schulderschmerzen beim Sportler“ suchen wir im Rahmen einer Kooperation aktive Sportler mit akuten bzw. chronischen Schulderschmerzen, die bereit sind, an einer solchen Untersuchungsreihe teilzunehmen. Die Behandlung erfolgt mittels „fokussierter Stoßwellentherapie“.

Detaillierte Infos per Email unter:  
[sportmedizin@uni-muenster.de](mailto:sportmedizin@uni-muenster.de)



Institut für Sportmedizin  
Universitätsklinikum Münster



Sehr geehrter Schulterschmerz-Patient,

im Folgenden sollen die bedeutendsten Informationen im Hinblick auf die Untersuchung und das angewendete Verfahren kurz zusammengefasst herausgestellt werden.

Es handelt sich bei dem angewendeten Schmerztherapie-Verfahren um die Stoßwellentherapie (fokussiert), ein Verfahren, das in unterschiedlichen medizinischen und orthopädischen Bereichen seine Anwendung findet. Die innerhalb dieses Verfahrens eingesetzten Stoßwellen lassen sich als niedrigerenergetische, akustische Schallwellen beschreiben.

Im Rahmen der bevorstehenden Untersuchung steht im Vordergrund, festzustellen, ob die vorliegenden Schulterschmerzen über die Muskulatur ausgelöst werden und ob sich diese durch die Behandlung mittels fokussierter Stoßwellen positiv beeinflussen und therapieren lassen. Die Behandlung wird durch den hier in Münster ansässigen Orthopäden Dr. Hannes Müller-Ehrenberg erfolgen, der in seiner Praxis die Stoßwellentherapie in der Schmerztherapie einsetzt. Die Behandlung selbst wird so aussehen, dass sog. Trigger-Punkte - dies sind knotenartige, schmerzintensive Stellen innerhalb der Muskulatur - erastet und diese gezielt mit fokussierten Stoßwellen behandelt werden, um sie zu lösen. Die Wirksamkeit dieser Schmerztherapie ist bereits in einer Studie von Dr. Müller-Ehrenberg belegt worden. Aufgrund des ausschließlich niedrigerenergetischen Einsatzes der Stoßwelle bestehen keine Gefahren einer Gewebschädigung.

Der Rahmen der Studie besteht zunächst aus einer Eingangsuntersuchung, die am Institut für Sportmedizin durchgeführt wird, u.a. um mögliche strukturelle Schädigungen ausschließen zu können. Diese klinische Untersuchung sollte aus organisatorischen Gründen möglichst mittwochs in der Zeit zwischen 13.00 und 15.00 Uhr erfolgen. Auf diese Voruntersuchung werden ein kraftdiagnostisches Verfahren sowie ein sensomotorischer Test folgen, ebenfalls im Institut für Sportmedizin. Es erfolgen vier Behandlungen im Abstand von mindestens fünf/höchstens sieben Tagen. Nach Abschluss der Behandlung erfolgt abschließend ein Ausgangstest, bestehend aus den bekannten diagnostischen Verfahren des Eingangstests.

Der zeitliche Gesamtumfang für die Untersuchung wird voraussichtlich etwa sechs Wochen betragen. Die Behandlungstermine selbst werden die zeitliche Dauer von etwa einer halben Stunde einnehmen und sich auf die Sprechzeiten in der Privatpraxis von Dr. Hannes Müller-Ehrenberg verteilen.

- Anmerkungen zur Behandlung mit niedrigfrequenten Stoßwellen: Der Preis für eine derartige Behandlung liegt allgemein in einem Bereich von bis zu 200 Euro pro Behandlungseinheit. Die Behandlung ist im Rahmen dieser Untersuchung natürlich kostenlos.

Sollten sich noch weitere Fragen zur Untersuchung ergeben, stehen wir gerne zur Beantwortung zur Verfügung.

Mit freundlichem Gruß, Ihr Institut für Sportmedizin Münster.



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

***Einverständniserklärung (eines Erziehungsberechtigten)***

Hiermit erkläre ich mich nach ausreichender Information als Erziehungsberechtigte/r von \_\_\_\_\_ damit einverstanden, dass mein Sohn/meine Tochter an der vom Institut für Sportmedizin Münster in Kooperation durchgeführten Untersuchung zur ESWT und Schulterschmerzen teilnehmen darf.

Den Inhalt der Untersuchung bilden:

- klinische Eingangsuntersuchung
- 2 Winkelreproduktionstests zur Aufnahme der propriozeptiven Fähigkeit
- 2 diagnostische Tests am Cybex zur Aufnahme des Bewegungsausmaßes sowie der Krafffähigkeit
- viermalige Behandlung mittels fokussierter Stoßwellentherapie

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Erziehungsberechtigten)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Patienten)

Vielen Dank,

Ihr Institut für Sportmedizin Münster.



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

Untersucher:

### Untersuchungsbogen

#### Anamnese

Seite: re  li  Dominanz: re  li

Beschwerdedauer: \_\_\_\_\_ Sportunfähigkeit: \_\_\_\_\_

Vor-Op.: \_\_\_\_\_ Beruf: \_\_\_\_\_ AU: \_\_\_\_\_ Nachtschmerz

Trauma: \_\_\_\_\_

Luxation: traumat  atraumat  willk.  Anzahl: \_\_\_\_\_ Repo: \_\_\_\_\_

Therapie: KG: \_\_\_\_\_ Infil.: \_\_\_\_\_ Sonstige: \_\_\_\_\_

Aktuelle Beschwerden: \_\_\_\_\_

Erstvorstellung:  Follow up: \_\_\_\_\_

#### Sport

Sportart: \_\_\_\_\_ Niveau  I  II  III  Pensum  h/Woche

#### Inspektion/Palpation

Atrophie: SSP  ISP  Delta  Trap

Druckschmerz: Tub. majus  ACG  Sulcus  ant.

**Beweglichkeit**

	aktiv	passiv	
Abd./Add.			Komplexbewegungen:
ARO/IRO (Add.)			Nackengriff:
Aro/IRO (Abd.)			Schürzengriff:
Flex./Ext.			

Sensibilität: \_\_\_\_\_

**Funktionelle Tests**

**Subacrom.:** Jobe  Lift off  Imping.: I  II  III  Painful arc: subacrom.

**ACG:** horizontal  endgradig Abd.  Instab.

**Instabilität:** Apprehension ant.  post.  Sulcus  Translat.  Relocation

**LHB:** Speed  Yergason  Hyperext.  Kompress.  O'Brien

**Diagnose:**

**Ausschlusskriterium – Untersuchung ESWT:** Instabilität  Schultersteife

**Anmerkungen:**



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

### Patienten-Fragebogen

Alter  Größe  cm Gewicht  kg Beruf

1. Sportart/ Art der sportlichen Aktivität  Niveau  I  II  III

2. zeitlicher Umfang der sportl. Aktivität pro Woche (unverletzt)  Std./Woche

3. Haben Sie Schmerzen in der Schulter?

rechts: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

links: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

keine

sehr stark

4. Haben Sie ein Instabilitätsgefühl in Ihrer Schulter?

rechts: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

links: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

keine

sehr stark

5. Markieren Sie bitte, ob Sie in Verrichtungen des täglichen Lebens aufgrund Ihrer  
Schulterschmerzen eingeschränkt sind.

0 = unmöglich, 1 = sehr schwer, 2 = schwierig, 3 = kein Problem

	rechts	links
Anziehen eines Mantels	0 1 2 3	0 1 2 3
Schlafen auf der Seite	0 1 2 3	0 1 2 3
Den Rücken waschen	0 1 2 3	0 1 2 3
Das Gesäß waschen	0 1 2 3	0 1 2 3
Kämmen	0 1 2 3	0 1 2 3
Einen 2,5kg schweren Gegenstand über Kopf heben	0 1 2 3	0 1 2 3
Etwas aus einem hohen Regal nehmen	0 1 2 3	0 1 2 3
Einen Ball über Kopf werfen	0 1 2 3	0 1 2 3

6. Sind Sie in Ihrer Berufsausübung eingeschränkt?

rechts: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

links: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

nein

sehr stark

7. Sind Sie in Ihrer Sportfähigkeit eingeschränkt?

rechts: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

links: 1----- 2----- 3----- 4----- 5----- 6----- 7----- 8----- 9----- 10

nein

sehr stark

8. VAS-Score: in Ruhe  in Bewegung/ unter Belastung

Vielen Dank,

Ihr Institut für Sportmedizin Münster.



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

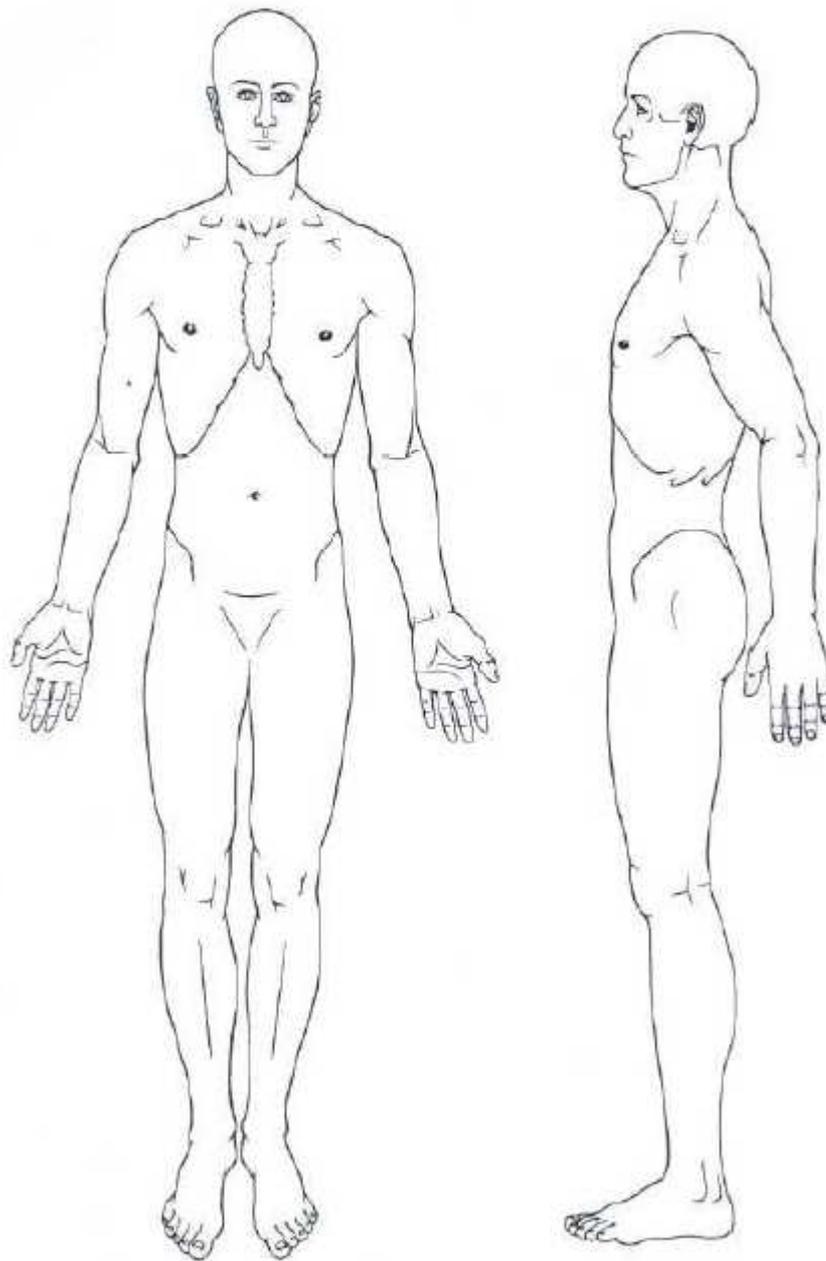
### Simple-Shoulder Test

dominante Hand: re  li  bds.   
betroffene Schulter: re  li  bds.

	ja	nein
1. Haben Sie in Ruhe bei angelegtem Arm keine Beschwerden?		
2. Erlaubt Ihnen Ihre Schulter schmerzfrei zu schlafen (nachts)?		
3. Können Sie den Arm auf den Rücken bewegen, um ein Hemd anzuziehen?		
4. Können Sie bei seitwärts abgewinkelterm Ellenbogen die Hand hinter den Kopf legen?		
5. Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen eine Münze auf Schulterhöhe ablegen?		
6. Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein kleines gefülltes Glas (1/4 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?		
7. Können Sie mit gestrecktem Ellenbogen ein großes gefülltes Glas (1/2 L Inhalt) auf Schulterhöhe anheben?		
8. Können Sie 10 kg Gewicht mit dem Arm der betroffenen Schulter tragen?		
9. Glauben Sie einen Tennisball mit einem Unterarm-Wurf (ohne Überkopf-Bewegung des Armes) über 20m weit werfen zu können?		
10. Glauben Sie einen Tennisball mit einer normalen Wurfbewegung (mit Überkopf-Bewegung des Armes) über 20m weit werfen zu können?		
11. Können Sie das gegenseitige Schulterblatt mit der Hand der betroffenen Schulter waschen?		
12. Erlaubt Ihnen Ihre Schulter in Ihrem regulären Beruf Vollzeit zu arbeiten?		



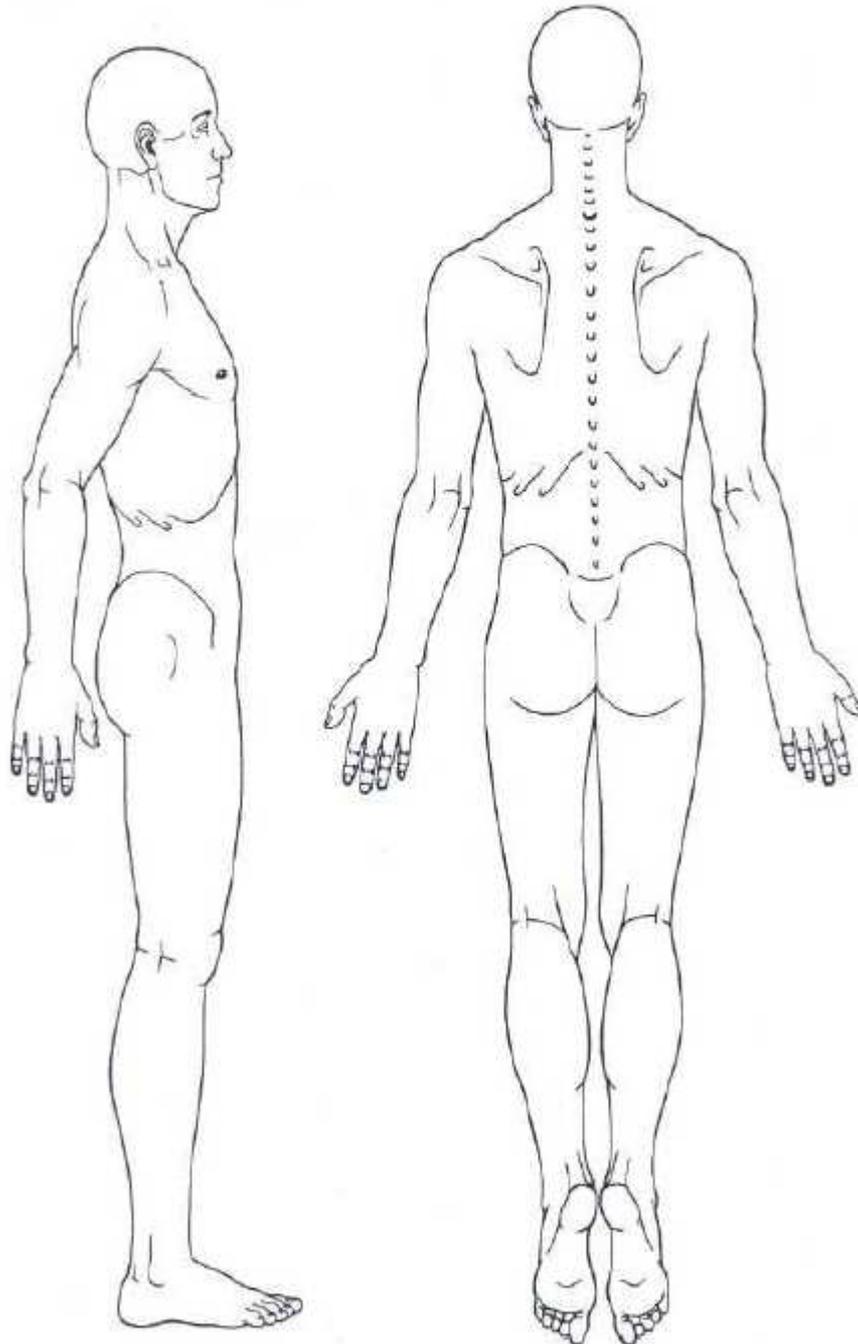
Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



[TRAVELL/SIMONS 2002, S.101]



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



[TRAVELL/SIMONS 2002, S.102]



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

**Palpation**

	ZR	WE	DS	ÜS	Knoten	Anmerkung
Eizepssehne						
M. biceps brachii						
M. brachialis						
M. coracobrachialis						
M. deltoideus						
M. iliocostalis thoracis						
M. infraspinatus						
M. latissimus dorsi						
M. levator scapulae						
M. pectoralis major						
M. pectoralis minor						
Mm. rhomboidei						
M. rhomboideus major						
M. rhomboideus minor						
Mm. scaleni						
M. scalenus anterior						
M. scalenus medius						
M. scalenus minimus						
M. scalenus posterior						
M. serratus anterior						
M. serratus posterior superior						
M. splenius cervicis						
M. sternalis						
M. subclavius						
M. subscapularis						
M. supraspinatus						
M. teres major						
M. teres minor						
M. trapezius						
M. triceps brachii						



Institut für Sportmedizin  
-  
Universitätsklinikum  
Münster



Name, Vorname:

Datum:

Patienten-ID:

1. Behandlungstermin

**ESWT**

	ZR	WE	ÜS	DS	Knoten	Energie- stufe	Anmerkung
Bizepssehne							
M. biceps brachii							
M. brachialis							
M. coracobrachialis							
M. deltoideus							
M. iliocostalis thoracis							
M. infraspinatus							
M. latissimus dorsi							
M. levator scapulae							
M. pectoralis major							
M. pectoralis minor							
Mm. rhomboidei							
M. rhomboideus major							
M. rhomboideus minor							
Mm. scaleni							
M. scalenus anterior							
M. scalenus medius							
M. scalenus minimus							
M. scalenus posterior							
M. serratus anterior							
M. serratus posterior superior							
M. splenius cervicis							
M. sternalis							
M. subclavius							
M. subscapularis							
M. supraspinatus							
M. teres major							
M. teres minor							
M. trapezius							
M. triceps brachii							

Schusszahl gesamt