



universität
wien

Magisterarbeit

Titel der Magisterarbeit

„Die Effektivität eines gesundheitsorientierten
Kraftrainings bei Rückenbeschwerden unter spezieller
Betrachtung der Rumpfbeuge- und
Rumpfstreckmuskulatur“

Verfasser

Helga Prasicek

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, im Dezember 2008

Studienkennzahl lt. Studienbuchblatt: A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Magisterstudium Sportwissenschaften

Betreuer: Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich gerne bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan für seine großzügige Unterstützung bedanken. Er stand mir jederzeit mit seinem Fachwissen zur Seite.

Einen besonderen Dank richte ich an meine Eltern Christa und Franz Prasicek, die stets versuchten mich in allen meinen Lebensbereichen zu unterstützen.

Weiters möchte ich mich ganz besonders bei Marianne Gröschl bedanken, die mich mit ihrer liebevollen und einfühlsamen Unterstützung lehrte, mir selbst zu vertrauen.

Tiefer Dank gilt außerdem Fiona Larsen und Livia Wallner, die mir oft liebe- und verständnisvoll als Familie zur Seite standen.

Ich widme diese Diplomarbeit meinem Ego.

DANKE

Vorwort

Krafttraining hat in den letzten Jahren sehr stark an Bedeutung gewonnen. Während die Auswirkungen des Ausdauersports in der Rehabilitation und Prävention schon lange Zeit bekannt sind, etablierte sich das Krafttraining in diesen Bereichen erst in den letzten Jahren. Im Kienbacher Training wird das Krafttraining sowohl bei jüngerem als auch bei älterem Publikum zur Vorbeugung und Verminderung von Rückenbeschwerden angewendet. Um die Auswirkungen des dort absolvierten, individuellen Krafttrainings zu dokumentieren, wurde vor Beginn des Trainings und nach dreimonatiger Trainingsdurchführung ein Maximalkrafttest durchgeführt, wodurch die Veränderung der Kraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur beurteilt werden soll. Neben den Kraftwerten wird in dieser Diplomarbeit außerdem die subjektive Schmerzwahrnehmung dokumentiert und auf mögliche Änderungen vor und nach der dreimonatigen Trainingsperiode eingegangen.

Inhaltsverzeichnis

1	Die Kraft	3
1.1	Einteilung der Kraft	3
1.1.1	Maximalkraft	3
1.1.2	Schnellkraft	4
1.1.3	Kraftausdauer	5
1.2	Krafttraining	5
1.2.1	Arten des Krafttrainings	6
1.2.2	Gesundheitsorientiertes Krafttraining	6
2	Anatomischer Aufbau der Wirbelsäule	9
2.1	Aufbau der Wirbelknochen	10
2.1.1	Die Halswirbelsäule (Vertebrae cervicales)	10
2.1.2	Die Brustwirbelsäule (Vertebrae thoracicae)	11
2.1.3	Die Lendenwirbelsäule (Vertebrae lumbales)	12
2.1.4	Das Kreuzbein (Os sacrum)	12
2.1.5	Das Steißbein (Os coccygis)	13
2.2	Das Bewegungssegment der Wirbelsäule	13
2.2.1	Die Bandscheiben (Disci intervertebrales)	13
2.2.2	Die Bänder (Ligamenti) der Wirbelsäule	16
2.2.3	Die wirbelsäulenstabilisierende Muskulatur (Haltemuskulatur)	18
3	Spezifische und unspezifische Rückenbeschwerden	23
3.1	Bandscheibenvorfall (Discusprolaps)	24
3.1.1	Symptome	25
3.1.2	Ursachen des Bandscheibenvorfalls (Prolaps)	26
3.1.3	Krafttraining bei Bandscheibenvorfällen	27
3.2	Zervikalsyndrom	28
3.3	Lumbalsyndrom	28
3.4	Wirbelkanalstenosen	29
3.5	Spondylolisthese	30
3.6	Funktionelle Störungen der Wirbel- und Iliosakralgelenke	30
3.7	Entzündliche Wirbelsäulenerkrankungen	31
3.8	Arthrosen	32
3.9	Myofasziale Schmerzsyndrome	33
3.10	Verteilung der Wirbelsäulenbeschwerden	33
3.11	Konsequenzen von Wirbelsäulenerkrankungen	34
3.11.1	Die Rolle der Rumpfmuskulatur bei Rückenbeschwerden	36
4	Die Bedeutung des Krafttrainings	38
4.1	Wirkungen des Krafttrainings	38
4.1.1	Neuronale Adaptionen	38
4.1.2	Muskuläre Adaptionen	39
4.1.3	Adaptionen der Sehnen, Bänder und Knochen	40
5	Krafttraining im Alter	41
5.1	Altershypotrophie	41
5.1.1	Ursachen der Abbauprozesse	44
5.1.2	Folgen der Abbauprozesse der Muskulatur	47
5.2	Altersbedingte Veränderungen der Bandscheibe	49
5.3	Möglichkeiten der Verzögerung durch Intervention	49
5.3.1	Präventive Interventionserfolge	49
5.3.2	Rehabilitative Interventionserfolge	52
5.3.3	Zusammenfassung	54
6	Krafttraining bei Rückenbeschwerden	56
6.1	Epidemiologie des Schmerzes	57

6.2	Folgen von Schmerzen	58
6.3	Einfluss von Krafttraining auf Schmerzen	58
6.3.1	Wirkungen von Krafttraining auf Schmerzen des Bewegungsapparates	59
6.3.2	Schmerzlinderung - subjektives Wohlbefinden	61
7	Wirtschaftliche Auswirkungen von Rückenschmerzen	63
7.1	Österreichische Gesundheitsbefragungen	63
7.1.1	Wiener Gesundheitsbericht 2004	63
7.1.2	Linzer Gesundheitsbefragung 2001	64
7.1.3	Österreichische Gesundheitsbefragung 2006	65
7.1.4	Kosten	67
8	Die Studie	69
8.1	Fragestellung	69
8.2	Hypothesenbildung	69
8.3	Das Studiendesign	71
8.3.1	Studienteilnehmer	72
8.3.2	Deskriptive Statistik	72
8.3.3	Gruppeneinteilung	74
8.3.4	Gesamtdauer der Studie	74
8.3.5	Einschlusskriterien	75
8.3.6	Ausschlusskriterien	76
8.3.7	Abbruchkriterien	76
8.3.8	Methodik	76
8.3.9	Statistisches Verfahren	77
8.4	Maximalkrafttest	77
8.5	Ablauf des Maximalkrafttests	78
8.5.1	Der isometrische Maximalkrafttest	79
8.5.2	„Total Trunk“	80
8.5.3	Das Testgerät	80
9	Das Trainingssystem	82
9.1	Das Trainingsprogramm	83
9.1.1	Die Trainingsmethode	84
9.1.2	Struktur der Trainingseinheiten	84
9.1.3	Trainingsintensität	84
9.1.4	Aufwärmen	85
9.1.5	„Lower Back“ (Rumpfextensoren)	86
9.1.6	„Abdominal Crunch“ (Rumpfflexoren)	86
9.1.7	„Rotary Torso“	87
9.1.8	„Adductor“ (Adduktoren)	87
9.1.9	„Abductor“ (Abduktoren)	87
9.1.10	„Leg Press“	88
9.1.11	„Upper Back“ (Schultergürtel, Schulterblattfixatoren)	88
9.1.12	„Vertical Traction“ (Latissimus Dorsi)	89
9.1.13	Zusatzübung mit dem eigenen Körpergewicht	89
9.1.14	Abschluss	90
10	Ergebnisse	91
10.1	Statistische Auswertung	91
10.1.1	Der t-Test	92
10.1.2	Der Wilcoxon Test	92
10.2	Prüfstatistik	93
10.2.1	Ergebnisse der Gruppe, die zweimal pro Woche trainierte	94
10.2.2	Ergebnisse der Gruppe, die einmal pro Woche trainierte	112
10.3	Gruppenvergleich	127
10.3.1	Gruppenvergleich bezüglich der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes ..	127
11	Diskussion	141
12	Schlussfolgerung	144

Einleitung

Krafttraining hat sich erst in den letzten Jahren besonders im Präventions- und Rehabilitationssport stark etabliert. Noch vor einigen Jahren wurde Krafttraining vor allem als Bodybuilding verstanden und war in der Prävention, Rehabilitation und sogar im Leistungssport kaum oder gar nicht anerkannt.

Heute hat Krafttraining im präventiven und rehabilitativen Sport durch zahlreiche, belegte Studien (z.B. Reeves et al.; 2003; Häkkinen et al. 1997), die aufzeigen, dass Krafttraining sowohl im jungen als auch im betagten Alter vor allem bei Untrainierten zu wesentlichem Kraftzuwachs führt, bedeutenden Stellenwert erhalten. So kam es, dass man heutzutage Krafttraining unter anderem bei der „Zivilisationskrankheit Rückenschmerzen“ einsetzt, um Beschwerden zu vermindern, die für das alltägliche Leben notwendige Kraft zu erhalten bzw. wieder aufzubauen und mögliche Folgebeschwerden zu verhindern. Auch im Leistungssport ist ein adäquates Krafttraining nicht mehr weg zu denken.

Im Kienbacher Training wird je nach Bedarf versucht, präventiv oder therapeutisch die Muskelkraft aufzubauen, um entweder möglichen Beschwerden im Alter vorzubeugen oder abgeschwächte Muskeln nach Operationen, Verletzungen oder (akuten) Schmerzen zu kräftigen und somit die lebensnotwendige Muskelkraft wieder zu erlangen.

Neben dem Training gibt es in den Instituten von Dr. Kienbacher die Möglichkeit, einen Maximalkrafttest durchzuführen, durch welchen das Kraftverhältnis zwischen Rumpfbeugemuskulatur und Rumpfstreckmuskulatur ersichtlich wird. Der Trainingsplan wird anschließend den Krafttestergebnissen angepasst das gewünschte Verhältnis zwischen Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur zu erzielen bzw. die abgeschwächte Muskulatur entsprechend zu trainieren.

Der Maximalkrafttest wird nur dann durchgeführt, wenn die Patienten keine akuten Schmerzen oder Verletzungen aufweisen. Da sich jeder Patient vor Trainingsbeginn einer ärztlichen Untersuchung unterziehen muss, bestimmt der Arzt, ob sich die Durchführung eines Tests als indiziert oder kontraindiziert erweist.

Der Test wird, wenn vom Arzt bewilligt, vor der ersten Trainingseinheit durchgeführt, um das Verhältnis der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur zu überprüfen und das Trainingsprogramm anzupassen. Nach dreimonatigem Training wird der Test wiederholt, um Veränderungen der Muskelkraft der Rumpfstabilisatoren zu dokumentieren.

Neben dem Wiederholungstest wird außerdem die vor Trainingsbeginn durchgeführte, ärztliche Untersuchung erneut durchgeführt, um vor allem Veränderungen der subjektiven Schmerzwahrnehmung zu überprüfen und festzuhalten.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit möchte ich die Ergebnisse der ersten und zweiten Krafttests vergleichen und sie auf ihre Signifikanz prüfen, um eine zu erwartende Steigerung der Muskelkraft durch das Kienbacher Training bzw. gesundheitsorientierte Krafttraining zu bestätigen.

Neben den objektiven Daten werde ich außerdem die subjektive Befindlichkeit, die, wie schon zuvor erwähnt, in der ärztlichen Untersuchung festgehalten wird, dokumentieren, um mögliche Besserungen bzw. Veränderungen durch das Krafttraining festzuhalten. Diese Auswertungen werden jeweils in zwei verschiedenen Gruppen durchgeführt. Die Probanden und Probandinnen werden in eine Gruppe, die zweimal wöchentlich und in eine Gruppe, die nur einmal in der Woche das Training absolviert, aufgeteilt. Die Ergebnisse der beiden Gruppen werden geschlechtsspezifisch miteinander verglichen, um mögliche signifikante Unterschiede festzustellen.

Für die Auswertungen der Daten wird das Statistik Programm Statistica 6.0 in Verwendung genommen, wobei die Daten je nach Normalverteilung entweder mittels t-Test oder Wilcoxon-Test berechnet werden.

Mit Hilfe der Ergebnisse hoffe ich folgende Fragestellungen beantworten zu können:

Welche Auswirkungen zeigt ein 3-monatiges, medizinisches Krafttrainingsprogramm auf die Kraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur und auf die subjektive Schmerzwahrnehmung bei Patienten mit Rückenschmerzen? Gibt es außerdem einen Unterschied zwischen der Trainingsgruppe, die zweimal pro Woche trainierte und jener Gruppe, die lediglich einmal pro Woche ihr Training durchführte?

Die Nullhypothese besagt (H_0), dass in beiden Trainingsgruppen vor und nach der 3-monatigen Trainingsperiode zwischen den Maximalkraftwerten der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur und der subjektiv bewerteten Schmerzwahrnehmung kein Unterschied besteht. Die zweite und dritte Nullhypothese (H_{02}, H_{03}) lautet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Gruppen gibt.

Die Alternativhypthesen (H_1, H_{1-2}, H_{1-3}) behaupten den zu den Nullhypthesen alternativen Sachverhalt bzw. ihre Negation.

1 Die Kraft

Kraft ist, einfach ausgedrückt, die Fähigkeit, etwas zu bewirken. In der Physik bezeichnet der Fachbegriff Kraft die Fähigkeit, den Körper in Bewegung zu bringen, diese zu ändern (Richtungsänderung, Beschleunigung) oder den Körper zu verformen. (Weineck.; 2004) Im sportlichen Bereich bezeichnet die Kraft allgemein die Fähigkeit, einen äußeren Widerstand zu überwinden, oder ihm entgegenzuwirken. (Gottlob.; 2007) Die Kraft im Sport ist die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystem, durch Innervations- und Stoffwechselprozesse mit Muskelkontraktionen Widerstände zu überwinden (konzentrische Arbeit), ihnen entgegenzuwirken (exzentrische Arbeit) bzw. sie zu halten (statische oder isometrische Arbeit). Als Kraft werden jene Muskelleistungen bezeichnet, die mindestens 30% der individuell überwindbaren Last betragen. Sie zählt zu den motorischen Grundeigenschaften bzw. zu den konditionellen Fähigkeiten, welche sich durch Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit definieren. (Weineck.; 2004)

1.1 Einteilung der Kraft

Die genannte Fähigkeit wird in vier verschiedene Kraftarten eingeteilt:

- Maximalkraft
- Schnellkraft
- Reaktivkraft
- Kraftausdauer (Weineck.; 2004)

1.1.1 Maximalkraft

Die Maximalkraft ist die höchstmögliche Kraft, die willkürlich gegen einen unüberwindlichen Widerstand erzeugt werden kann und stellt für die nachfolgenden Kraftarten die Basiskraft dar. (Weineck.; 2004) Außerdem ist sie für die aufrechte Haltung des menschlichen Körpers von wesentlicher Bedeutung. Wenn die Maximalkraft der Muskulatur, vor allem der

Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur, abgeschwächt ist, kann es zu erheblichen Beschwerden des Bewegungsapparates – vor allem im Bereich der Wirbelsäule – kommen. Eine gut ausgebildete Muskulatur bildet den effizientesten Schutz des Bewegungsapparates. Kapseln und Bänder wären ohne Unterstützung der Muskulatur nicht in der Lage, die enormen Kräfte, die auf den menschlichen Körper einwirken aufzufangen. (Hochschild.; 2005)

Die Maximalkraft ist von folgenden Komponenten abhängig:

- vom physiologischen Muskelquerschnitt
- von der intermuskulären Koordination (Koordination zwischen den einzelnen Muskeln, die bei einer Bewegung zusammenarbeiten)
- von der intramuskulären Koordination (Koordination innerhalb der einzelnen Muskeln bzw. Koordination der Muskelfasern) (Weineck.; 2004)

Über jede dieser Komponenten ist eine Verbesserung der Maximalkraft möglich. Kurzfristige, maximale konzentrische und exzentrische Krafteinsätze bewirken vor allem einen Kraftzuwachs aufgrund der Verbesserung der intramuskulären Koordination, wobei allerdings die Kontraktionskraft der einzelnen motorischen Einheiten nur geringfügig verbessert wird. Mit Hilfe der intramuskulären Koordinationsverbesserung wird damit eine Kraftzunahme ohne wesentliche Querschnitts- und Gewichtszunahme erreicht, was vor allem in den Sportarten von Bedeutung ist, in denen das eigene Körpergewicht beschleunigt werden muss. Diese Art von Maximalkrafttraining ist also für das medizinische bzw. gesundheitsorientierte Krafttraining nicht von Bedeutung. (Weineck.; 2004)

Die Maximalkraft ist für die hier angeführte Studie nur für den zu Beginn und nach drei Monaten durchgeführten Maximalkrafttest von Bedeutung. Im Trainingsprogramm der Probanden wurde ihr nur bedingt Relevanz zugeschrieben. Im Rahmen dieser Studie wurde - vor allem im Rahmen eines Gewöhnungstrainings über sechs Wochen - hauptsächlich im Kraftausdauerbereich trainiert. Wenn es den Patienten und Patientinnen hinsichtlich ihres Gesundheitszustandes möglich war, wurde die Intensität gesteigert. Darauf soll aber erst in Kapitel 1.2.2. genauer eingegangen werden.

1.1.2 Schnellkraft

Unter der Schnellkraft versteht man die Fähigkeit, optimal schnell Kraft zu bilden. Es ist die Fähigkeit, den eigenen Körper oder ein Gerät mit hoher Geschwindigkeit zu bewegen bzw.

Widerstände mit höchstmöglicher Geschwindigkeit zu überwinden. Diese Art der Kraft war für die vorliegende Studie nicht relevant. (Weineck.; 2004)

1.1.3 Kraftausdauer

Die Kraftausdauer wird allgemein und unspezifisch als Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei statischen und dynamischen Krafteinsätzen (mit mehr als 30% der Maximalkraft) bezeichnet. (Kaeding.; 2006) Die dynamische Kraftausdauer ist die Fähigkeit, bei einer bestimmten Wiederholungszahl von Kraftstößen (=Kraft x Zeit) innerhalb eines definierten Zeitraums die Verringerung der Kraftstöße möglichst gering zu halten. (Harre.; 1965)

Die statische bzw. isometrische Kraftausdauer ist die Fähigkeit der Muskulatur, einen bestimmten Kraftwert über eine definierte Anspannungszeit möglichst ohne Spannungsverlust zu halten. (Kaeding.; 2006) Das Trainingsprogramm der Teilnehmer und Teilnehmerinnen war durch das Training dieser Kraftart, sowohl der dynamischen als auch der statischen Kraftausdauer, gekennzeichnet. Neben den vier Kraftarten wird zusätzlich noch zwischen Absolutkraft und Relativkraft unterschieden. (Weineck.; 2004).

Auf die genaue Erklärung der Trainingsausführung wird im 7. Kapitel näher eingegangen.

1.2 Krafttraining

Als Krafttraining wird ein körperliches Training bezeichnet, das sein Hauptaugenmerk auf die Steigerung der vorher genannten Kraftfähigkeiten und die damit verbundenen körperbezogenen Funktionsfähigkeiten legt. Von Krafttraining spricht man, wenn dabei mindestens 30 Prozent der maximalen Kraft aufgebracht werden müssen. (Weineck.; 2004)

Krafttraining wird nicht nur im Leistungssport oder Hobbysport eingesetzt, um die sportliche Leistung zu steigern, sondern dient auch der Prävention und Rehabilitation einiger Krankheitsbilder – so unter anderem auch bei Rückenschmerzen verschiedener Art. (Zimmermann., 2000)

In der folgenden Studie wurde das Hauptaugenmerk auf das Kraftausdauertraining geworfen. Die besondere Art des Trainings unserer Probanden und Probandinnen wird in der heutigen Wissenschaft als gesundheitsorientiertes oder auch als medizinisches Krafttraining bezeichnet. (Kieser.; 2006)

1.2.1 Arten des Krafttrainings

Wenn von Krafttraining die Rede ist, müssen neben den verschiedenen Kraftarten auch die verschiedenen Trainingsformen berücksichtigt werden. Im deutschen Sprachraum wird zwischen statischem bzw. isometrischem und dynamischem Krafttraining differenziert. (Unger.; 1995). Das dynamische Krafttraining wird außerdem zusätzlich in das dynamisch konzentrische (der Muskel überwindet einen Widerstand) und das dynamisch exzentrische Krafttraining (der Muskel leistet Widerstand gegen eine dehnende Kraft) geteilt. (Unger.; 1995). Als weitere Form des dynamischen Krafttrainings muss noch das isokinetische Krafttraining genannt werden.

Beim isokinetischen Training kann der Widerstand selbst bei maximaler Anstrengung stets nur mit gleich bleibender Geschwindigkeit ausgeübt werden. Für das isokinetische Krafttraining sind spezielle Trainingsgeräte entwickelt worden, welche eine maximale Kraftbeanspruchung des Muskels über alle Gelenkwinkel hinweg ohne Beschleunigung erlauben. (Kieser.; 2006)

Welche Trainingsform in welchem Bereich angewendet wird, hängt vom erwünschten Ziel ab. Das isometrische Krafttraining hat seinen Platz vor allem in der Rehabilitation und in Sportarten, in denen isometrische Kraftleistungen gefragt sind. Das dynamisch konzentrische Training ist aufgrund der Dynamik der Bewegungsabläufe im Sport und auch im Alltag die bevorzugte Methode. Dynamisch exzentrisch wird in jenen Bereichen trainiert, in denen im Bewegungsablauf die Kombination von konzentrisch und exzentrisch von Bedeutung ist – wie zum Beispiel beim Dreisprung. Aber auch bei allen Kraftformen, die mit freien Gewichten ausgeübt werden, beinhalten exzentrische Aktionsformen. (Kieser.; 2006)

1.2.2 Gesundheitsorientiertes Krafttraining

Als gesundheitsorientiertes Krafttraining wird ein Training bezeichnet, dessen Ziel es ist, die Gesundheit des Menschen zu erhalten oder sie bei vorliegenden Beschwerden wieder zu erlangen. In den Instituten von Dr. Kienbacher trainieren sowohl Kunden, die noch keine körperlichen Beschwerden aufweisen und durch das Training versuchen, diesen Zustand zu bewahren, als auch Menschen mit Beschwerden und Einschränkungen am

Bewegungsapparat. Die Beschwerden sind meist an der Wirbelsäule zu finden, aber auch Klienten und Klientinnen mit Einschränkungen in den Hüft-, Knie- oder Schultergelenken versuchen, ihre Beweglichkeit und Kraft im Kienbacher Training durch ein individuelles Krafttrainingsprogramm wieder zu erlangen. Das Hauptaugenmerk ist dabei auf das Training der Kraftausdauer gerichtet, wobei dynamisch konzentrisch trainiert wird. (Kieser., 2006)

In der aktuellen Literatur (zum Beispiel Henchoz., 2008), in denen von gesundheitsorientierten Krafttrainingsprogrammen berichtet wird, ist die Rede von Muskelaufbautraining und nicht von Kraftausdauertraining. In den meisten Fällen wird zur Reduzierung von Rückenbeschwerden ein Muskelaufbautraining durchgeführt, welches durch eine Kontraktionsanzahl von 8 bis 15 Wiederholungen pro Satz und Übung gekennzeichnet ist. (Henchoz., 2008)

Allerdings berichten andere Autoren (Liu-Ambrose et al., 2005; Harts et al., 2008), dass sie zwischen einem intensiven (Muskelaufbautraining) und einem weniger intensivem (Kraftausdauertraining) Krafttraining bezüglich der Verbesserung des Rückenschmerzes und der Lebensqualität keinen signifikanten Unterschied beobachten konnten. In beiden Studien konnte lediglich ein Unterschied zwischen den Trainingsgruppen und den Kontrollgruppen nachgewiesen werden. (Liu-Ambrose et al., 2005)

Hinsichtlich dieser Ergebnisse und einem Bericht von Hildebrandt (2003), welcher darauf hinweist, dass Rückenschmerzpatienten vor allem im Bereich des lumbalen M. erector spinae (Rückenstreckmuskels) deutlich schneller ermüden als Personen ohne Rückenbeschwerden und somit vor allem im Bereich der Kraftausdauer erhebliche Defizite aufweisen, wurde in der folgenden Studie hauptsächlich auf ein Kraftausdauertraining eingegangen. (Hildebrandt., 2003)

Die Probanden und Probandinnen absolvierten ihr Trainingsprogramm - je nach Gruppenzugehörigkeit - entweder ein oder zweimal pro Woche, wobei die Ergebnisse beider Gruppen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Kraftsteigerung und den subjektiven Rückenschmerz verglichen wurden. In der Literatur (Henchoz., 2008) wird meistens empfohlen, zweimal wöchentlich zu trainieren. Henchoz (2008) berichten, dass ein einmal, zweimal oder dreimal wöchentlich durchgeführtes Training ähnliche Ergebnisse erzielen. Zwischen einem zweimal und dreimal pro Woche absolvierten Programm konnte kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. In der Studie von Harts et al. (2008) führten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen ihr Training zu Beginn (2 Wochen) zweimal wöchentlich und die anschließenden sechs Wochen lediglich einmal pro Woche durch. (Henchoz., 2008)

Das Trainingsprogramm unserer Teilnehmer und Teilnehmerinnen wurde aus durchschnittlich 10 Übungen (Krafttrainingsgeräten) zusammengesetzt, wobei jede Übung

zweimal mit 20 Wiederholungen durchgeführt wurde. Wenn es den Trainierenden aus gesundheitlicher Sicht möglich war und sie mehr als 20 Wiederholungen durchführen konnten, wurde das Gewicht gesteigert, so dass sie die Übung höchstens 20-mal wiederholen konnten. Auch Harts et al. berichten (2008) von einer Wiederholungsanzahl von 15 bis 20 Wiederholungen, wobei weder die obere (20) noch die untere (15) Grenze über- bzw. unterschritten werden sollte. (Harts et al., 2008)

2 Anatomischer Aufbau der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule des Menschen, in der Medizin auch Columna vertebralis genannt, ist für den aufrechten Gang und seine Haltung verantwortlich. Sie wird in fünf einzelne Abschnitte unterteilt. Jeder einzelne Wirbelsäulenabschnitt besteht aus einer bestimmten Anzahl von Wirbelkörpern (Corpus vertebrae). Von oben nach unten sind das folgende:

- Halswirbelsäule (Vertebrae cervicales), bestehend aus 7 Wirbelkörpern
- Brustwirbelsäule (Vertebrae thoracicae), bestehend aus 12 Wirbelkörpern
- Lendenwirbelsäule (Vertebrae lumbales), bestehend aus 5 Wirbelkörpern
- Kreuzbeinwirbel (Vertebrae sacrales), bestehend aus 5 Wirbelkörpern
- Steißbeinwirbel (Vertebrae coccygeae), bestehend aus 4 bis 5 Wirbelkörpern

(Appel & Stang-Voss.; 2008)

Die Wirbelsäule besteht insgesamt aus 34 Wirbeln (Vertebrae), wobei die jeweils fünf Wirbel des Kreuzbeins und des Steißbeins miteinander verwachsen sind. Aus diesem Grund wird die Wirbelsäule auch in 24 freie Wirbel, das Kreuzbein (Os sacrum) und das Steißbein (Os coccygis) geteilt. (Appel & Stang-Voss.; 2008)

Betrachtet man die Wirbelsäule von der Seite, wird deutlich, dass die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte unterschiedlich geformt sind. Die Hals- und Lendenwirbelsäule weisen eine Biegung nach innen auf, eine so genannte konkave Biegung. Im Gegensatz dazu ist bei der Brustwirbelsäule und beim Kreuz- und Steißbein eine Biegung nach außen zu sehen, eine so genannte konvexe Biegung. Durch diese Biegungen ergibt sich, allerdings ausschließlich von der Seite betrachtet, der Eindruck einer doppelt s-förmigen Krümmung. Diese spezielle Formung der Wirbelsäule soll Erschütterungen, die beim aufrechten Gang naturgemäß auftreten, möglichst gering halten bzw. besser verteilen. Durch diesen Mechanismus soll auch das empfindliche, menschliche Gehirn vor größeren Erschütterungen bewahrt werden. Wie schon gesagt, ist diese Krümmung ausschließlich von der Seite betrachtet zu sehen. Sieht man sich die Columna Vertebralis von hinten an, sollte diese im Normalfall eine gerade Linie bilden. (Unger.; 2004)

2.1 Aufbau der Wirbelknochen

Die einzelnen Wirbel sind in den verschiedenen Bereichen in ihrer Form etwas differenziert, der allgemeine Aufbau ist aber in allen Abschnitten der Gleiche.

Jeder Wirbel besteht aus einem Wirbelkörper (Corpus Vertebrae), an den der knöcherne Wirbelbogen angeschlossen ist (Arcus Vertebrae). Dadurch ergibt sich in der Mitte des Wirbelkörpers bzw. zwischen Körper und Bogen ein Hohlraum, dessen Gesamtheit den Wirbelkanal (Foramen vertebrale) bildet, in dem das Rückenmark zu finden ist. Die Wirbelbögen zweier benachbarter Wirbel lassen als Zwischenraum auf jeder Seite das Zwischenwirbelloch frei, durch welches auf jeder Etage ein Rückenmarksnerv, auch Spinalnerv genannt, aus dem Wirbelkanal austritt und zum Beispiel in den Arm oder das Bein mündet. (Platzer., 2003)

Der Wirbelbogen endet in einem nach bauchwärts (dorsal) gerichteten Dornfortsatz (Processus spinosus). Seitlich des Bogens erstrecken sich die so genannten Querfortsätze (Processi transversi). Die knöchernen Wirbelvorsprünge dienen den Bändern und Muskeln der Columna vertebrae als Ansatzstellen. (Platzer., 2003)

Um einen stabilen Kontakt herzustellen, ist jeder einzelne Wirbel mit seinem Nachbarwirbel mittels eines Wirbelgelenks (articulatio vertebrae) verbunden. Die Wirbelgelenke nehmen ihren Ursprung von den sich an den Wirbelbögen befindenden Gelenkflächen. (Platzer., 2003)

Neben der stabilisierenden Wirkung ist den Wirbelkörpern außerdem noch eine weitere Aufgabe zugeschrieben. Sie bilden in dem in ihrem Inneren gelegenen Knochenmark die Zellen des Blutes. (Unger.; 2004)

2.1.1 Die Halswirbelsäule (Vertebrae cervicales)

Die Halswirbelsäule besteht aus sieben Halswirbeln. Ihr Körper ist verglichen mit den Lendenwirbeln relativ zart und klein. Dennoch ist ihr zarter Aufbau für das Tragen des Kopfes ausreichend. Man unterscheidet den 1.-, (Atlas), 2.-, (Axis), und 7.-, (Vertebra prominens), Halswirbel von den übrigen dieses Abschnittes. Der erste Wirbel, der so genannte Atlas, besteht im Gegensatz zu den anderen nicht aus einem Körper sondern vereinfacht dargestellt nur aus einem knöchernen Ring. Die zum Kopf hin gerichteten

Gelenkflächen verbinden den Atlas und damit auch die gesamte Wirbelsäule mit dem Schädel. (Hochschild.; 1998)

Die Beweglichkeit des Kopfes ist durch die besondere, gelenkige Verbindung des Atlas mit dem 2. Wirbel, dem so genannten Axis, gegeben. Der Axis unterscheidet sich von den restlichen Halswirbeln durch den Dens Axis. Dies ist ein zahnartiger Fortsatz der vorderen Kante (kranial) des Wirbels. Der Fortsatz ist genau an die Innenseite des knöchernen Bogens des Atlas angepasst, wodurch Drehbewegungen des Kopfes möglich werden. Um ein Verschieben der beiden Wirbel ineinander zu vermeiden, wird der Dens Axis durch ein quer verlaufendes Band an der Innenseite des Atlas gehalten. (Hochschild.; 1998)

Der siebte Halswirbel, Vertebra prominens, unterscheidet sich durch einen längeren Dornfortsatz von den üblichen Halswirbeln. Dieser verlängerte Fortsatz ist bei den meisten Menschen durch die Haut als deutliche Vorwölbung am unteren Nacken spürbar. (Hochschild.; 1998)

Im Bereich der Halswirbelsäule ist das aus dem Hirnstamm austretende Rückenmark sehr dick, wodurch ein relativ weiter durch die einzelnen Wirbelbögen gebildeter Wirbelkanal notwendig ist. Das Rückenmark zeigt in diesem Bereich seine Verdickung, in dem es die einzelnen Nerven für die Arme abgibt. (Hochschild.; 1998)

Eine weitere Besonderheit des knöchernen Aufbaus der Halswirbelsäule stellen die von den Wirbelbögen entspringenden Querfortsätze dar. Durch ihre kleinen Öffnungen rechts und links verlaufen die Wirbelarterien, welche aus der großen Körperschlagader, der Aorta, entspringen und unter anderem für die Versorgung des Gehirns mit ausreichend Blut verantwortlich sind. (Hochschild.; 1998)

2.1.2 Die Brustwirbelsäule (Vertebrae thoracicae)

Die Brustwirbelsäule wird, wie schon erwähnt, aus zwölf Wirbeln gebildet. Sie sind die Basis für den Ansatz der Rippen und damit für den gesamten Brustkorb. Jede Rippe ist über ein kleines Gelenk mit den Querfortsätzen eines jeden Wirbels mit den einzelnen Wirbeln verbunden. Durch die so genannten Rippengelenke können die Rippen unter anderem bei jeder Atembewegung des Brustkorbes bewegt werden.

Nicht nur im Halswirbelsäulenbereich sondern auch im Bereich der Brustwirbelsäule wird der Wirbelkanal nahezu vollständig vom Rückenmark ausgefüllt. Im unteren Brustwirbelbereich

ist ebenfalls eine Verdickung des Rückenmarks zu finden, aus welchem die in die Beine fließenden Nerven hervorgehen. (Hochschild.; 1998)

2.1.3 Die Lendenwirbelsäule (Vertebrae lumbales)

Die Lendenwirbel sind aufgrund ihrer hohen Belastung wesentlich mächtiger als die restlichen Wirbel der Wirbelsäule. Sie übernehmen das Tragen eines hohen Anteils des Körpergewichtes und ist aus diesem Grund häufig von Verschleißerscheinungen geprägt.

Das Rückenmark erreicht im Wirbelkanal nicht den gesamten Lendenwirbelsäulenbereich, sondern endet meist in der Höhe des ersten oder zweiten Lendenwirbelkörpers. Allerdings ziehen die Nerven für das Becken und die Beine vom Ende des Rückenmarks weiter durch den Wirbelkanal der Lendenwirbel und verlassen diesen auf verschiedenen Etagen. Diese gebündelten Nervenfasern vermitteln den Eindruck eines Pferdeschwanzes und haben aufgrund dessen in ihrer Gesamtheit den lateinischen Namen Cauda equina erhalten. (Hildebrandt, Müller & Pfingsten.; 2005)

2.1.4 Das Kreuzbein (Os sacrum)

Das Kreuzbein besteht aus 5 miteinander verschmolzenen Kreuzbeinwirbeln (vertebrae sacrales). Es zählt einerseits zum Bestandteil der Wirbelsäule und bildet gleichzeitig gemeinsam mit dem Darmbein (Os ilium) als Kreuzbein-Darmbein-Gelenk die Verbindung zum Hüftbein (Os coxae) und somit zum Becken (Os pubis). (Platzer., 2003)

Bei der Betrachtung des Kreuzbeins von oben kann man eine knöcherne Fläche beobachten, die als Kontaktfläche für die Zwischenwirbelscheibe bzw. Bandscheibe (Discus intervertebralis) mit dem letzten Lendenwirbel fungiert. Diese Zwischenwirbelscheibe reicht im gesamten Verlauf der Wirbelsäule am weitesten nach vorne und steht außerdem am weitesten in das Becken hinein. (Hochschild., 1998)

2.1.5 Das Steißbein (Os coccygis)

Das Steißbein ist im Normalfall nur rudimentär vorhanden. Es entspricht dem Schwanzskelett bei Wirbeltieren. Da der eigentliche Schwanz beim Menschen im Laufe seiner Entwicklung verkrümmt ist, besteht das Steißbein nur noch aus drei bis fünf miteinander verschmolzenen Wirbeln. Die Wirbel des Steißbeins nehmen von kranial (schädelwärts) nach kaudal (steißwärts) an Größe ab. Nur der erste Wirbel des Steißbeinbereiches zeigt noch Ähnlichkeiten mit dem Bau eines typischen Wirbels. (Platzer.; 2003)

2.2 Das Bewegungssegment der Wirbelsäule

Wie schon im vorigen Abschnitt erläutert, besteht die Wirbelsäule des Menschen aus einzelnen Wirbelkörpern - sie ist einerseits ein tragender Skelettschnitt und andererseits ein wichtiges Bewegungselement des menschlichen Körpers. Um aus den einzelnen Wirbelkörpern eine „Einheit Wirbelsäule“ bilden zu können, müssen sie sowohl stabil als auch beweglich miteinander verbunden sein. Eine Verbindung, die diesen komplizierten Anforderungen gerecht wird, besteht aus mehreren Komponenten. Erstens verbinden kleine Wirbelgelenke zwei benachbarte Wirbel miteinander, wodurch die Beweglichkeit gewährleistet ist. Und zweitens ermöglichen die Bandscheiben, Bänder und Muskeln sowohl die Stabilität als auch die Bewegungen der Wirbelsäule. (Denner., 1998)

2.2.1 Die Bandscheiben (Disci intervertebrales)

Die ersten beiden Halswirbel und die miteinander verschmolzenen Kreuzbein- und Steißbeinwirbel ausgeschlossen, sind jeweils zwei benachbarte Wirbelkörper durch eine Bandscheibe (auch Zwischenwirbelscheibe oder medizinisch Discus genannt) verbunden.

Der Discus selbst besteht aus einem äußeren, relativ festen Ring (Anulus fibrosus) und einem weichen, gallertartigen, inneren Kern (Nucleus pulposus). Der Faserring ist aus konzentrisch angeordneten, kollagenen Fasern und einem Fasernkorpel aufgebaut, wodurch der weiche Kern in Spannung gehalten werden kann.

Im Hals- und Lendenwirbelbereich sind die Bandscheiben vorne höher, hinten niedriger. Im Brustwirbelbereich verhält es sich genau umgekehrt, die Disci intervertebrales sind vorne niedriger und hinten höher. Grundsätzlich nimmt die Dicke der Bandscheiben von kranial (kopfwärts) nach kaudal (steißwärts) zu.

Die Zwischenwirbelscheiben sind durch die Längsbänder (Ligamenti longitudinale anterius und posterius) zusätzlich in ihrer Lage gesichert, wobei das hintere Längsband flächenartig mit den Bandscheiben verbunden ist, das vordere Band aber nur eine lockere Verbindung mit den Disci besitzt. (Platzer.; 2003)

1. Wirbelkörper
2. Bandscheibe
3. Bandscheibenvorfall,
Bandscheibenvorwölbung
4. Dornfortsatz



Abbildung 1: Aufbau von Bandscheibe und Wirbel (Jungermann & Gumpert., 2008)

Die Zwischenwirbelscheiben fungieren als druckelastischer Polster. Sie haben die Aufgabe Stöße und Erschütterungen abzudämpfen, wobei der weiche Kern den Druck verteilt. Bei Belastung werden sie zusammengedrückt, bei länger andauernder Entlastung nehmen sie wieder ihre ursprüngliche Form an. Bei Bewegungen innerhalb der Wirbelsäule werden die Bandscheiben als elastische Elemente einseitig zusammengepresst bzw. gedehnt. Neben der Funktion als druckelastisches Element, stellen die Disci eine bewegliche Verbindung zwischen den einzelnen Wirbeln dar. (Platzer.; 2003)

Die lebenswichtige Ernährung der Knorpel der Bandscheiben erfolgt nicht, wie bei den anderen Geweben des menschlichen Körpers über Blutgefäße, sondern mittels Diffusion.

Die Gefäße im subchondralen (unter dem Knorpel liegend) Knochen der Wirbelkörper, die sich in direkter Nachbarschaft zur vertebralem Endplatte befinden, und die Durchblutung des peridiskalen Gewebes (z.B. M. psoas major) stellen somit für die Bandscheiben die einzige Nährstoffversorgung dar. Von dort kommt es durch Diffusionsprozesse oder Flüssigkeitsverschiebungen zum Nahrungstransport, wobei kleinere Moleküle wie Sauerstoff und Glukose insbesondere durch Diffusion in die Bandscheiben eintreten. Metabolite wie zum Beispiel Laktat verlassen sie auf diesem Weg (Diemer & Sutor.; 2007). Günstig für diese Art von Versorgung ist eine Wechseldruckbelastung. Bei aufrechter Körperhaltung, also beim Sitzen, Stehen und Gehen, wird die Belastung der Bandscheiben so groß, dass Flüssigkeit abgepresst wird, wodurch die Bandscheiben an Höhe verlieren. Durch Druckentlastung, vor allem durch Liegen, nehmen die Bandscheiben wieder Flüssigkeit und Nährstoffe auf und erreichen so wieder ihre ursprüngliche Höhe. Einseitig starke Druckbelastung und geringe Erholungszeit beeinträchtigen in der Regel die Stoffwechselvorgänge und führen zu Degenerationserscheinungen mit Höhenabnahme. (Speckmann & Wittkowski.; 1998)

Die Bandscheibe stellt bei vielen Rückenschmerzpatienten den ausschlaggebenden Schmerzgenerator dar. Laser (1999) betont, dass durchschnittlich 10 Prozent aller Beschwerde-Fälle eines Allgemeinarztes für eine bandscheibenbedingte Symptomatik sprechen. Bei einem Orthopäden wären es laut Laser sogar über die Hälfte aller Patienten. Daraus resultiert, dass jede fünfte Arbeitsunfähigkeit und jeder 2. gestellte Rentenantrag aufgrund von bandscheibenbedingten Erkrankungen erfolgen. (Laser.; 1999).

Vert Mooney diskutierte 1987 diverse Thesen bezüglich der Ursachen von Rückenschmerzen. Seine Schlussfolgerung war eindeutig und ist noch bis heute gültig. Er glaubt, dass der Ursprung der Schmerzen letztendlich innerhalb der Bandscheibe zu finden ist. Natürlich sind die Disci nicht für alle Rückenbeschwerden verantwortlich, trotzdem scheinen sie bei einer großen Patientengruppe der ausschlaggebende Punkt zu sein. (Monney., 1987)

Schwarzer et al. haben 1994 die relative Häufigkeit von symptomatischen Bandscheiben in einer Gruppe von chronischen Rückenpatienten ermittelt. Dabei konnte der Schmerz bei 39 Prozent der Patienten durch eine Diskographie exakt reproduziert werden. (Schwarzer et al., 1994)

Diese Ergebnisse verdeutlichen den hohen Stellenwert der Disci bei Rückenschmerzpatienten. (Diemer & Sutor.; 2007)

Auf die Schädigungen der Wirbelsäule wird aber später noch eingegangen.

2.2.2 Die Bänder (Ligamenti) der Wirbelsäule

Die Stabilität der Wirbelsäule wird vor allem durch kräftige Bänder gewährleistet, die sich über ihre gesamte Länge erstrecken. Neben den Rückenmuskeln stellen sie den wichtigsten Stabilisator der Wirbelsäule dar. (Rohen.; 2008) Wie die Sehnen, Gelenkkapseln und Faszien des menschlichen Körpers bestehen auch die Bänder aus faserreichem, straffem Bindegewebe. Dieses Bindegewebe ist vorwiegend aus parallelgerichteten, kollagenen Faserbündeln aufgebaut. Diese kollagenen Fasern sind gewellt, werden durch Zugwirkung gestreckt und anschließend durch die in sie eingelagerten, elastischen Fasern wieder in ihre gewellte Ausgangsposition zurück gebracht. (Speckmann & Wittkowski.; 1998)

Der Stoffaustausch der Faserbündel erfolgt durch Lymphdurchflutung und wird dadurch erschwert, dass die selbst nur wenig durchlässigen Fasern aufgrund ihrer Funktion ganz dicht aneinander liegen, wodurch die Regenerationsfähigkeit dieser Gewebeart reduziert ist.

Die Hauptanforderung an die Ligamenti und auch an die Sehnen liegt in der Widerstandsfähigkeit gegenüber Spannungskräften. Dichtfasriges, kollagenes Bindegewebe zählt zu den stärksten Weichteilgeweben des menschlichen Körpers, gleichzeitig ist es aber die am wenigsten dehnbare Struktur. Im Gegensatz zum Muskelgewebe, das eine Dehnbarkeit von circa 40 bis 50 Prozent aufweist, sind Bänder nur zwischen 20 bis 35 Prozent und Sehnen nur 2 bis 5 Prozent dehnbar (Radlinger et al.; 1998)

Das vordere Längsband (Ligamentum longitudinale anterius) zieht an den Vorderflächen der Wirbelkörper nach abwärts und reicht bis zum Kreuzbein (Os sacrum). In kaudaler Richtung (steißwärts) ist eine Verstärkung des Bandes zu beobachten. Wie schon in Kapitel 2.2.1 erwähnt, steht das vordere Längsband der Wirbelsäule direkt mit den Wirbeln in fester Verbindung. (Rohen.; 2008)

Das hintere Längsband (Ligamentum longitudinale posterius) läuft entlang der Hinterfläche der Wirbelkörper und gliedert sich in eine tiefe und eine oberflächliche Schicht. Während die oberflächliche Schicht nur bis zum Lendenwirbel L3/L4 reicht, läuft die tiefe Schicht bis zum Kreuzbein hinunter. (Rohen., 2008) Im Halswirbelsäulenbereich (Zervikalbereich) ist die oberflächliche Schicht breit, während sie im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule (Thorakal- und Lumbalbereich) schmäler wird und sich unterhalb der Wirbel L3/L4 mit der

tiefen Schicht vereint. Die tiefe Schicht ist wiederum im Halswirbelbereich sehr dünn und zeigt im Brust- und Lendenabschnitt an den Zwischenwirbelscheiben und den oberen Randleisten der Wirbelkörper eine Verbreiterung. In diesem Bereich kommt es auch beim hinteren Längsband zu einer festen Verbindung mit den Bandscheiben.

Zwischen den Wirbelkörpern und der tiefen Schicht des Bandes befindet sich ein Spalt für die austretenden Venen. (Platzer,.; 2003)

Die beiden Längsbänder erhöhen die Festigkeit der Wirbelsäule – besonders beim Vor- und Rückwärtsneigen. Daher kommen ihnen zwei Funktionen zu. Einerseits hemmen sie die Bewegung und andererseits schützen sie die Bandscheiben.

Die so genannten gelben Bänder (Ligamenta flava) befinden sich zwischen den einzelnen Wirbelbögen. Sie sind segmental ausgespannt und verbleiben auch im Ruhezustand in Spannung. Bei der Beugung der Wirbelsäule werden sie stärker gedehnt und helfen bei der Aufrichtung des Oberkörpers bzw. der Wirbelsäule. (Rohen.; 2008)

Ein System von kräftigen Bändern, die so genannten Zwischenquerfortsatzbänder (Ligamenta intertransversaria), verbindet die Querfortsätze der einzelnen Wirbel miteinander.

Des Weiteren sind noch die Zwischendornfortsatzbänder (Ligamenta interspinalia) und das Überdornfortsatzband (Ligamentum supraspinale) zu nennen. Die Ersteren sind ebenfalls kurze Bänder, ziehen von Dornfortsatz zu Dornfortsatz und verbinden so die Rückseiten der einzelnen Wirbel miteinander. Das Ligamentum supraspinale ist am weitesten hinten gelegen und zieht sich über fast alle Dornfortsätze, beginnend am siebten Halswirbel bis hinunter zum Kreuzbein. (Rohen.; 2008)

Wie schon erwähnt sind diese sechs Bänder bzw. Bandsysteme für die Stabilität der Wirbelsäule unentbehrlich, wobei sie von den zahlreichen Muskeln des Rückens unterstützt werden.

Damit die Bänder ihrer Funktion gerecht werden können, ist es wie auch für die Bandscheiben von großer Bedeutung, diese zu kräftigen. Eine Kräftigung der Bänder ist ausschließlich durch körperliche Aktivität möglich. (Laser.; 1995)

2.2.3 Die wirbelsäulenstabilisierende Muskulatur (Haltemuskulatur)

Unter der Haltemuskulatur versteht man jene Muskeln, welche sozusagen ein muskuläres Gurtungssystem um die Wirbelsäule bilden und somit für die Stabilisierung und Bewegungen des Rumpfes verantwortlich sind. (Denner., 1998) Dafür sind aber nicht nur die Rückenmuskeln, sondern auch die Bauch- und Gesäßmuskulatur erforderlich. Unser Muskelkorsett ist ein Zusammenspiel aus vielen verschiedenen kleineren und größeren Muskeln. Die Zusammenarbeit der einzelnen Muskeln und Muskelketten ist äußerst kompliziert, da die Wirbelsäule praktisch in alle Bewegungsabläufe eingebaut werden muss. (Appell.; 2008) Da in der folgenden Studie ausschließlich die Muskulatur überprüft werden soll, welche für die Ventral- und Dorsalflexion (Flexion und Extension) verantwortlich ist, wird die Gesäßmuskulatur in der Erläuterung vernachlässigt.

2.2.3.1 Die Bewegungen der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule kann als eine Gelenkkette mit drei Freiheitsgraden angesehen werden. Es ist sowohl eine Beugung (Ventralflexion) als auch eine Streckung (Extension oder Dorsalflexion), eine Seitneigung nach links und nach rechts (Lateralflexion) sowie eine axiale Drehung (Rotation) möglich. (Denner.; 1998)

Die Bewegungsamplitude des Rumpfes in der Sagittalebene setzt sich aus der Flexion und Extension der Lenden- und Brustwirbelsäule zusammen. Im Bereich der Lendenwirbelsäule ist das Ausmaß der Flexion deutlich größer als das der Extension. Außerdem ist die beugende Bewegung (Flexion) im Bereich der Brustwirbelsäule um ca. 70 Prozent geringer als im Bereich der Lendenwirbelsäule, während sich bei der Extension kein Unterschied zwischen den beiden Wirbelsäulenbereichen feststellen lässt. (Denner.; 1998)

In der Frontalebene ist eine Lateralflexion durch das zur Seiteneigen der Lenden- und Brustwirbelsäule möglich, wobei das Ausmaß der Bewegung von Lenden und Brustwirbelsäule annähernd gleich groß ist. (Denner.; 1998)

Die Bewegung des Rumpfes in der Transversalebene ergibt sich aus der axialen Rotation (Drehung) in den einzelnen Segmenten der Lenden- und Brustwirbelsäule. Das Ausmaß der Drehung der Segmente der Brustwirbelsäule ist dabei wesentlich größer als das der Segmente der Lendenwirbelsäule. (Denner.; 1998)

Die genannten Angaben sind rein nur für die Bewegungen des Rumpfes geltend. Die Bewegungsamplitude der oberen Wirbelsäule bzw. des Kopfes spielen sich in der Halswirbelsäule ab und sind ebenfalls in der Sagittalebene (Flexion, Extension), in der Frontalebene (Lateralflexion nach links und rechts) und in der Transversalebene (axiale Rotation) möglich. (Denner.; 1998)

2.2.3.2 Die Rumpfextensoren

Um eine Extension des Rumpfes ausführen zu können, ist eine beidseitige Kontraktion dreier Anteile des Erector Spinae (Rückenstrecker) erforderlich. Es erfolgt eine Kontraktion des interspinalen, des transversospinalen Systems und des lateralen Muskelstrangs. Die Muskeln des interspinalen Systems verlaufen zwischen den Dornfortsätzen oder den Querfortsätzen und werden aufgrund dessen auch zusammengefasst Zwischendornfortsatzmuskeln bzw. Zwischenquerfortsatzmuskeln genannt. Die Muskeln des transversospinalen Systems ziehen von den Querfortsätzen eines Wirbelkörpers zu den Dornfortsätzen eines oder mehrerer oberhalb gelegener Wirbel und werden auch Querfortsatz-Dornfortsatz-Muskeln genannt. Die Muskeln liegen in mehreren Schichten übereinander, erst die Kurzen und darüber die Langen, wodurch sich ein kräftiges die Wirbelsäule stabilisierendes Muskelgeflecht ergibt. (Rohen.; 2008)

Zu den drei erwähnten Muskelsystemen zählen folgende Muskeln:

Interspinales System:

- M. spinalis
- M. intertransversarii
- M. interspinales

Transversospinales System:

- M. rotatores
- M. semispinalis
- M. multifidus

Lateraler Muskelstrang:

- M. spinalis thoracis
- M. iliocostalis thoracis
- M. longissimus
- M. iliocostalis lumborum (Lippert.; 2003)

Der laterale Abschnitt des M. erector spinae hat eine dominierende Stabilisierungsfunktion, während der mediale Abschnitt eine dominierende,

dynamische Funktion aufweist. Der intermediäre Abschnitt (M. longissimus) scheint sowohl eine statische als auch eine dynamische Funktion zu erfüllen. (Denner.; 1998)

2.2.3.3 Die Rumpflexoren

Die Beugung des Rumpfes erfolgt bei fixiertem Becken durch die beidseitige Kontraktion des geraden Bauchmuskels (M. rectus abdominis). Als Hilfsmuskeln kontrahieren sich ebenfalls die oberflächlichen, schrägen Bauchmuskeln (Mm. Obliqui internus und externus abdominis). Der gerade Bauchmuskel wird von einer Hülle von Sehnengewebe umgeben und ist bei gut trainierten Menschen mit wenig Körperfett meistens gut zu sehen. (Denner.; 1998)

Die Bauchmuskeln, zu denen noch weitere gehören, welche aber erst bei der Erläuterung der Muskeln der Rumpfrotation und Lateralflexion Erwähnung finden sollen, wirken teils unterstützend, teils als Gegenspieler zu den Rückenmuskeln. Während bei der Streckung (Extension) und Beugung (Flexion) des Rumpfes ein Gegenspiel zwischen den Rücken- und Bauchmuskeln entsteht, unterstützen sie sich bei der Lateralflexion und der Rotation gegenseitig. Eine besondere Unterstützung des Rückens bzw. der Wirbelsäule bieten die Bauchmuskeln vor allem beim Heben von schweren Lasten. Durch das Kontrahieren der Bauchmuskeln erhöht sich der Druck in der Brust- und Bauchhöhle, wodurch der Druck auf die Bandscheiben von 30 bis zu 50 Prozent reduziert werden kann. Durch diesen Mechanismus, welcher auch Bauchpresse genannt wird, wird der Rücken entlastet. Der gleiche Vorgang wird auch beim Stuhlgang und bei den Presswehen während der Geburt genutzt. (Rohen.; 2008)

2.2.3.4 Die Rumpflateralflexoren

Um den Rumpf zur Seite neigen zu können, sind einseitige Kontraktionen einiger Muskeln erforderlich. Folgende Muskeln sind daran beteiligt:

- Mm. intertransversarii
- M. iliocostalis thoracis
- M. iliocostalis lumborum

- M. longissimus
- M. obliquus externus abdominis
- M. obliquus internus abdominis
- M. quadratus lumborum
- M. psoas major (Rohen.; 2008)

Im Unterschied zur Rotationsbewegung arbeiten M. obliqui externus und internus abdominis bei der Lateralflexion der Lenden- und Brustwirbelsäule als Synergisten – das heißt, sie unterstützen sich. (Denner.; 1998)

2.2.3.5 Die Rumpfrotatoren

Die Rotationsbewegung des Oberkörpers wird ebenfalls durch die Kontraktion mehrerer Muskeln ausgeführt. Durch das Zusammenspiel des ipsilateralen M. erector spinae und der kontralateralen M. multifidi und Mm. rotatores und der wechselseitigen Kontraktion der oberflächlichen schrägen Bauchmuskeln, M. obliqui internus und externus abdominis, wird die Rotation hervorgerufen. Dabei muss erwähnt werden, dass die M. obliquus externus und internus abdominis derselben Körperseite bei der Drehung des Rumpfes als Antagonisten arbeiten – im Gegensatz zur Lateralflexion. Bei der Rotation nach links müssen sich demnach der rechtsseitige M. obliquus externus und der linksseitige M. obliquus internus abdominis kontrahieren. (Denner.; 1998)

2.2.3.6 Die Stabilisatoren der Halswirbelsäule

Die Halswirbelsäulen-umgebende Muskulatur wird im Folgenden nicht detailliert erwähnt, da diese im Training der Probanden meiner Studie zwar berücksichtigt wurde, aber nicht primär im Vordergrund stand. Es soll nur kurz erwähnt werden, dass bei der Extension, Flexion, Lateralflexion als auch bei der Rotation viele verschiedene Muskeln beteiligt sind. Der menschliche Nacken ist von einem sehr komplizierten und vielen kleinen Muskeln eingehüllt und auf diese Weise gesichert.

3 Spezifische und unspezifische Rückenbeschwerden

Die Erkrankungen der Wirbelsäule sind sehr vielseitig und die Differentialdiagnose der einzelnen Beschwerden aufgrund der sehr speziellen Anatomie erschwert, wenn nicht sogar manchmal unmöglich. In Folge dessen hat es sich in den letzten Jahren durchgesetzt, Patienten mit spezifischen und Patienten mit unspezifischen Rückenbeschwerden zu unterscheiden. (Tilscher.; 1994)

Spezifische Rückenbeschwerden sind durch eine klar fassbare und zu anderen Krankheitsbildern der Wirbelsäule eindeutig abzugrenzende Diagnose gekennzeichnet und sind für weniger als 20 Prozent aller Rückenschmerzen verantwortlich. (Diemer & Sutor., 2007) Folgende Krankheitsbilder werden unter diesem Begriff zusammengefasst:

- Radikuläre Symptome (ausgelöst durch einen Bandscheibenvorfall oder eine Spondylolisthesis)
- Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises
- Frakturen der Wirbel als Folge einer Osteoporose
- Infektionen oder Tumore.

Von unspezifischen Beschwerden der Wirbelsäule wird dann gesprochen, wenn die momentan verfügbaren, diagnostischen Methoden für eine genaue Diagnosestellung nicht ausreichen oder die therapeutische Konsequenz für eine spezifische Behandlung trotz klarer Strukturdiagnose unklar ist. Ungefähr 80 Prozent der Rückenschmerzpatienten leiden an unspezifischen Beschwerden. Nach Bogduk (2004) und Laser et al. (2005) können allerdings 80 bzw. 67 Prozent der Patienten in klinische Gruppen wie zum Beispiel „diskogener Schmerz“, „Facettensyndrom“ oder „SIG-Syndrom“ eingeteilt werden (Diemer & Sutor.; 2007).

3.1 Bandscheibenvorfall (Discusprolaps)

Der Bandscheibenvorfall ist eine der häufigsten Wirbelsäulenerkrankungen und zählt aufgrund der eindeutigen Diagnosemöglichkeit zu den spezifischen Wirbelsäulenerkrankungen. Wie schon im vorigen Kapitel erwähnt, ist die Bandscheibe (Discus) für das Abdämpfen von Stößen und Erschütterungen verantwortlich. Außerdem verhindert sie das Aufeinanderreiben zweier benachbarter Wirbelkörper und stellt eine bewegliche Verbindung zwischen den einzelnen Wirbeln dar.

Die Degeneration der Bandscheiben beginnt schon in der Jugend.

Neben erblicher Disposition wird ein reduzierter Stoffwechsel der Bandscheibe durch Bewegungs- und Belastungsmangel als Ursache gesehen (Weiß in Kieser.; 2006). Darüber hinaus kann die Bandscheibe die andauernden Fehlhaltungen bzw. Fehlbelastungen (einseitige Belastungen zum Beispiel im Beruf) irgendwann nicht mehr ausgleichen. Durch die zunehmende Höhenminderung des Intervertebralraums (Raum zwischen den Wirbeln) wird die segmentale Stabilität reduziert und führt so zu einer Kompression der Wirbelgelenke. (Weiß in Kieser.; 2006) Durch die oft zu kräftige Kompression kommt es durch eine Schwächung zum Einreißen des elastischen äußeren Rings. Der weiche Kern der Bandscheibe tritt aus und verursacht so einen starken Druck auf das Nervengewebe, wobei einzelne Nerven vollständig eingeklemmt werden können. In der Medizin unterscheidet man drei verschiedene Schweregrade eines Bandscheibenvorfalls.

Beim ersten Schweregrad wölbt sich der Faserring vor und drückt auf den Kanal der Spinalnerven oder auf die Spinalnerven selbst, wobei der Faserring der Bandscheibe durch feine Risse geschwächt ist. Der gallertartige Kern befindet sich aber noch innerhalb des Ringes. Diese Form der Bandscheibenschädigung nennt man in der Medizin Protusion bzw. Vorwölbung oder auch Vortreibung der Bandscheibe. (Soyka & Mehholm.; 2000)

Im Falle des zweiten Schweregrades tritt der Bandscheibenkern aus dem Faserring aus, wobei allerdings eine Abschwächung des Längsbandes zuvor einhergeht. Der ausgetretene Kern übt verstärkten Druck auf den Spinalkanal oder die Spinalnerven selbst aus, wobei einzelne Nerven vollständig eingeklemmt werden können. (Soyka & Mehholm.; 2000)

Der dritte Schweregrad eines Bandscheibenprolaps bedeutet eine Ablösung von Teilen des Gallertkerns, die keine weitere Verbindung mehr zur Bandscheibe aufweisen. Die sich abgelösten Teile treten aus der Bandscheibe aus. Diese Form des Vorfalls wird in der Medizin Sequestration genannt, was eine Ablösung des toten vom lebenden Gewebe ausdrückt. (Soyka & Meholt.; 2000)

Betrachtet man die Altersverteilung von Patienten mit Bandscheibenvorfällen, können in der mittleren Lebensdekade die meisten Vorfälle beobachtet werden. Menschen im Alter zwischen 31 und 50 Jahren sind überproportional oft betroffen. Jenseits dieses Alters nimmt die Wahrscheinlichkeit, einen Bandscheibenprolaps zu erleiden stark ab, da ab der 6. Lebensdekade eine zunehmende Fibrosierung und Dehydrierung stattfindet. (Diemer & Sutor.; 2007)

Betroffen sind beim Discusprolaps am häufigsten die unteren zwei Segmente der Lendenwirbelsäule. Nach Weigands Untersuchungen zeigen sich im Jahr 2000 die 4. und 5. Segmente der Lendenwirbeln in über 70 Prozent der Bandscheibenvorfallpatienten als der häufigste Pathologieort, gefolgt vom 5. Lenden- und 1. Sakralwirbel. Die Letztgenannten wiesen in 20 Prozent der Fälle die geschädigte Bandscheibe auf.

Matzen et al. operierten in 169 Fällen, bzw. an 45,9 Prozent der Patienten, das 4. und 5. Lendenwirbelsäulensegment und in 156 Fällen, sprich 42,4 Prozent das 5. Lendenwirbel- und 1. Sakralsegment. (Diemer & Sutor.; 2007)

Weniger häufig sind Vorfälle in der Halswirbelsäule und so gut wie gar nicht kommen sie in der Brustwirbelsäule vor.

3.1.1 Symptome

Traumatische Verletzungen der Bandscheiben können einen oft plötzlich einsetzenden starken Schmerz verursachen. In wenigen Fällen sind allerdings die Patienten fast schmerzfrei.

Durch die Schädigung des Gewebes und die Einklemmung des Spinalkanals oder der Spinalnerven kann es sowohl zu lokalen Rückenschmerzen als auch - je nach Pathologieort des Vorfalles (HWS oder LWS) - zu Ausstrahlungen in die oberen oder unteren Extremitäten kommen. Im Allgemeinen wird angenommen, dass distal ausstrahlende Schmerzen bis

unterhalb des Knies bzw. des Ellenbogens stark für einen Bandscheibenprolaps und nicht für eine Protusion sprechen. Allerdings belegen Ohnmeiss et al. 1997 und O'Neill et al. 2002, dass bezüglich des übertragenen, diskogenen Schmerzes keine Veränderung des äußeren Faserrings notwendig ist. So kann nicht nur rein aufgrund der Schmerzlokalisation zwischen den Schweregraden eines Bandscheibenvorfalles unterschieden werden. (Diemer & Sutor.; 2007)

3.1.2 Ursachen des Bandscheibenvorfalls (Prolaps)

Die Ursachen eines Bandscheibenvorfalls sind vielseitig. Oft sind es mehrere Faktoren, die zusammenwirken und so zu einem Prolaps führen können.

In seltenen Fällen kommt es durch Verletzungen und Unfälle zum unvollständigen oder vollständigen Austreten des Gallertkerns aus dem Ring.

Der häufigste Grund für Bandscheibenvorfälle sind altersbedingte Verschleißerscheinungen (Degeneration), welche, wie schon erwähnt bereits im Jugendalter ihren Anfang haben – in vielen Fällen gekoppelt mit dauerhafter Fehlbelastung der Wirbelsäule. Mit zunehmendem Alter nimmt die Elastizität der Bandscheiben aufgrund einer Reduktion des Wassergehaltes im elastischen Faserring, ab. Die Bandscheibe neigt in diesem Stadium zu Rissbildungen, wodurch die Gefahr für einen Prolaps erheblich steigt und gekoppelt mit langfristiger Fehlbelastung und zu geringer körperlicher Aktivität fast unaufhaltsam scheint. (Diemer & Sutor., 2997) Wie schon im vorigen Kapitel erläutert, wird die Bandscheibe durch Diffusion ernährt, welche ausschließlich durch körperliche Bewegung zu Stande kommt. So ist oft eine inaktive Lebensweise, verbunden mit fehlerhaftem und häufigem Sitzen, Liegen und Stehen und abgeschwächter Muskulatur als ausschlaggebender Faktor für das Vorkommen eines Prolaps zu sehen. Falsch durchgeführtes Heben und Tragen von schweren Lasten und überschüssiges Körpergewicht tragen ebenfalls zu einem erhöhten Bandscheibenvorfallsrisiko bei. Es gibt neben der für die Bandscheiben gesunden und lebenswichtigen, körperlichen Aktivität Sportarten, welche sich durch starke Erschütterungen und Stauchungen negativ auf die Discusstruktur auswirken können. Zu diesen Sportarten zählen zum Beispiel Mountainbiken und Surfen. (Diemer & Sutor.; 2007)

Erhöhte Belastungen der menschlichen Wirbelsäule entstehen aber nicht nur durch fehlerhaftes Verhalten, sondern auch durch Fehlstellungen der Wirbelsäule. Diverse Fehlstellungen, eventuell verbunden mit einer abgeschwächten,

wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur, begünstigen ebenfalls das Auftreten von Bandscheibenvorfällen. (Diemer & Sutor.; 2007)

3.1.3 Krafttraining bei Bandscheibenvorfällen

In der Zeit eines akuten Bandscheibenvorfalls ist eine Kräftigungstherapie kontraindiziert. Allerdings kann etwa sechs Wochen nach dem akuten Ereignis ein dem Zustand angepasstes Krafttraining zur Behandlung eingesetzt werden. Es sollte auf jeden Fall darauf geachtet werden, dass die Schmerzen auf ein erträgliches Maß abgeklungen sind und sich neurologische Ausfälle zurückgebildet haben. Im Falle eines Fortbestehens der neurologischen Ausfälle, dürfen sie auf keinen Fall progradient (ansteigend) sein. (Weiß., 2006)

Die Intensität wird vor allem anfangs sehr gering gehalten und auch der Bewegungsumfang wird auf ein schmerzfreies Ausmaß beschränkt. Sobald eine Besserung eintritt, können die Gewichte behutsam gesteigert werden. (Weiß.; 2006).

Ziel ist die stabilisierende Kräftigung, die ein Muskelkorsett schaffen soll, welches die segmentale Stabilität steigert, Scherkräften entgegenwirkt und den Wirbelgelenken unter statischer und dynamischer Belastung Halt gibt. (Weiß.; 2006)

Die ersten Trainingseinheiten sind als Verträglichkeitsprüfung anzusehen. In den meisten Fällen wird die Bewegung als schmerzfrei erlebt. Dieser Effekt hält anfangs über Stunden an und soll im weiteren Verlauf zu immer längeren, schmerzfreien Intervallen ausgeweitet werden, bis sich das Krankheitsbild stabilisiert. (Weiß.; 2006).

Es kann aber in den ersten Sitzungen auch zu einem verstärkten Schmerzempfinden kommen, was in der Regel nach den ersten fünf bis sechs Einheiten abklingt.

Ein isometrischer Maximalkrafttest – so wie er auch im Zuge unserer Studie durchgeführt wurde – ist bei einer deutlich ausgeprägten, radikulären Symptomatik kontraindiziert. (Weiß.; 2006)

3.2 Zervikalsyndrom

Chronische Zervikalsyndrome werden vor allem durch muskuläre Verspannungen, durch Muskelansatzreizungen am Hinterhaupt, an den Dornfortsätzen und am oberen Schulterblattwinkel hervorgerufen. Auch Blockierungen und Reizzustände der Wirbelgelenke sind Verursacher dieser oft schmerhaften „Erkrankung“. (Kieser.; 2006)

Ein medizinisches Krafttraining wirkt sich auf den gesamten Ursachenkomplex positiv aus. Je nach Ausprägung der Befunde und der Schmerzempfindung ist ein sehr behutsamer Belastungsaufbau notwendig. Bewegungsumfang und Intensität müssen individuell angepasst und gegebenenfalls reduziert werden. (Kieser.; 2006)

Blockierungen in der Halswirbelsäule lösen sich oftmals durch die Kräftigungstherapie. (Weiß.; 2006) Vom Zervikalsyndrom, bei welchem die Schmerzen fast ausschließlich lokal sind, unterscheidet man in der Medizin die (pseudoradikuläre) Zervikobrachialgie, welche ausschließlich durch Reizungen der Wirbelgelenke mit oder ohne Blockierungen verursacht wird. Der Unterschied liegt aber vor allem in der Symptomatik: Die Schmerzen der Zervikobrachialgie strahlen aus, was die Differentialdiagnose bezüglich eines Bandscheibenvorfalls notwendig macht. Die Trainingstherapie unterscheidet sich nicht von der beim lokalen Zervikalsyndrom, vor allem, weil gerade Blockierungen in der Halswirbelsäule oftmals durch Kräftigungstherapie gelöst werden können. (Weiß.; 2006)

3.3 Lumbalsyndrom

Das lokale Lumbalsyndrom wird durch Verspannungen der Muskulatur, durch Blockierungen und Reizungen der Wirbelgelenke und gelegentlich vom Morbus Baastrup verursacht. Blockaden sind vor allem im Bereich der Iliosakralgelenke zu finden, welche häufig mit Funktionsstörungen der unteren Wirbelgelenke kombiniert sind. Durch die hohe Rezidivneigung (Neigung zum erneuten Auftreten einer Krankheit, die überwunden war bzw. schien) sollte neben der Kräftigungstherapie auf Mobilisationsübungen zurückgegriffen werden – vor allem weil Blockaden in diesem Bereich durch Krafttraining alleine schwer zu lösen sind. Regelmäßige Mobilisationsübungen führen meist zu einem Rückgang der Beschwerden und verbessern die Verträglichkeit der Trainingstherapie wesentlich. (Kieser.; 2006)

Beim Morbus Baastrup kommt es in Folge von Bandscheibendegenerationen und verstärkter Lordose zur Reibung der unteren Dornfortsätze der Lendenwirbelsäule. Hier sollte das Augenmerk vor allem auf einer Kräftigung der paravertebralen Muskulatur und der Bauchmuskulatur geworfen werden, wodurch die Statik verbessert werden soll. Der Bewegungsumfang muss in der Extension eventuell eingeschränkt werden. (Weiß.; 2006)

Vom lokalen Lumbalsyndrom unterschieden wird in der Medizin die (pseudoradikuläre) Lumboischialgie, welche ausnahmslos von Blockierungen und Reizzuständen der Iliosakralgelenke verursacht wird. Diese sind meist mit Funktionsstörungen der Wirbelgelenke L5/S1 gekoppelt. Der Unterschied liegt darin, dass die Schmerzen nicht lokal sind, sondern meist in die seitliche Hüftregion, in den Unterbauch, in die Leiste und in den Oberschenkel ausstrahlen können. Hier muss vor allem darauf geachtet werden, ob es sich nicht eventuell um einen Bandscheibenvorfall handeln könnte.

Die Kräftigungstherapie unterscheidet sich trotz anderer Symptomatik nicht von der beim lokalen Lumbalsyndrom. (Weiß.; 2006)

3.4 Wirbelkanalstenosen

Als Stenosen werden Verengungen bezeichnet – hier des Wirbelkanals. Es gibt aber auch Stenosen in den Blutgefäßen, Harnleitern oder zum Beispiel auch in den Gallengängen.

Die zervikalen und lumbalen Wirbelkanalstenosen zeichnen sich durch eine vielfältige Ätiologie (= Ursachen der Krankheiten) aus. Die häufigste Ursache für degenerativ bedingte Stenosen ist meist eine Kombination aus Bandscheibenprolapse oder Prolaps und hypertrophierten Facettengelenksarthrosen. (Soyka & Mehlem.; 2000) Für die lumbale Spinalkanalstenose ist eine Schmerzausstrahlung in die seitlichen Oberschenkel beidseits und eine Schmerzverstärkung bei Belastung in der Lordose typisch. Eine Entlordosierung lässt den Schmerz in den meisten Fällen abklingen, weshalb der Bewegungsumfang in der Trainingstherapie in der Extension meist eingeschränkt werden muss. Außerdem ist das Augenmerk auf ein Training der geraden und schrägen Bauchmuskulatur gelegt. (Soyka & Mehlem.; 2000)

Ein Maximalkrafttest ist im Falle von radikulären Symptomen kontraindiziert. (Weiß.; 2006)

3.5 Spondylolisthese

Als Spondylolisthese wird ein Wirbelgleiten bezeichnet, welches entweder mit oder ohne Spondylolose - einer Spaltbildung im Wirbelbogen – auftreten kann. (Soyka & Meholt.; 2000)

Im Erwachsenenalter ist ein progredienter Verlauf selten zu beobachten bzw. meist mäßig ausgeprägt. Die Ursachen für nicht angeborene Spondylolisthesen sind in den meisten Fällen Bandscheibendegenerationen mit Höhenminderung und Instabilität der Facettengelenke (Wirbelbogengelenke). Häufig sind die Kreuzschmerzen lokal zu beobachten und auf mangelnde Stabilität zurückzuführen. Radikuläre Symptomatiken entstehen bei Kombinationsformen mit Bandscheibendegenerationen und Spinalkanalstenosen, sowie bei starker Progression. (Soyka & Meholt.; 2000)

In der Trainingstherapie und vor allem auch im Alltag sollten verstärkte Extensionsbewegungen vermieden werden. So wird der Bewegungsumfang je nach Ausprägung der Beschwerden in der Extension eingeschränkt. (Soyka & Meholt.; 2000)

Der Maximalkrafttest ist beim Wirbelgleiten kontraindiziert. (Weiß.; 2006)

3.6 Funktionelle Störungen der Wirbel- und Iliosakralgelenke

Unter reversiblen Funktionsstörungen werden Blockierungen mit verminderter oder aufgehobener Gelenksbeweglichkeit verstanden. Häufig treten sie als Begleiterscheinungen degenerativer Wirbelsäulenerkrankungen und nach Operationen an der Wirbelsäule auf. (Soyka & Meholt.; 2000)

Schwierig ist die Unterscheidung von anderen Erkrankungen der Wirbelsäule. Differenzialdiagnostisch wegweisend sind bei Lumbalgien und Lumboischialgien nächtliche Schmerzen, insbesondere in den frühen Morgenstunden, Schmerzen und Steifheit beim Aufstehen und eine deutlich spürbare Verminderung der Schmerzen durch Bewegung. Durch Arbeiten mit vorgebeugtem Oberkörper und das Wiederaufrichten nach dem Bücken können die Schmerzen verstärkt werden. (Kieser.; 2006)

Eine Kräftigungstherapie bei Blockierungen, kann einerseits durch den mobilisierenden Effekt die Störungen lösen, oder in manchen Fällen auch erst aktivieren. Langfristig reduziert das Training aber durch die Kräftigung bzw. Aufbau der Muskulatur und somit durch die erlangte Stabilität und durch den Abbau von muskulären Dysbalancen die Rückfallsrate. (Kieser.; 2006)

Durch das gesundheitsorientierte Krafttraining allein können vor allem Blockierungen im Bereich der Halswirbelsäule, der mittleren und oberen Lendenwirbelsäule, aber nur selten Störungen der Rippengelenke oder des lumbosakralen Übergangs und der Iliosakralgelenke gelöst werden. Für die Lösung der letztgenannten gibt es die Möglichkeit einer Lösung durch zusätzliche regelmäßig durchgeführte Mobilisierungstechniken. (Weiβ.; 2006)

3.7 Entzündliche Wirbelsäulenerkrankungen

Zu den primär entzündlichen rheumatischen Krankheiten gehören die rheumatoide Arthritis (chronische Polyarthritis) und die Spondilitis ankylosans (Morbus Bechterew).

Neben den systemischen Entzündungsreaktionen kommt es durch immunologische Prozesse zu Entzündungen der Synovialis in Gelenken, Sehnenscheiden und Schleimbeuteln, woraus Deformitäten und Bewegungseinschränkungen, selten Destruktionen von Gelenken und Wirbelsäulenabschnitten mit Gefährdung der Stabilität folgen (können). (Soyka & Meholt.; 2000)

Die chronische Polyarthritis führt zu entzündlichen Veränderungen in fast allen kleinen Gelenken der Hände sowie der Ellbogen-, Schulter-, Hüft-, Knie und Sprunggelenke, Kiefergelenke und Wirbelsäulengelenke. Der Befall ist meist symmetrisch. Durch die chronischen Entzündungen kommt es folglich zu zur Zerstörung von Gelenksstrukturen mit Deformierung. In 5 bis 10 Prozent der Fälle ist eine Lockerung der Kopfgelenke zu beobachten – als Folge einer aggressiven Synovitis (Entzündung) der Bandapparate. Zusätzlich gefährden Subluxationen der Facettengelenke die Stabilität. (Soyka & Meholt.; 2000)

Das medizinische Krafttraining zielt auf die Erhaltung oder auf die Wiedererlangung einer normalen Gelenkfunktion ab. Durch muskuläre Stabilität werden die erkrankten Strukturen entlastet und durch das Training im vollen Bewegungsumfang (wenn möglich) wird die Beweglichkeit verbessert. (Kieser.; 2006)

Besondere Beachtung wird bei entzündlichen Erkrankungen dem geringen Einstiegsgewicht und dem oft anfangs eingeschränkten Bewegungsumfang geschenkt, welche im Laufe der Trainings je nach Verträglichkeit behutsam gesteigert werden. Gerade bei entzündlichen Krankheiten ist eine Intensitätserhöhung mittels Gewichtssteigerung nicht möglich. In solchen Fällen werden die Gewichte beibehalten, aber stattdessen die Wiederholungsanzahl gesteigert, was sich in der Regel verträglicher zeigt.

Im Falle einer akuten Entzündung oder chronischen Ergüssen muss bis zum Abklingen der Entzündungszeichen auf das Training verzichtet werden.

Ein isometrischer Maximalkrafttest ist bei akuten Entzündungserscheinungen kontraindiziert. (Weiß.; 2006)

3.8 Arthrosen

Unter Arthrose (auch Arthrose deformans genannt) verstehen Kieser (2006) eine chronische, schmerzhafte, zunehmend funktionsbehindernde Gelenksveränderung, welche meist aufgrund eines Missverhältnisses zwischen Tragfähigkeit und Belastung oder Alterung, in manchen Fällen aber auch aufgrund von Gelenkstraumata hervorgerufen werden. Zu differenzieren ist die Arthrose von der Arthritis. Im Gegensatz zur Arthritis sind die Gelenke nicht entzündet, sondern durch Abnutzung oder ein Trauma zerstört. Bei Degenerationen durch Abnutzung ist vorrangig der Knorpel betroffen, anschließend folgen Veränderungen am Knochen. Typisch für die Krankheit sind abwechselnde Phasen von Schmerzfreiheit und starken Schmerzen. (Weiß.; 2006)

Das gesundheitsorientierte Krafttraining wirkt in der Regel aufgrund des Aufbaus stabilisierender Kraft entlastend. Ziel ist es trotz des Gelenkverschleißes die Beweglichkeit und Belastbarkeit zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Durch den Abbau muskulärer Dysbalancen und oft daraus resultierender Verspannungen wird die Beweglichkeit vergrößert und somit die Belastung auf eine größere Gelenkfläche verteilt. Durch die Bewegung und Belastung soll außerdem der geschädigte Knorpel ernährt werden. Die achsengerechte (Gelenkkachse parallel zur Drehachse des Trainingsgerätes) und intensitätsangepasste Einwirkung ist dafür gut geeignet. (Weiß.; 2006)

Besonders zu beachten ist, dass in Phasen von stärkeren Schmerzen der Bewegungsumfang und die Intensität durch Gewichte womöglich vermindert werden muss bis die Schmerzen wieder abklingen. Im Falle von zu intensiven Schmerzphasen muss das Training gegebenenfalls unterbrochen werden.

Der Maximalkrafttest ist bei akuten Schmerzzuständen kontraindiziert. (Weiß.; 2006)

3.9 Myofasziale Schmerzsyndrome

Myofasziale Schmerzsyndrome sind sehr unangenehme und oft schmerzhafte Verhärtungen in der Muskulatur. Sie entstehen durch Überlastung, Bewegungsstereotypen und Zwangshaltungen. Gekennzeichnet sind sie durch so genannte druckempfindliche Triggerpunkte (Verhärtungspunkte) in den Muskeln. Auf Druck entfalten sie eine reproduzierbare Schmerzausstrahlung. Diese Verhärtungen der Muskelfaserbündel sind in fast allen Muskeln zu finden, sehr häufig allerdings in der Nacken- und Schultergürtelmuskulatur. Typische Lokalisationen der Schmerzpunkte sind der Trapezius-Vorderrand und die mittlere Region des oberen Trapezius-Anteils, der Schulterblattheber in der Nähe des Ansatzes und der Untergrätenmuskel (M. infraspinatus) ungefähr in Schulterblattmitte. Bleibt diese Art von Beschwerden unbehandelt können sie die Schmerzpunkte regional ausweiten. Sie können zu Bewegungseinschränkungen und Schonung schmerzender Muskeln führen, was folglich zur Überlastung synergistisch wirkender Muskeln und letztlich allgemeiner Schwäche führen kann. (Weiß.; 2006)

Die medizinische Kräftigungstherapie mit anfänglicher Betonung der Dehnung kann hier muskuläre Verhärtungen lösen und Überlastungen mindern. Dabei soll vor allem anfänglich auf eine niedrige Intensität geachtet werden, welche im Laufe des Trainings behutsam gesteigert werden kann bzw. sollte. (Weiß.; 2006)

3.10 Verteilung der Wirbelsäulenbeschwerden

Abgeschwächte bzw. hypotrophierte Muskulatur ist ein wesentlicher Faktor in Punkt Rückenbeschwerden. (Tischler & Hanna.; 1994)

Im Jahre 1991 führte Prof. Dr. H. Tischler eine multizentrische Wirbelsäulenstudie durch. Unter anderem wurde dabei die Häufigkeit von Rückenschmerzen in den verschiedenen

Menschengruppen verglichen. Verglichen wurden Kinder im Vorschulalter (N=50), Schüler (N=283), Sportler (N=88), Arbeiter und Angestellte (N=110) und Pensionisten (N=119), was eine Gesamtzahl von 640 untersuchten Personen ergibt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Kinder unter 5 Jahren über keinerlei Beschwerden im Wirbelsäulenbereich klagen, Schüler mit einem Durchschnittsalter von 11 Jahren haben nur ausnahmsweise Beschwerden. Sportler im Alter von 14 Jahren klagen vermehrt über Rückenschmerzen.

Auffällig wurde der Anteil der Rückenbeschwerden allerdings erst in der Arbeiter- und Angestelltengruppe, die ein Durchschnittsalter von 38 Jahren aufwies. Ein Drittel betrifft davon die Halswirbelsäule, fast die Hälfte die Lendenwirbelsäule.

Im Pensionistenalter (Durchschnittsalter von 69 Jahren) erreicht die Beschwerdehäufigkeit der Lendenwirbelsäule 77 Prozent, gefolgt von der Halswirbelsäule mit 44 Prozent. (Tischler & Hanna.; 1994)

3.11 Konsequenzen von Wirbelsäulenerkrankungen

Bei Rückenschmerzpatienten ist die körperliche Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit erheblich eingeschränkt. Die Ursache für diese Einschränkungen ist ein komplexes Dekonditionierungssyndrom. Dieses Syndrom kommt durch multiple Insuffizienzen aller Hauptfunktionsmuskeln von Rumpf und Halswirbelsäule, an denen sowohl neurale als auch muskuläre Faktoren beteiligt sind, zu stande. (Denner.; 1998)

Bei chronischen Rückenpatienten ist die neuromuskuläre Aktivierung sowohl während konzentrischer als auch exzentrischer Bewegungen deutlich geringer als bei beschwerdefreien Personen. (Denner, A.; 1998) Sie sind größtenteils nicht mehr fähig, möglichst viele motorische Einheiten simultan zu rekrutieren oder die motorischen Einheiten mit hoher Entladungsfrequenz zu stimulieren. Diese Einschränkung wird auch als funktionelle Atrophie bezeichnet. (Denner.; 1998)

Darüber hinaus kommt es bei den meisten Rückenschmerzpatienten zu koordinativen Defiziten. Im Vergleich zu beschwerdefreien Personen zeigt sich bei Rückenpatienten bei allen Rumpfbewegungen eine stärkere Irradiation und damit auch eine geringere Konstanz in ihrer Bewegung. In vielen Fällen ist außerdem ein pathologisches, dynamisches

Bewegungsmuster zu beobachten. Daraus ergibt sich als Konsequenz eine erhebliche Beeinträchtigung in der Bewegungsqualität und –ökonomie. (Denner.; 1998)

Die willkürliche Maximalkraft eines Muskels wird primär vom jeweiligen Muskelquerschnitt bestimmt. Bei chronischen Rückenpatienten (Stadium 1) wurde auf der Körperseite, welche vom Schmerz betroffen war (ipsilaterale Seite), eine monosegmentale Querschnittsreduktion des lumbalen M. multifidus von über 30 Prozent nachgewiesen, woraus man schließen kann, dass die Maximalkraft dementsprechend verringert ist. (Denner.; 1998)

Bei chronischen Schmerzpatienten im Stadium 2 und 3 beobachtete man pathologische Veränderungen der Muskulatur. Aufgefallen sind vor allem 2 inaktivitätsbedingte Phänomene: Zum einen wurde eine Reduktion des Querschnittes der paraspinalen Muskulatur sowie des M. psoas und zum anderen eine Reduktion der Muskeldichte durch Fettinfiltration, durch welche atrophierte Muskelfasern ersetzt werden sollen, beobachtet.

Wenn es zu einer kombinierten, strukturellen und funktionellen Atrophie kommt, kommt es in Folge zu einer hochsignifikanten Reduktion der Maximalkraft. Da die Maximalkraft aber einen leistungsbestimmenden Faktor der Muskelleistungsfähigkeit darstellt, weisen Rückenpatienten aufgrund dieser Defizite nur eine geringe Belastungstoleranz und Ermüdungsresistenz gegen submaximale und dynamische Beanspruchungen auf.

Als Begleiterscheinungen der gestörten Muskelfunktion sind bei Rückenpatienten außerdem eine in allen Bewegungsebenen reduzierte Rumpf- und Halswirbelsäulengesamtmobilität sowie eine segmentale Hypermobilität zu beobachten. (Denner.; 1998)

Eine atrophierte Muskulatur kann einerseits aufgrund von Schonhaltungen und Ruhigstellungen eine Konsequenz von Rückenschmerzen darstellen, sie kann aber andererseits auch zu den Ursachen von Rückenbeschwerden gezählt werden, da die beschädigten und somit schmerzenden Wirbelsäulensegmente nicht ausreichend von der Muskulatur unterstützt werden können. (Kieser.; 2006)

Im Folgenden soll noch genauer auf diese Thematik eingegangen werden:

3.11.1 Die Rolle der Rumpfmuskulatur bei Rückenbeschwerden

Panjabi (1992) erwähnt verschiedene Studien, welche überprüften, inwieweit bei chronischen Rückenpatienten eine abgeschwächte oder eine abnormal aktivierte Rumpfmuskulatur zu beobachten ist. (Panjabi.; 1992)

Panjabi (1992) geht davon aus, dass eine abnormale Muskelaktivierung die Stabilisation der Wirbelsäule vermindert und somit Verletzungen der Bandscheiben verursacht. (Panjabi.; 1992)

Karen et al. (2002) erklären, dass bei Patienten mit chronischem Lendenwirbelsäulenschmerz bei der Beugung des Oberkörpers eine abnormale Muskelaktivierung aufweisen. Dabei kommt es zu einer vermehrten Aktivierung des M. erector spinae, während sich gleichzeitig die Aktivierung der M. abdomini abgeschwächt zeigt. Verglichen mit einer Kontrollgruppe zeigt sich bei der Rumpfflexion bei Rückenschmerzpatienten eine verminderte Fähigkeit, die tiefe Bauchmuskulatur einzusetzen. (Karen et al.; 2002)

Diese fehlerhafte oder fehlende Aktivierung der Muskulatur ist auf eine zu schwache Muskulatur, entstanden aufgrund von Bewegungsmangel oder schmerzresultierender Schonhaltung, zurückzuführen. Karen et al. (2002) erwähnen, dass Janda der Meinung ist, dass Muskeln auf Schmerz so reagieren, dass die einen hyperaktiv und die anderen inaktiv werden. Andererseits kann aber eine fehlerhafte Muskelaktivierung auf eine veränderte Propriorezeption zurückgeführt werden. Das heißt es ist notwendig sowohl die Muskulatur an sich zu kräftigen, als auch die Propriorezeptoren zu schulen und somit die inter- und intramuskuläre Koordination zu verbessern. Auf die Relevanz des Trainings der Propriozeptoren machen auch Karen et al. (2002) in ihrer Studie aufmerksam. Sie verglichen die Muskelaktivierungen zwischen Probanden und Probandinnen mit und ohne Rückenbeschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule und kamen dabei zum Ergebnis, dass signifikant mehr Teilnehmer bzw. Teilnehmerinnen mit Rückenbeschwerden beim leichten Nachvorneneigen des Oberkörpers im Fersenstand (Zehen angehoben) eine asymmetrische Muskelaktivierung des M. rectus Abdominis und des M. erector Spinae aufwiesen. Außerdem zeigten die Rückenschmerzpatienten bzw. -patientinnen eine signifikant stärkere Aktivierung des M. rectus abdominis beim Anheben der Zehen vom Boden (Fersenstand). (Karen et al.; 2002) Auch im Falle, dass eine abgeschwächte Muskulatur oder eine veränderte Propriozeption nicht die Ursachen mancher

Rückenbeschwerden darstellen, kann durch die Schulung der Rekrutierung der Muskeln und Muskelfasern eine bessere Stabilisation der Wirbelsäule und deren Segmente und somit eine Verminderung der Rückenschmerzen erreicht werden. (Karen et al.; 2002)

Karen et al. zeigten 2002 an 20 chronischen Rückenschmerzpatienten verglichen mit 20 Kontrollprobanden einen signifikanten Unterschied bezüglich der Aktivierung des M. rectus abdominis. Die Kontrollgruppe zeigte eine 50%ige während die Schmerzgruppe lediglich eine 15%ige Aktivierung aufwies. Außerdem konnte ein signifikanter Unterschied bezüglich der symmetrischen Aktivierung des M. rectus abdominis und des M. erector spinae beobachtet werden. Die Schmerzpatienten-Gruppe wies viermal öfter eine asymmetrische Aktivierung der genannten Muskeln auf. Karen et al. gehen davon aus, dass, wenn eine Person nicht fähig ist, während einer Bewegung bestimmte Muskeln zu aktivieren, vor allem bei Bewegungen, die immer wieder täglich durchgeführt werden, es mit der Zeit zu einer Überbelastung bzw. Stressreaktion der Wirbelsäule und deren Segmente kommt, woraus Rückenschmerz resultiert. Sie sind der Meinung, dass eine Kontraktion zwischen M. rectus abdominis und M. erector spinae die Voraussetzung für eine erhaltende Stabilisation der Wirbelsäule darstellt. (Karen et al.; 2002)

Neben dem M. rectus abdominis und dem M. erector spinae sind laut Janda, wie Karen et al. berichten, bei Lendenwirbelsäulen-Schmerzpatienten der M. gluteus medius und M. gluteus maximus in ihrer Aktivierung abgeschwächt. Außerdem spricht er über eine verfrühte Aktivierung der Hüftbeuger und der hinteren Oberschenkelmuskulatur (M. psoas, M. biceps femoris) sowie von einer mangelhaften Aktivierung der tiefen Bauchmuskulatur. (Karen et al.; 2002)

4 Die Bedeutung des Krafttrainings

4.1 Wirkungen des Krafttrainings

Krafttraining führt zu ausgeprägten Anpassungerscheinungen einerseits im Bereich des Nervensystems (neurale Adaptionen) und andererseits im Bereich der Skelettmuskulatur (morphologische Adaptionen) sowie im Bereich des Bindegewebes und der Knochen.

Unumstritten ist die Wirkung eines Krafttrainings bei Muskelschwäche infolge eines Bewegungs- bzw. Trainingsmangels, und sehr positiv sind die Erfahrungen mit Krafttraining bei verschiedenen Schmerzzuständen wie zum Beispiel der Kniegelenksarthrose. (Fisher et al.; 1991) Auch bei (chronischen) Rückenbeschwerden wird das Krafttraining seit einigen Jahren zunehmend und mit Erfolg therapeutisch - und mittlerweile auch schon präventiv – eingesetzt. (Kieser.; 2006). Einige Autoren berichten von erfolgreichen Schmerztherapien bei Rückenbeschwerden mittels Krafttrainingsprogrammen. (Liu-Ambrose et al., 2005; Henchoz., 2008; Häkkinen et al. 1994; Olivier et al., 2008)

Kieser (2006) sieht die Ergebnisse eines Krafttrainings bei Muskelschwäche infolge neurologischer Erkrankungen eher enttäuschend, was darauf zurück zu führen ist, dass Nerv und Muskel eine Einheit bilden und der Kraftzuwachs beim Krafttraining stets auf einer neurogenen und einer myogenen Komponente beruht. (Kieser.; 2006)

4.1.1 Neuronale Adaptionen

Das Nervensystem besitzt die Fähigkeit die vorhandene Muskulatur zu aktivieren und zu steuern. Diese Fähigkeit wird beim Krafttraining durch die Verbesserung der intramuskulären Koordination optimiert. Eine Veränderung der intramuskulären Koordination wird sowohl durch die Rekrutierung von vorher nicht ansprechbaren, motorischen Einheiten mit hohen Reizschwellen, das heißt durch die Zunahme der simultan aktivierten, motorischen Einheiten

(Verbesserung der Synchronisation), als auch durch die Steigerung der Entladungsfrequenz der motorischen Einheiten hervorgerufen. (Denner.; 1998)

Die neurogenen Ursachen für eine gesteigerte Muskelkraft erklären, die Tatsache, dass die Kraft vor allem bei Beginn des Trainingsprogramms wesentlich mehr zunimmt als die Muskelmasse bzw. der Muskelfaserquerschnitt. (Rüther.; 2000)

Dies macht verständlich, dass ein intaktes Nervensystem und eine gesunde Muskulatur für die vollständige Entfaltung der Wirkung eines Krafttrainings notwendig sind. Ist eine der Komponenten gestört, so ist der Kraftzuwachs begrenzt. (Rüther.; 2000)

4.1.2 Muskuläre Adaptionen

Beim Krafttraining äußert sich eine Anpassung des Muskels durch die Vermehrung der Mitochondrien und Muskelfasern und der Umwandlung der Muskelfasertypen. (Unger.; 1995) Durch diese Veränderungen des Muskels kommt es zu einer Kraftsteigerung. Wird ein Muskel durch Training – also über den gewöhnlichen Level hinaus – belastet, werden Energiereserven angegriffen und der Muskel somit überlastet. Zunächst reagiert der Körper auf diese Überbeanspruchung, in dem er die in Mitleidenschaft gezogenen Energiespeicher und Muskeln, deren Leistung durch die Inanspruchnahme gesunken ist, regeneriert. Letztendlich trifft der Körper Vorsorge. Da die entsprechenden Systeme über das gewohnte Maß in Anspruch genommen worden sind, betreibt er Hyperkompensation. Er regeneriert sich sozusagen über das gewöhnliche Maß hinaus, um für die nächste Beanspruchung vorbereitet zu sein. Wird nun in dieser Phase gewachsener Leistung ein erneuter Trainingsimpuls gesetzt, so kommt es wiederum zu einer Degeneration, einer Regeneration und einer Hyperkompensation. Auf diese Art und Weise kann progressiv die Kraftleistung gesteigert werden. (Rüther.; 2000)

Allerdings stößt dieses System der Leistungssteigerung natürlich auf individuelle Grenzen, so dass mit fortschreitendem Trainingsstatus immer größere Trainingsreize gesetzt werden müssten, damit immer kleinere Leistungsgewinne erzielt werden könnten. (Weineck.; 2004)

Trotz des zuvor erläuterten Mechanismus, resultiert in den ersten 12 Wochen die sofortige Steigerung der Muskelkraft jedoch überwiegend aus der Verbesserung der nervalen Steuerung der Muskeltätigkeit. (Denner.; 1998)

4.1.3 Adaptionen der Sehnen, Bänder und Knochen

Auch das faserreiche, straffe Bindegewebe, welches vor allem in Sehnen, Bändern, Gelenkkapseln und Faszien vorkommt, zeigt morphologische und funktionelle Anpassungsreaktionen auf Krafttraining. Für seine normale Struktur und Funktion ist der Belastungsreiz sogar Voraussetzung. Verglichen mit dem Muskelgewebe ist der metabolische Turnover von Sehnen und Bändern aufgrund der schlechteren Vaskularisation und Zirkulation viel langsamer. (Soyka & Meholt.; 2000) Die adaptive Reaktion ist demzufolge langsamer, aber sehr wirkungsvoll - wenn der Zeitrahmen groß genug ist. So kommt es zu einer Hypertrophie der kollagenen Fasern und somit zu einer Vergrößerung des Sehnenquerschnittes. Die Feinstruktur der Fasern verändert sich, wodurch eine Zunahme ihrer Zugfestigkeit beobachtet werden kann. Außerdem kommt es zu einer Abnahme des Wassergehaltes und – durch eine funktionelle Erweiterung des Kapillarbettes sowohl der Bindegewebshüllen der Sehnen als auch des Sehnengewebes selbst - zu einer Verbesserung der Durchblutungsverhältnisse. (Radlinger et al.; 1998)

Reeves et al. zeigten im Jahr 2003 anhand ihrer Studie, dass Krafttraining auch bei älteren Menschen (durchschnittlich 73 Jahre) zu den hier genannten Anpassungerscheinungen führt. So konnte nach einem dreimal wöchentlich absolvierten Training über 14 Wochen eine Steigerung der Festigkeit der Sehne um 69 Prozent und somit eine verbesserte maximale Belastbarkeit der Sehnen beobachtet werden. Zusätzlich wurde eine Kraftsteigerung von 19 Prozent gemessen. Dahingegen wurden in der Kontrollgruppe keinerlei Veränderungen präsentiert. (Reeves et al.; 2003)

Der Aufbau der Knochen wird durch ein Krafttraining aufgrund der Steigerung des Mineralisationsgrades, also der Steigerung der Knochendichte, begünstigt. (Denner.; 1998)

Nelson et al. (1994) zeigten, dass nach einem einjährigen Krafttraining, welches zweimal pro Woche durchgeführt wurde, eine signifikante Verbesserung der Knochendichte bei postpausalen Frauen eintrat. (Seguin & Nelson.; 2003)

5 Krafttraining im Alter

Bevor im nachfolgenden Teil auch näher auf die positiven Wirkungen des Krafttrainings auch im Alter eingegangen wird, erscheint es mir wichtig, vorerst die altersbedingten Veränderungen des menschlichen Organismus kurz zu erläutern.

Auch wenn Rückenbeschwerden – gerade heutzutage – bei immer jüngeren Menschen zu beobachten sind bzw. die degenerativen Prozesse schon ab dem 20 Lebensjahr beobachtet werden können (Laser.; 1995), wurden in der in dieser Arbeit dokumentierten Studie ausschließlich Probanden und Probandinnen im Alter zwischen 40 und 68 Jahren zur Testung und Auswertung herangezogen. Aus diesem Grund wird im 5. Kapitel speziell auf die ältere Generation und die damit verbundenen Fakten und Forschungsergebnisse eingegangen.

5.1 Altershypotrophie

Die altersbedingten Hypotrophieprozesse beginnen erstaunlich früh. Schon im frühen Erwachsenenalter – ab dem 30. Lebensjahr – verliert die Muskulatur ohne entsprechenden Trainingsreiz an Masse. Mit etwa 50 Jahren besitzt eine untrainierte Person ungefähr 10 Prozent weniger Muskelmasse. Dieser Prozess schreitet weiter, so dass ein Achtzigjähriger bzw. eine Achtzigjährige nur noch 50 Prozent der ursprünglichen Muskelmasse aufweist. (Radlinger et al.; 1998)

Narici et al. sprechen im Altersgang (von 20 bis 70 Jahren) von einem Muskelmassenverlust von durchschnittlich 25 Prozent. Dabei ist die Reduktion der Masse in der Region der unteren Extremitäten stärker als bei denen der Oberen. Der Querschnitt des M. quadriceps ist bei 70-81-Jährigen um 25 bis 33 Prozent geringer als bei 20- 29-jährigen Erwachsenen. Gemeinsam mit dem Verlust der Muskelmasse wurde ebenfalls ein Verlust der Maximalkraft beobachtet. (Narici et al.; 2003)

Narici et al. belegen in ihrer Studie im Jahre 2003 diese Aussagen. Anhand eines Vergleiches von jüngeren (27 bis 42 Jahre) und älteren (70 bis 81 Jahre) Erwachsenen konnte ein Verlust des Muskelquerschnittes von durchschnittlich 19,1 Prozent und des Muskelvolumens um 25,3 Prozent aufgezeichnet werden. Alle diese Probanden waren ca. 9

Stunden in der Woche aktiv, wobei aber keiner von ihnen wettkampfbezogenen Sport ausübt. (Narici et al.; 2003)

Betrachtet man die Verlaufscharakteristik der isometrischen Maximalkraft im Altersgang von Hollmann und Hettinger (2001), kann man erkennen, dass nach einem steilen Anstieg während der Kindheit und Jugendzeit im anschließenden Altersbereich zwischen 20 und 30 Jahren nahezu ein Plateau mit höchster Kraftausprägung folgt. In den anschließenden Lebensjahrzehnten von 30 bis 50 Jahren kommt es zunächst zu einem geringfügigen Abfall, der sich danach etwas verstärkt. Das Resultat ist ein Gesamtkraftverlust von mindestens 33 Prozent, der sich über einen Zeitraum von circa 40 Jahren zwischen dem 30. und 70. Lebensjahr vollzieht. (Hollmann & Hettinger.; 2001) Auch Hauer beobachtete bei seinen Probanden und Probandinnen die ersten Kraftverluste um das 30. Lebensjahr herum. Die größten Kraftverluste wurden nach dem 50. Lebensjahr bis hin zum 80. Lebensjahr gemessen, wobei hier geklärt werden sollte, dass der fortschreitende Kraftverlust nicht nur auf den physiologischen Altersabbau zurückzuführen ist, sondern auch die ruhigere bzw. bequemere Lebensführung ihren Teil dazu beträgt. (Hauer.; 2000)

Alle Probanden und Probandinnen der Studie von Hollmann & Hettinger (2001) waren untrainiert. Außerdem muss unbedingt erwähnt werden, dass die Datenerhebung für diese Querschnittsstudie von Hollmann und Hettinger in den 1960er Jahren vorgenommen wurde. Demnach verbrachten die Altersgruppen der 40- bis 70-Jährigen ihre Kindheit bzw. Jugendzeit zwischen 1890 und 1920. In der damaligen Zeit wiesen Heranwachsende ein aktiveres Alltags- und Freizeitverhalten auf, als die heutige Jugend. Auch bei den Berufstätigen lagen die physischen Anforderungen auf höherem Niveau. Nur 20 Prozent der Erwerbstätigen verrichteten keine körperliche Arbeit - heutzutage sind es rund 80 Prozent. Insofern kommt die Frage auf, inwieweit dieser Entwicklungsverlauf der isometrischen Maximalkraft noch zutrifft, wenn die heutigen 20-Jährigen – also die um 1985 Geborenen – nach körperlich eher passiver Kindheit und Jugendzeit und lebenslanger Ausübung eines sitzenden Berufes in 50 Jahren erneut getestet würden. Alarmierende Werte wären zu erwarten. (Hollmann & Hettinger.; 2001)

Zahlreiche Querschnittsstudien und eine kleine Anzahl von Längsschnittstudien (Israel.; 1994, Häkkinen & Häkkinen.; 1991, Madson et al.; 1997, Metter et al.; 1997, Overend.; 1992) belegen ebenfalls sowohl bei Frauen als auch bei Männern eine alterungsbegleitende Abnahme muskulärer Kraft. Dieser Verlust der Kraft setzt nach dem Erreichen des Kraftmaximums - zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr – ein und schreitet mit Beginn der

6. Lebensdekade beschleunigt fort. Die Größenordnung der Verminderung der willkürlich aktivierbaren Maximalkraft liegt – bezogen auf die Kraft zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr – bis zur 7. und 8. Lebensdekade im Bereich von 25 bis 45 Prozent.

Lynch et al. (1999) bestimmten in einer Querschnittsstudie bei 700 Männern und Frauen im Alter von 19 bis 93 Jahren bei einer Knieextension das maximale Drehmoment. Die Ergebnisse zeigten – unabhängig vom Geschlecht und von der 3. Lebensdekade bis zur 9. Lebensdekade ausgehend – einen Kraftverlust von 50 Prozent. (Lynch et al.; 1999)

Eine weitere Querschnittsstudie von Lindle et al. (1997) zeigt ähnliche Ergebnisse der isokinetischen Maximalkraft. Es wurde die Maximalkraft von insgesamt 654 männlichen und weiblichen Probanden ermittelt, wobei 20- bis 80-Jährige in Altersgruppen eingeteilt und verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigten ab dem 41. Lebensjahr einen Kraftverlust von circa 9 Prozent pro Lebensjahrzehnt so dass bei 80-Jährigen nur noch etwa 64 Prozent vom Maximum der 30-Jährigen aufrufbar waren. Des Weiteren zeigten die Resultate, dass Frauen eine geringere Reduktion der exzentrischen Maximalkraft aufwiesen als Männer. (Lindle et al.; 1997)

Dieser Hypotrophieprozess findet einerseits durch die Abnahme der Fasergröße, vorwiegend aber aufgrund eines anzahl-bezogenen Verlustes an Muskelfasern statt. Dabei nehmen sowohl die Anzahl der roten, langsamen Typ I-Fasern als auch die der weißen, schnellen Typ-II-Fasern ab, wobei sich die Typ-II-Fasern zusätzlich noch verkleinern.

Bernhard Stehler spricht 1962 nur dann von einem Alterungsprozess, wenn die Veränderungen intrinsischen Ursprungs sind. Das heißt, wenn die degenerativen Prozesse im Organismus selbst entstehen – so wie oben kurz beschrieben (neurogene Faktoren). (Stehler.; 1962)

Allerdings zeigten Ehrsam und Zahner 1996 in einer Studie, dass der Kraftverlust im Alter zu rund 50 Prozent durch intrinsische Ursachen ausgelöst wird, die verbleibende Hälfte aber ganz wesentlich durch eine oft jahrelange, körperliche Inaktivität bedingt ist, wenn man vom Einfluss eventuell vorhandener Krankheiten absieht. Dies ist in etwa das Potenzial, das mittels Krafttraining ausgeschöpft werden kann, vorausgesetzt es gelingt, bei alternden

Menschen die entsprechenden Verhaltensänderungen herbeizuführen. (Ehrsam & Zahner.; 1996)

5.1.1 Ursachen der Abbauprozesse

Die Ursachen für die Abnahme der Muskelkraft sind in verschiedenen Bereichen zu finden.

Zum einen ist der Kraftverlust eng mit der Verfügbarkeit von Hormonen verknüpft. Die Kurve der Kraftentwicklung zeigt nicht nur den altersabhängigen Kraftverlust, sondern spiegelt auch die altersabhängige hormonelle Situation wieder. Die genetisch determinierte Eigenproduktion (zum Beispiel von Wachstumshormonen, Testosteron, u.a.) sorgt für Wachstum, Aufbau und Erhalt der Skelettmuskulatur. Reduziert sich die Produktion dieser Botenstoffe, kommt es zu gradualem Kraftverlust durch Muskelschwund.

Hunter et al. (2004) erwähnen einen Verlust an Muskelmasse zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr von nur 5-10%. In den nächsten dreißig Jahren hingegen sprechen die Autoren von einem Abbau von 30 – 40%. (Hunter et al.; 2004)

Von ähnlichen Resultaten erzählen Lexell et al. (1988) an Muskel-Autopsiepräparaten. (Lexell et al.; 1988)

Frontera et al. untersuchten 1991 die Muskelkraft und Muskelmasse bei 200 Männern und Frauen im Alter von 45 bis 78 Jahren. Sie stellten fest, dass die Muskelmasse die entscheidende Größe für alters- und geschlechtsspezifische Leistungsdifferenzen darstellt. (Frontera et al.; 1991)

Im Jahr 2000 bestätigten Frontera et al., anhand einer Längsschnittstudie über zwölf Jahre, dass Muskelschwund die Primärursache für altersbedingte Kraftreduktionen ist. (Frontera et al.; 2000)

Klein et al. verglichen 2001 mittels einer Kernspintomographie die physiologischen Querschnittsflächen der Armflexoren und –extensoren bei 23- und 81-jährigen Männern. Demnach war der Muskelquerschnitt bei den Senioren in den Flexoren um 19 Prozent und in den Extensoren um 28 Prozent verringert. Die altersbedingte Kraftreduktion betrug in beiden Muskeln in etwa 30 Prozent. (Klein et al.; 2001)

Auch Janssen et al. (2000) setzten bei ihrer Untersuchung der Muskelmasse und deren Verteilung im Jahr 2000 die Ganzkörper-Kernspintomographie ein, anhand welcher erst ab Ende 50 ein deutlicher Rückgang der Muskelmasse zu sehen war. (Janssen et al.; 2000)

Als Ursache für den von einigen Autoren bestätigten Muskelschwund ist auf der einen Seite der schon oben erwähnte Hormonmangel zu erwähnen. Einige Autoren (zum Beispiel Baumgartner et al., 1999; Häkkinen et al., 2001; Wideman et al., 2002) sind der Meinung, dass die Kraft wie auch deren Trainierbarkeit im Alter in hohem Maße von der Fähigkeit abhängt, die für den Unterhalt der Skelettmuskelmasse benötigte Testosteron- und Wachstumskonzentration jahrzehntelang entweder konstant (re)produzieren oder aber bedarfsgerecht für den Aufbau erhöhen zu können. Es besteht die Möglichkeit, dass eine spezielle Hormonkonzentration aber auch direkt oder indirekt für den Erhalt und Aufbau von Motoneuronen zuständig ist. (Kieser.; 2006)

Zum anderen liegt die Argumentation nahe, dass für die Kraftreduktion im Altersgang der Nichtgebrauch der Muskulatur, hervorgerufen durch stetigen Rückgang der körperlichen Aktivität, verantwortlich oder zumindest mitverantwortlich ist. Wenn man den für Senioren und Seniorinnen typischen, graduellen Übergang von einem aktiveren zu einem immer passiver werdenden Lebensstil als altersbedingt interpretiert, so wäre die Folge eine Minderung der körperlichen Leistungsfähigkeit mit einem korrespondierenden Rückgang der Muskelmasse. Und Letzteres ginge wieder mit einem abnehmenden Bedarf an Hormonen zur Protein(re)synthese einher. Außer Frage steht hier die Schwierigkeit, zweifelsfrei zwischen Ursache und Wirkung zu unterscheiden. (Kieser.; 2006)

Bewiesen ist aber auf jeden Fall, dass zum Beispiel verletzungsbedingte Zwangspausen bei hochtrainierten Athleten zu dramatischen Leistungsrückschritten führen. Baumann et al. sprechen im Jahr 2003 von rapidem Muskelschwund nach intensiven Belastungsminderungen wie zum Beispiel Weltraumaufenthalte, Immobilisation oder Denervation. (Baumann.; 2003)

Es sollte also ohne Zweifel die Schlussfolgerung erlaubt sein, dass körperliche Passivität im Altersgang den Verlust von Muskelmasse offenbar beschleunigt – vor allem dann, wenn die noch vorhandene Kraft für die Verrichtung von selbstständigen, körperlichen Tätigkeiten nicht mehr ausreicht und so die körperliche Aktivität auch im Alltag komplett zurück geht.

Eine weitere Ursache für Kraftreduktion im Laufe des Alters liegt im Untergang von Alpha-Motoneuronen. Dieses Absterben der Motoneurone ist einerseits durch die hormonellen Veränderungen und andererseits durch den permanenten Nichtgebrauch zu erklären.

Die Reduktion der Motoneurone betrifft vorwiegend jene der schnellen und kräftigen Typ II-Muskelfasern. Zwar verlieren auch die Typ I-Fasern an ihrer Anzahl, allerdings verkleinern sich die Typ II-Fasern zusätzlich. (Radlinger.; 1998)

Macaluso und de Vito kommen 2004 auf Befunde, denen zufolge 90-Jährige, verglichen mit 20-Jährigen, ca. 25 Prozent weniger Alpha-Motoneuronen besitzen, wobei sich der Rückgang vorwiegend auf die Typ II-Fasern verlagert. Wenn man zusätzlich proximale von distalen Muskeln differenziert, so sind vor allem die distalen Muskelgruppen mit ihren peripheren Motoneuronen betroffen. Im diesem Bereich kommt es laut Macaluso und de Vito bei 80-Jährigen zu Reduktionen um die 50 Prozent, während die proximal gelegenen Muskeln primär eine Faseratrophie aufweisen. Dabei zeigen die Typ II-Fasern wesentlich stärkere Minderungen ihrer Querschnitte als jene vom Typ I. (Macaluso & Vito.; 2004)

Das Absterben der Motoneuronen führt im Muskel zu einer Denervierung aller zu den motorischen Einheiten gehörenden Muskelfasern. Eine Reinnervation durch benachbarte Nervenfasern (Typ I) sorgt dafür, dass zumindest ein Teil der ursprünglichen Kontraktionskraft wiederhergestellt werden kann. Dadurch kommt es zu einer Vergrößerung der Innervationsverhältnisse der Typ I Motoneurone, was wiederum einerseits eine Veränderung der Verteilungsproportion (zugunsten der Typ I-Fasern) und andererseits eine Verringerung der Differenzierungsfähigkeit des Krafteinsatzes nach sich zieht. Dies könnte eine Ursache für den Rückgang feinmotorischer Präzisionsleistungen im Alter darstellen.

Des Weiteren verringert sich durch das Absterben der Typ II Motoneurone die Explosivkraft signifikant schneller als die Maximalkraft, was wiederum zu einer Verlängerung des motorischen Anteils an der Reaktionszeit und zu einer Verlangsamung der Geschwindigkeit von Haltungskorrekturen führt. (Kieser.; 2006)

Durch die Abnahme der Motoneurone und somit der Muskelfasern kommt es folglich unaufhaltsam zu einer Verringerung der Muskeldichte. Mit der Zusammensetzung des Muskels beschäftigten sich Goodpaster et al. im Jahr 2001. Mittels Computertomographie ermittelten sie anhand eines Koeffizienten den Zusammenhang zwischen Muskeldichte und Knieextensionskraft an 2627 Männern und Frauen im Alter zwischen 70 und 79 Jahren. Die jeweils Ältesten wiesen den niedrigsten Koeffizienten auf, was impliziert, dass bei diesen Probanden und Probandinnen der relativ höchste Fettanteil gegeben war. Bei Jenen, die

einen höhere Koeffizienten aufwiesen, beobachteten Goodpaster et al. eine größere spezifische Kraft (Kraft bzw. Drehmoment pro Muskelfläche). (Goodpaster et al.; 2001)

Diese Studie bestätigt die Aussage von Radlinger et al., dass die Abbauprozesse im Alter aufgrund von neurogenen Faktoren zustande kommen. Laut Radlinger et al. kann die Reinnervation der Muskelfasern während des physiologischen Prozesses von Denervation und Reinnervation nicht mehr Schritt halten, woraus folgt, dass die Muskelfasern nicht mehr innerviert werden können und aufgrund dessen zugrunde gehen. An deren Stelle treten kontraktionsunfähige Fett- und Bindegewebe. (Radlinger et al.; 1998)

Neben den genannten Ursachen tragen außerdem die reduzierte neuronale Aktivierungsfähigkeit, degenerative Veränderungen von Knorpel, Sehnen, Kapseln und Bändern, sowie ein sich im Alter ändernder Fiederungswinkel zum Kraftverlust bei. (Kieser.; 2006)

5.1.2 Folgen der Abbauprozesse der Muskulatur

Welche Folgen der Kraftverlust der Muskulatur im Altersgang hervorruft, liegt größtenteils auf der Hand. Im kontinuierlich fortschreitenden Abbauprozess sind alte Menschen bei immer mehr Inaktivität bzw. Passivität immer weniger im Stande, ihren Alltag alleine zu bewältigen. Bewegungen wie Aufstehen aus dem Bett oder Sessel, Treppensteigen u.a. können für viele alte Menschen zum alltäglichen Problem werden und sind ohne fremde Hilfe nicht mehr auszuführen. (Kieser., 2006)

Der Kraftverlust der Muskulatur muss natürlich individuell relativ betrachtet werden. Wenn also zum Beispiel ein 30-jähriger Mann mit einem Körpergewicht von 75 Kilogramm in der Lage war, eine Kniebeuge mit einer Hantellast von 75 Kilogramm auf den Schultern auszuführen, so können seine Beine eine Last von 150 Kilogramm bewältigen. Bleibt sein Körpergewicht konstant, so wird er folglich 30 bis 40 Jahre später ohne Probleme von einem Stuhl aufstehen können, da seine Grenzlast dann bei ungefähr 100 bzw. 90 Kilogramm (66 bzw. 60 Prozent von 150 Kilogramm) liegt. Im Falle einer Gewichtszunahme über 90 oder 100 Kilogramm Körpergewicht, müsste er zum Aufstehen seine Arme aktiv einsetzen, was allerdings natürlich eine gewisse Kraft der Armmuskulatur voraussetzt. Das Aufstehen aus einem tiefen Sessel würde er unter diesen Umständen vermutlich ohne Hilfe nicht mehr bewältigen. Durch dieses Beispiel wird deutlich, dass eine möglichst große Funktionsreserve

der Kraft darüber entscheidet, ob der Kraftverlust im Altersgang die Selbstständigkeit eines 70- bis 80-jährigen Menschen gefährdet oder nicht. (Kieser.; 2006)

Aniansson et al. (1992) zeigen anhand einer Längsschnittstudie, dass der kritische Bereich im Alter zwischen 70 und 80 Jahren liegt, da in dieser Zeitspanne eine Kraftreduktion von bis zu 35 Prozent möglich ist. Die Maximalkraftverminderung beträgt demnach im oben genannten Beispiel dann insgesamt 68 Prozent, was bedeutet, dass ein 80-Jähriger bei 75 Kilogramm nur noch eine Streckkraft für knapp 50 Kilogramm abrufen könnte. (Aniansson et al.;1992)

Natürlich wirken diese Einzelbetrachtungen etwas weit hergeholt, sie besitzen aber trotzdem einen sehr realen Hintergrund. Durch die im Kapitel 5.1.1. genannten Entwicklungsverläufe der Muskulatur im Altersgang und die hier genannten Beispiele, stellt sich nun die Frage, in wie weit es möglich ist den Kraftverlust durch präventive Interventionen möglichst gering zu halten bzw. den schon fortgeschrittenen Kraftverlust bei älteren Menschen aufzuhalten bzw. zu verlangsamen. (Kieser.; 2006)

Neben der durch den Kraftverlust oft eingeschränkten Selbstständigkeit im Alter, sind außerdem damit verbundene Gelenksbeschwerden zu nennen. Betroffen sind dabei hauptsächlich große Gelenke wie das Kniegelenk, Hüftgelenk, Schultergelenk und vor allem auch die kleinen Wirbelsegelne. Durch die verminderte Muskelkraft ist die Muskulatur nicht mehr im Stande, die Gelenke ausreichend zu stabilisieren bzw. zu unterstützen, was im Laufe der Zeit zu erheblichen Beschwerden führen kann. Nicht zu vergessen, die degenerativen Veränderungen der Knorpel, Bänder, Sehnen und Kapseln, welche die Situation nicht gerade erleichtern. (Tidow., 2006)

Vor allem im Bereich der Wirbelsäule kommt es durch die vermehrte Belastung der Bandscheiben und zusätzlich durch die degenerativen Veränderungen dieser, zu verschiedenen Erkrankungen bzw. Schmerzen in der Wirbelsäule und in den von dieser ausstrahlenden Bereichen. (Tidow., 2006)

5.2 Altersbedingte Veränderungen der Bandscheibe

Der Discus gilt spätestens ab dem 30. Lebensjahr als avaskulär – das heißt, die Durchblutung der Bandscheibe nimmt ab. Ab dem 40. bis 50. Lebensjahr kommt es im Zuge fortschreitender Degeneration zur Revaskularisierung. Dieser Prozess verbessert zwar die Versorgung der Bandscheiben, verursacht aber gleichzeitig durch die gefäßinnervierenden Nerven eine vermehrte Schmerzwahrnehmung. (Laser.; 1995) Die Degeneration des Kerns und des Faserrings der Bandscheibe sind dabei nicht zeitgleich. Der Faserring degeneriert bereits am Ende des zweiten Lebensjahrzehnts, während der Prozess des Kerns erst einige Jahre später beginnt. (Soyka & Meholt.; 2000)

Im weiteren Verlauf des Alters schreitet der Abbauprozess der Bandscheiben immer weiter fort. Wenn zu diesen degenerativen Erscheinungen – wie schon oben erwähnt – zusätzlich die Muskulatur an Kraft verliert und somit nicht mehr im Stande ist, die Last zu halten, sind Erkrankungen und damit in Verbindung stehende Schmerzen vorprogrammiert.

Dieser Abbauprozess ist unmöglich anzuhalten, kann aber durch entsprechenden Lebensstil und individuell angepasstes Training bzw. ausreichend Bewegung hinausgezögert werden. (Diemer & Sutor.; 2007)

5.3 Möglichkeiten der Verzögerung durch Intervention

Im Folgenden soll die Frage beantwortet werden, ob durch spezielle Interventionen der Abbauprozess der Muskulatur und dessen Folgen sowohl präventiv als auch schon im fortgeschrittenen Stadium verzögert werden kann.

5.3.1 Präventive Interventionserfolge

Es geht hier um die Frage, ob es möglich ist, den Leistungsrückgang im Alter durch jahrelanges Sporttreiben bzw. präventive Interventionen, zu verzögern. Trappe et al. und Pollock et al. haben in den Jahren 1996 bzw. 1997 mittels Längsschnittstudien (beide über 20 Jahre) die Ausdauerleistungsfähigkeit von Elite-Läufern überprüft. Die ehemals Hochleistungslangstreckenläufer wurden nach Beendigung ihrer Laufbahn in drei

unterschiedliche Aktivitätskategorien eingeteilt. Eine Gruppe setzte ihr intensives Training fort, die Zweite absolvierte ein moderates Laufprogramm und die dritte Gruppe beendete jegliche Aktivität. Die Untersuchungen ergaben, dass jeder Mensch, auch der Trainierende, im Altersgang Minderungen seiner Leistungsfähigkeit unterliegt - in diesen Studien im Bereich der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer. Allerdings konnte ein gezieltes Training die Dynamik des Leistungsabfalls wesentlich vermindern. So wurde bei den Hochtrainierten, verglichen mit den Untrainierten, ein um ca. 50 Prozent geringerer Leistungsabfall beobachtet. Aber nicht nur ein intensives, sondern auch ein moderates Training minderte den altersbedingten Leistungsabfall wesentlich. (Trappe et al.; 1996) (Pollock et al.; 1998)

Nun gilt es zu überprüfen, ob diese dokumentierten Ergebnisse auch in den Bereich des Krafttrainings übertragen werden können.

Pearson et al. verglichen im Jahr 2002 die isometrische Maximalkraft der Knieextensoren bzw. die dynamische Schnellkraft der unteren Extremitäten zwischen aktiven Senioren-Elite-Gewichthebern und untrainierten Senioren. Alle Teilnehmer waren zwischen 40 und 87 Jahre alt. Die Autoren kamen aufgrund der Ergebnisse auf den Schluss, dass regelmäßiges Krafttraining den Leistungsrückgang um etwa 20 Jahre verzögern kann. (Pearson et al.; 2002)

Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Studie mit Elite-Gewichthebern durchgeführt wurde und nicht mit Personen, die ein gesundheitsorientiertes, moderates Krafttraining absolvierten.

Meltzer führte 1994 ebenfalls eine Studie mit Elite-Gewichthebern durch. Die Resultate zeigten, dass bei aktiven Senioren-Gewichthebern Kraftreduktionen sowohl im Querschnitt als auch im Längsschnitt zwischen 1 und 1,5 Prozent pro Jahr zu beobachten waren. Weiters wurde festgestellt, dass bezüglich dieser Kraftminderungen zwischen Trainierten und gleichaltrig Untrainierten kaum ein Unterschied bestand. Diese Minderungswerte bezogen sich auf die Zeitspanne zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr. Nach dem 70. Lebensjahr wurde der Leistungsabfall in der Muskulatur noch deutlicher – zwischen 16 und 45 Prozent pro Dekade. Obwohl hier beachtet werden muss, dass Meltzer bei den Probanden die Schnellkraft und nicht die isometrische Maximalkraft gemessen hatte, wird an diesem Beispiel deutlich, dass, wenn es schon nicht möglich ist, den Leistungsabfall der Muskulatur im Bereich der maximalen Schnellkraft zu verzögern, es umso wichtiger ist, präventiv ein ausreichendes Kraftniveau zu erreichen, um durch die altersbedingten Abbauprozesse nicht zu sehr beeinflusst zu werden. (Meltzer.; 1994)

Eine letzte Studie, von Klitgaard et al., soll trotz ihres Alters noch Erwähnung finden, da darin die Unterschiede im Bereich der Maximalkraft überprüft wurden und sie somit für diese Diplomarbeit die größte Rolle spielt.

Klitgaard et al. untersuchten im Jahr 1990 die Unterschiede der Maximalkraft zwischen vier verschiedenen männlichen Gruppen, welche ein durchschnittliches Alter von 69 Jahren aufwiesen. Die ersten drei Gruppen waren in den letzten zwölf bis siebzehn Jahren sportlich aktiv und absolvierten dreimal wöchentlich entweder ein Lauftraining (1. Gruppe), ein Schwimmtraining (2. Gruppe) oder ein Krafttraining (3. Gruppe). Die 4. Gruppe setzte sich aus gleichaltrigen aber nicht aktiven Männern zusammen. Jede der Gruppen wurden miteinander und zusätzlich mit 40 Jahre jüngeren körperlich passiven Sitzberuflern verglichen.

Die Vergleiche zwischen den untrainierten Senioren und den 40 Jahre jüngeren Sitzberuflern ergaben folgende Ergebnisse:

- Die isometrische Maximalkraft der Kniestrecker war bei den Senioren um 44 Prozent und in den Armbeugern um 32 Prozent geringer als bei den jüngeren Männern. Weiters war außerdem die Schnellkraft dieser Muskeln um 20 bis 26 Prozent vermindert.
- Die Querschnittsflächen des M. quadriceps femoris und des M. biceps brachii wiesen Reduktionen von 24 bzw. 20 Prozent auf, wobei die spezielle Kraft (N/cm^2) um 27 bzw. 14 Prozent geringer war.
- Die relativen Flächenanteile der Typ-I Fasern nahmen gegenüber der Typ-II Gesamtfläche zu, was primär auf eine selektive Typ-II Faser-Atrophie zurückgeführt wurde. Dies stellt einen wesentlichen Punkt bezüglich der Abbauprozesse der Muskulatur im Altersgang dar.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen konnten in der Krafttrainingsgruppe Werte festgestellt werden, die sich nur sehr gering von den 40 Jahre jüngeren inaktiven Sitzberuflern unterschieden. Bei den aktiven Schwimmern und Läufern konnten derartige trainingsinduzierte „Verzögerungseffekte“ nicht nachgewiesen werden. Die Autoren kamen aufgrund ihrer Ergebnisse zu der Schlussfolgerung, dass allein Krafttraining altersbedingten Degenerationsprozessen der Skelettmuskulatur hinsichtlich Funktion und Morphologie effizient entgegenwirken kann. Inwieweit diese Einschätzung der Autoren wahrheitsgetreu ist, kann leider aufgrund des fehlenden Längsschnitts nicht mit Sicherheit beurteilt werden.

Die Studie von Klitgaard et al. (1990) liegt im Widerspruch mit den zu Beginn erwähnten Studien von Trappe et al. (1996) und Pollock et al. (1998). Hier muss allerdings festgehalten werden, dass die oben genannten Studien mit Elite-Läufern durchgeführt wurden, während bei Klitgaard et al. eher von Hobbysportlern, welche ihr Training drei mal wöchentlich absolvierten, die Rede war. Außerdem sollte noch einmal festgehalten werden, dass bei Klitgaard et al. zur genauen Beurteilung der Aussagekraft der Längsschnitt fehlt. (Klitgaard et al.;1990)

Im Widerspruch steht die Studie von Klitgaard et al. (1990) außerdem mit den Ergebnissen von Meltzer (1994), da dieser festgestellt hatte, dass ein Leistungsabfall der Muskulatur sowohl bei Elite-Gewichthebern als auch bei inaktiven Menschen gegeben war – und zwar in einem ähnlichen Ausmaß. Somit wird durch Meltzer klar, dass ein jahrelang durchgeführtes Krafttraining nicht zu einer Verzögerung der Abbauprozesse der Muskulatur führt, wodurch es aber genauso wichtig erscheint, schon früh genug mit einem Krafttrainingsprogramm zu beginnen, damit im Alter so viel Kraft zur Verfügung steht, dass die Abbauprozesse zumindest die Alltagsaktivitäten möglichst wenig beeinflussen. Allerdings muss hier beachtet werden, dass Meltzer (1994) seine Messungen im Bereich der Schnellkraft durchführte.

Zusammenfassend wird aber auf jeden Fall deutlich, dass es empfehlenswert wäre, mit einem Krafttraining vor Einsetzen der akuten Degenerationsprozesse der Muskulatur zu beginnen. Im Falle, dass eine Verzögerung der Prozesse nicht möglich ist, hätte man dann immerhin eine „Reserve“ an Muskelkraft zur Verfügung.

5.3.2 Rehabilitative Interventionserfolge

Was neben den präventiven Interventionsmöglichkeiten für die in dieser Arbeit durchgeführten Studie noch relevanter ist, sind die Möglichkeiten der Interventionen bei schon bestehenden oder abgeklungenen Beschwerden – vor allem im Bereich der Wirbelsäule. Das heißt die rehabilitativen Interventionsstrategien.

Eine zwar schon ältere aber sehr aussagekräftige Studie ist jene von Fiatarone et al. im Jahre 1994. Die Autoren wählten 100 hochbetagte Männer und Frauen mit einem durchschnittlichen Alter von 87 Jahren eines Altenheims. Zusätzlich zur Überprüfung der

Veränderung der Muskelkraft durch ein kontrolliertes, progressiv durchgeführtes Training über zehn Wochen, wurde die Wirkung eines Nahrungsergänzungsmittels erprobt. Die Ergebnisse waren Folgende: Die Muskelkraft in der Versuchsgruppe erhöhte sich um 113 Prozent, wohingegen die Kontrollgruppe eine Steigerung von nur 3 Prozent aufwies. Weiters steigerte sich bei den trainierenden Personen die Gehgeschwindigkeit um 11,8 Prozent und das Treppensteigvermögen um 28 Prozent. Als letzter positiver Punkt ist die Vergrößerung der Querschnittsfläche des Oberschenkels um 2,7 Prozent zu nennen, welcher bei der Kontrollgruppe um 1,3 Prozent abnahm.

Die Autoren kamen aufgrund der Ergebnisse zu dem Schluss, dass ein gezieltes Krafttraining eine durchaus effiziente Maßnahme ist, um der Muskelschwäche und Gebrechlichkeit bei hochbetagten Menschen aus dem Weg zu gehen. Erwähnenswert ist außerdem, dass 94 Prozent der Versuchsgruppe (welche nach Zufallsauswahl zusammengestellt wurde) das Trainingsprogramm erfolgreich beendeten.

Die Ergebnisse dieser Studie widerlegen die oft diskutierte Untrainierbarkeit sowie die kraftbezogene Belastungs-Unverträglichkeit hochbetagter Frauen und Männer.

Außerdem sind die durch überschwellige Muskelanspannung induzierten Adaptionerscheinungen sehr deutlich zu erkennen. Der über 100 Prozent liegende Kraftgewinn in der Versuchsgruppe ist auf ein durch langjährigen Nichtgebrauch verkümmertes und hier wiedererlangtes neuronales Aktivierungsvermögen zurückzuführen. (Fiatarone et al.; 1994)

Eine Studie von Kraemer et al. im Jahre 1999 stellt einen weiteren Erfolgsnachweis bezüglich der Wirkung eines Krafttrainings im Alter dar. Die Autoren verglichen die Adaptionen eines regelmäßigen Krafttrainings (über 10 Wochen) zwischen 30-jährigen untrainierten und 62-jährigen als fit bezeichneten Männern. Die Daten zeigten, dass sowohl die älteren als auch die jüngeren Probanden einen Maximalkraftzuwachs von 15 Prozent aufwiesen. Der Unterschied zwischen den beiden Altergruppen lag darin, dass die jungen Männer eine Hypertrophie – ermittelt durch eine Querschnittsmessung anhand einer Kernspintomographie – von 10,1 Prozent, die älteren Teilnehmer aber nur von 5,9 Prozent aufwiesen. (Kraemer et al.; 1999)

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Häkkinen et al. im Jahr 1998. Mit 21 Männern und 21 Frauen wurden über sechs Monate ein Krafttrainingsprogramm durchgeführt, wobei in jeder Geschlechtergruppe zwei Altersgruppen (durchschnittlich 40- und 70-Jährige) miteinander verglichen wurden. Die Zeitspanne von sechs Monaten gewährleistete, dass auch die erst später eintretenden Adaptionseffekte registriert werden konnten. Die Auswertung der Daten

zeigte, dass in beiden Altersgruppen sowohl die älteren als auch die jüngeren Probanden und Probandinnen fast identische Steigerungen – sowohl isometrisch als auch dynamisch gemessen – ihrer Maximalkraft auswiesen. Allerdings konnten ebenfalls, wie in der von Kraemer et al. (1999) durchgeführten Studie, Unterschiede in der Veränderung des Muskelquerschnitts beobachtet werden. So wiesen die 40-jährigen Männer ein Plus von 5 Prozent auf, während bei den 70-jährigen männlichen Probanden nur eine 2-prozentige Steigerung aufgezeichnet werden konnte. Bei den jüngeren Frauen war der Querschnitt auch um 3 Prozent stärker gestiegen (9 Prozent) als bei den älteren Probandinnen (6 Prozent).

Die vorstehenden Befunde scheinen eindeutig. Es wird klar, dass die oft diskutierte Annahme, dass es im Altersgang eine geringere adaptive Kapazität gäbe, widerlegt werden kann. Die nahezu identischen Kraftsteigerungsraten der um 30 Jahre jüngeren Teilnehmer und Teilnehmerinnen sprechen dagegen. Lediglich bei den Querschnittszunahmen zeichnet sich in beiden Studien eine Altersabhängigkeit der Muskelwachstumskapazität ab. (Häkkinen et al.; 1998)

Folglich kann gesagt werden, dass ein regelmäßiges Krafttraining, wenn es nicht schon präventiv in frühen Jahren durchgeführt wurde, auf jeden Fall auch noch im Alter in Angriff genommen werden sollte. Sogar bei hochbetagten Menschen führt ein regelmäßig absolviertes Krafttrainingsprogramm zu einem nennenswerten Kraftzuwachs und damit zur Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und des Treppensteigvermögens – sprich zu einer Erleichterung bei der Durchführung alltäglicher Tätigkeiten.

5.3.3 Zusammenfassung

Wie man aus diesem Kapitel entnehmen kann, unterliegt jeder Mensch im Altersgang Leistungsminderungen – sowohl im Bereich der Ausdauer als auch der Kraft – auch derjenige, der regelmäßig trainiert.

Ein frühzeitig aufgenommenes Training kann diese Abbauprozesse jedoch in ihrem Ausprägungsgrad erheblich beeinflussen bzw. verzögern. So wurde mittels Längsschnittstudien an Elite-Langstreckenläufern und Elite-Gewichthebern nachgewiesen, dass die Fortsetzung eines Leistungstrainings die Dynamik der Verminderung der aerober Kapazität oder Kraft annähernd halbieren kann. Diese Effekte waren deswegen so gravierend, weil die Beispiele aus dem Hochleistungssport stammen und folglich auf Extrem-Adaptionen basieren. (Meltzer.; 1994)

Gerade für Untrainierte sind die Konsequenzen weitreichend. Wenn sie im Alter von 30 Jahren mit einem präventiv ausgerichteten Training beginnen, so ist es möglich, dass sie ihre Ausdauer bzw. Kraft über ca. 30 Jahre lang auf annähernd gleichem Niveau halten können. (Klitgaard et al. 1990) Bezuglich der Kraft besitzen sie eine funktionelle Reserve, die ihnen dann im 7. und 8. Lebensjahrzehnt zur Verfügung steht. (Kieser.; 2006)

Darüber hinaus ist es sogar bei hochbetagten Menschen möglich, von einem erst dann aufgenommenen Krafttraining zu profitieren, wie Fiatarone et al. 1994 in ihrer Studie zeigten. (Fiatarone et al.; 1994)

So ist also sowohl der positive Effekt präventiver Trainingsinterventionen im Altersgang als auch der rehabilitativ-therapeutische Erfolg bei Hochbetagten gesichert.

6 Krafttraining bei Rückenbeschwerden

Im vorigen Kapitel wurde ausgiebig über die altersbedingten Veränderungen, - vor allem der Muskulatur - deren Folgen und Interventionsmöglichkeiten diskutiert. In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob ein regelmäßig durchgeführtes Krafttraining auch bei schon vorbelasteten Menschen bzw. bei Menschen mit Rückenbeschwerden Erleichterung bringen kann und es dadurch wieder möglich, ist den alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.

Schmerzen und Krafttraining scheinen auf den ersten Blick wenig gemeinsam zu haben. Doch bei genauerem Hinsehen wird im Gesundheitswesen Krafttraining mittlerweile sehr häufig als Therapieform eingesetzt, um Schmerzen zu vermeiden, zu lindern oder sogar zu beheben. Nicht nur Medikamente, passive physikalische Therapie, sondern auch aktive Maßnahmen wie Kranken- bzw. Heilgymnastik werden zur Linderung von Schmerzen eingesetzt. Eine ganz besondere Rolle spielt dabei das Krafttraining im Bereich des Rückenschmerzes.

Viele Jahre lang war bei den so häufig vorkommenden Rückenschmerzen (vor allem bei den Unspezifischen) eine therapeutische Einstellung vorherrschend, die sich auf falsche Tatsachen stützte: Es wurde traditionell von der Auffassung ausgegangen, dass sich Krankheiten am Bewegungsapparat des Menschen vor allem durch Schonung und Immobilisation verbessern. (vgl. Hildebrandt.; 2005) So wurden Rückenschmerzen hauptsächlich durch die Verordnung zu Bettruhe behandelt. Das Ziel dabei war, dem Körper Zeit zu geben, sich selbst zu heilen. Bekannt ist mittlerweile, dass eine Position in Rückenlage mit gebeugten Beinen und Hüften den Druck in den lumbalen Bandscheiben reduziert und damit eine Schmerzlinderung bewirkt. (Nachemson.; 1976) Diese Schmerzlinderung - hervorgerufen durch Bettruhe – ist allerdings nur kurzfristig. Durch Bettruhe ist es nicht möglich, die Funktionsfähigkeit des Bewegungssystems wieder herzustellen. Langfristig führt sie zu einigen negativen Folgeerscheinungen im Bewegungssystem wie zum Beispiel zur Verminderung des Muskelquerschnittes oder der Knochenmineralisierung und stellt somit keine empfehlenswerte Therapiemöglichkeit mehr dar. (Booth. & Gollnick.; 1983)

Schmerzen sind für das Leben des Menschen unentbehrlich, da sie eine Warnfunktion vor potenziellen Schädigungen erfüllen. Sie können sowohl kurzzeitig als auch langfristig bzw.

chronisch auftreten. Im Bereich der Rückenschmerzen treten diese fast ausschließlich chronisch auf, das heißt, sie bestehen entweder mindestens für ein halbes Jahr oder treten in diesem Zeitraum immer wieder auf. Der chronische Schmerz ist außerdem als eigenständiges Krankheitssyndrom bezeichnet, da er sich von der zu Grunde liegenden Störung gelöst hat. Es besteht somit kein eindeutiger Zusammenhang mehr zwischen Schmerzursache und Schmerzempfinden. (Kieser.; 2006)

Chronische Schmerzen bzw. länger anhaltende Schmerzen treten nur zu ungefähr 30 Prozent in einer Körperregion isoliert auf. In den meisten Fällen berichten die Patienten allerdings von mehreren Schmerzlokalisationen. (Haslinger.; 2006) Gerade im Bereich der Rückenbeschwerden, strahlen die Schmerzen – je nach Ursache – in verschiedene Regionen des Körpers aus. Neben den körperlichen Begleitsymptomen sind außerdem oft seelische Symptome zu beobachten, wobei sich die Frage stellt, wer hier der Verursacher ist: Verursacht der Schmerz den seelischen Zustand oder der seelische Zustand den Schmerz? Immer wieder berichten Patienten von Gefühlen der Schwere, von Müdigkeit, Kurzatmigkeit, Schwindel und Schwäche. (Kieser.; 2006)

6.1 Epidemiologie des Schmerzes

Schmerzen sind weit verbreitet und sind schon seit jeher im Leben des Menschen zu finden. Seit es menschliche Aufzeichnungen gibt, wird über Schmerzen und ihre Therapie berichtet.

Vor allem in den letzten 40 Jahren kann eine enorme Entwicklung im Bereich der Schmerzforschung und Schmerztherapie beobachtet werden, vor allem wahrscheinlich deswegen, weil Schmerzen nicht mehr wie früher als Schicksal oder Strafe hingenommen wird, sondern der Mensch heutzutage auf Schmerzfreiheit besteht. (Kieser.; 2006)

Wenn man das Schmerzgeschehen erhebt, fällt auf, dass insbesondere der Rückenschmerz heraussticht. In Deutschland leiden etwa 40 Prozent aller Erwachsenen an akuten Rückenschmerzen (Punktprävalenz) und über 70 Prozent der Bevölkerung leiden bzw. litten innerhalb der vergangenen zwölf Monate an Rückenbeschwerden (12-Monatsprävalenz). Frauen sind häufiger von Rückenschmerzen betroffen als Männer und neben der Abhängigkeit vom Geschlecht stehen Schmerzen mit dem Alter in Zusammenhang. Während das Auftreten und die Intensität von Schmerzen in den Bereichen der Füße, Beine und Hüfte

mit zunehmendem Alter ansteigen, ist im Bereich des Rückenschmerzes im 5. und 6. Lebensjahrzehnt das Maximum zu beobachten, welches dann im weiteren Verlauf wieder abfällt. (Kohlmann.; 2001)

6.2 Folgen von Schmerzen

Schmerzen beeinflussen die Belastbarkeit des Organismus durch Veränderungen der Motorik. Wenn Gelenke schmerhaft sind, wird durch neurogene Hemmprozesse die Muskelkraft, welche auf die Gelenke wirkt, vermindert. Die Folge daraus ist, eine funktionelle Muskelatrophie. Schmerzwahrnehmungen und mit bestimmten Bewegungen verbundene Schmerzerwartungen führen demnach zu Handlungs- und Bewegungsmustern, die der individuellen Belastbarkeit angepasst sind. So kommt es zu so genannten Ausweichbewegungen bzw. einem Vermeidungsverhalten – bestimmte Bewegungen werden aufgrund von Schmerzen vermieden, wodurch sich Haltungsfehler einschleichen und zu neuen Beschwerden führen können. Ein durch Schmerzen ausgelöstes fehlerhaftes Bewegungsmuster ist zum Beispiel das Hinken. (Soyka & Meholt.; 2000)

In Krafttestungen wurde zum Beispiel nachgewiesen, dass bei akut auftretenden Schmerzen während des Tests die Kraftentwicklung spontan gemindert oder sogar unterbrochen wurde. Deswegen war es umso wichtiger, dass unsere Teilnehmer und Teilnehmerinnen im Moment des Tests keine aktuellen bzw. akuten Schmerzen aufwiesen. (Kieser.; 2006)

6.3 Einfluss von Krafttraining auf Schmerzen

Zwischen Kraft und Schmerz können – vor allem im Bereich des Rückenschmerzes – enge Zusammenhänge beobachtet werden. Dabei ist allerdings schwer zu sagen wo die tatsächliche Ursache liegt. Ist mangelnde Kraft für die Ausprägung der Schmerzen, oder die Schmerzen für mangelnde Kraft verantwortlich? Auch wenn diese Frage hier nicht beantwortet werden kann, ist durch mittlerweile schon zahlreich durchgeführte Studien deutlich geworden, dass Krafttraining Schmerzen im Rückenbereich erfolgreich lindern kann. (Soyka & Meholt.; 2000)

6.3.1 Wirkungen von Krafttraining auf Schmerzen des Bewegungsapparates

Warum genau ein individuell angepasstes Krafttraining bei Schmerzen am Bewegungsapparat – insbesondere bei Rückenbeschwerden – zu einer Linderung dieser führt, konnte bis jetzt nicht eindeutig wissenschaftlich belegt werden. Es werden allerdings verschiedene Faktoren genannt, die für die Reduzierung des Schmerzes verantwortlich oder zumindest mitverantwortlich scheinen. (Kieser.; 2006)

6.3.1.1 Schmerzlinderung durch Kraftsteigerung

Durch das Training kommt es zu einer messbaren Zunahme der Kraft, die dann für die Verbesserung kausal verantwortlich gemacht wird. Durch ausreichenden Trainingszustand bzw. Kräftigung der Rumpfmuskulatur kann den von außen wirkenden Kräften eine von innen wirkende Kraft entgegengesetzt und somit vor allem in stark belastenden Situationen ausreichend Widerstand und Stabilität geleistet werden. (Kieser.; 2006)

6.3.1.2 Schmerzlinderung durch Koordinationsverbesserung

Zum anderen ist Krafttraining auch immer ein Koordinationstraining – durch die Verbesserung der inter- und intramuskulären Koordination reduziert sich laut McGill (2002) der Rückenschmerz. (McGill., 2002)

Richardson et al. dokumentierten 1999 die Ergebnisse einer elektromyographischen (EMG) Messung mit Rückenschmerzpatienten. Sie wiesen bei ihren Patienten eine Dysfunktion im inneren Muskelsystem auf. Die Dysfunktion war durch eine koordinative Veränderung gekennzeichnet. Während bei beschwerdefreien Personen zuerst die intrinsische und erst dann die extrinsische Muskulatur aktiviert wird, ist das bei Rückenschmerzpatienten und –patientinnen nicht der Fall. Die späte Aktivierung des M. transversus abdominis und des M. multifidus stehen mit Rückenbeschwerden in Zusammenhang, wobei allerdings nicht geklärt ist, wer hier wieder einmal der Verursacher ist. Ist die Koordination aufgrund der Rückenschmerzen verändert oder sind die Rückenschmerzen aufgrund einer veränderten Koordination gegeben? (Richardson.; 1999)

An diesem Punkt kann Krafttraining durch die wiederholte Aktivierung bzw. Anspannung der Muskeln ihren Beitrag liefern. Durch die „wieder erlernte“ rechtzeitige Aktivierung von Muskeln, die – wie vor allem bei der Wirbelsäule – für die transversale Gelenksstabilität verantwortlich ist, ist eine Reduktion der transversalen Instabilität durch Muskelzug gegeben. Dadurch kommt es zu geringeren intersegmentalen Mikrobewegungen und damit wiederum zur besseren Stabilität. (McGill., 2002) An dieser Stelle sollte man bedenken, dass an der Wirbelsäule die Toleranz gegenüber Scherkräften weit geringer ist, als die Toleranz gegenüber Kompressionskräften und somit der Theorie von McGill eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt.

6.3.1.3 Schmerzlinderung durch Stoffwechselsteigerung

Neben den oben genannten Faktoren führt ein gezieltes Muskeltraining zu einer positiven Beeinflussung bzw. Verbesserung des Stoffwechsels aller Gewebe, die am Gelenkaufbau beteiligt sind. Krafttraining regt den osmotischen Stoffwechsel der Bandscheiben, Knorpel und Bindegewebe an und schwemmt aus allen Geweben – auch der Muskulatur – entzündliche Stoffwechselzwischen- und Stoffwechselendprodukte aus. (Rüther.; 2000)

Alle am Aufbau der Wirbelsäule beteiligten Gewebe sind auf optimale Stoffwechselbedingungen angewiesen. Die Versorgung findet entweder durch die Durchblutung (zum Beispiel Muskulatur) oder durch osmotische oder diffundierende Prozesse (zum Beispiel Bandscheiben) statt. Durch Krafttraining werden Ernährungsprozesse in Gang gesetzt – einerseits durch die vermehrte Durchblutung, andererseits durch osmotische Prozesse an der Bandscheibe. (Speckmann & Wittkowski.; 1998)

Durch den lokal erhöhten Stoffwechsel werden außerdem die Schwellenwerte der Nozizeptoren (Schmerzmelder bzw. Rezeptoren, die auf eine drohende oder eingetretene Verletzung des Körpergewebes reagieren) beeinflusst. Weiters werden für die neuromuskuläre Koordination wichtige Rezeptoren (Zellen, die bestimmte innere und äußere chemische oder physikalische Reize in eine für das Nervensystem verständliche Form bringen) und Afferenzen (alle von der Peripherie – zum Beispiel Sinnesorgan oder Rezeptor – zum Zentralnervensystem laufenden Nervenfasern) beeinflusst: zum Beispiel Muskelspindelafferzenzen. Mit dieser Veränderung bzw.

Beeinflussung gehen Veränderungen der neuromuskulären Koordination einher. (Kieser.; 2006)

6.3.2 Schmerzlinderung - subjektives Wohlbefinden

Neben den positiven Wirkungen eines gesundheitsorientierten bzw. medizinischen Krafttrainings auf den menschlichen Bewegungsapparat bzw. Organismus und somit auch auf dessen Schmerzen, zeigt sich nach regelmäßiger Durchführung eines individuell abgestimmten Krafttrainings außerdem eine positive Wirkung auf der psychologischen Ebene, um Beispiel auf das subjektiv empfundene Wohlbefinden. Hier stellt sich allerdings die Frage, ob sich das Wohlbefinden durch die Linderung des Schmerzes oder die Schmerzlinderung durch das gesteigerte Wohlbefinden (durch die körperliche Aktivität) eingestellt hat. (Soyka & Meholt.; 2000)

Soyka & Meholt (2000) sprechen bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung und Schmerztherapie von einer so genannten Schmerzkontrollüberzeugung. Damit meinen sie die Überzeugung, selbst etwas für den positiven Krankheitsverlauf beitragen zu können. Diese Selbstkontrollüberzeugung kann durch ein aktives, medizinisches Krafttraining erlangt werden und so zu einem positiven Selbstbild führen, was wiederum positiven Einfluss auf den Schmerz selbst nehmen kann. (Soyka & Meholt.; 2000)

Ein weiterer positiver Faktor bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung kann die Tatsache sein, dass sich die Patienten und Patientinnen nicht mehr ausschließlich auf den Schmerz, sondern auf die richtig ausgeführte Bewegung konzentrieren und sie somit dem Schmerz nicht mehr die gesamte Aufmerksamkeit schenken, dieser dadurch also auch nicht mehr so intensiv wahrgenommen wird. (Soyka & Meholt.; 2000)

Des weiteren knüpfen einige Patienten und Patientinnen durch die Krafttrainingstherapie wieder (schon lange durch die Schmerzsituation verloren gegangene) soziale Kontakte und finden so allmählich wieder Kontakt zur Außenwelt – womöglich sogar zu Gleichgesinnten – und steigern so ihren Selbstwert, was sich wiederum auf den Schmerz positiven auswirken kann. (Soyka & Meholt.; 2000)

Eindeutig belegt ist auf jeden Fall, dass sich mit der Durchführung eines regelmäßigen Krafttrainings nicht nur die Kraft, sondern auch das subjektive Wohlbefinden steigert bzw. der subjektiv eingeschätzte Schmerz zurück geht. Das zeigt zum Beispiel eine von der Firma „Greinwalder und Partner“ durchgeführte Studie. Die Firma führt in regelmäßigen Abständen in verschiedenen Städten in Deutschland, Österreich, Schweiz, Frankreich, Holland, Belgien und Italien Rücken-Studien durch, um die Ergebnisse zu vergleichen. (<http://www.rueckenstudie.com/de/auswertung.php> . [Download 11.7.2008])

An der zuletzt in der Schweiz, Deutschland und Österreich durchgeführten Studie nahmen insgesamt 1712 Probanden und Probandinnen teil, wobei 47 Prozent Frauen und 43 Prozent Männer vertreten waren. Das durchschnittliche Alter betrug 47 Jahre (Frauen 46 Jahre, Männer 49 Jahre).

Im Rahmen der in München publizierten Studie wurde die Häufigkeit der Rückenschmerzen sowie die Intensität des Rückenschmerzes im Ruhe- und Bewegungszustand analysiert. Weitere Testinhalte waren ein statischer Haltetest zur Überprüfung der Rumpfmuskulatur sowie ein Wiederholungstest zur Überprüfung der Bauch- und Rückenmuskulatur. Für den Bauchmuskulaturtest (Flexion) und den Rückenmuskulaturtest (Extension) war die Anzahl der technisch sauber ausgeführten Wiederholungen an speziell ausgewählten Trainingsmaschinen maßgeblich.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl der Rückenschmerz in Ruhe (12 Prozent) als auch in Bewegung (11 Prozent) wesentlich zurückging, wobei die Werte zwischen den beiden Geschlechtern annähernd ident waren. Die Häufigkeit des Rückenschmerzes ging ebenfalls um durchschnittlich 15 Prozent zurück.

Weiters konnte auch im Bereich der Kraftzunahme von erheblichen Verbesserungen berichtet werden. So steigerte sich die Kraft der Rumpfbeugemuskulatur um durchschnittlich 80 Prozent, wobei Männer eine höhere Steigerung (90 Prozent) aufwiesen als Frauen (72 Prozent). Die Kraftwerte der Rumpfstreckmuskulatur verbesserten sich um durchschnittlich 77 Prozent (Männer 88 Prozent, Frauen 69 Prozent). Die Ursachen für die Verbesserungen in den genannten Bereichen wurden in den letzten Kapiteln ausführlich angeführt.

Interessant ist bei diesen Studienergebnissen vor allem die Steigerung des subjektiv empfundenen Wohlbefindens, das sich um durchschnittlich 11 Prozent steigerte. Der Unterschied zwischen dem männlichen und dem weiblichen Geschlecht war kaum zu sehen. So fühlten sich die Probandinnen nach Durchführung des Trainingsprogramms um 10 Prozent und die Probanden um 11 Prozent wohler als davor. (<http://www.rueckenstudie.com/de/auswertung.php> . [Download 11.7.2008])

7 Wirtschaftliche Auswirkungen von Rückenschmerzen

Durch die in den letzten Jahren stark angestiegene Rate der Rückenbeschwerden, sind nicht nur die Krankenkassen, sondern auch einige Betriebe aufgrund der Mitarbeiterausfälle durch Krankenstände finanziell belastet.

Laut einem Bericht von Badura et al. im Jahr 2003 beträgt der Krankenstand der Mitarbeiter in Deutschland 4,4 Prozent, das heißt im Durchschnitt fehlt nahezu einer von 20 Mitarbeitern täglich. (vgl. Badura et al.; 2003)

Diese Zahlen variieren allerdings stark je nach Berufszweig. So sind zum Beispiel in den Berufssparten Gärtner, Kranführer und Straßenreiniger deutlich mehr Krankenstände nachzuweisen als zum Beispiel bei Anwälten, Ärzten oder Apothekern. Aber nicht nur der Berufszweig, sondern auch die Größe des Betriebes, ist für die Anzahl der Krankenstände ausschlaggebend. Gerade in Kleinbetrieben (unter 50 Mitarbeiter) ist der Krankenstand niedriger als in großen Unternehmen.

Die Ursachen für die Krankenstände liegen laut DAK 2002 am häufigsten in Beschwerden des Muskel-Skelett-Systems. Vor allen anderen Ursachen wie Verletzungen, Beschwerden des Atmungssystems u.a. liegen Muskel-Skelett-Beschwerden mit 23,2 Prozent an der Spitze. (Kieser.; 2006)

Befragungen von Huber im Jahr 1998 ergaben ähnliche Ergebnisse. Von 100 Arbeitnehmern litten über 40 an Rückenschmerzen, über 30 an Verspannungen, Müdigkeit und Gelenksschmerzen, über 25 an Nervosität, Kopfschmerzen und Schlafstörungen und über 20 an Hautproblemen oder an Magenschmerzen.

7.1 Österreichische Gesundheitsbefragungen

7.1.1 Wiener Gesundheitsbericht 2004

Im Wiener Gesundheitsbericht aus dem Jahr 2004 wird berichtet, dass 30 Prozent der Wiener Bevölkerung chronisch krank und somit von mindestens einer chronischen Krankheit betroffen sind, wobei ein geschlechtsspezifischer Unterschied zu erkennen war: 31 Prozent

der Frauen und 28 Prozent der Männer. Die häufigsten, chronischen Erkrankungen ergeben sich aus Bluthochdruck, Schäden an der Wirbelsäule, Gelenkerkrankungen an Hüfte bzw. Bein und Zuckerkrankheit.

Generell nehmen die chronischen Erkrankungen im Alter zu. So litt im Jahr 2004 die Hälfte aller über 60-jährigen Wiener und Wienerinnen an mindestens einer chronischen Krankheit. Auffällig war außerdem, dass Menschen mit niedrigem Bildungsniveau häufiger an immer wieder auftretenden Krankheiten litten als Personen mit höherer Schulbildung. Arbeitslose berichteten ebenfalls bedeutend häufiger von chronischen Krankheiten als Erwerbstätige.

(Wiener Gesundheitsbericht 2004: <http://www.wien.gv.at/who/gb/04/pdf/epidemiologie.pdf>. [Download 2.7.2008])

7.1.2 Linzer Gesundheitsbefragung 2001

Die Relevanz von Rückenschmerzen in unserer Gesellschaft wird auch im Linzer Gesundheitsbericht deutlich.

Bei der Befragung der Linzer Bevölkerung, wurden als wichtigste Beschwerden (welche sich zwar durch die Beeinträchtigung des Wohlbefindens aber nicht durch Bettlägerigkeit äußerten) Rückenschmerzen, Kreislaufstörungen und Kopfschmerzen genannt. Knapp die Hälfte der Befragten gab Rückenschmerzen an, ein Drittel litt unter Kreislaufstörungen.

Im Rahmen der geschlechtsspezifischen Untersuchung wurden eindeutige Unterschiede festgestellt. In fast allen Beschwerdebereichen lag der Anteil von Frauen höher als jener der Männer.

Relevante Unterschiede wurden außerdem im Alter und im Bildungsniveau dokumentiert. Mit zunehmendem Alter litten die Personen häufiger unter Rückenschmerzen, Gelenks-, Nerven- und Muskelschmerzen, Wetterempfindlichkeit und Schlafstörungen. Während ein Drittel der unter 19-Jährigen von Rückenbeschwerden sprach, waren es bei den über 50-Jährigen beinahe drei Fünftel. Annähernd ein Drittel der über 50-Jährigen litt unter Gelenks-, Nerven- und Muskelschmerzen, wobei bei den unter 19-Jährigen diese Beschwerden nach eigenen Angaben nur bei 4 Prozent auftraten.

Besonders interessant scheinen die Unterschiede nach dem Bildungsniveau der Befragten. Mit zunehmendem Bildungsniveau gaben die Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Befragung seltener Beschwerden an. So lag der Anteil von Personen mit Rückenschmerzen bei Volks- bzw. Hauptschulabgängern (54 Prozent) um rund ein Fünftel höher als bei

Maturanten und Maturantinnen bzw. Universitätsabsolventen (35 Prozent) und Universitätsabsolventinnen. Eine doppelt so hohe Betroffenheit von Personen mit niedriger Schulbildung wurde bei Gelenks-, Nerven- und Muskelschmerzen ausgewertet.

Ein Zusammenhang konnte des weiteren zwischen dem Haushaltseinkommen und körperlichen Beschwerden beobachtet werden. So korrelierte eine höheres Einkommen mit seltenen Beschwerdeangaben.

Auf die Frage unter welchen Erkrankungen (welche sich gegenüber Beschwerden durch Bettlägerigkeit äußerten) die Bevölkerung in den letzten 12 Monaten litt, nannten beinahe ein Drittel immer wieder auftretende - also chronische - Schäden der Wirbelsäule. Auch die chronischen Erkrankungen nahmen eindeutig mit dem Alter zu. So nannte annähernd jeder Fünfte der unter 19-Jährigen ständige Wirbelsäulenerkrankungen, während es bei den über 50-jährigen Personen jeder Zweite war.

Auch hier konnte eine Korrelation zwischen Bildungsniveau und Auftreten von Erkrankungen festgestellt werden. Zwei Fünftel jener Personen mit einem Volks- oder Hauptschulabschluss litten ständig unter Schäden der Wirbelsäule. Bei jenen Personen mit einem Matura- oder Universitätsabschluss war es nur rund ein Viertel.

Außerdem war auffällig, dass die Häufigkeit dauerhafter Wirbelsäulenschäden bei Arbeitern und Hausfrauen um ein Drittel höher war als bei Angestellten. Arbeitslose Personen klagten noch öfter über dauerhafte Wirbelsäulenschäden als Arbeiter. (Linzer Gesundheitsbericht 2001: <http://www.wien.gv.at/who/gb/04/pdf/epidemiologie.pdf>[Download 2.7.08])

7.1.3 Österreichische Gesundheitsbefragung 2006

Alle im Anschluss beschriebenen Ergebnisse und Fakten beziehen sich auf die Auswertungen der Befragung der österreichischen Bevölkerung im Jahr 2006 der Statistik Austria.

(österreichische Gesundheitsbefragung 2006:

http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/1/1/8/CH0713/CMS1187768952223/oesterr_gesundheitsbefragung_2006_20071.pdf. [Download 3.7.2008])

Die Gesundheitsbefragung der österreichischen Bevölkerung im Jahr 2006 zeigt alarmierende Werte.

Die Österreicher und Österreicherinnen wurden zunächst nach dem Vorhandensein einer chronischen Krankheit oder eines dauerhaften gesundheitlichen Problems gefragt. Mehr als ein Drittel (2,6 Millionen) der über 15-Jährigen gab an, unter einem chronischen Gesundheitsproblem zu leiden. Frauen sind davon in allen Altersgruppen stärker betroffen als Männer (1,2 Millionen Männer; 1,4 Millionen Frauen). Chronische Krankheiten nehmen mit dem Alter kontinuierlich zu. Während nur jeder sechste 15 bis 29-Jährige ein dauerhaft gesundheitliches Problem aufweist, sind es bei den über 75-Jährigen rund zwei Drittel der Bevölkerung.

Auf die Frage der Lebenszeitprävalenz („Hatten sie jemals...“) gaben 73 Prozent (70 Prozent Männer, 76 Prozent Frauen) mindestens eine chronische Krankheit oder ein gesundheitliches Problem an.

Die am häufigsten genannten Gesundheitsprobleme der über 15-jährigen Personen (Lebenszeitprävalenz) waren Beschwerden im Wirbelsäulenbereich (Schmerzen im Nacken-, Lenden-, oder Brustwirbelsäulenbereich). Jeder bzw. jede Dritte gab an, jemals unter Wirbelsäulenbeschwerden gelitten zu haben (36 Prozent Männer, 39 Prozent Frauen). Mit zunehmendem Alter steigt das Auftreten der Probleme im Wirbelsäulenbereich an: fast jede zweite der 45- bis 59-jährigen Personen (48 Prozent) war davon betroffen.

Die Unterschiede bezüglich des Geschlechtes sind in den jungen und mittleren Altersgruppen nur gering ausgeprägt, steigen aber ebenfalls mit dem Alter an. 47 Prozent der Männer und 52 Prozent der Frauen der über 75-jährigen Menschen gaben Wirbelsäulenbeschwerden an. Ein Großteil der Betroffenen berichtete, auch in den letzten 12 Monaten unter den besagten Beschwerden gelitten zu haben, wobei etwa die Hälfte (53 Prozent) in den letzten 12 Monaten ärztliche Behandlungen in Anspruch oder Medikamente zu sich nahm. Zwei Drittel der Befragten mit aktuellen Wirbelsäulenbeschwerden berichteten, in den letzten 12 Monaten auch unter erheblichen Schmerzen gelitten zu haben. Die Schmerzbereiche, welche am öftesten genannt wurden, waren die Hals-, Lenden- und Brustwirbelsäule sowie die Oberschenkel, Knie, Unterschenkel und Schultern.

Interessant ist, dass sich – verglichen mit der österreichischen Gesundheitsbefragung im Jahr 1999 – die Reihung der chronischen Krankheiten nach der Häufigkeit ihres Auftretens verändert hat. So standen im Jahr 1999 nicht die im Jahr 2006 so oft genannten Wirbelsäulenbeschwerden, sondern der erhöhte Blutdruck an erster Stelle. An zweiter Stelle folgten dann die Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule.

Auf die Frage nach einem Leiden unter erheblichen Schmerzen in den letzten 12 Monaten antwortete fast jeder bzw. jede Dritte mit einem Ja. Die Betroffenheit nahm, korrespondierend zur mit dem Alter steigenden Prävalenz von chronischen Krankheiten im Altersgang zu, wobei Frauen in allen Altersgruppen häufiger betroffen waren als Männer (42 bzw. 35 Prozent). Im Alter von 15 bis 29 Jahren litt ein Fünftel der Männer und ein Viertel der Frauen unter erheblichen Schmerzen, während bei den über 60-Jährigen mehr als die Hälfte über Schmerzen klagten. Am häufigsten wurde die Schmerzprävalenz bei Frauen über 75 Jahren beobachtet.

Am Häufigsten traten Schmerzen im Wirbelsäulenbereich auf. Etwa ein Fünftel der Österreicher und Österreicherinnen litten im Jahr 2006 an erheblichen Schmerzen im Hals-, Brust- oder Lendenwirbelsäulenbereich. Dabei fiel allerdings auf, dass sich beim männlichen Geschlecht die Schmerzen im Alter wieder reduzierten, während sie sich bei den Frauen verschlimmerten. So litt ein Drittel der über 75-jährigen, weiblichen Befragten unter Schmerzen im Wirbelsäulenbereich.

Betrachtet man die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule, treten Schmerzen am häufigsten im Bereich der Lendenwirbelsäule auf. Über ein Viertel der erwerbstätigen Personen mit Beschwerden in diesem Bereich waren aufgrund dessen auch im Krankenstand (30 Prozent Männer, 23 Prozent Frauen), wodurch für die Krankenkassen hohe finanzielle Ausgaben entstanden. Bezogen auf einen Zeitraum von 12 Monaten (2006) betrug die Anzahl der Krankenstandstage durchschnittlich 23, wobei Männer im Durchschnitt 26 Tage und Frauen 18 Tage krank gemeldet waren.

(http://www.bmwfj.gv.at/cms/site/attachments/1/1/8/CH0713/CMS1187768952223/oesterr_gesundheitsbefragung_2006_20071.pdf. [Download 09.07.2008])

7.1.4 Kosten

Genaue Angaben über die durch die häufigen Krankenstände und Behandlungen entstandenen Kosten für Privatpersonen und sowohl staatlichen als auch privaten Krankenkassen können hier nicht angeführt werden, da diese im Gesundheitsbericht nicht angeführt waren.

Allerdings ist aus den aufgezählten Auswertungen davon auszugehen, dass es durch die so oft auftretenden Rückenbeschwerden in der österreichischen Bevölkerung für die staatlichen und privaten Krankenkassen zu erheblichen Kosten gekommen ist. Im Falle, dass Personen

nicht im Besitz einer Zusatzversicherung waren und alternative, medizinische Behandlungen - wie zum Beispiel Osteopathie oder Kinesiologie u.a.- in Anspruch nahmen, kam es für diese ebenfalls oder besser gesagt zusätzlich zu aufwendigen Kosten.

8 Die Studie

In der im Nachfolgenden beschriebenen Studie wurde die Auswirkung von einem 3-monatigen, gesundheitsorientierten Krafttraining sowohl auf die Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur mittels eines Maximalkrafttests als auf auch die subjektive Schmerzwahrnehmung mittels Fragebogen in den Instituten „Kienbacher Training“ in Penzing (1140 Wien) und Stadlau (1220 Wien) überprüft. Dabei wurden die insgesamt 102 Probanden und Probandinnen in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei die erste Gruppe zweimal pro Woche trainierte während die zweite Gruppe nur einmal pro Woche ihr Training absolvierte.

8.1 Fragestellung

Durch die Studie wurde eine Antwort auf folgende Fragen erhofft. Welche Auswirkungen zeigt ein 3-monatiges, medizinisches Krafttrainingsprogramm auf die Kraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur und auf die subjektive Schmerzwahrnehmung bei Patienten mit Rückenschmerzen? Gibt es außerdem einen Unterschied zwischen der Trainingsgruppe, die zweimal pro Woche trainierte und jener Gruppe, die lediglich einmal pro Woche ihr Training durchführte?

8.2 Hypothesenbildung

Folgende statistische Hypothesen ließen sich für meine Diplomarbeit aufstellen. Die Nullhypothese besagt (H_0), dass in beiden Trainingsgruppen vor und nach der 3-monatigen Trainingsperiode zwischen den Maximalkraftwerten der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur und der subjektiv bewerteten Schmerzwahrnehmung kein Unterschied besteht. Die zweite und dritte Nullhypothese (H_{02}, H_{03}) lautet, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Gruppen gibt.

Die Alternativhypotesen (H_1, H_{1-2}, H_{1-3}) behaupten den zu den Nullhypotesen alternativen Sachverhalt bzw. ihre Negation.

Die Formulierungen für meine Auswertungen lauten.

H01: In den einzelnen Trainingsgruppen besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den jeweiligen Parametern (Maximalkraft der Flexoren und Extensoren des Rumpfes; subjektive Schmerzwahrnehmung) vor und nach einem 3-monatigen Krafttraining bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

H02: Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Maximalkrafttest-Ergebnisse zwischen den beiden Trainingsgruppen.

H03: Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität vor und nach einem 3-monatigen Krafttraining zwischen den beiden Trainingsgruppen.

H1: In den einzelnen Trainingsgruppen besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den jeweiligen Parametern vor und nach einem 3-monatigen Krafttraining bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

H1-2: Es besteht ein signifikanter Unterschied bezüglich der Maximalkrafttest-Ergebnisse zwischen den beiden Trainingsgruppen.

H1-3: Es besteht ein signifikanter Unterschied bezüglich der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität vor und nach einem 3-monatigen Krafttraining zwischen den beiden Trainingsgruppen.

- Ein zweimal wöchentlich durchgeführtes medizinisches Krafttraining über eine Dauer von drei Monaten führt zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Rumpfbeuge- als auch der Rumpfstreckmuskulatur bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

- Ein einmal wöchentlich durchgeführtes, medizinisches Krafttraining über eine Dauer von drei Monaten führt nicht oder führt zu einer wesentlich geringeren Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Rumpfbeuge- und der Rumpfstreckmuskulatur bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.
- Ein zweimal wöchentlich durchgeführtes, medizinisches Krafttraining über eine Dauer von drei Monaten führt zu einer Verminderung der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.
- Ein einmal wöchentlich durchgeführtes, medizinisches Krafttraining über eine Dauer von drei Monaten führt nicht oder führt zu einer wesentlich geringeren Verminderung der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität bei Patienten und Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

8.3 Das Studiendesign

Die Studie wurde im Kienbacher Training in Wien Penzing (14.Bezirk) und Stadlau (22.Bezirk) durchgeführt. Die Krafttest-Ergebnisse des Ausgangs- und Endtests und die Werte der subjektiven Befindlichkeit vor und nach dem 3-monatigen Training wurden dokumentiert und mittels des Statistikprogramms 6.0 ausgewertet und miteinander verglichen. Einerseits wurden in den einzelnen Gruppen die Vorher- und Nachherwerte der einzelnen Geschlechter ausgewertet und auf ihre Signifikanz überprüft. Dabei wurden außerdem die Ergebnisse der unterschiedlichen Geschlechter miteinander verglichen. Andererseits wurden die Ergebnisse der ersten und zweiten Gruppen in den unterschiedlichen Geschlechtergruppen miteinander verglichen und bezüglich der Signifikanz überprüft.

Der Anfangstest der Maximalkraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur wurde vor dem Trainingsbeginn bzw. in der ersten Trainingseinheit durchgeführt. Um die relative Muskelkraft der Teilnehmer einschätzen zu können, wurden die Ergebniswerte mit Normwerten von Menschen ohne körperliche Beschwerden und gleichen Alters, Gewichts und Geschlechts verglichen. Nach einem Training über drei Monate wurde der Maximalkrafttest wiederholt und die Ergebnisse dokumentiert. Neben dem Muskelkrafttest wurde, wie schon gesagt, die subjektive Befindlichkeit bezüglich der Rückenschmerzen vor

Trainingsbeginn und anschließend nach drei Monaten mittels Befragung von Seiten des Arztes festgehalten.

8.3.1 Studienteilnehmer

Die Studienteilnehmer waren Kunden und Kundinnen aus dem Kienbacher Trainings Institut, welche dort ihr gesundheitsorientiertes Krafttraining aufgrund von meist chronischen Rückenbeschwerden aufnahmen. Sie erklärten sich für die Testungen und deren Protokollierung einverstanden.

Es wurden insgesamt 102 Probanden und Probandinnen zur Studie hinzugezogen und in zwei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe bestand aus 77 Teilnehmern und Teilnehmerinnen und absolvierte ihr Trainingsprogramm zweimal pro Woche, während sich in der zweiten Gruppe 25 Probanden und Probandinnen befanden, welche nur einmal pro Woche das Institut für ihr Training aufsuchte.

8.3.2 Deskriptive Statistik

Am Beginn der Datenauswertung folgen Tabellen für die beschreibende Statistik. In den nachfolgenden Tabellen werden die persönlichen Daten der einzelnen Gruppen zusammengefasst.

8.3.2.1 Frauen, die zweimal pro Woche trainierten

Die Gruppe jener Frauen, die zweimal pro Woche ihr Training durchführte, setzte sich aus 46 Teilnehmerinnen zusammen, welche durchschnittlich 49,8 Jahre alt, 166 Zentimeter groß und 69,6 Kilogramm waren.

Tabelle 8-1: Deskriptive Statistik jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten

Variable	Deskriptive Statistik Frauen 2x pro Woche					
	Gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	Stdabw.
Alter	46	49,8261	47,5000	40,0000	67,0000	8,24703
Größe	44	166,0682	167,0000	154,0000	180,0000	6,25950
Gewicht	46	69,6304	68,0000	50,0000	114,0000	13,55541

8.3.2.2 Frauen, die einmal pro Woche trainierten

In dieser Gruppe nahmen insgesamt 17 Frauen teil, welche durchschnittlich 48,1 Jahre alt, 165 Zentimeter groß waren und 67 Kilogramm wogen.

Tabelle 8-2: Deskriptive Statistik jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten

Variable	Deskriptive Statistik Frauen 1x pro Woche					
	Gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	Stdabw.
Alter	17	48,1176	45,0000	40,0000	66,0000	8,22255
Größe	17	165,8235	164,0000	157,0000	184,0000	6,75680
Gewicht	17	67,1765	65,0000	54,0000	87,0000	11,25964

8.3.2.3 Männer, die zweimal pro Woche trainierten

Jene Männer, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, wiesen durchschnittlich ein Alter von 52,5 Jahren, eine Größe von 177 Zentimetern und ein Gewicht von 85 Kilogramm auf - es waren insgesamt 31 Teilnehmer.

Tabelle 8-3: Deskriptive Statistik jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten

Variable	Deskriptive Statistik Männer 2x pro Woche					
	Gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	Stdabw.
Alter	31	52,5484	51,0000	41,0000	68,0000	8,58619
Größe	31	177,2903	176,0000	166,0000	187,0000	5,28011
Gewicht	31	85,0645	82,0000	64,0000	112,0000	12,62256

8.3.2.4 Männer, die einmal pro Woche trainierten

Die letzte Gruppe war die Kleinste, da sie nur aus acht Teilnehmern bestand. Diese zeigten ein durchschnittliches Alter von 54,8 Jahren, eine Größe von 180,2 Zentimetern und ein Gewicht von 81,8 Kilogramm.

Tabelle 8-4: Deskriptive Statistik jener Männer, die einmal pro Woche trainierten

Variable	Deskriptive Statistik Männer 1x pro Woche					
	Gült. N	Mittelw.	Median	Minimum	Maximum	Stdabw.
Alter	8	54,8750	57,5000	40,0000	66,0000	10,23213
Größe	8	180,2500	179,5000	173,0000	187,0000	4,83292
Gewicht	8	81,8750	78,0000	66,0000	105,0000	14,00446

Da alle vier Gruppen annähernd gleiche Durchschnittsparameter bezüglich Alter, Größe und Gewicht aufwiesen, konnten sie miteinander verglichen werden. Allerdings muss gesagt werden, dass sie bezüglich ihrer Teilnehmer- und Teilnehmerinnenanzahl sehr unterschiedlich waren, so dass es bei der Auswertung der letzten und kleinsten Gruppe im Bereich der subjektiven Schmerzwahrnehmung Schwierigkeiten gab. Darauf soll aber erst später eingegangen werden.

8.3.3 Gruppeneinteilung

Die Einteilung der Probanden und Probandinnen in die jeweiligen Gruppen ergab sich aus der Trainingshäufigkeit eines jeden einzelnen (ein oder zweimal pro Woche).

8.3.4 Gesamtdauer der Studie

Die Laufzeit der Studie von der Rekrutierung bis hin zur Datenauswertung dauerte insgesamt zwei Jahre, wobei die Datenaufnahme schon in den Jahren 2005 bis 2007 erfolgte, die schriftliche Ausarbeitung in Form dieser Diplomarbeit ging allerdings bis ins Frühjahr 2008 hinein. Die aktive Teilnahme der einzelnen Probanden inklusive Voruntersuchung betrug

mehr als drei Monate, da vor Trainingsbeginn eine ärztliche Untersuchung durchgeführt und nach dem 3-monatigen Training wiederholt wurde. Auch der Maximalkrafttest wurde nach Vollendung des Trainingsprogramms wiederholt, so dass sich bei manchen Probanden kurze Wartezeiten ergaben.

8.3.5 Einschlusskriterien

Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie waren folgende Punkte:

- Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen mussten bezüglich ihrer körperlichen Verfassung für das gesundheitsorientierte Krafttraining und den Maximalkrafttest geeignet sein. Ob dies bei den einzelnen Patienten der Fall war, wurde in einer Voruntersuchung von dem im Institut behandelnden Arzt bestimmt, in welcher außerdem die subjektive Schmerzbefindlichkeit der Kunden und Kundinnen befragt wurde.
- Alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen mussten ein Alter von mindestens 40 und höchstens 68 Jahren erreicht haben.
- Die Probanden und Probandinnen mussten, je nach Zugehörigkeit zur Gruppe, ein einmal oder zweimal wöchentliches Trainingspensum über eine Zeitspanne von 3 Monaten im Institut Kienbacher Training einhalten. Dies wurde mittels Computerprogramm überprüft.
- Alle Trainierenden mussten in der ersten und nach der letzten Trainingseinheit (nach 3 Monaten) den Maximalkrafttest zur Erhebung der Kraft der Flexoren und Extensoren des Rumpfes durchführen.
- Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen wurden aufgefordert, nach dem 3-monatigen Training die ärztliche Untersuchung zu wiederholen, um eine mögliche Veränderung der Werte der subjektiven Schmerzbefindlichkeit dokumentieren zu können.

8.3.6 Ausschlusskriterien

Folgende Patienten und Patientinnen wurden aus folgenden Gründen aus der Studie ausgeschlossen:

- Probanden und Probandinnen, die aufgrund ihrer körperlichen Verfassung für ein Krafttraining oder den Maximalkrafttest nicht geeignet waren – zum Beispiel Patienten oder Patientinnen mit akuten Schmerzen.
- Teilnehmer und Teilnehmerinnen, die das vorgegebene Trainingspensum nicht einhalten konnten.
- Probanden und Probandinnen, die von vornherein eine Gesamttrainingsdauer von 3 Monaten nicht einhalten konnten.

8.3.7 Abbruchkriterien

In folgenden Fällen kam es zu einem Abbruch der Teilnahme an der Studie:

- Teilnehmer und Teilnehmerinnen, die während der Studienzeit Verletzungen, Erkrankungen oder akute Schmerzen erlitten.
- Probanden und Probandinnen, welche das Trainingspensum nicht einhalten konnten.
- Probanden und Probandinnen, die aus persönlichen Gründen um einen Abbruch batzen.
- Trainierende, bei denen der behandelnde Arzt einen Abbruch empfahl.
- Trainierende, welche die Wiederholung des Maximalkrafttests nach Absolvierung des 3-monatigen Trainings nicht durchführten.

8.3.8 Methodik

Wie schon gesagt, wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen eingeteilt. In den jeweiligen Gruppen wurden die Vorher- Nachher-Werte verglichen und ihre Signifikanz überprüft.

Außerdem wurden die Ergebnisse der Geschlechter der ersten Gruppe mit denen der zweiten Gruppe verglichen, um herauszufinden, ob die Trainingshäufigkeit für die Auswirkungen des Trainingsprogramms ausschlaggebend war.

Neben den Maximalkraftwerten wurde außerdem die subjektive Schmerzwahrnehmung vor und nach der 3-monatigen Trainingsperiode verglichen. Auch dabei wurde der Gruppenvergleich hinzugezogen.

8.3.9 Statistisches Verfahren

Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm Statistica 6.0 (Statsoft, INC USA) in Anspruch genommen. Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, wurden die Daten im Microsoft Excel eingegeben und anschließend in das Statistikprogramm übertragen.

Für die Auswertungen bzw. die Überprüfung der Signifikanzen in den einzelnen Sparten wurde je nach Bedarf entweder der t-Test oder der Wilcoxon-Test hinzugezogen.

8.4 Maximalkrafttest

Es gibt verschiedene Arten von Maximalkrafttests. Neben isometrischen Krafttests gibt es außerdem die Möglichkeit, die maximale willkürliche Kraft eines Menschen mittels dynamischen Krafttests zu messen. Im Folgenden soll aber nur auf den Bereich der isometrischen Maximalkrafttests näher eingegangen werden, da nur diese in der angeführten Studie verwendet wurden und somit relevant sind.

Die Durchführung von isometrischen Krafttests beschränkt sich bislang auf jene Verfahren, welche mit äußeren Widerständen, wie zum Beispiel Gewichtsmanschetten, Hanteln oder Kraftmaschinen, arbeiten. Diese Krafttests ergeben ein ablesbares Ergebnis, wie zum Beispiel maximal 2 kg oder 300 Newton (Radlinger et al.; 1998).

Um dabei keine unwillkürlichen Kräfte (Dehnungsverkürzungszyklus, Muskelelastizität) wirksam zu machen, um welche es in einem statischen Maximalkrafttest nicht geht, erfolgte

die Kraftentwicklung zu Beginn der Messung nicht schlagartig, sondern wurde rasch gesteigert.

Bei einer optimalen Messzeit von sechs Sekunden bei isometrischen Tests ist daher abzuleiten, dass es mindestens zwei bis vier Sekunden dauert, bis die maximale isometrische Spannung aufgebaut werden kann.

Neben dem isometrischen Maximalkrafttest kann auf diese Weise ebenfalls die Maximalkraftausdauer bestimmt werden, wobei allerdings beachtet werden muss, dass die Messzeit im typischen Bereich der anaeroben-alaktaziden Leistungsfähigkeit (mindestens 10 und maximal 30 Sekunden) liegen muss. Ein weiterer Test, der auf die gleiche Weise durchgeführt werden kann, ist der Test für die statische anaerobe-laktazide Kraftausdauer. Dabei muss die Messzeit zwischen 45 und 90 Sekunden liegen.

Irrelevant welchen der oben genannten Tests man durchführen möchte – es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Ausgangsstellung und die Applikation des Kraftaufnehmers (Widerstand) eindeutig sind und im Sinn einer Standardisierung bei jeder erneuten Messung gleich bleiben. Nur so wird die Vergleichbarkeit der Messwerte gewährleistet. (Radlinger et al.; 1998)

8.5 Ablauf des Maximalkrafttests

Wie schon erwähnt, wurde vor dem Maximalkrafttest eine ärztliche Untersuchung durchgeführt, bei welcher beschlossen wurde, ob der jeweilige Patient bzw. die jeweilige Patientin für ein gesundheitsorientiertes Krafttraining und den Maximalkrafttest im Kienbacher Training geeignet war.

Nach der Einwilligung des Arztes wurde in der ersten Trainingseinheit vor Erstellung des Trainingsprogramms der Krafttest der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur durchgeführt. Anschließend wurde der Trainingsplan den Ergebnissen der Testung angepasst. Wenn zum Beispiel die Rumpfbeugemuskulatur deutlich schwächer war, als die Rumpfstreckmuskulatur – bzw. sie nicht in einem angemessenen Verhältnis standen – wurde das Trainingsprogramm für die Bauchmuskulatur verstärkt.

Nach einem 3-monatigen Training, welches mittels Computerprogramm genau dokumentiert wurde (Anwesenheit, Einhaltung des Plans,...) wurde der Krafttest wiederholt und die Ergebnisse der ersten und der zweiten Testung miteinander verglichen.

8.5.1 Der isometrische Maximalkrafttest

Es gibt, wie schon erwähnt, verschiedene Arten, einen Maximalkrafttest durchzuführen. In unserem Institut haben wir uns für einen isometrischen (statischen) Test entschieden. Wie Radlinger et al. 1998 vorschlugen, wurde auch im Kienbacher Training ein ca. 6 Sekunden langer Test durchgeführt. Die Probanden und Probandinnen sollten dabei mit Beginn der Messung gegen den Widerstand eine möglichst hohe Kraft aufbringen (wobei diese nicht ruckartig aufgebaut werden sollte) und diese über ungefähr sechs Sekunden maximal halten. (Radlinger et al.; 1998)

Das Kraftmessgerät wurde individuell auf die Teilnehmer und Teilnehmerinnen eingestellt, wobei die Winkelposition der Hüft- und Kniegelenke bei allen Probanden und Probandinnen dieselbe war – und zwar wie im 5. Kapitel festgehalten 90°. Die Fuß- bzw. Beinposition und die Rückenrolle musste je nach Körpergröße des und der Trainierenden angepasst werden. Die Fußteilposition wurde so eingestellt, dass sowohl der Hüft- und Knie- als auch der Sprunggelenkwinkel 90 Grad betragen. Die Höhenposition der Rückenrolle wurde so eingestellt, dass der Mittelpunkt der Rolle auf Höhe des Angulus inferior scapulae des Probanden und der Probandin auflag. Die Werte der genannten Positionen wurden im Computerprogramm festgehalten, so dass die Ausgangsstellungen im Sinne einer Standardisierung beim Wiederholungstest (nach 3 Monaten) gleich blieben.

Sowohl der Test der Rumpfbeugemuskulatur als auch jener der Rumpfstreckmuskulatur wurde zweimal hintereinander durchgeführt, wobei zwischen den beiden Versuchen eine 30-sekündige Pause eingehalten wurde.

Vor Beginn der ersten Testung wurde der Proband bzw. die Probandin aufgefordert, einen submaximalen Probendurchgang durchzuführen, um ihn bzw. sie auf die Testsituation vorzubereiten und um die Geräteeinstellungen ein letztes Mal bezüglich ihrer Richtigkeit zu kontrollieren. Anschließend wurden die Probanden und Probandinnen unter Anleitung des Testers aufgefordert, mit ansteigender Anstrengung bis hin zur maximalen Anstrengung gegen die Polsterung zu drücken, wobei das Kraftmaximum ungefähr drei Sekunden gehalten werden musste. Bei starker Abweichung der Testwerte voneinander oder explosiven Krafteinsätzen wurde ein dritter Versuch angesetzt und der Richtigere gewertet. Im Falle erkennbarer Fehler in der Ausführung, wie Anheben der Ferse, Unterstützung der Bewegung durch die Arme, Druck in falscher Richtung, Einrollen des Oberkörpers, Vordrücken der Schultern, Abheben des Gesäßes, Aufheben der Lendenlordose und nicht

maximale Anstrengung, wurde das Wertepaar für Flexion und Extension nicht gewertet und ein erneuter, korrekter Versuch durchgeführt.

Für die Dokumentation bzw. Auswertung wurden nur korrekt ausgeführte Tests herangezogen und von den jeweiligen Ergebnispaaren die besseren Werte in Verwendung genommen.

Um physisch auf den Test vorbereitet zu sein, wurden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen gebeten, sich fünf Minuten am Fahrradergometer aufzuwärmen und anschließend noch jeweils einen Satz mit zwanzig Wiederholungen am Kraftgerät für die Flexoren und die Extensoren des Rumpfes mit submaximaler Intensität durchzuführen.

Die Ergebnisse der Krafttests wurden sowohl im Computersystem, auf der jeweiligen Patientenkartei als auch auf einem Krafttestformular dokumentiert.

8.5.2 „Total Trunk“

„Total Trunk“ ist der Name des Krafttestgerätes, welches in der im Folgenden angeführten Studie zur Verwendung kam. Mit Hilfe dieses Gerätes konnten die Probanden und Probandinnen mittels eines 5 Sekunden-Tests auf ihre isometrische Maximalkraft der Rumpfbeuge- als auch der Rumpfstreckmuskulatur getestet werden.

8.5.3 Das Testgerät

Das Testgerät Total Trunk ist ein spezielles Rumpfmuskeltrainingsgerät der Firma Technogym, das mit einem Rechner verbunden ist. Das System wurde zur Ausführung von Messungen der Kraft sowie von Übungen zum Wiederaufbau und zur Tonifizierung der Muskulatur konzipiert. Aufgrund seiner spezifischen Konzeption und seiner technischen Leistungseigenschaften kann mit diesem Gerät über Ausführung von Kontraktionen mit isometrischem, isotonischem und elastischem Widerstand sowohl die Beugemuskulatur als auch die Streckmuskulatur des Rumpfes trainiert werden. Wenn das Programm (Technogym Measurement and Evaluation Software) aktiviert wurde, werden alle bei der Streckung und Beugung entstehenden Kräfte in einer Kraftmesszelle gespeichert und auf dem Display des Computers abgebildet.



Abbildung 2: "Total Trunk" Testgerät (Kienbacher Training Penzing)

Bei den isometrischen Maximalkrafttests soll eine Bewegung ohne Bewegung und somit ohne Annäherung der Gelenke zueinander durchgeführt werden. Um dies zu gewährleisten muss der Schubregler (B) in einer genau festgelegten Position blockiert werden.

Getestet wird die Kraft der thorakolumbalen Rumpfmuskulatur in Extension und Flexion. Die zur Benutzung des Gerätes vorgeschriebene Körperhaltung (Ausgangsstellung) ist bei allen Übungen, die ausgeführt werden sollen, identisch. Um die Identität der Einstellungen bei jeder Messung zu gewährleisten, werden die Einstellungen am Computer gespeichert, so dass sie bei jeder neuen Messung problemlos aufgerufen werden können und somit ohne Aufwand zur Verfügung stehen.

Der Therapeut nimmt folgende Einstellungen vor:

- Höhe des Sitzes (A), so dass der Mittelpunkt der Rotation des Gerätes (Y) auf der Höhe der Spina iliaca anterior superior (Beginn der Crista iliaca – Darmbeinkamm) liegt.
- Höhe und Tiefe des Trittbretts (R), so dass im Hüft- als auch im Kniegelenk ein 90° Winkel erreicht wird.
- Fixieren der Winkelposition in Hüfte und Knie, indem um den Oberschenkel ein Gurt (E) festgezogen wird und zwei gepolsterte Kniestützen (Q) so eingestellt werden, dass das Polster den oberen Abschnitt der Kniescheibe berührt. Mit einem Handrad kann der Druck der Kniestützen auf der sagittalen Ebene eingestellt werden.
- Höhe des Rückenrollwiderstandpolsters (Rolle oberhalb des Buchstabens Y), so dass sich der Mittelpunkt der Rolle auf Höhe des Angulus inferior scapulae (unterer Schulterblattwinkel) befindet.

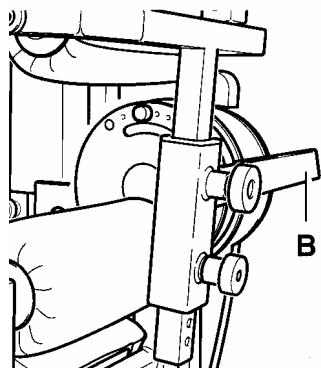


Abbildung 3: Total Trunk Schubregler (Kienbacher Training Penzing)

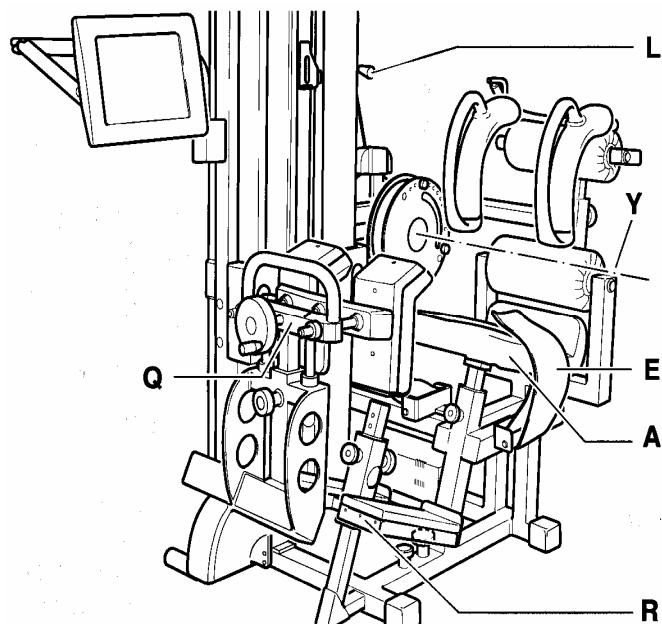


Abbildung 4: Total Trunk Einstellungen (Kienbacher Training Penzing)

9 Das Trainingssystem

In den Kienbacher Trainingsinstituten wird das Trainingsprogramm der Probanden und Probandinnen mittels eines Computerprogramms überwacht. Durch das „Wellness System“-Programm ist es möglich, jedes durchgeführte Training der Teilnehmer und Teilnehmerinnen zu überprüfen. Es kann beobachtet werden, wann, wie lange, wie oft und mit welchen Gewichten trainiert wurde. Es ist also möglich, genau zu überprüfen, ob die Probanden und Probandinnen ihr Trainingspensum wirklich korrekt absolvierten.

Um fehlerhafte Übungsausführungen zu verhindern, ist jedes einzelne Technogym-Gerät mit einem kleinen Computer ausgestattet, an welchen ein so genannter „Schlüssel“

angeschlossen wird, der jedem einzelnen Probanden bzw. einzelner Probandin verrät, welches Gewicht zu verwenden ist, welche Einstellungen am Gerät vorgenommen werden müssen und mit welchem Umfang sie die Bewegung ausführen müssen. Dieser „Schlüssel“ ist eine Art USB-Stick, auf welchem der individuelle Trainingsplan eines jeden Teilnehmers und jeder Teilnehmerin gespeichert wird. Beim ersten mit einem Trainer begleiteten Training werden die individuellen Geräte-Einstellungen, Gewichte und Bewegungsumfänge gewählt und so für alle nachfolgenden Trainingseinheiten gespeichert. Der Proband bzw. die Probandin muss so lediglich den „Schlüssel“ an den am Gerät befestigten Computer anschließen und kann die für ihn bzw. sie gespeicherten Daten ablesen. So wird gewährleistet, dass der Bewegungsumfang richtig ausgeführt wird (sowohl durch den ablesbaren, vorgegebenen Bewegungsumfang als auch durch das Ablesen der Geräteeinstellungen), dass mit den korrekten Gewichten trainiert wird und, dass die Übungen nicht zu schnell durchgeführt werden. Die korrekte Geschwindigkeit der Bewegungen kann ebenfalls vom Computer abgelesen werden, da diese durch einen Geschwindigkeitsbalken bei jeder einzelnen Wiederholung angezeigt wird. Sobald dieser Balken in den roten Bereich hineinragt, wissen die Trainierenden, dass sie die Geschwindigkeit etwas reduzieren müssen, um den gewünschten Reiz auf die Muskulatur bewirken zu können und möglichen Verletzungen vorzubeugen.

Neben den Kraftgeräten sind auch die Herz-Kreislauf-Geräte, wie das Radergometer, der Stepper und der Crosstrainer mit diesem Computersystem ausgestattet. Es wäre also neben dem Krafttraining auch möglich, ein kontrolliertes Ausdauertraining durchzuführen, was allerdings in dieser Studie außer Sicht gelassen wurde. Die Ausdauertrainingsgeräte dienten lediglich einem fünf- bis zehnminütigen Aufwärmen. Allerdings wurde selbst für diese kurze Zeitspanne die Wattanzahl am Schlüssel gespeichert, so dass die Probanden und Probandinnen nicht in Versuchung gerieten, das Aufwärmen mit einer zu hohen Intensität durchzuführen.

9.1 Das Trainingsprogramm

Um ein besseres Verständnis zu schaffen und die Vorstellung zu erweitern, wird im Folgenden ein Trainingsprogramm eines Teilnehmers dargestellt, welcher als Proband in der Gruppe jener teilnahm, welche zweimal pro Woche trainierten.

Im Allgemeinen sind die Trainingspläne miteinander vergleichbar und sehr ähnlich. Nur in Ausnahmefällen konnten manche Geräte nur isometrisch oder gar nicht ins Programm miteinbezogen werden. Falls dies der Fall war, wurden zum Ausgleich Ersatzübungen am Boden mit dem Theraband oder dem Gymnastikball angehängt.

9.1.1 Die Trainingsmethode

Als Trainingsmethode diente ein Kraftausdauertraining, welches individuell auf die Gesundheits- und Trainingszustände der Teilnehmer und Teilnehmerinnen erstellt wurde. Die Gründe für die Wahl dieser Trainingsmethode wurden in Kapitel 1.2.2. erläutert.

9.1.2 Struktur der Trainingseinheiten

Begonnen wurde das Training jeweils mit einem kurzen Aufwärmprogramm auf einem der Ergometer. Dabei konnten sich die Probanden und Probandinnen zwischen einem Fahrradergometer, einem Stepper und einem Ellipsentrainingsgerät entscheiden. Das Aufwärmen nahm zwischen 5 und 10 Minuten in Anspruch.

Anschließend führten die Teilnehmer Übungen an den Technogym-Trainingsgeräten bzw. mit dem Theraband, Gymnastikball oder mit dem eigenen Körpergewicht durch. Zum Abschluss absolvierten sie ein individuelles Dehnungs-, Mobilisierungs- und/oder Entspannungsprogramm.

9.1.3 Trainingsintensität

In den ersten Trainingseinheiten wurde die Trainingsintensität gering gehalten, um mögliche Überbeanspruchung auszuschließen. Die individuelle Wahl der Trainingsgewichte wurde aufgrund der Vorbelastungen der Patienten und Patientinnen nicht mittels Einwiederholungsmaximum, sondern mittels Befragung der Trainierenden ermittelt. Das heißt, es wurde ihnen erklärt, dass die Muskulatur nach dem ersten durchgeführten Satz deutlich zu spüren sein sollte, sie sollten also eine deutliche Erschöpfung der Muskulatur wahrnehmen. Wenn das nicht der Fall war, wurde das Gewicht um 2,5 Kilo erhöht, bis die

Trainierenden letztendlich eine Beanspruchung in der Muskulatur wahrnehmen konnten. Es muss beachtet werden, dass die Teilnehmer und Teilnehmerinnen alle vorbelastet waren und der Muskelaufbau dementsprechend langsam in Angriff genommen werden musste. Nach einem Gewöhnungstraining, das je nach Trainingszustand zwischen zwei und vier Wochen dauerte wurden die Gewichte in der Regel erhöht. Im Falle auftretender Beschwerden, wurde das Gewicht wieder so weit reduziert, dass die Patienten und Patientinnen ihr Training ohne Schmerzen fortsetzen konnten und das 3-monatige Trainingsprogramm nicht abbrechen mussten. Die Erhöhung der Gewichte erfolgte nicht rein durch die Trainer, sondern wurde teilweise auch auf Wunsch der Trainierenden durchgeführt, wenn diese keinerlei oder zu geringe Anstrengung bzw. Erschöpfung in der Muskulatur verspürten.

Das Trainingsprogramm wurde aber nicht nur durch eine Steigerung bezüglich der Intensität ausgeweitet, sondern in manchen Fällen auch durch die Steigerung des Trainingsumfanges, indem zum Beispiel nach der besagten Gewöhnungsphase zusätzliche Übungen mit dem Theraband, dem Gymnastikball oder am Boden mit dem eigenen Körpergewicht miteinbezogen wurden.

Im Folgenden sollen, wie schon gesagt, als Beispiel die einzelnen Übungen eines Trainingsprogramms vorgestellt werden. Bei jedem Gerät wurden mindestens zwei Sätze mit fünfzehn bis zwanzig Wiederholungen durchgeführt. Jene Übungen, bei denen Pobanden und Probandinnen starke Kraftdefizite aufwiesen, wurden in den meisten Fällen durch einen dritten Satz forciert, um das Defizit so gut wie möglich auszugleichen. Das Trainingsprogramm beinhaltete in der Regel zwischen acht und zehn Übungen – je nach individuellen Beschwerden und Trainingszustand.

9.1.4 Aufwärmen

Wie schon erwähnt, wurde zwischen fünf und zehn Minuten aufgewärmt, wobei sich die Trainierenden zwischen drei verschiedenen Ergometern entscheiden konnten. Im aufgeführten Trainingsprogramm entschied sich der Patient für das Fahrrad-Ergometer, auf welchem er 10 Minuten bei einer Wattanzahl von 90 Watt seinen Kreislauf in Schwung brachte. Besonders geachtet wurde beim Aufwärmen vor allem darauf, dass sich die

Patienten und Patientinnen nicht übernahmen. Deshalb wurde die Wattanzahl so gewählt, dass sie nebenbei mit den Trainern plaudern konnten, sie also nicht außer Atem kamen.

9.1.5 „Lower Back“ (Rumpfextensoren)

Mit diesem hier angeführten Gerät wird vor allem der untere Anteil der Rumpfextensoren beansprucht. Welche Muskeln für die Rumpfextension kontrahiert werden müssen, kann aus Kapitel 2.2.3.2. entnommen werden.

Wesentlich ist bei der Bewegungsausführung die aufrechte Sitzposition, das heißt eine anatomisch richtige Streckung der Wirbelsäule. Um diese zu unterstützen, wurden die Trainierenden gebeten, ihre Arme neben dem Körper wegzustrecken und die Handflächen nach vorne zu drehen, so dass die Daumen lateral lagen. Durch diese Position kommt es zu einer leichten Wanderung der Schulterblätter Richtung Wirbelsäule und somit zu einer aufrechteren Sitzhaltung.

9.1.6 „Abdominal Crunch“ (Rumpfflexoren)

Mit dem so genannten „Abdominal Crunch“ werden die Rumpfflexoren beansprucht bzw. gekräftigt. Welche Muskeln im Einzelnen dafür notwendig sind, kann im Kapitel 2.2.3.3. nachgeschlagen werden.

Auch hier ist besonders darauf zu achten, dass die Bewegungsausführung mit geradem Rücken ausgeführt wird. Das heißt, das Nach-Vorne-Neigen soll nicht in Richtung Nabel, sondern eher in Richtung Knie erfolgen. Sowohl die erste als auch diese Übung könnten auch mit einer runden Bewegung – also mit einer Auf- bzw. Einrollbewegung – ausgeführt werden, allerdings ist dies gerade bei Wirbelsäulenpatienten nicht zu empfehlen. Was vor allem beachtet werden sollte, ist, dass die Patienten durch die Bewegungsausführung mit aufrechtem Oberkörper mit der Zeit eine bessere Wahrnehmung bezüglich ihrer Steh- und Sitzposition entwickeln. Das heißt, es wurde neben dem Krafttraining auch versucht, den Trainierenden zu einer besseren Körperwahrnehmung ihrer selbst zu verhelfen. Mit der Zeit

wurde ihnen laut der Aussagen einiger Patienten und Patientinnen bewusster, wann sie gerade saßen und wann nicht.

9.1.7 „Rotary Torso“

Mit dem „Rotary Torso“ werden jene Muskeln trainiert, welche für die Rumpfrotation benötigt werden. Auch diese können aus dem Kapitel 2.2.3.5 entnommen werden.

Wie auch bei den erstgenannten Geräten ist ebenso bei dieser Trainingsmaschine die aufrechte Haltung Voraussetzung. Neben der aufgerichteten Sitzposition sollte das Becken stabil gehalten werden, in dem der Polster zwischen den Knien zusammengedrückt und die Lendenwirbelsäule leicht an den Stützpolster gedrückt wird. Der Kopf sollte während der gesamten Bewegung mit Blick nach vorne mit der Rotation mitgeführt werden, aber keine eigene Bewegung also Drehung ausführen.

9.1.8 „Adductor“ (Adduktoren)

Wie schon erwähnt, wurden nicht nur ausschließlich Übungen für die wirbelsäulenstabilisierende Muskulatur direkt, sondern für den gesamten Bewegungsapparat durchgeführt.

Mit dem so genannten „Adductor“ wird, wie der Name schon sagt, die Adduktoren-Kette gekräftigt, auf welche hier aber nicht weiter eingegangen werden soll.

Um die Körperwahrnehmung bezüglich der aufrechten Sitzposition auch bei diesen Übungen nicht aus den Augen zu lassen, wurden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen aufgefordert, es sich nicht an der Lehne bequem zu machen, sondern die Bewegung mit einer aufrechten Sitzhaltung durchzuführen. Um diese zu forcieren, wurden die Arme neben dem Körper weggestreckt und die Handflächen nach vorne gedreht, so dass die Daumen lateral lagen.

9.1.9 „Abductor“ (Abduktoren)

Wie auch hier der Name verrät, werden bei diesem Gerät die Abduktoren trainiert, welche für die Stellung des Beckens und somit auch der Wirbelsäule (vor allem der Lendenwirbelsäule) mitverantwortlich sind, hier aber trotzdem nicht detailliert Erwähnung finden sollen. Wie auch beim „Adductor“ ist die Bewegung in aufrechter Sitzposition durchzuführen und eventuell als Hilfestellung die weggestreckte Armhaltung hinzuzuziehen.

9.1.10 „Leg Press“

Die Beinpresse ist ein sehr vielseitiges Gerät. Es spricht sowohl die vordere, die hintere als auch Teile der Gesäß- und Wadenmuskulatur an. Auf eine genaue Beschreibung der Muskeln wird auch hier im Folgenden nicht eingegangen.

Bei diesem Gerät ist besonders darauf zu achten, dass sich der Kniewinkel nie unter 90 Grad bewegt und die Knie immer in einer geraden Linie mit Sprunggelenk und Hüftgelenk geführt werden. Das heißt ein „X“ oder „O“ der Beine ist zu vermeiden. Des weiteren dürfen die Knie beim Wegdrücken von der Wand nie ganz durchgestreckt werden, sondern sollen auch in der Endposition noch leicht gebeugt sein.

Die Beinpresse kann vor allem bei Beschwerden im Lendenwirbelsäulenbereich zu unangenehmen Schmerzen führen. War dies der Fall, wurde auf Ersatzübungen zurückgegriffen.

9.1.11 „Upper Back“ (Schultergürtel, Schulterblattfixatoren)

Beim „Upper Back“ wird ebenfalls eine Vielzahl von Muskeln trainiert. Für die Wirbelsäule besonders relevant sind dabei die Schulterblattfixatoren und für die Stabilisation der Halswirbelsäule unter anderem der Trapez-Muskel. Außerdem soll das Kräftigen des Schultergürtels zu einer aufrechten Haltung beitragen.

Bei der Ausführung dieser Übung wird sowohl besonders auf einen geraden Rücken geachtet als auch auf die korrekte Position der Füße, welche mit der gesamten Sohle am Boden stehen mussten. So wird gewährleistet, dass das Körpermengewicht nicht auf der Lendenwirbelsäule lastet, sondern zum Großteil mit den Beinen aufgefangen wird und die Bandschieben in ihrer anatomisch korrekten Position belastet werden.

Besonders zu beachten ist außerdem die Haltung der Ellbogen, welche während der Bewegung auf Höhe der Schultern gehalten werden sollte. Die Trainierenden wurden außerdem aufgefordert, bei der Rückführung der Arme die Schulterblätter bewusst Richtung Wirbelsäule zu führen.

Um eventuelle Verspannungen in der Halswirbelsäule zu vermeiden, sollte der Blick nach vorne gerichtet und der Kopf in der Verlängerung der Wirbelsäule gehalten werden.

9.1.12 „Vertical Traction“ (Latissimus Dorsi)

Dieses Gerät ist vor allem für die Kräftigung des Musculus Latissimus Dorsi gedacht, welcher den erhobenen Arm senkt und ihn adduziert. Indem er den Arm senkt, ist er auch für die aufrechte Haltung mitverantwortlich. (Platzer.; 2003) Nach Aussagen vieler Patienten und Patientinnen wird das Gerät außerdem als angenehm empfunden, da sie dabei eine Streckhaltung einnehmen müssen.

Besonders zu beachten ist hier wie auch bei allen anderen Trainingsmaschinen die Sitzposition. Die Trainierenden wurden aufgefordert, ihren Oberkörper ein Stück von der Lehne fernzuhalten, so dass sie eine aufrechte Sitzhaltung einnahmen. Um ein Hohlkreuz zu vermeiden, welches beim Hinaufstrecken der Arme oft eine Fehlhaltung darstellt, wurden die Teilnehmer und Teilnehmerinnen gebeten, die Lendenwirbelsäule leicht Richtung Lehne zu drücken, so dass die untere Bauchmuskulatur angespannt werden musste und dadurch ein Hohlkreuz vermieden wurde. Wie auch beim „Upper Back“ wurde darauf geachtet, dass die Füße mit der gesamten Sohle auf dem Boden standen und nicht herangezogen wurden und, dass der Blick nach vorne gerichtet wurde, um eine Rotation in der Halswirbelsäule zu vermeiden.

9.1.13 Zusatzübung mit dem eigenen Körpergewicht

Bei manchen Teilnehmern und Teilnehmerinnen wurde wie schon erwähnt auf Zusatzübungen zurückgegriffen, um entweder eine aufgrund von Beschwerden nicht ausführbare Trainingsmaschine zu ersetzen oder um ein sehr starkes, muskuläres Defizit auszugleichen.

Bei diesem Beispiel werden sowohl die gesamte Rückenstreckmuskulatur als auch die Muskulatur des Schultergürtels gekräftigt. Die Trainierenden hatten die Aufgabe, sich bauchwärts auf den Boden zu legen und den Blick auf den Boden zu richten, so dass der Kopf ganz leicht von der Unterfläche abgehoben werden musste. Dadurch wurde gewährleistet, dass die gesamte Wirbelsäule in einer geraden Position gehalten wurde und somit eine Rotation oder Überstreckung vermieden wurde. Gegebenfalls wurde unter den Bauch ein zusammengerolltes Handtuch gelegt, um eine Hyperlordose zu vermeiden. Die Bewegungsausführung beschränkte sich auf die Arme, welche in einem 90 Grad-Winkel im Ellbogen- und Schultergelenk leicht vom Boden abgehoben und wieder gesenkt wurden, jedoch ohne die Unterfläche zu berühren. Die Konzentration sollte dabei vor allem auf den Schulterblättern liegen, da es galt, diese Richtung Wirbelsäule zusammenzuführen. Nach 15 bis 25 Wiederholungen – je nach Trainingszustand – wurde eine 30-sekündige Pause eingelegt und ein zweiter, in manchen Fällen auch dritter Satz durchgeführt.

9.1.14 Abschluss

Zum Abschluss der einzelnen Trainingseinheiten wurde in den meisten Fällen ein leichtes Dehnprogramm durchgeführt, begleitet von Entspannungs- bzw. Mobilisierungsübungen.

10 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel wird vor dem Bericht der Ergebnisse und der Interpretation auf die statistischen Methoden, die zur Auswertung verwendet wurden, eingegangen.

10.1 Statistische Auswertung

Zur Auswertung der Daten wurde das Statistikprogramm „Statistica 6.0“ verwendet. Die Daten wurden zuvor im Microsoft Excel Programm eingegeben und daraufhin in das Statistica-Programm kopiert, um anschließend die Auswertung durchführen zu können.

Im Statistica 6.0 Programm stehen verschiedene, statistische Auswertungsverfahren zur Überprüfung von Unterschieden zu Verfügung. Neben der deskriptiven Statistik wurden die Daten in dieser Studie entweder mit einem t-Test oder mit einem Wilcoxon-Test ausgewertet und auf ihre Signifikanz überprüft. Auf die einzelnen Testverfahren wird später noch kurz eingegangen.

Bei dieser Untersuchung handelt es sich um einen Vorher-Nachher-Vergleich (Parameter vor und nach dem Training). Es wurden Daten an einer Stichprobe zweimal erhoben, wobei besonders darauf geachtet wurde, dass der Eingangstest und der Ausgangstest in gleicher Art und Weise durchgeführt wurden. In diesem Fall standen also immer Messwertpaare mit je einem Element aus beiden Stichproben zur Auswertung zur Verfügung. Das heißt, es handelte sich um abhängige Daten bzw. Messungen. Es war zu überprüfen, ob die Differenz innerhalb dieser Paare im Mittel signifikant von Null abweicht oder nicht.

Neben der Prüfung der abhängigen Stichproben, wurde außerdem der Unterschied der Messwertergebnisse zwischen den beiden Gruppen auf ihre Signifikanz überprüft. Das heißt, es fand in diesem Fall eine Testung mit zwei unabhängigen Stichproben statt. Es wurde überprüft, ob die Differenz der beiden Gruppen im Mittel signifikant von Null abweicht oder nicht.

10.1.1 Der t-Test

Der t-Test ist eigentlich ein beliebiger Hypothesentest mit normalverteilten Testprüfgrößen. Der t-Test wird zum Testen von Hypothesen über Erwartungswerte einer oder zweier Stichproben aus normalverteilten Grundgesamtheiten mit unbekannter Standardabweichung verwendet. Die Voraussetzung für die Anwendung dieses Testverfahrens ist die Normalverteilung der Daten. Wenn diese nicht vorliegt, kann als Ersatz ein nichtparametrischer Test, wie zum Beispiel der Wilcoxon Test angewendet werden.

Im vorliegenden Fall wurde der t-Test angewendet, um in der Gruppe mit jenen Frauen, die zweimal pro Woche trainierten einen Vorher-Nachher-Vergleich zu erstellen und ihn auf Signifikanz zu überprüfen.

Da sich die Gruppengröße der anderen drei Gruppen als zu gering erwies und somit keine Normalverteilung ertestedet werden konnte, wurde bei diesen der Wilcoxon Test angewendet.

Zur Überprüfung der Signifikanz der Ergebniswerte zwischen den beiden Trainingsgruppen wurde ebenfalls der t-Test für zwei unabhängige Stichproben angewendet.

Zur Beurteilung der Frage, ob die Nullhypothese anzunehmen oder zu verwerfen war, half das Ergebnis der Signifikanz. Als Richtwert konnte hier 0,05 angenommen werden, das heißt, war der Wert kleiner als 0,05 so wurde die Nullhypothese verworfen. (Willimczik.; 1993)

10.1.2 Der Wilcoxon Test

Der Wilcoxon Test – auch Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test genannt – ist ein statistischer Test für die Häufigkeitsverteilung gepaarter Stichproben. Er ergänzt den Vorzeichentest, da er nicht nur die Richtung der Differenzen, sondern auch die Stärke der Differenzen zwischen zwei gepaarten Stichproben berücksichtigt. Man hat also bei zwei Stichproben (Vortest-Nachtest) ein bestimmtes Merkmal gemessen und möchte wissen, ob sich die beiden Messwerte signifikant voneinander unterscheiden. (Bös.; 2000, S.136)

Der genannte Test ist unabhängig vom Verteilungstyp und wird daher als nichtparametrisch bezeichnet.

Im vorliegenden Fall wurde mit dem Wilcoxon Test die Signifikanz der Unterschiede zwischen Vortest und Nachtest bei den drei folgenden Gruppen angewendet:

- Männer, die zweimal pro Woche trainierten
- Frauen, die einmal pro Woche trainierten
- Männer, die einmal pro Woche trainierten.

Auch hier wurde zur Beurteilung der Frage, ob die Nullhypothese anzunehmen oder zu verwerfen war, das Ergebnis der Signifikanz herangezogen. Als Richtwert galt auch hier der 0,05 Richtwert, das heißt war der Wert kleiner als 0,05 konnte die Nullhypothese verworfen werden.

10.2 Prüfstatistik

Im Folgenden wird auf die Ergebnisse der statistischen Auswertung und ihre Interpretation eingegangen. Zuerst werden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen und anschließend jene der Gruppenvergleiche präsentiert.

Zur Auswertung der Veränderungen der Schmerzparameter (momentanes subjektives Schmerzempfinden und stärkstes subjektives Schmerzempfinden der letzten 2 Wochen) muss gesagt werden, dass nicht alle Probanden und Probandinnen zur Wiederholungsuntersuchung, in deren Rahmen das subjektive Schmerzempfinden dokumentiert wurde, erschienen sind und somit die statistisch korrekte Auswertung erschwert wurde. In der Gruppe jener Männer, die nur einmal pro Woche trainierten, war die Zahl der Probanden, die an der Wiederholungsuntersuchung teilnahmen, so gering, dass keine statistisch korrekte Auswertung möglich war und somit für diese Gruppe für die Schmerzparameter keine Daten vorliegen. Aufgrund dieser Problematik konnte im Bereich der subjektiven Schmerzempfindung kein Vergleich zwischen den beiden männlichen Gruppen präsentiert werden.

10.2.1 Ergebnisse der Gruppe, die zweimal pro Woche trainierte

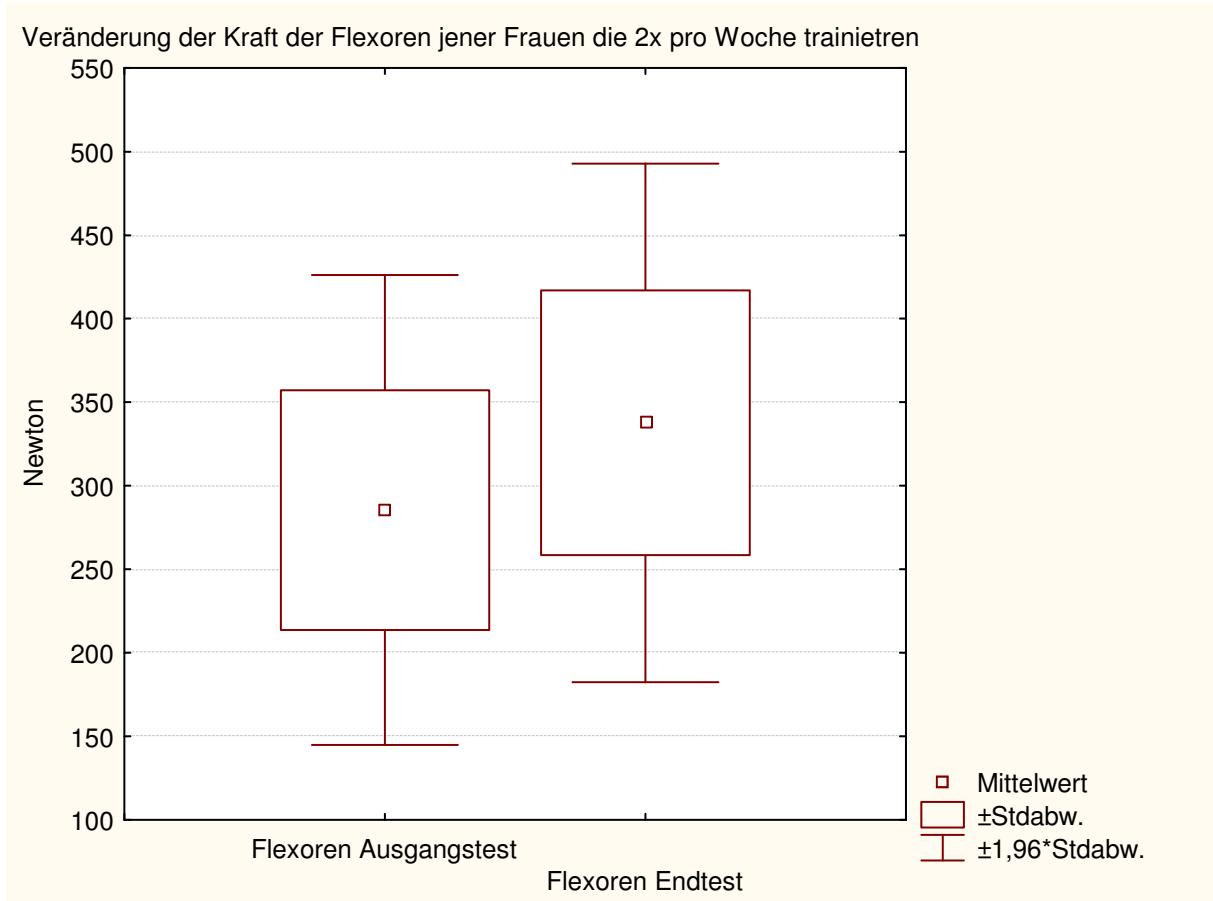
10.2.1.1 Frauen: Flexoren des Rumpfes

Wie schon im vorigen Punkt erwähnt, wurde für die statistische Auswertung der Frauen, die zweimal pro Woche trainierten aufgrund der ausreichenden Gruppengröße der t-Test für gepaarte Stichproben herangezogen.

Tabelle 5: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben Flexoren Frauen 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
Flex vor	285,4413	71,74897						
Flex nach	337,6239	79,19241	46	-52,1826	59,03971	-5,99460	45	0,000000

Abbildung 5: Veränderung der Maximalkraft der Flexoren jener Frauen, die 2 x pro Woche trainierten



Interpretation:

Die Kraft der Flexoren jener Frauen, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 52,1 Newton. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch höchst signifikanten Unterschied $p = 0,00$ der Kraft der Flexoren vor und nach dem Trainingsprogramm. **Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.**

Es gilt daher H1:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

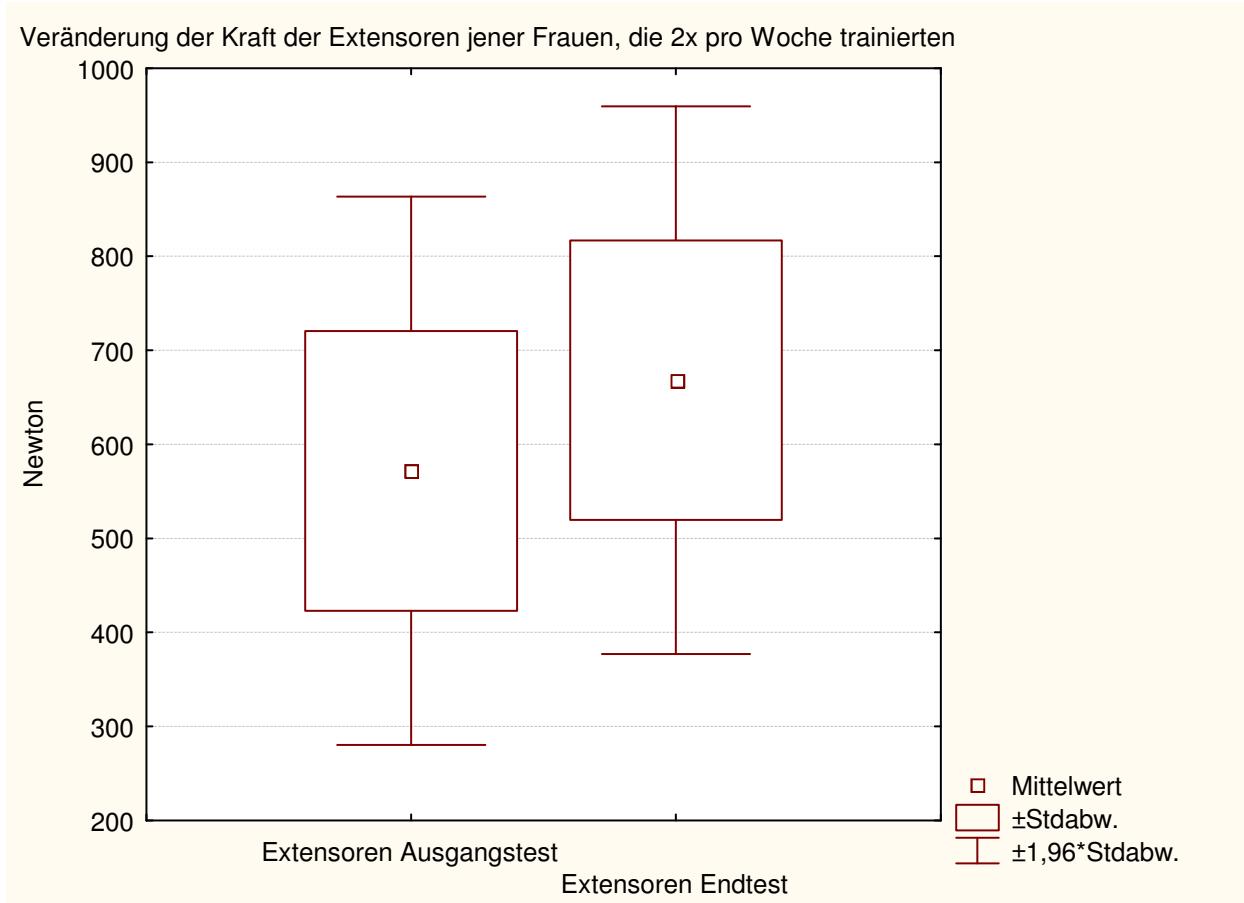
10.2.1.2 Frauen: Extensoren des Rumpfes

Auch für die Auswertungen der Extensoren des Rumpfes der Frauen, die zweimal pro Woche trainierten, wurde der t-Test für gepaarte Stichproben angewendet.

Tabelle 6: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben Extensoren Frauen 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
Ext vor	571,9478	148,7403						
Ext nach	668,2304	148,5648	46	-96,2826	132,2150	-4,93908	45	0,000011

Abbildung 6: Veränderung der Maximalkraft der Extensoren jener Frauen, die 2 x pro Woche trainierten



Interpretation:

Die Kraft der Extensoren jener Frauen, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 96,2 Newton. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch höchst signifikanten Unterschied $p = 0,00$ der Kraft der Extensoren vor und nach dem Trainingsprogramm. **Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.**

Es gilt daher H1:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

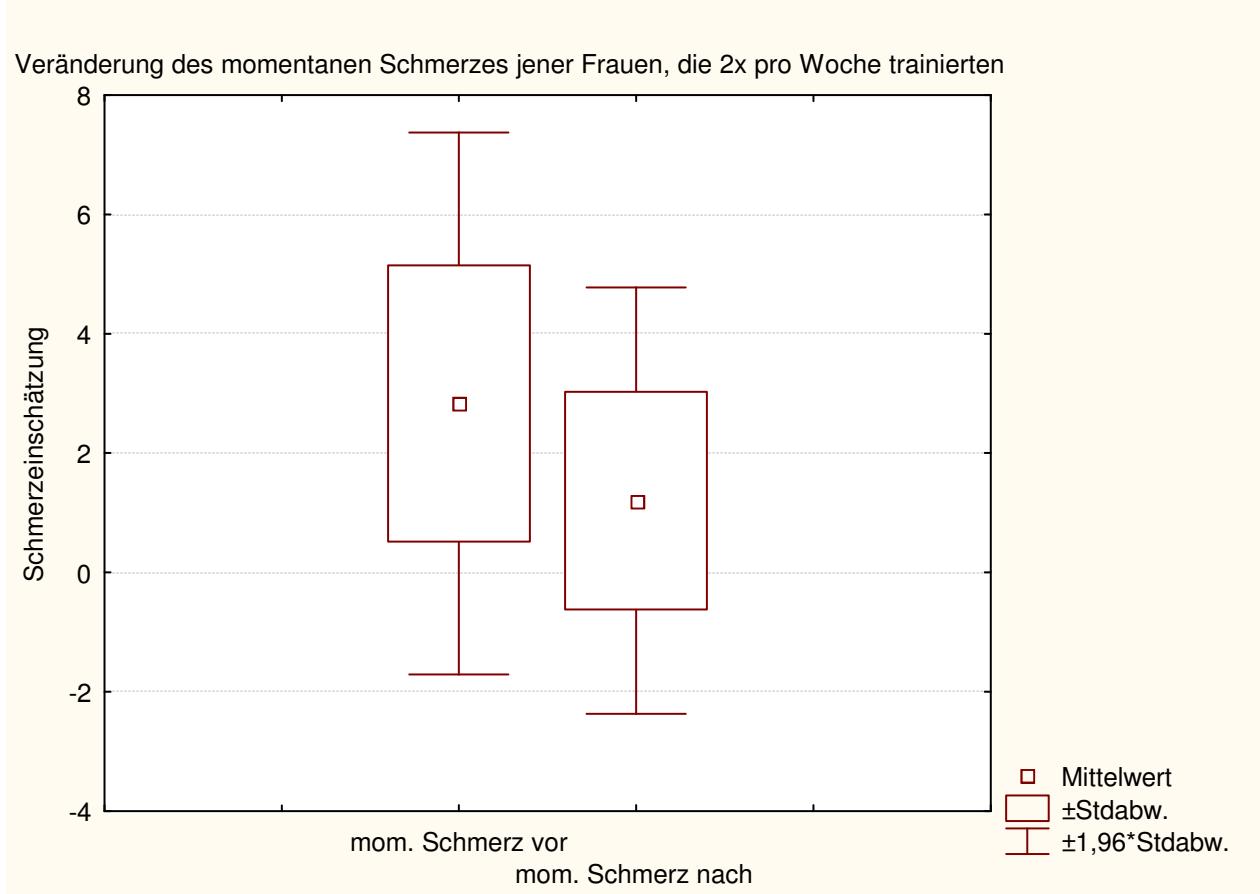
10.2.1.3 Frauen: momentanes subjektives Schmerzempfinden

Für die Auswertung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens der Frauen, die zweimal pro Woche trainierten, wurde ebenfalls ein t-Test für gepaarte Stichproben herangezogen.

Tabelle 7: Signifikanzprüfung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben mom.Schmerz Frauen 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
mom Schmerz vor	2,831579	2,316347						
mom. Schmerz nach	1,205263	1,822969	38	1,626316	2,393424	4,188679	37	0,000167

Abbildung 7: Veränderung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die momentane, subjektive Schmerzempfindung jener Frauen, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, reduzierte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 1,62 Punkte (auf einer Skala von eins bis zehn). Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch höchst signifikanten Unterschied $p = 0,00$ der momentanen subjektiven Schmerzempfindung vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Reduzierung des momentanen, subjektiv empfundenen Schmerzes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H1-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Linderung des momentanen, subjektiv empfundenen Schmerzes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

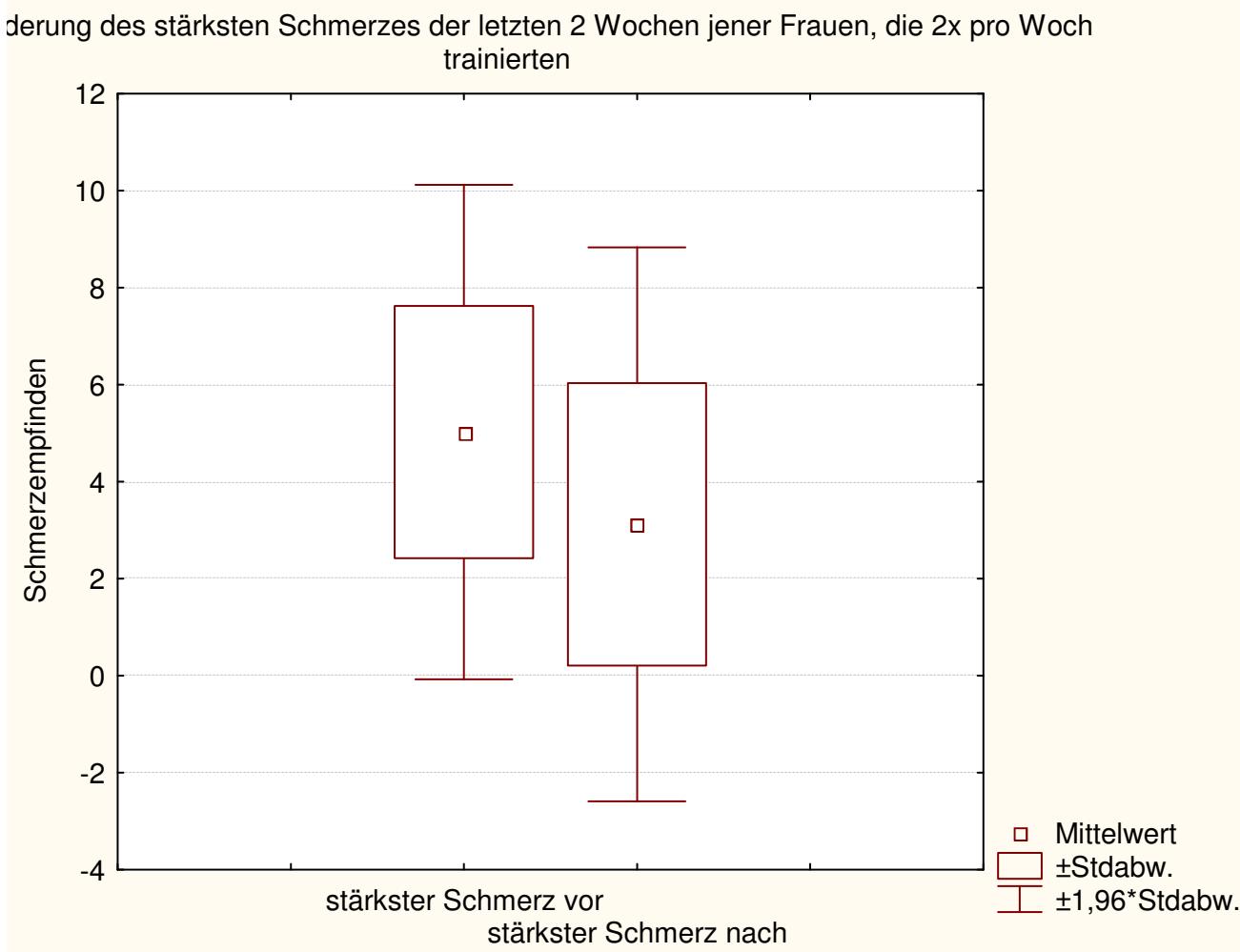
10.2.1.4 Frauen: stärkstes subjektives Schmerzempfinden in den letzten 2 Wochen

Wie für die vorher ausgewerteten Parameter wurde für die Signifikanzüberprüfung des stärksten, subjektiv empfundenen Schmerzes in den letzten zwei Wochen wiederum der t-Test für gepaarte Stichproben angewendet.

Tabelle 8: Signifikanzüberprüfung des stärksten Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben stärkster Schmerz Frauen 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
stärkster schmerz vor	5,021053	2,601575						
stärkster schmerz nach	3,118421	2,914257	38	1,902632	2,811125	4,172211	37	0,000175

Abbildung 8: Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die stärkste, subjektive Schmerzempfindung (in den letzten zwei Wochen) jener Frauen, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, reduzierte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 1,9 Punkte (auf einer Skala von eins bis zehn). Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch höchst signifikanten Unterschied $p = 0,00$ der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten zwei Wochen vor und nach dem Trainingsprogramm. **Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass** es bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden durch das Training zu einer Reduzierung des stärksten, subjektiven Schmerzes, der in den letzten zwei Wochen empfunden wurde, kommt.

Es gilt daher H1-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Linderung des stärksten subjektiven Schmerzes, der in den letzten zwei Wochen empfunden worden ist, bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

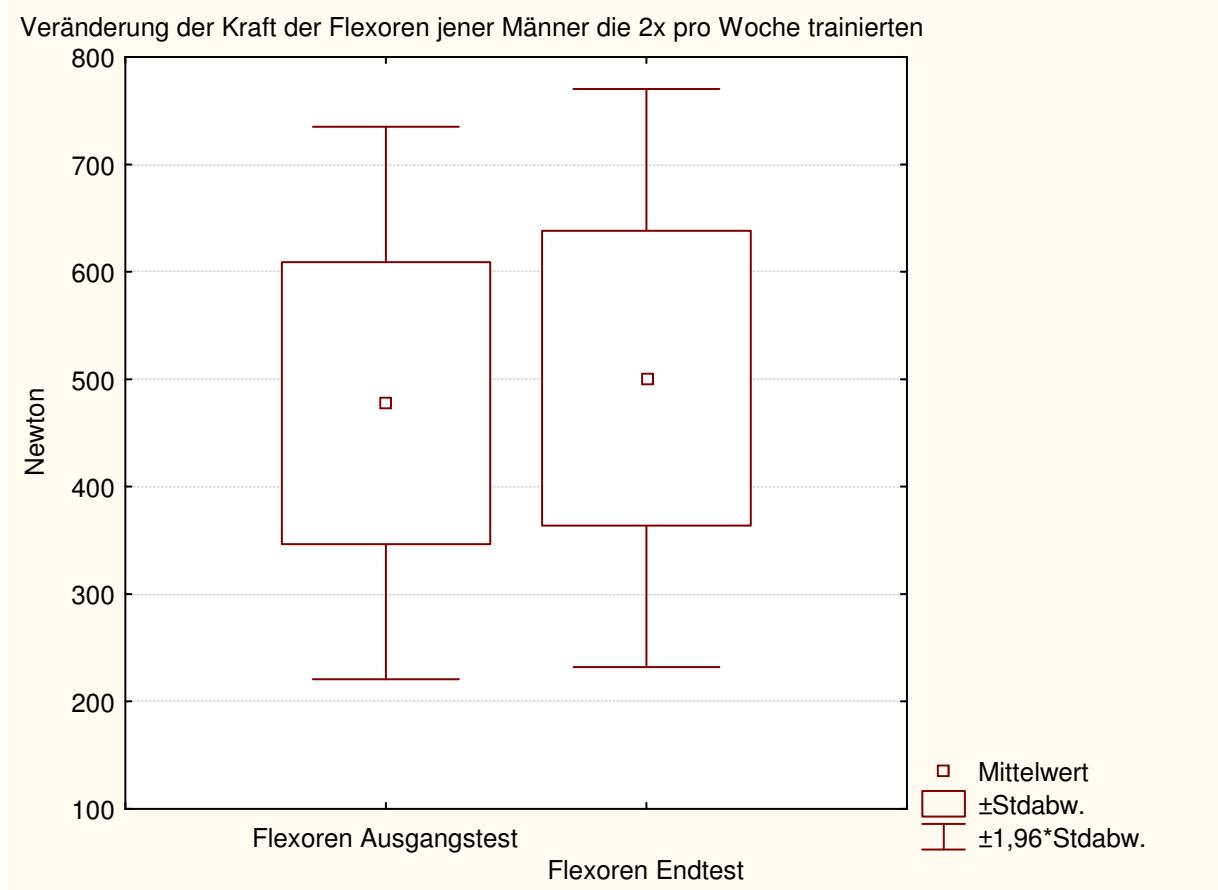
10.2.1.5 Männer: Flexoren des Rumpfes

Für die statistische Auswertung dieser Gruppe wurde ebenfalls ein t-Test für gepaarte Stichproben herangezogen.

Tabelle 9: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben Flexoren Männer 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
Flexvor	477,8677	131,3024						
Flexnach	501,1355	137,3426	31	-23,2677	91,22294	-1,42014	30	0,165877

Abbildung 9: Veränderung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die Kraft der Flexoren jener Männer, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 23,2 Newton. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,16$ ($p = 0,05$) der Kraft Flexoren vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu keiner Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H_0 :

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu keiner Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patienten mit Rückenbeschwerden.

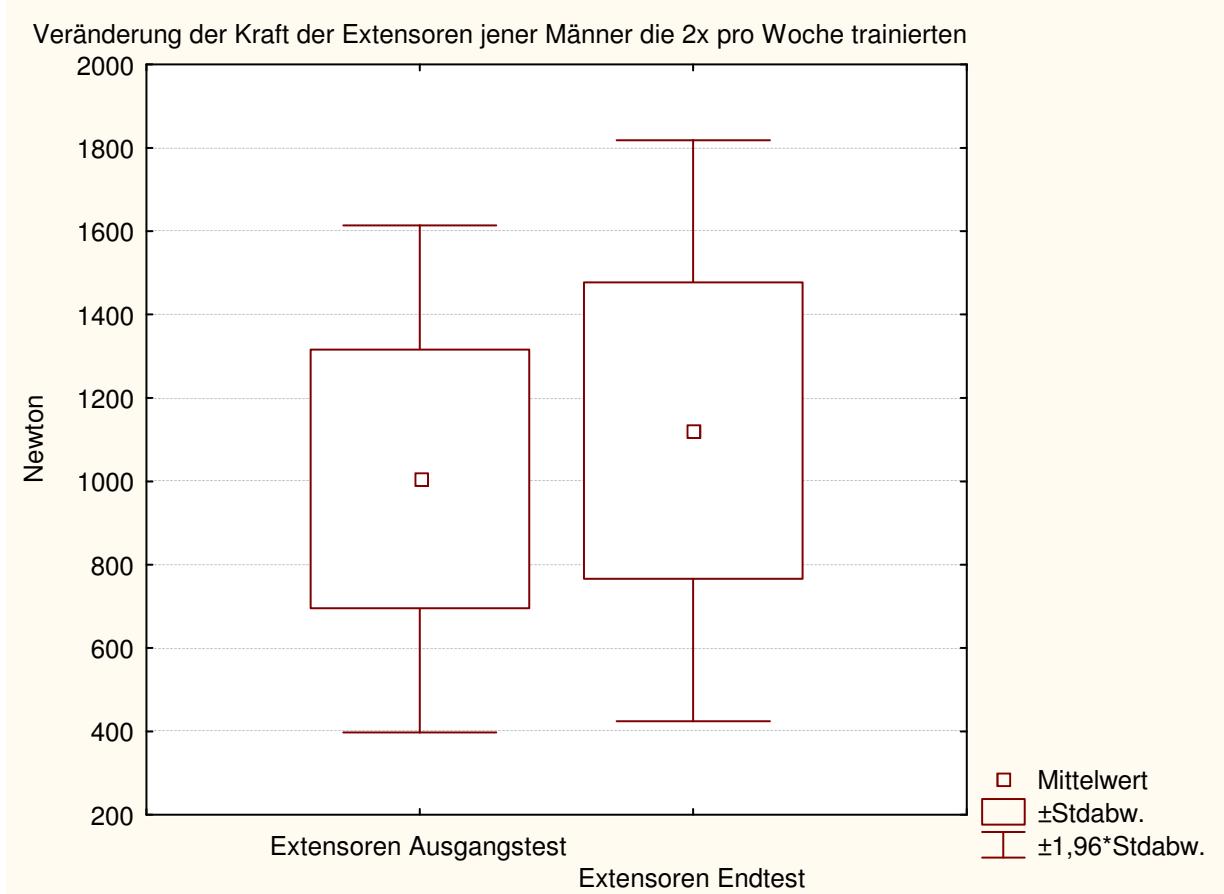
10.2.1.6 Männer: Extensoren des Rumpfes

Für die Auswertung der Extensoren des Rumpfes wurde wiederum ein t-Test für gepaarte Stichproben verwendet.

Tabelle 10: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes

Variable	t-Test für gepaarte Stichproben Extensoren Männer 2x pro Woche Markierte Differenzen signifikant für $p < ,05000$							
	Mittelw.	Stdabw.	N	Diff.	Stdabw. Diff.	t	FG	p
Extvor	1005,619	310,2878						
Extnach	1121,465	355,5395	31	-115,845	298,0323	-2,16419	30	0,038537

Abbildung 10: Veränderung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die Kraft der Extensoren jener Männer, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 115,8 Newton. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,03$ der Kraft der Extensoren vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher: H1:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes bei Patienten mit Rückenbeschwerden.

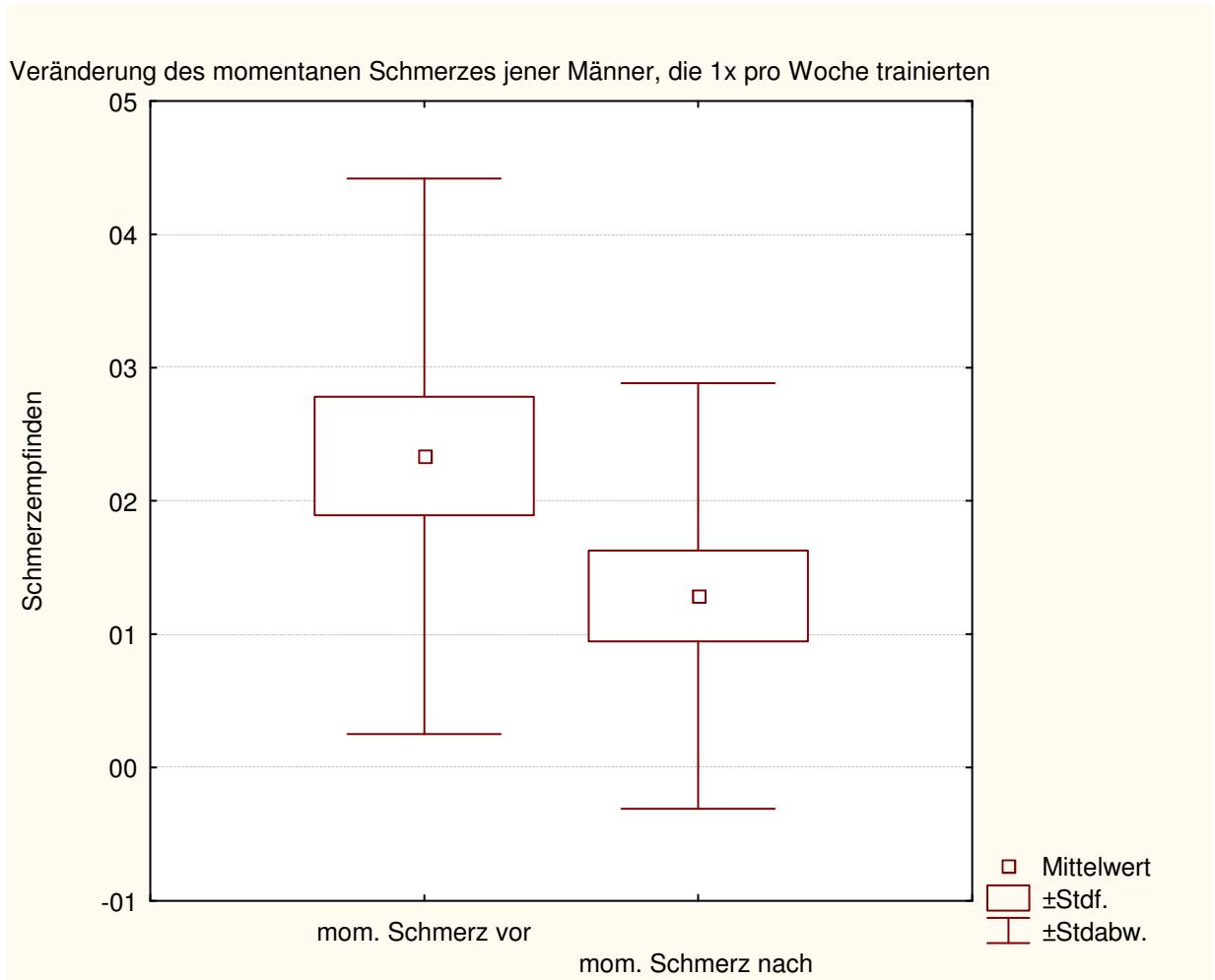
10.2.1.7 Männer: momentane subjektive Schmerzempfindung

Wie auch für die Auswertung der anderen Parameter dieser Gruppe wurde auch für die Signifikanzüberprüfung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens der Männer, die zweimal pro Woche trainierten, der t-Test für gepaarte Stichproben verwendet.

Tabelle 11: Signifikanzüberprüfung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. m.Schmerz. Männer 1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
mom Schmerz vor & mom Schmerz nach	22	30,00000	2,201222	0,027721

Abbildung 11: Veränderung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die momentane, subjektive Schmerzempfindung jener Männer, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, reduzierte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um 1,05 Punkte (auf einer Skala von eins bis zehn). Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,03$ des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Reduzierung des momentanen, subjektiv empfundenen Schmerzes bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H1-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Linderung des momentanen, subjektiv empfundenen Schmerzes bei Patienten mit Rückenbeschwerden.

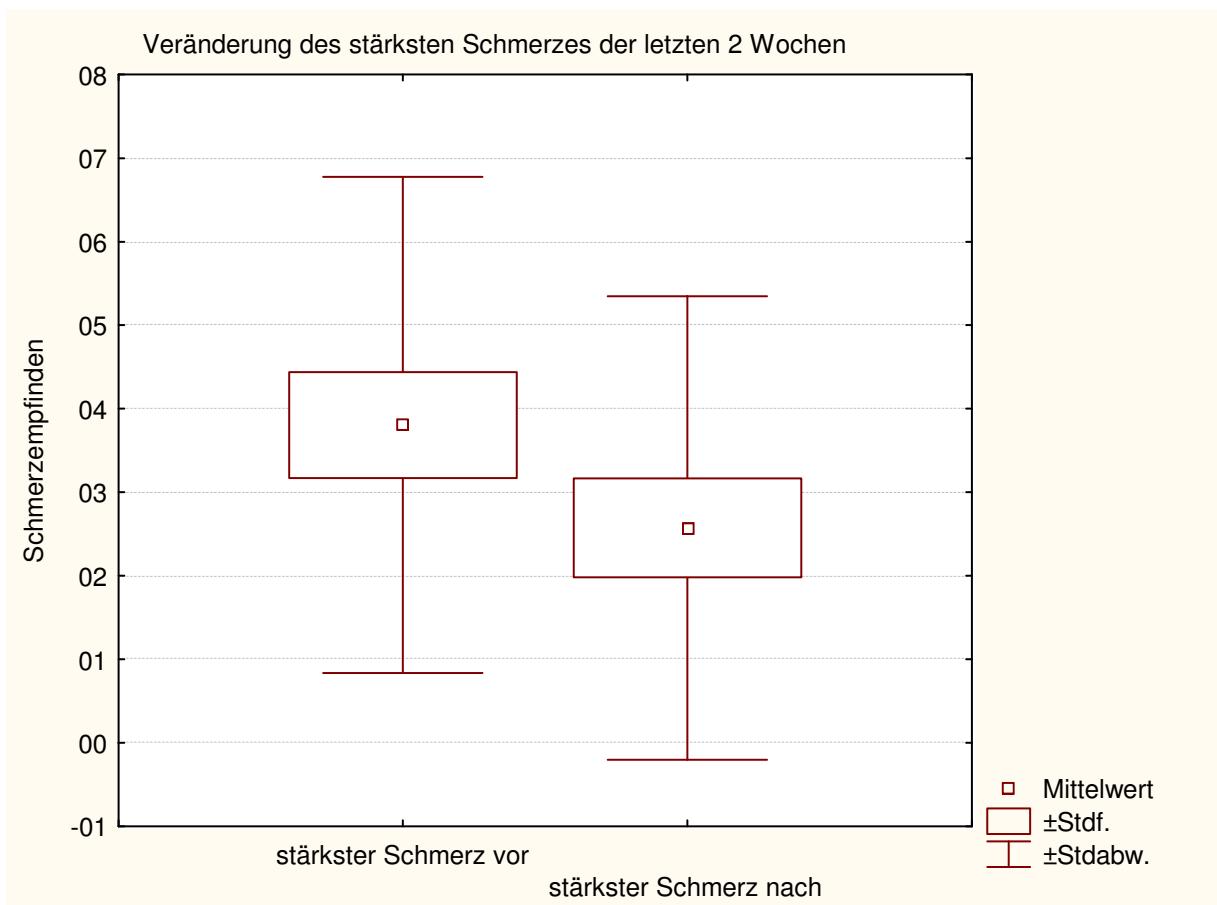
10.2.1.8 Männer: stärkstes subjektives Schmerzempfinden in den letzten 2 Wochen

Für die Überprüfung der Signifikanz des stärksten, subjektiv empfundenen Schmerzes in den letzten zwei Wochen jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten, wurde ebenfalls der t-Test für gepaarte Stichproben herangezogen.

Tabelle 12: Signifikanzüberprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. stärkster Schmerz M. 1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
stärkster Schmerz vor/stärkster Schmerz nach	22	39,50000	1,751510	0,079859

Abbildung 12: Veränderung des stärksten subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die stärkste, subjektive Schmerzempfindung in den letzten zwei Wochen jener Männer, die zweimal in der Woche ihr Training absolvierten, veränderte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode durchschnittlich um -2,75 Punkte (auf einer Skala von eins bis zehn). Das heißt, dass sich der stärkste, subjektive Schmerz, der in den letzten zwei Wochen empfunden worden war, verstärkte. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,07$ der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten zwei Wochen vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu keiner signifikanten Reduzierung des stärksten, subjektiven Schmerzes, der in den letzten zwei Wochen empfunden wurde, bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher: H0-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das zweimal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu keiner Linderung des stärksten, subjektiven Schmerzes, der in den letzten zwei Wochen empfunden worden ist, bei Patienten mit Rückenbeschwerden.

10.2.2 Ergebnisse der Gruppe, die einmal pro Woche trainierte

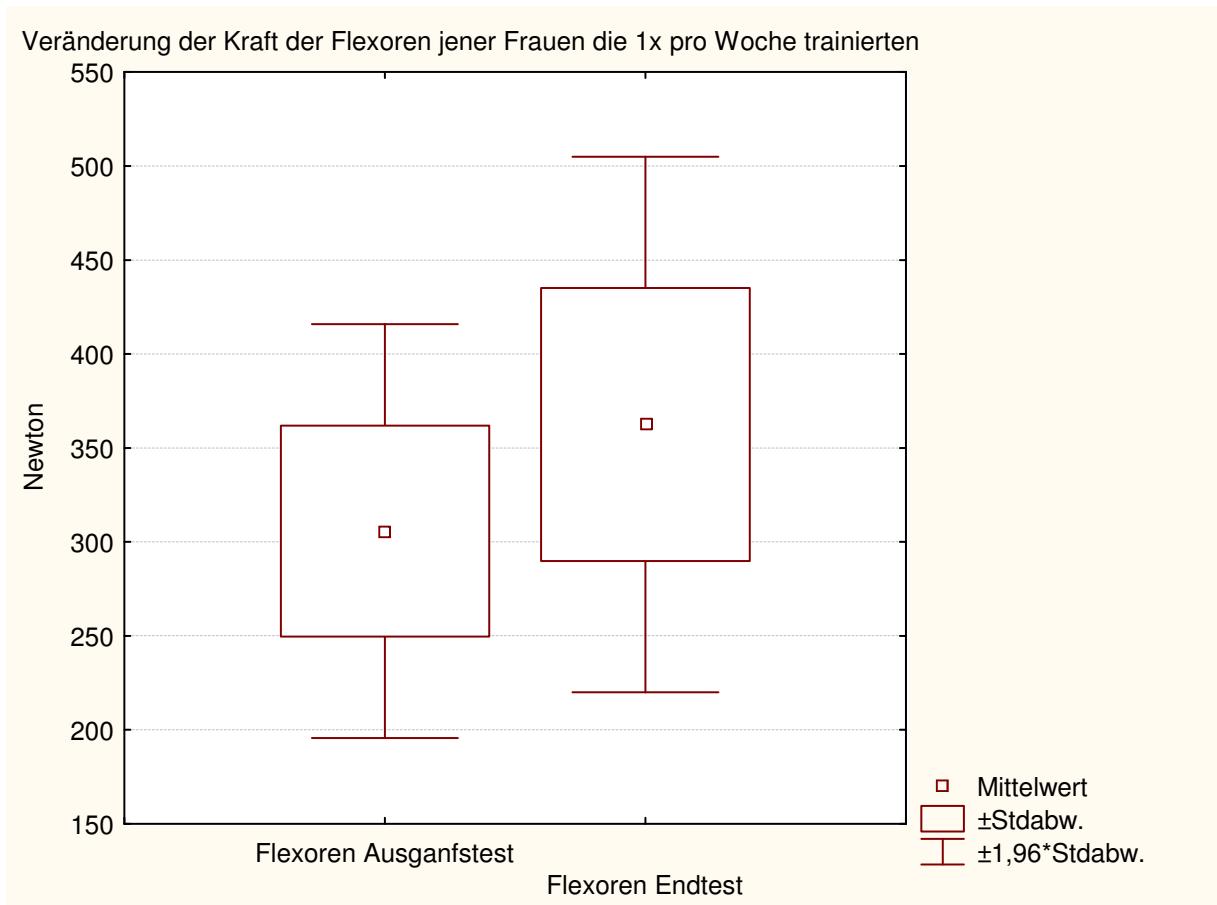
10.2.2.1 Frauen: Flexoren des Rumpfes

Für die statistische Auswertung der Flexoren jener Frauen, die ihr Training nur einmal in der Woche durchführten, wurde aufgrund der zu geringen Gruppengröße und somit der nicht vorhandenen Normalverteilung ein nichtparametrischer Test, der Wilcoxon-Test, herangezogen, da davon ausgegangen wird, dass eine Normalverteilung erst ab einer Gruppengröße von N=30 anzunehmen ist. (Bässler.; 1986)

Tabelle 13: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. Flex.Frauen 1x Woche Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
Flexoren vor & Flexoren nach	17	10,00000	3,147984	0,001644

Abbildung 13: : Veränderung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Auch die Kraft der Flexoren jener Frauen, die einmal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch höchst signifikanten Unterschied $p = 0,00$ der Kraft Flexoren vor und nach dem Trainingsprogramm. **Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.**

Es gilt daher H1:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

Daher kann die Annahme, dass ein einmal wöchentlich durchgeführtes medizinisches Krafttraining zu keiner oder einer wesentlich geringeren Verbesserung als ein zweimal wöchentlich durchgeführtes Training führt, verworfen werden.

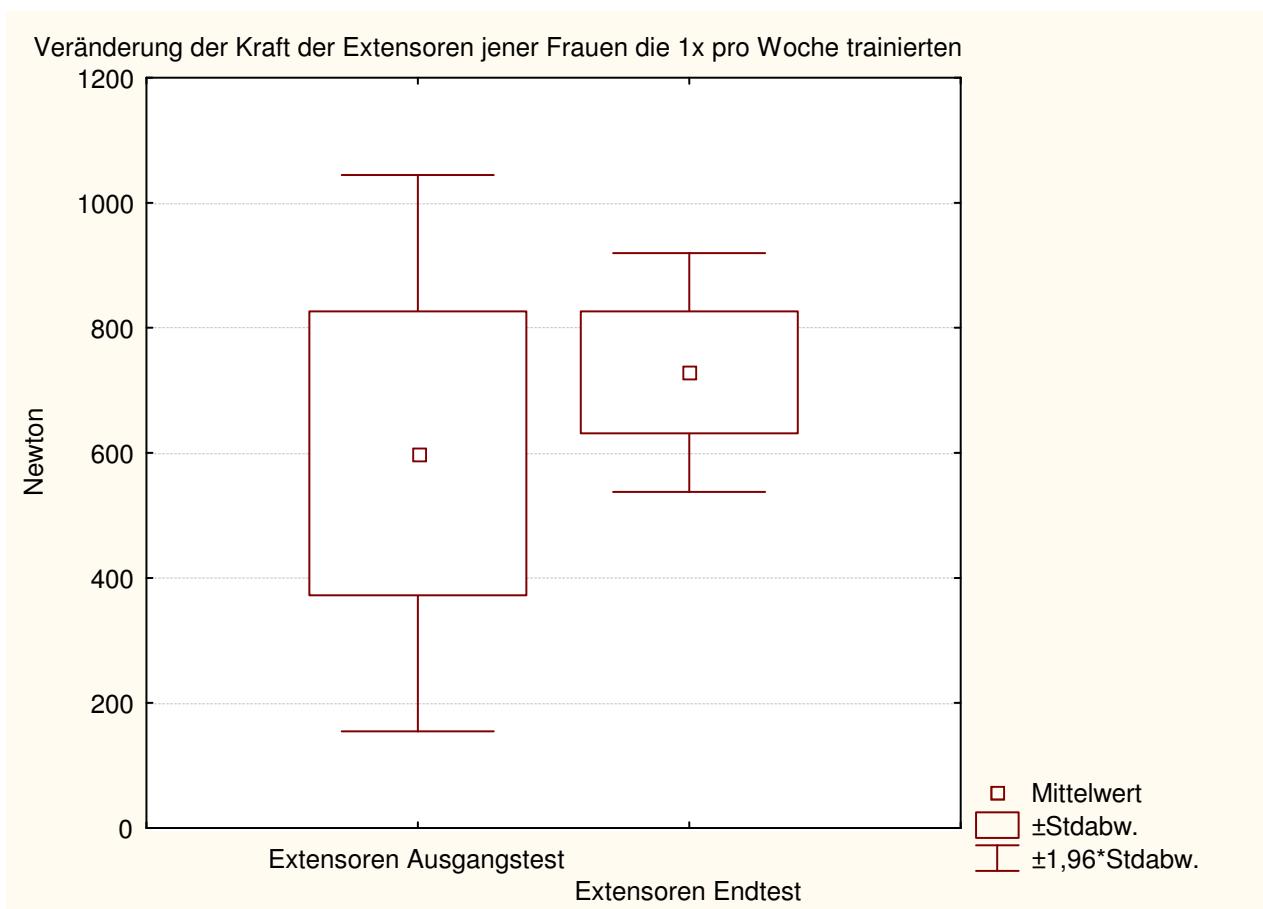
10.2.2.2 Frauen: Extensoren des Rumpfes

Wie für die Auswertung der Flexoren der Frauen, die einmal in der Woche trainierten, wurde auch für die Signifikanzprüfung der Extensoren dieser Gruppe ein nichtparametrischer Test, der Wilcoxon-Test, angewendet.

Tabelle 14: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. Ext.Frauen 1x Woche Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
extensoren vor & extensoren nach	17	28,00000	2,295898	0,021682

Abbildung 14: Veränderung der Kraft der Extensoren des Rumpfes jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Auch die Kraft der Extensoren jener Frauen, die einmal in der Woche ihr Training absolvierten, steigerte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,02$ der Kraft der Extensoren vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Steigerung der isometrischen Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H1:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Extensoren bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

Daher kann die Annahme, dass ein einmal wöchentlich durchgeführtes medizinisches Krafttraining zu keiner oder einer wesentlich geringeren Verbesserung als ein zweimal wöchentlich durchgeführtes Training führt, verworfen werden.

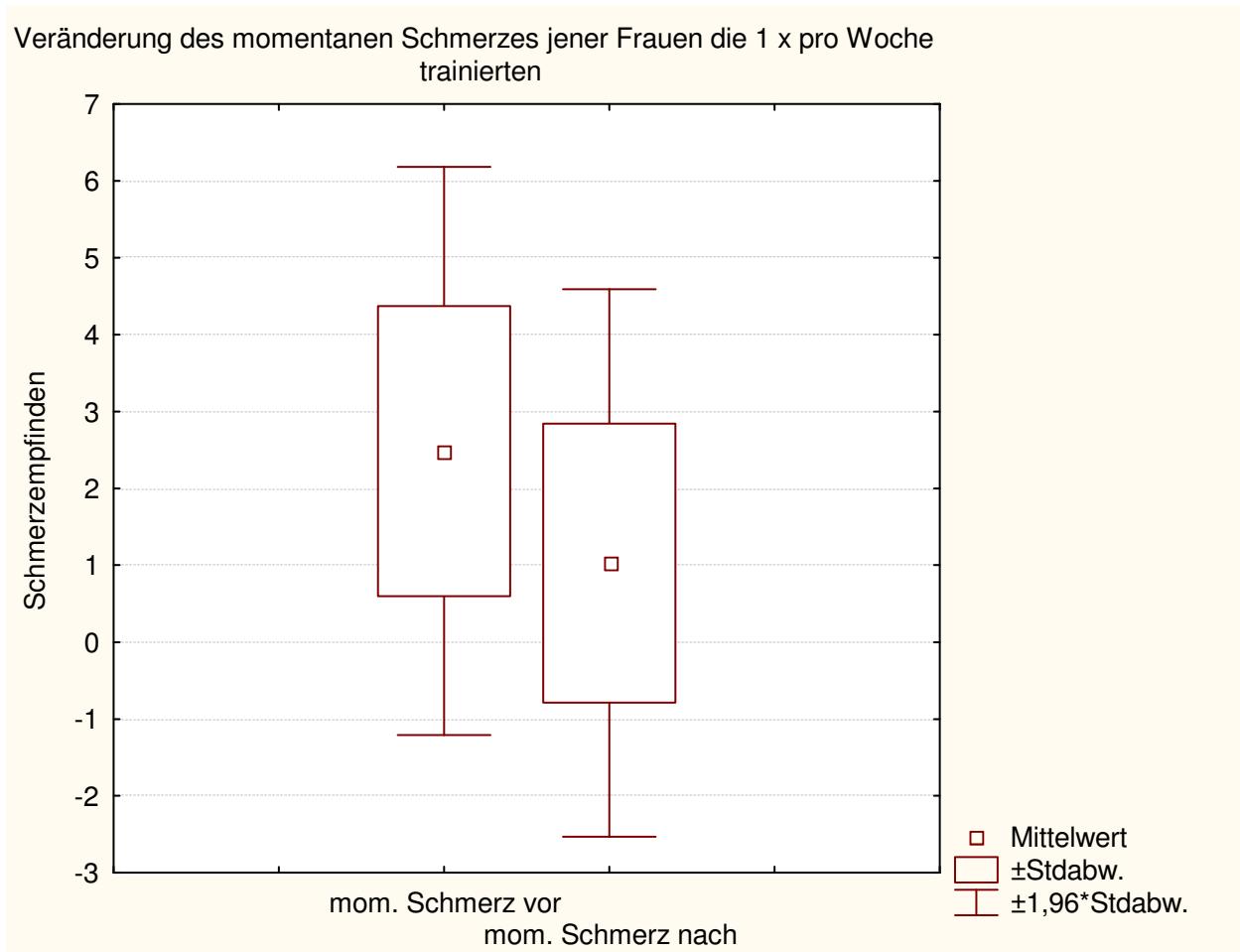
10.2.2.3 Frauen: momentanes subjektives Schmerzempfinden

Wie für die vorangegangenen, statistischen Auswertungen dieser Gruppe, wurde auch im Bereich der subjektiven Schmerzwahrnehmung zum nichtparametrischen Test, dem Wilcoxon-Test, gegriffen.

Tabelle 15: Signifikanzprüfung des momentanen Schmerzempfindens

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr.m.Schmerz.F 1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
mom. Schmerz vor & mom. Schmerz nach	7	2,000000	1,483240	0,138012

Abbildung 15: Veränderung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Die momentane, subjektive Schmerzempfindung jener Frauen, die einmal in der Woche ihr Training absolvierten, wies nach einer 3-monatigen Trainingsperiode keine wesentliche Verbesserung auf. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,13$ der momentanen subjektiven Schmerzempfindung vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu keiner Verbesserung der momentanen subjektiven Schmerzwahrnehmung bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H0-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu keiner Linderung des momentanen, subjektiv wahrgenommenen Schmerzes bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

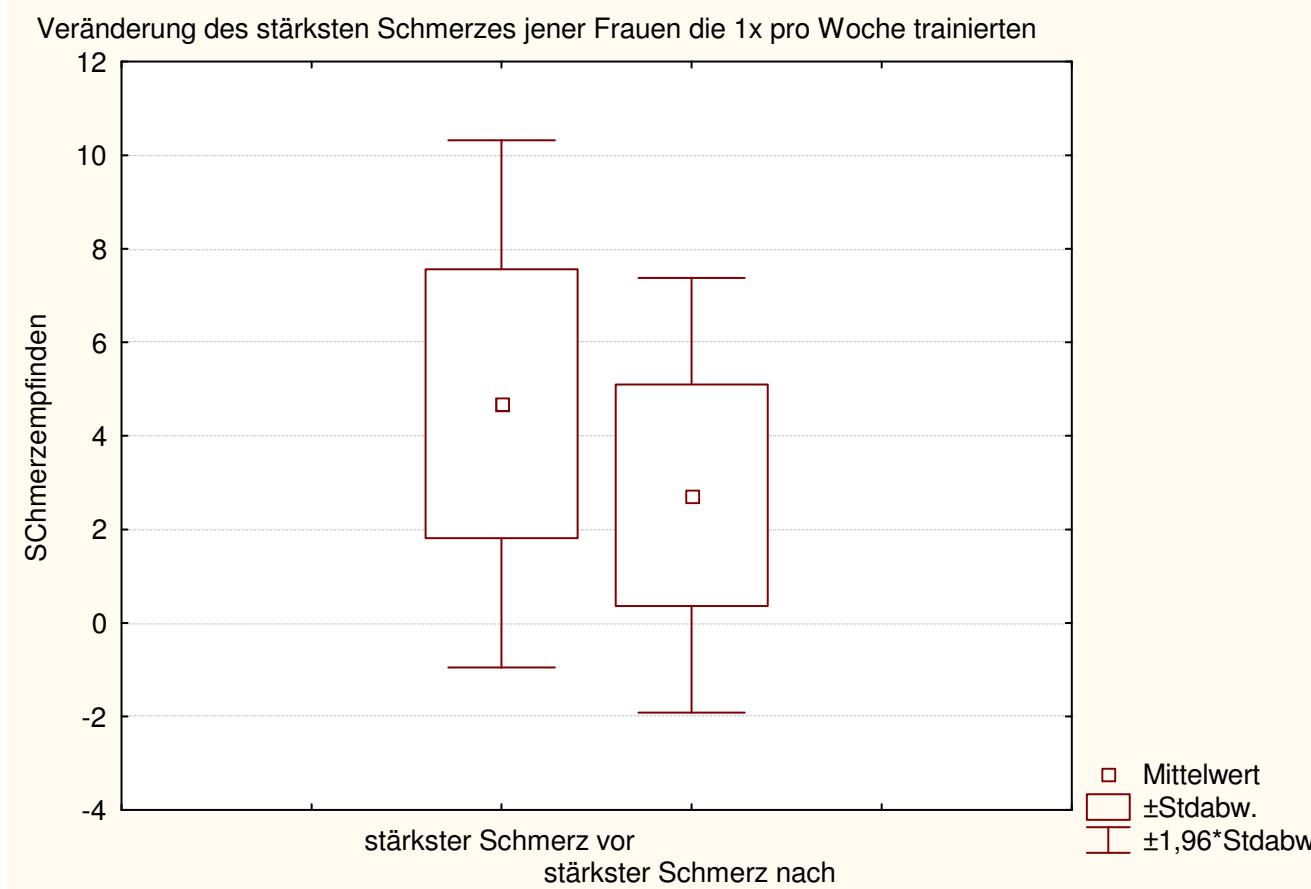
10.2.2.4 Frauen: stärkstes, subjektives Schmerzempfinden der letzten 2 Wochen

Auch für die Auswertung des letzten Bereiches der Frauen, die einmal in der Woche ihr Trainingsprogramm durchführten, wurde ein nichtparametrischer Test, wiederum der Wilcoxon-Test, zur Hilfe genommen.

Tabelle 16: Signifikanzprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr.st.Schmerz.F.1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
stärkster Schmerz vor/stärkster Schmerz nach	7	1,000000	1,991741	0,046400

Abbildung 16: Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzes der letzten zwei Wochen jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Im Gegensatz zu den Ergebnissen bezüglich der momentanen, subjektiven Schmerzempfindung jener Frauen, die einmal in der Woche ihr Training absolvierten, verbesserte sich nach einer 3-monatigen Trainingsperiode der stärkste, subjektiv wahrgenommene Schmerz wesentlich. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab einen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,04$ der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung in den letzten zwei Wochen vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu einer Verbesserung des stärksten subjektiven Schmerzes, welcher in den letzten zwei Wochen verspürt worden war, bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H1-3:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu einer Linderung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

Daher kann die Annahme, dass ein einmal wöchentlich durchgeführtes, medizinisches Krafttraining zu keiner oder einer wesentlich geringeren Verbesserung als ein zweimal wöchentlich durchgeführtes Training führt, verworfen werden.

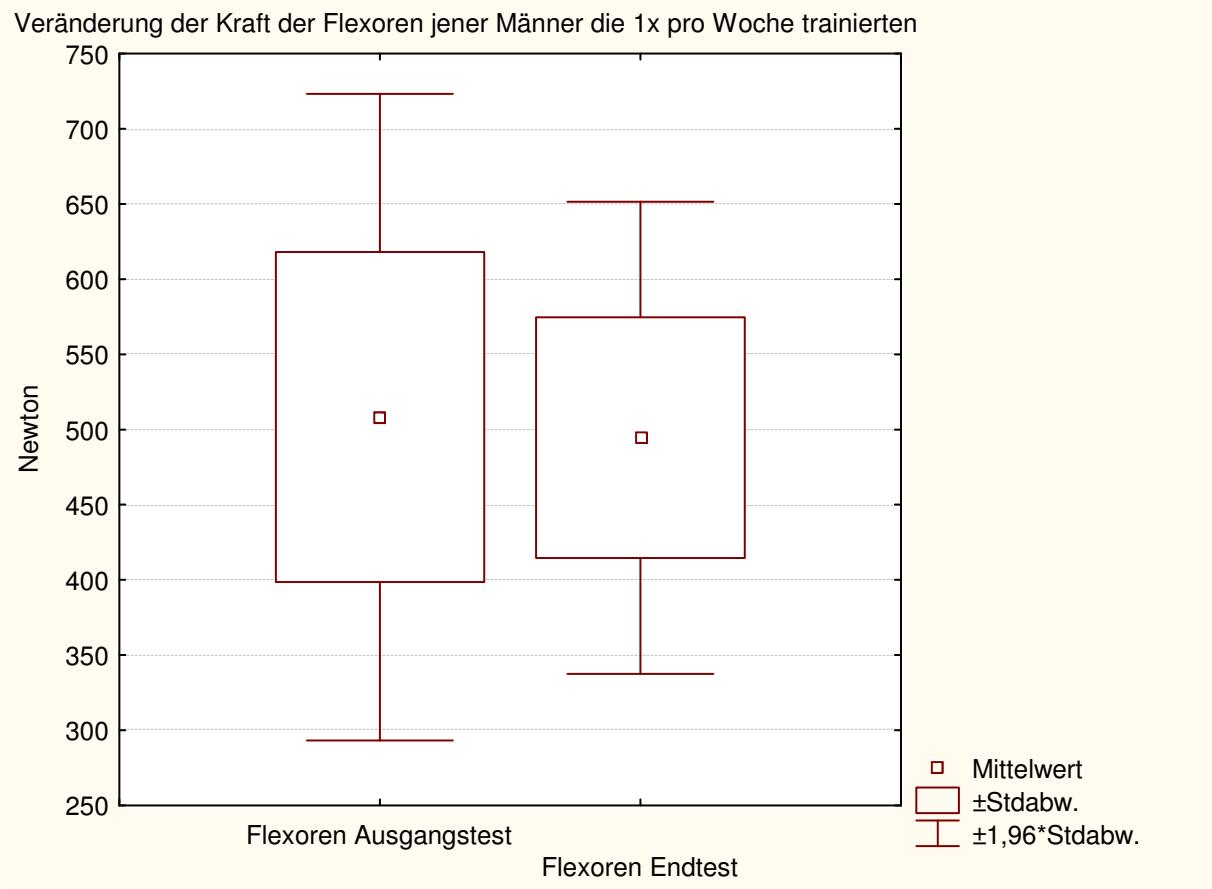
10.2.2.5 Männer: Flexoren des Rumpfes

Die Gruppe der Männer, die nur einmal pro Woche ihrem Trainingsprogramm nachgingen stellten die kleinste Gruppe der Studie dar. Aufgrund der geringen Anzahl der Gruppenteilnehmer wurde für die statistische Auswertung ein nichtparametrischer Test, der Wilcoxon-Test, zur Hilfe genommen.

Tabelle 17: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. Felix. Männer 1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
Flexoren vor & Flexoren nach	8	14,00000	0,560112	0,575403

Abbildung 17: Veränderung der Kraft der Flexoren des Rumpfes jener Männer, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Bezüglich der Kraft der Flexoren konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode keine Verbesserung beobachtet werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,57$ der Kraft der Flexoren vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu keiner Verbesserung der Maximalkraft der Flexoren bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H0:

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu keiner Steigerung der Maximalkraft der Flexoren bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

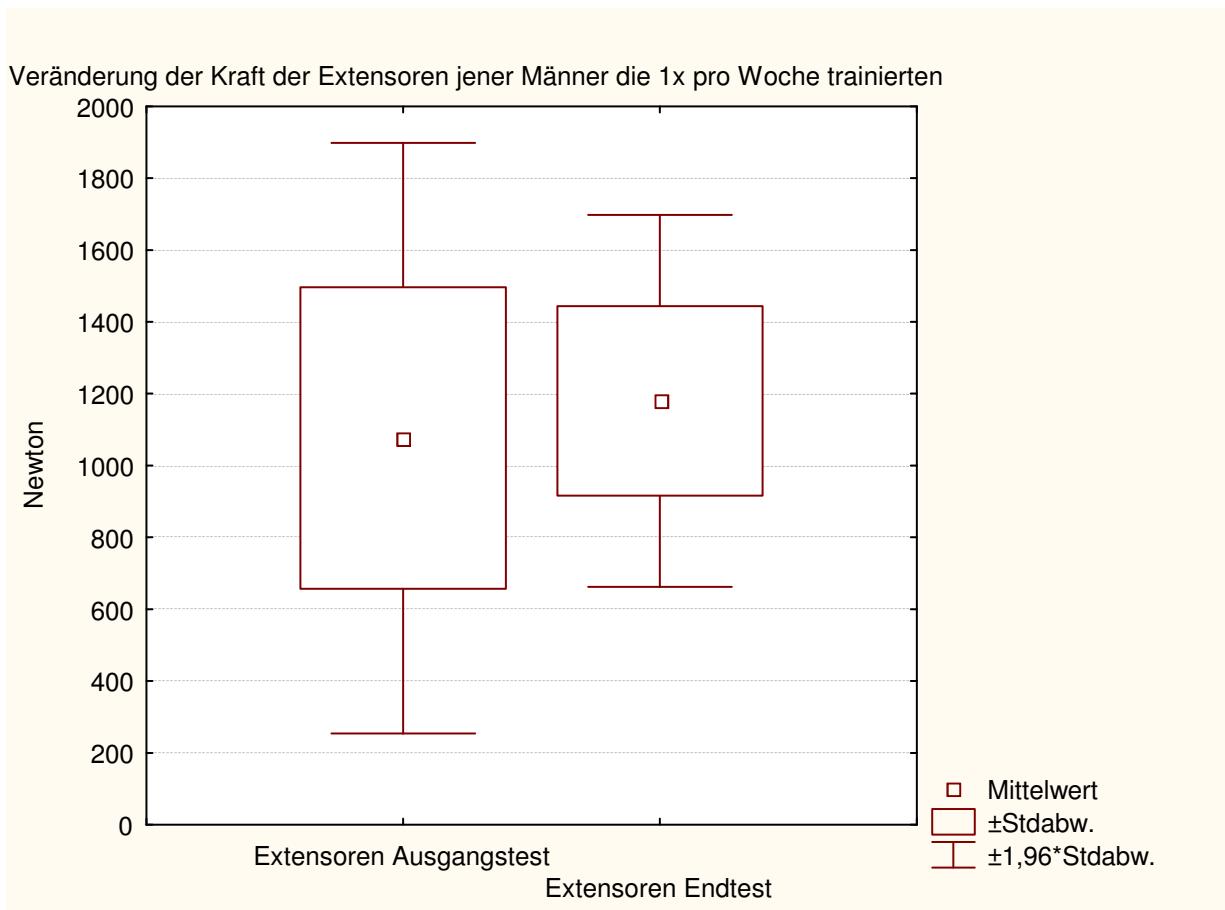
10.2.2.6 Männer: Extensoren des Rumpfes

Auch für die Auswertung der Veränderung der Extensoren wurde der nichtparametrische Wilcoxon-Test herangezogen.

Tabelle 18: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. Ext. Männer 1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
Extensoren vor & Extensoren nach	8	6,000000	1,680336	0,092893

Abbildung 18: Veränderung der Kraft der Extensoren des Rumpfes jener Männer, die einmal pro Woche trainierten



Interpretation:

Auch bezüglich der Kraft der Extensoren des Rumpfes konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode keine wesentliche Verbesserung beobachtet werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,09$ der Kraft der Extensoren vor und nach dem Trainingsprogramm. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es durch das Training zu keiner Verbesserung der Maximalkraft der Extensoren bei Patienten mit Rückenbeschwerden kommt.

Es gilt daher H_0 :

Ein medizinisches Krafttraining von 3 Monaten, das einmal pro Woche durchgeführt wird, führt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent zu keiner Steigerung der Maximalkraft der Extensoren bei Patientinnen mit Rückenbeschwerden.

10.2.2.7 Männer: momentane, subjektive Schmerzempfindung

Wie auch für die vorangegangenen statistischen Auswertungen dieser Gruppe wurde für die Auswertung der Veränderung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens der Wilcoxon-Test verwendet.

Allerdings muss leider berichtet werden, dass in dieser Gruppe nur zwei Probanden zur Wiederholungsuntersuchung erschienen und die Befragung bezüglich momentaner, subjektiver Schmerzwahrnehmung beantworten konnten. Somit waren für eine statistisch korrekte Auswertung zu wenig Daten vorhanden und eine Signifikanzprüfung unmöglich.

Im Folgenden steht die Tabelle zur Verfügung, um die Unmöglichkeit zu verdeutlichen.

Tabelle 19: nicht mögliche Signifikanzprüfung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichpr. st.S.M.1x Markierte Tests signifikant ab $p < ,05000$			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
mom. Schmerz vor & mom. Schmerz nach	6	0,00		

Interpretation:

Da keine Ergebnisse vorliegen, konnte bezüglich des momentanen subjektiven Schmerzempfindens keine Interpretation erfolgen. Die Gründe, warum die Probanden nicht zur Wiederholungsuntersuchung erschienen, sind nicht bekannt.

10.2.2.8 Männer: stärkste, subjektive Schmerzempfindung der letzten 2 Wochen

Wie auch für die vorangegangenen statistischen Auswertungen dieser Gruppe wurde für die Auswertung der Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzes, der in den letzten zwei Wochen empfunden worden war, der Wilcoxon-Test verwendet.

Allerdings muss an dieser Stelle wiederum berichtet werden, dass in dieser Gruppe nur zwei Probanden zur Wiederholungsuntersuchung erschienen und die Befragung bezüglich ihrer stärksten, subjektiven Schmerzwahrnehmung der letzten zwei Wochen beantworten konnten. Somit waren auch in diesem Fall für eine statistische korrekte Auswertung zu wenig Daten vorhanden und eine Signifikanzprüfung unmöglich.

Im Folgenden steht die Tabelle zur Verfügung, um die Unmöglichkeit zu verdeutlichen.

Tabelle 20: nicht mögliche Signifikanzprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen

Variablenpaar	Wilcoxon-Test gepaarte Stichproben Markierte Tests signifikant ab			
	Gültige N	T	Z	p-Niveau
stärkster Schmerz vor & stärkster Schmerz nach	6	0,00		

Interpretation:

Da keine Ergebnisse vorliegen, konnte auch bezüglich des stärksten subjektiven Schmerzempfindens keine Interpretation erfolgen. Die Gründe, warum die Probanden nicht zur Wiederholungsuntersuchung erschienen, sind nicht bekannt.

10.3 Gruppenvergleich

Im folgenden Kapitel wird auf die Unterschiede zwischen jener Gruppe, die zweimal pro Woche und jener, die nur einmal pro Woche ihr Training absolvierte, bezüglich der Maximalkraft der Flexoren und Extensoren und bezüglich des subjektiven Schmerzempfindens eingegangen.

Um die Unterschiede bezüglich ihrer Signifikanz zu überprüfen wurde in allen Bereichen der t-Test herangezogen.

10.3.1 Gruppenvergleich bezüglich der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes

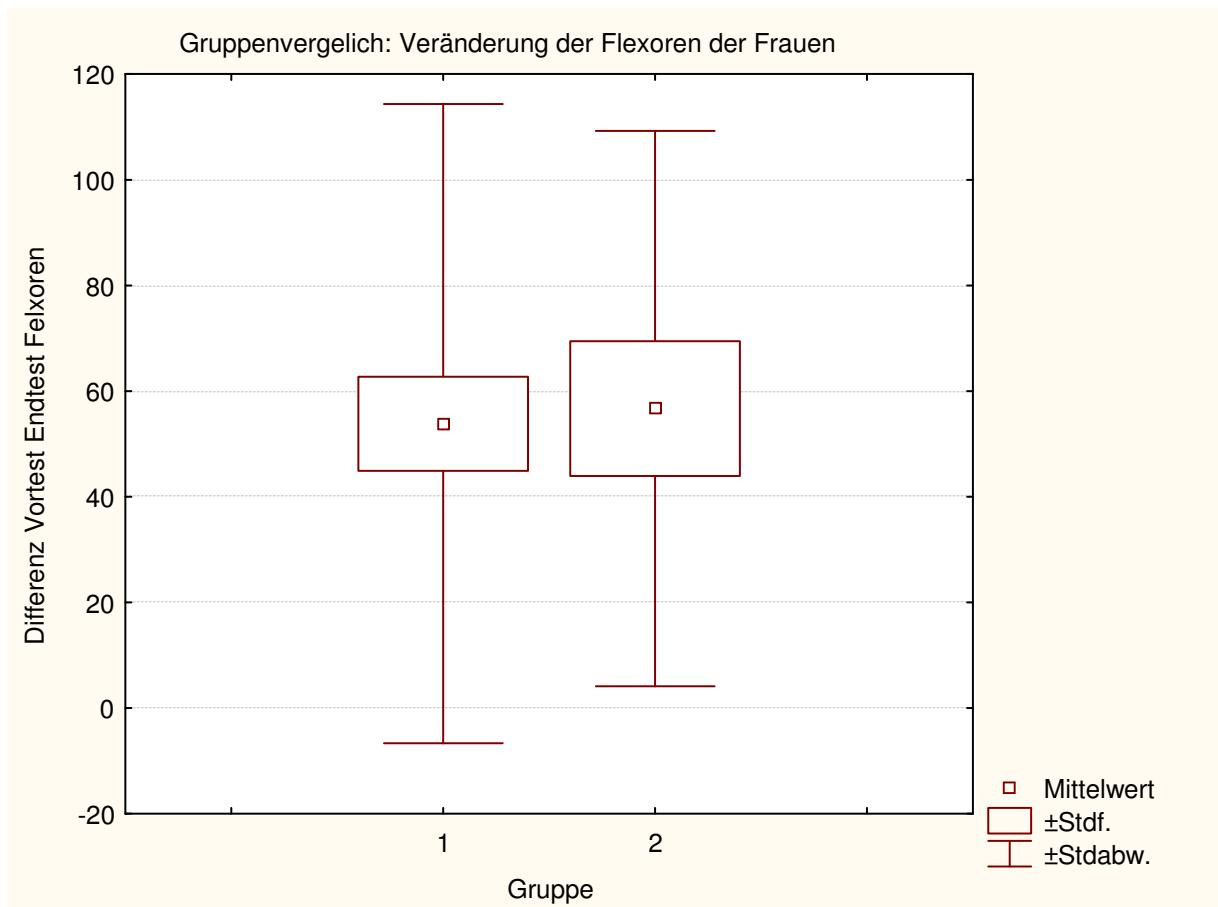
10.3.1.1 Gruppenvergleich: Maximalkraft der Flexoren der Frauen

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Frauen führte im Bereich der Maximalkraft der Flexoren zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 21: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Flexoren

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich Frauen Flexoren								
	Gruppe1: 2x Woche		Gruppe2: 1x Woche		p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG						
Diff	53,83478	56,68235	61	0,864427	46	17	60,48636	52,55721	0,551580

Abbildung 19: Unterschied zwischen der Maxmalkraft der Flexoren der Frauen nach dem 3-monatigen Training



Interpretation:

Bezüglich der Kraft der Flexoren konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Frauen festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,86$ der Kraft der Flexoren zwischen den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 2,8 Newton. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es, bezogen auf die Maxmalkraft der Flexoren, keinen wesentlichen Unterschied macht, ob das Training ein- oder zweimal pro Woche absolviert wird.

Es gilt daher H02:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung der Maximalkraft der Flexoren nach einem 3-monatigen Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Frauen.

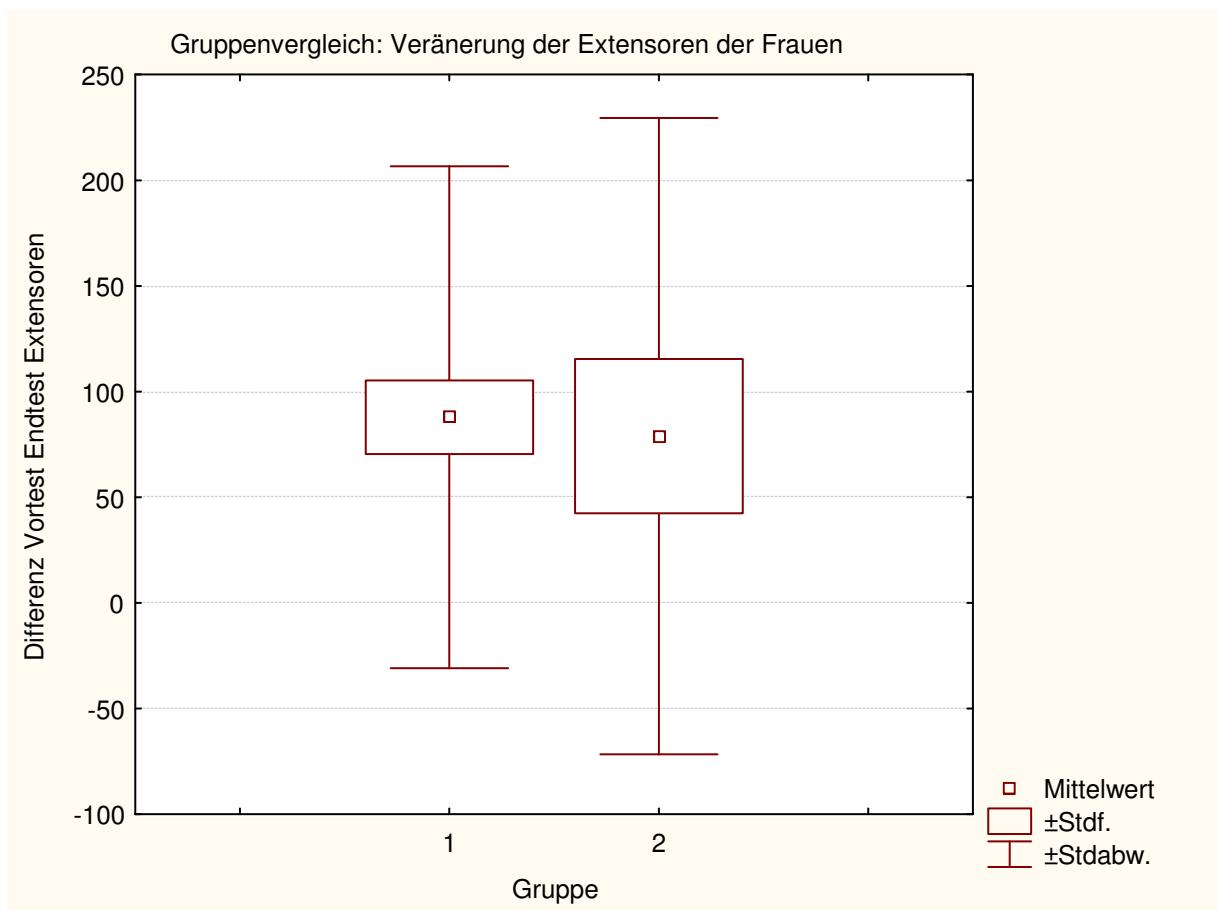
10.3.1.2 Gruppenvergleich: Maximalkraft der Extensoren der Frauen

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Frauen führte im Bereich der Maximalkraft der Extensoren zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 22: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Extensoren

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich Frauen Extensoren Gruppe1: 2x Woche Gruppe2: 1x Woche								
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG	p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2	p Varianzen
	Diff	87,88261	78,89412	61	0,805178	46	17	118,71178	150,5437

Abbildung 20: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Extensoren der Frauen nach dem 3-monatigem Training



Interpretation:

Bezüglich der Kraft der Extensoren konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Frauen festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,8$ der Kraft der Flexoren zwischen den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 9 Newton. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es, bezogen auf die Maximalkraft der Extensoren, keinen statistisch relevanten Unterschied macht, ob das Training ein- oder zweimal pro Woche absolviert wird.

Es gilt daher H02:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung der Maximalkraft der Extensoren nach einem 3-monatigem Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Frauen.

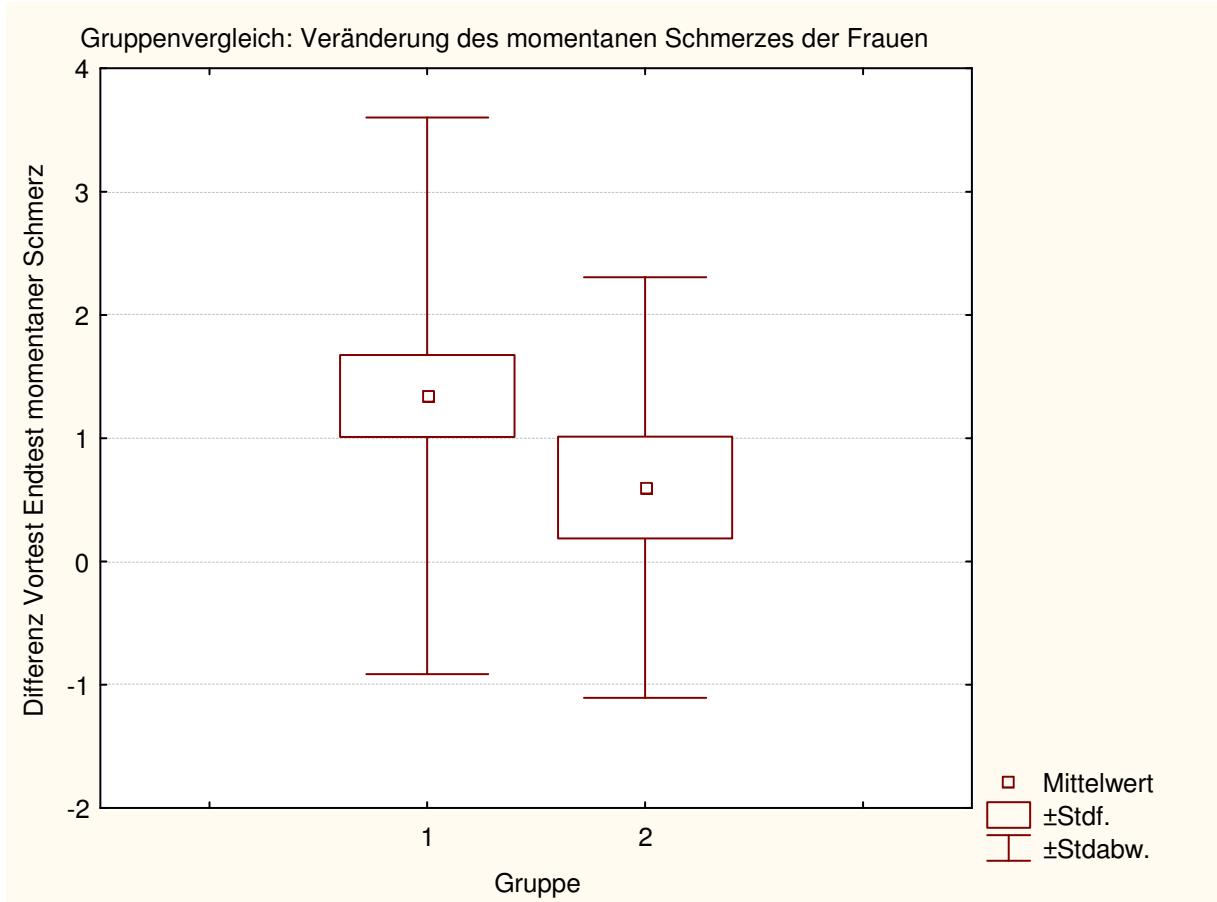
10.3.1.3 Gruppenvergleich: Momentanes Schmerzempfinden der Frauen

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Frauen führte im Bereich der subjektiven, momentanen Schmerzwahrnehmung zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 23: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der subjektiven, momentanen Schmerzempfindung

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich momentanes Schmerzempfinden Frauen Gruppe1: 2x Woche Gruppe2: 1x Woche								
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG	p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2	p Varianzen
Diff	1,343478	0,600000	61	0,222864	46	17	2,257989	1,705506	0,221580

Abbildung 21: Unterschied zwischen der subjektiven, momentanen Schmerzempfindung der Frauen nach dem 3-monatigen Training



Interpretation:

Im Bereich des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Frauen festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,22$ zwischen dem subjektiven, momentanen Schmerzempfinden in den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 0,74 Punkte (auf einer Schmerzwahrnehmungsskala von 1 – 10). Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es die subjektive momentane Schmerzwahrnehmung nicht beeinflusst, ob das Training einmal oder zweimal pro Woche durchgeführt wird.

Es gilt daher: H03:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens nach einem 3-monatigen Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Frauen.

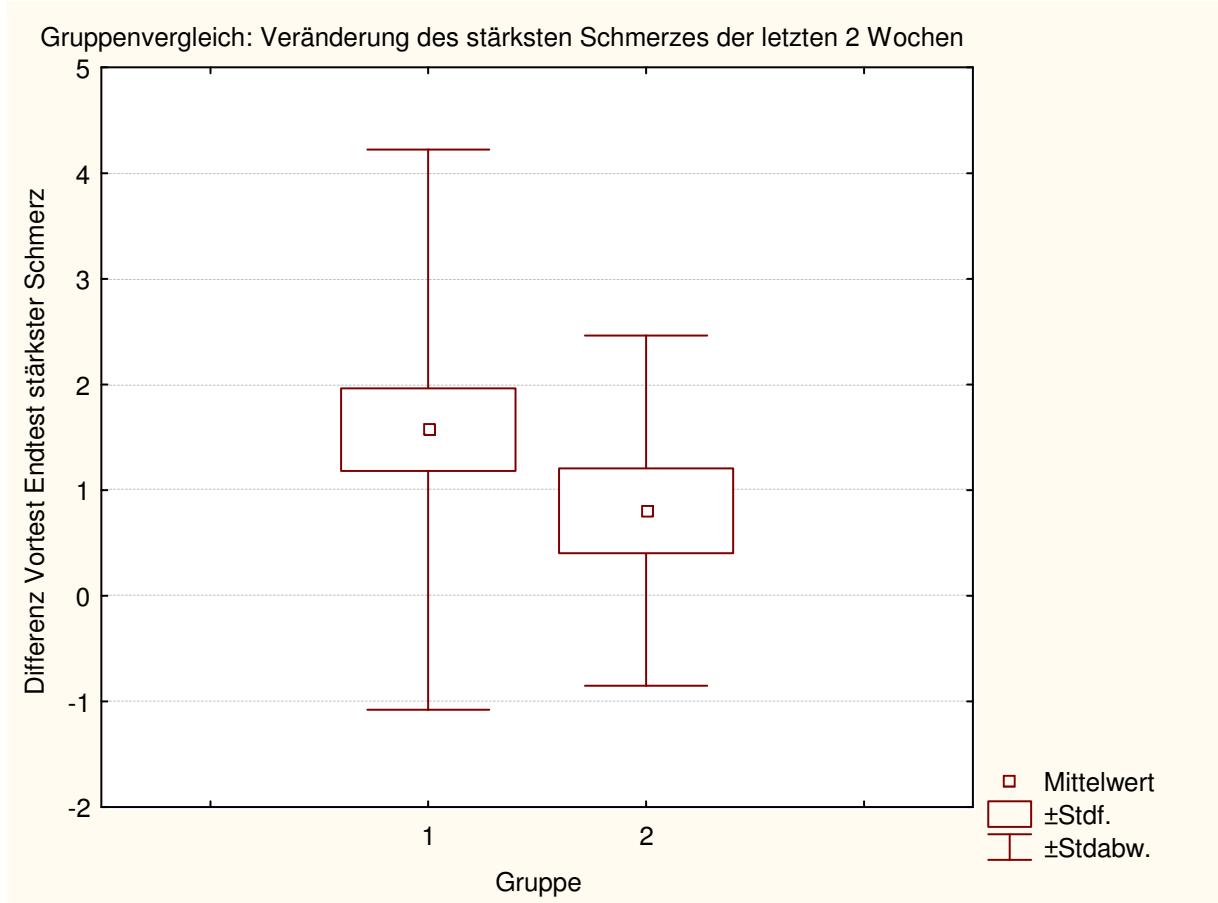
10.3.1.4 Gruppenvergleich: stärkster Schmerz der letzten 2 Wochen der Frauen

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Frauen führte im Bereich der stärksten, subjektiven Schmerzwahrnehmung innerhalb der letzten zwei Wochen zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 24: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten 2 Wochen

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich des stärksten Schmerzes der letzten 2 Wochen der Frauen Gruppe1: 2x Woche Gruppe2: 1x Woche								
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG	p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2	p Varianzen
Diff	1,571739	0,805882	61	0,271206	46	17	2,651261	1,656604	0,043531

Abbildung 22: Unterschied zwischen der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten 2 Wochen der Frauen nach dem 3-monatigen Training



Interpretation:

Im Bereich des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Frauen festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,27$ zwischen dem stärksten, subjektiven Schmerzempfinden der letzten zwei Wochen in den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 0,77 Punkte (auf einer Schmerzwahrnehmungsskala von 1 – 10). Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es die stärkste, subjektive Schmerzwahrnehmung innerhalb der letzten zwei Wochen nicht beeinflusst, ob das Training ein- oder zweimal pro Woche durchgeführt wird.

Es gilt daher H03:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen nach einem 3-monatigen Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Frauen.

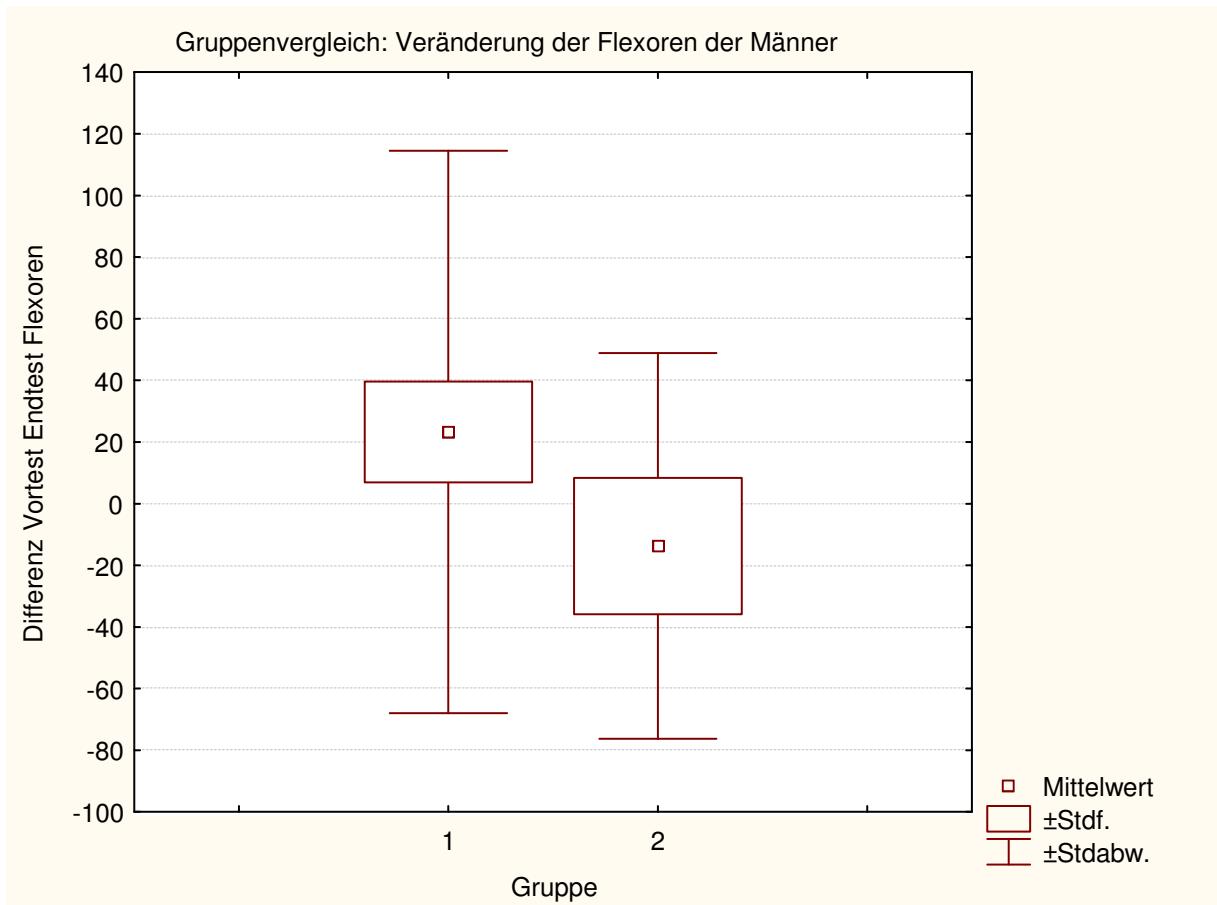
10.3.1.5 Gruppenvergleich: Maximalkraft der Flexoren der Männer

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Männer führte im Bereich der Maximalkraft der Flexoren zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 25: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Flexoren

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich Männer Flexoren Gruppe1: 2x Woche Gruppe2: 1x Woche								
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG	p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2	p Varianzen
Diff	23,26774	-13,7375	37	0,287846	31	8	91,22294	62,57701	0,303956

Abbildung 23: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Flexoren der Männer nach dem 3-monatigen Training



Interpretation:

Bezüglich der Kraft der Flexoren konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Männer festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,28$ der Kraft der Flexoren zwischen den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 9,5 Newton. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es, bezogen auf die Maximalkraft der Flexoren, keinen statistisch signifikanten Unterschied macht, ob das Training ein- oder zweimal pro Woche absolviert wird.

Es gilt daher: H02:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung der Maximalkraft der Flexoren nach einem 3-monatigen Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Männer.

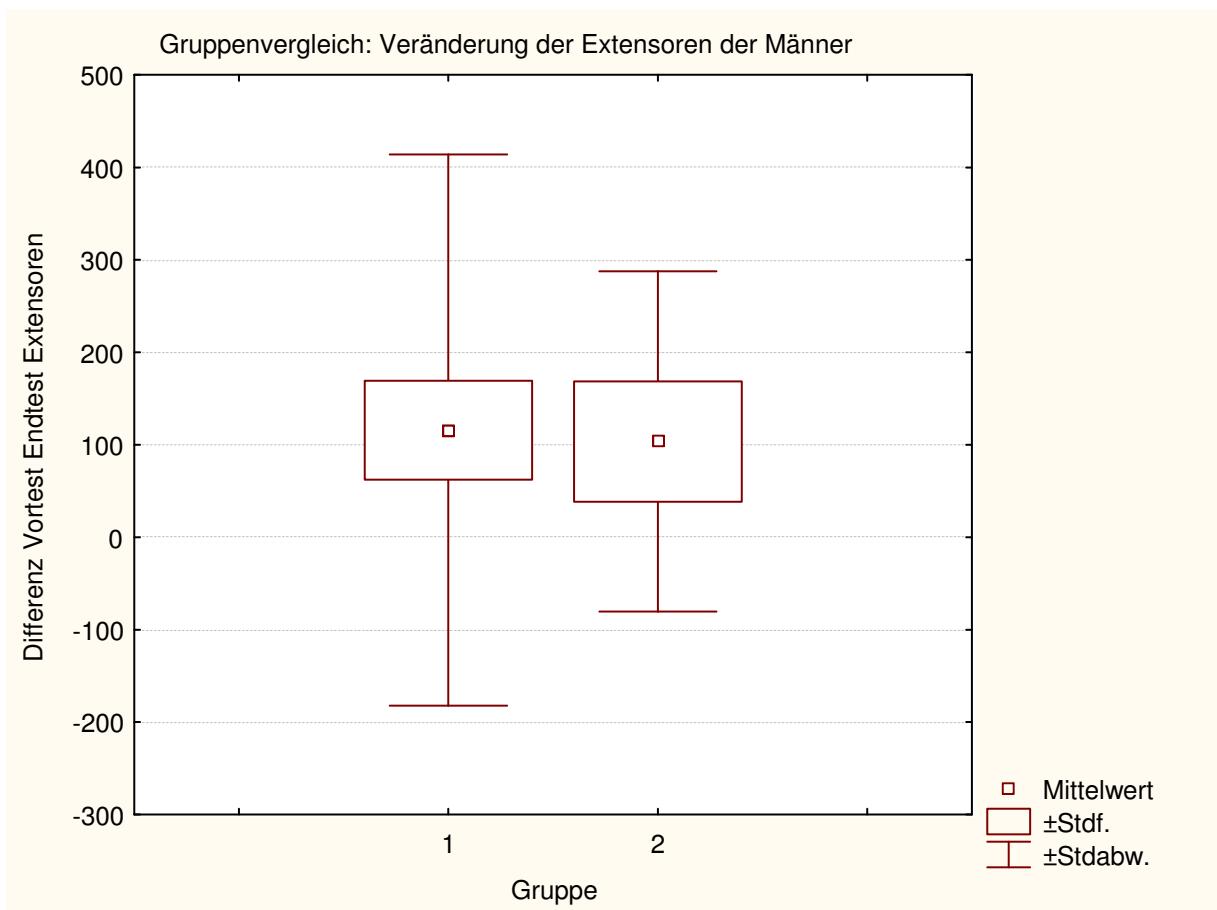
10.3.1.6 Gruppenvergleich: Maximalkraft der Extensoren der Männer

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Männer führte im Bereich der Maximalkraft der Flexoren zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 26: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Extensoren

Variable	t-Tests; Gruppenvergleich Männer Extensoren Gruppe1: 2x Woche Gruppe2: 1x Woche								
	Mittelw. 1	Mittelw. 2	FG	p	Gült. N 1	Gült. N 2	Stdabw. 1	Stdabw. 2	p Varianzen
Diff	115,8452	103,6750	37	0,913329	31	8	298,0323	184,0356	0,188060

Abbildung 24: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Extensoren der Männer nach dem 3-monatigen Training



Interpretation:

Bezüglich der Kraft der Extensoren konnte nach einer 3-monatigen Trainingsperiode kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Männer festgestellt werden. Die Signifikanzprüfung auf dem $p = 0,05$ Niveau ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied $p = 0,91$ der Kraft der Extensoren zwischen den beiden Gruppen. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gruppen beträgt 12,9 Newton. Es kann daher mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent davon ausgegangen werden, dass es, bezogen auf die Maximalkraft der Extensoren, keinen statistisch signifikanten Unterschied macht, ob das Training ein- oder zweimal pro Woche absolviert wird.

Es gilt daher H02:

Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der Veränderung der Maximalkraft der Extensoren nach einem 3-monatigen Training zwischen den beiden Trainingsgruppen der Männer.

10.3.1.7 Gruppenvergleich: momentanes Schmerzempfinden der Männer

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Männer konnte im Bereich der subjektiven, momentanen Schmerzwahrnehmung nicht durchgeführt werden, da die Auswertung der 2. Gruppe im Bereich der subjektiven Schmerzwahrnehmung aufgrund der zu geringen Teilnahme der Probanden an der Wiederholungsuntersuchung zu keinen Ergebnissen führte.

10.3.1.8 Gruppenvergleich: stärkster Schmerz der letzten 2 Wochen der Männer

Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen der Männer im Bereich der stärksten, subjektiven Schmerzwahrnehmung innerhalb der letzten zwei Wochen konnte ebenfalls nicht durchgeführt werden, da auch hier die Auswertung der 2. Gruppe bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung aufgrund der zu geringen Teilnahme der Probanden an der Wiederholungsuntersuchung zu keinerlei Ergebnissen führte.

11 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war, die Effektivität eines gesundheitsorientierten Krafttrainingsprogramms bei Rückenbeschwerden zu untersuchen. Es wurden einerseits die Veränderungen der Kraft der Rumpfstreck- und Rumpfbeugemuskulatur und andererseits die Veränderungen im Bereich der subjektiven Schmerzwahrnehmung dokumentiert und bezüglich ihrer Signifikanz überprüft. Dabei wurden die Ergebnisse zwischen zwei verschiedenen Gruppen verglichen und ebenfalls auf ihre Signifikanz überprüft. Eine Gruppe absolvierte ihr Trainingsprogramm zweimal, die andere Gruppe lediglich einmal wöchentlich.

Aufgrund der aus dieser Studie resultierenden Ergebnisse ist zu schlussfolgern, dass ein regelmäßig durchgeführtes und individuell angepasstes, medizinisches Krafttraining zu einer signifikanten Steigerung der Maximalkraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur führt, wobei die Ergebnisse in den einzelnen Gruppen etwas variieren. Die Steigerung der Maximalkraft der verschiedenen Muskelgruppen - auch im Alter - durch ein regelmäßiges Krafttrainingsprogramm bestätigen auch andere Studien.

Kraemer et al. (1999) verglichen die Adaptionen eines Trainingsprogramms über 10 Wochen zwischen 30-jährigen und 62-jährigen als fit bezeichneten Männern. Die Daten zeigten, dass beide Probanden-Gruppen einen Maximalkraftzuwachs von 15 Prozent aufwiesen. (Kraemer et al.; 1999)

Häkkinen et al. (1998) berichten von ähnlichen Ergebnissen. Auch diese Autoren verglichen die Steigerung der Maximalkraft durch ein 6-monatiges Krafttraining bei 40- und 70-jährigen Probanden und Probandinnen. Beide Altersgruppen wiesen fast identische Steigerungen – sowohl dynamisch als auch isometrisch gemessen – auf. (Häkkinen et al.; 1998)

Auch Reeves et al. zeigten im Jahr 2003 anhand ihrer Studie, dass Krafttraining auch bei älteren Menschen (durchschnittlich 73 Jahre) unter anderem zu einer Steigerung der Maximalkraft führt. So konnte nach einem dreimal wöchentlich absolvierten Training über 14 Wochen eine Steigerung der Festigkeit der Sehne um 69 Prozent und somit eine verbesserte, maximale Belastbarkeit der Sehnen beobachtet werden. Zusätzlich wurde eine Kraftsteigerung von 19 Prozent gemessen. Dahingegen wurden in der Kontrollgruppe keinerlei Veränderungen präsentiert. (Reeves et al.; 2003)

In der in dieser Arbeit dokumentierten Studie wurden die Ergebnisse von unterschiedlichen Gruppen verglichen. Erstaunlicherweise – und nicht wie angenommen – steigerte sich die Maximalkraft der Rumpfbeuge- und der Rumpfstreckmuskulatur sowohl bei jenen Frauen, die zweimal pro Woche (1. Gruppe) als auch bei jenen, die nur einmal pro Woche (2. Gruppe) ihr Training absolvierten, signifikant. Die Daten bezüglich der Steigerung der Kraft der Flexoren waren sogar in beiden Gruppen höchst signifikant, während sich die Kraft der Extensoren nur in der 1. Gruppe höchst signifikant und in der 2. Gruppe „nur“ signifikant steigerte. Deutlich ist auf jeden Fall, dass zwischen den beiden Gruppen, bezüglich der Maximalkraftsteigerung der Flexoren und der Extensoren, kein signifikanter Unterschied zu beobachten war und es demnach bezüglich der Steigerung der Maximalkraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur keinen signifikanten Unterschied macht, ob einmal oder zweimal pro Woche am Training teilgenommen wird.

In den Gruppen der Männer steigerten sich weder in jener Gruppe, die zweimal pro Woche trainierte (1. Gruppe), noch in jener, die nur einmal pro Woche am Training teilnahm (2. Gruppe), die Maximalkraftwerte der Flexoren. Die Kraft der Extensoren nahm in der 1. Gruppe signifikant zu, in der 2. Gruppe allerdings konnte keine Signifikanz festgestellt werden. Hier muss allerdings festgehalten werden, dass die zweite Gruppe lediglich aus nur 8 Probanden bestand, was möglicherweise Einfluss auf die Ergebnisse haben konnte. Eigenartig ist, dass keine signifikante Besserung der Kraft der Flexoren zu vernehmen war. Die Ursachen dafür sind unklar. Obwohl bei den männlichen Probanden bezüglich der Kraftsteigerung der Extensoren ein Unterschied zu vernehmen war, war dieser nicht signifikant. Es macht demnach keinen signifikanten Unterschied, ob einmal oder zweimal pro Woche trainiert wird. Es sollte aber auf jeden Fall festgehalten werden, dass – auch wenn kein signifikanter Unterschied errechnet wurde – die Ergebnisse der 1. Gruppe zum Unterschied der 2. Gruppe signifikant waren.

Neben den Auswertungen bezüglich der Maximalkraftsteigerung wurden die Veränderungen bzw. Verbesserungen des subjektiv wahrgenommenen Schmerzes dokumentiert.

Die für den Rückgang des Schmerzes verantwortlichen Faktoren wurden in Kapitel 6 ausreichend festgehalten. Auch wenn nicht alle Ursachen für eine Schmerzlinderung durch Krafttraining belegt oder klar sind, konnte auf jeden Fall in einer Studie von „Greinwalder und Partner“ (2007) eindeutig gezeigt werden, dass sich neben der Kraft auch das subjektive Wohlbefinden bzw. der subjektiv eingeschätzte Schmerz verbesserte. Die Ergebnisse

zeigten, dass sowohl die Intensität des Rückenschmerzes in Ruhe (12 Prozent) und Bewegung (11 Prozent) als auch die Häufigkeit des Schmerzes (15 Prozent) wesentlich zurückgingen.

Hurwitz et al. (2005) bestätigen ebenfalls, dass bei chronischen Rückenschmerzpatienten (Schmerzen im Lendenwirbelsäulenbereich) durch Kräftigungsübungen – vor allem für die rumpfstabilisierende Muskulatur – sowohl die körperlichen Einschränkungen als auch der subjektiv wahrgenommene Schmerz vermindert werden konnten. (Hurwitz et al.; 2005)

Die in dieser Arbeit angeführte Studie kann den gerade genannten Ergebnissen nur teilweise zustimmen. In beiden Gruppen der Frauen konnte eine wesentliche Verbesserung des Schmerzes, welcher in den letzten zwei Wochen am stärksten empfunden wurde, beobachtet werden, wobei die Werte in der 1. Gruppe höchst signifikant und jene der 2. Gruppe „nur“ signifikant waren. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte in diesem Bereich nicht beobachtet werden. Bezuglich des momentan empfundenen Schmerzes konnte ausschließlich in der 1. Gruppe ein höchst signifikanter Rückgang dokumentiert werden. Die Werte des momentanen Schmerzes der 2. Gruppe waren nicht signifikant. Obwohl somit ein Unterschied – bezogen auf den momentanen Schmerz – zwischen den beiden Gruppen zu vernehmen war, war auch dieser nicht signifikant.

Demnach macht es auch bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung keinen signifikanten Unterschied, ob einmal oder zweimal in der Woche das Training absolviert wird.

In den Gruppen der Männer konnte lediglich über die Ergebnisse der 1. Gruppe berichtet werden, da in der 2. Gruppe von vornherein sehr wenig Teilnehmer waren und von diesen leider nur 2 Probanden zur Wiederholungsuntersuchung, in welcher das subjektive Schmerzempfinden erfragt wurde, erschienen. Somit konnten die Daten der 2. Gruppe aufgrund zu geringer Datenmenge zu keiner Auswertung hinzugezogen werden.

In der 1. Gruppe konnte bezüglich des momentan empfundenen Schmerzes eine signifikante Verbesserung aufgezeichnet werden, während im Bereich des in den letzten zwei Wochen am stärksten wahrgenommenen Schmerzes kein signifikanter Rückgang dokumentiert werden konnte.

12 Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann bestätigt werden, dass in der Gruppe der Frauen sowohl ein zweimal wöchentlich als auch ein einmal wöchentlich absolviertes Krafttraining zu einer signifikanten Steigerung der Kraft der Flexoren und Extensoren der Rumpfmuskulatur führt. Der einzige Unterschied lag darin, dass in jener Gruppe, die zweimal wöchentlich trainierte die Extensoren hoch signifikant gesteigert wurden, während in der anderen Gruppe die Steigerung „nur“ signifikant war.

Bezüglich der Männer waren die Ergebnisse in beiden Gruppen recht enttäuschend. Lediglich die Kraft der Extensoren jener Gruppe, die zweimal pro Woche trainierte, konnte signifikant gesteigert werden. Hiermit kann für die Gruppen der Männer keine signifikante Relevanz eines Krafttrainings für die Steigerung der Kraft der Flexoren bestätigt werden.

Bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung kann – allerdings nur auf die Gruppen der Frauen bezogen – zusammenfassend gesagt werden, dass, da die Werte der 1. Gruppe höchst signifikant und die der 2. Gruppe nur signifikant (stärkster Schmerz in den letzten zwei Wochen) bzw. nicht signifikant (momentaner Schmerz) waren, es bezüglich des subjektiven Schmerzempfindens einen nur geringen Unterschied macht, ob einmal oder zweimal pro Woche trainiert wird.

Die Gruppen der Männer konnten, wie schon oben erwähnt, aufgrund der zu geringen Teilnahme der Probanden der 2. Gruppe an der Wiederholungsuntersuchung, nicht verglichen werden.

Es ist somit in dieser Studie lediglich durch die 1. Gruppe der Frauen eindeutig belegt, dass ein regelmäßig durchgeführtes Krafttraining zu einer wesentlichen Linderung des subjektiven Schmerzempfindens führt.

Literaturverzeichnis

Aniansson, A. et al. (1992). Compensatory muscle fiber hypertrophy in elderly men. *J. Appl. Physiol*, 73 (3), 812-816.

Appell, H.-J. & Stang-Voss, Ch. (2008). *Funktionelle Anatomie*. Heidelberg: Springer Medizin.

Bässler, R. (1986). *Einführung in die empirische Sozialforschung für Sportwissenschaftler*. Wien: Universität Wien.

Bogduk, N. (2006). Chronic low back pain. *Handb Clin Neurol*. 81, 779-90.

Booth F.W.; Gollnick P.D.: (1983) Effects of disuse on the structure and function of skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc*, 15, 415-420.

Bös, K.; Hänsel, F. & Schrott, N. (2000). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft. Planung – Auswertung – Statistik*. Hamburg: Cwalina.

Denner, A. (1998). *Analyse und Training der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur*. Berlin: Springer.

Ehrsam, R. & Zahner, L. (1996). Kraft und Krafttraining im Alter. In: Denk, H. & Hofmann, K. *Alterssport. Aktuelle Forschungsergebnisse*. (S. 191-211). Schorndorf: Hofmann.

Firma Greinwalder und Partner.: *Internationale Rückenstudie*. Zugriff am 11. Juli 2008 unter
<http://www.ruecken-studie.com/de/auswertung.php> .

Fisher, N. M. et al. (1991). Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 367-374.

Frontera, W.R. et al. (1991). A cross sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78- yr-old men and women. *J. Appl. Physiol*, 71 (2), 644-650.

Fiatarone, M. A. et al. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 23 (6), 1769-1775.

Frontera, W.R. et al. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J. Appl. Physiol*, 88, 1321-1326.

Gesundheitsbericht Wien 2004: Zugriff am 02. Juli 2008 unter
<http://www.wien.gv.at/who/gb/04/pdf/epidemiologie.pdf>

Gottlob, A. (2007). *Differenziertes Krafttraining. Mit Schwerpunkt Wirbelsäule*. München: Urban & Fischer.

Goodpaster, B.H. et al. (2001). Attenuation of skeletal muscle and strength in elderly: The Health ABC Study. *J Appl. Physiol*, 90 (6), 2157-2165.

Häkkinen, K. et al. (1998). Changes in agonist- antagonist EMG, muscle CSA and force during strength training in middle-aged and older people. *J. Appl. Physiol*, 84 (4), 1341-1349.

Häkkinen, K. & Häkkinen, A. (1991). Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different age. *Eur J Physiol* 62: 410-414.

Harre, D. (1965). *Einführung in die allgemeine Trainings- und Wettkampflehre*. Berlin: Bundesvorstand des DTSB.

Harts, Ch. C. et al. (2008). A high-intensity lumbar extensor strengthening program is little better than a low-intensity program or a waiting list control group for chronic low back pain: a randomised clinical trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 54: 23-31.

Haslinger, A. (2006). *Lebenslagen chronisch kranker SchmerzpatientInnen. Eine exemplarische qualitative Untersuchung*. Linz: Universität Linz.

Hauer, K. (2000). Körperliche Bewegung und Training im Alter. In Nikolaus, T., *Klinische Geriatrie*. Berlin: Springer.

Henchoz, Y. & Kai Lik So, A. (2008). Exercise and nonspecific low back pain: A literature review. *Joint Bone Spine* 75: 533-539.

Hildebrandt, J. (2003). Die Muskulatur als Ursache für Rückenschmerzen. *Der Schmerz* 17: 412-418.

Hildebrandt, J. (2005). Paradigmenwechsel im Umgang mit dem Rückenschmerz - Konsequenzen für bewegungstherapeutische Interventionen. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 21, 146-151.

Hildebrandt, J., Müller, G. & Pfingsten, M. (2005). *Lendenwirbelsäule. Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen*. München: Urban & Fischer.

Hochschild, J. (1998). *Strukturen und Funktionen begreifen: funktionelle Anatomie, therapierelevante Details*. Stuttgart: Georg Thieme.

Hochschild, J. (2005). *Strukturen und Funktionen begreifen*. Stuttgart: Georg Thieme.

Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2001). *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen*: Stuttgart/New York.

Hunter, G.; McCarthy, J. & Bamman, M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34 (5), 329-348.

Hurwitz, E.L. et al. (2005). Effects of Recreational Physical Activity and Back Exercises on Low Back Pain and Psychological Distress: Findings From the UCLA Low Back Pain Study. *Am J Public Health*, 95, 1817-1820.

Israel, S. (1994). *Die Auswirkungen eines Krafttrainings in Abhängigkeit von Lebensalter und Gesundheitszustand*. In: KOMI PV (Hrsg): *Kraft und Schnellkraft im Sport*. Köln.

Jungmann, M. & Gumpert, N. (2008). *Die Optimale Therapie des Bandscheibenvorfalls*.
Kassl: Orthopädische Klinik Kassl.

Kaeding, T. S. (2006). *Krafttraining als präventive Maßnahme bei älteren Menschen*.
Marburg: Tectum-Verlag.

Karen, L. et al. (2002). Muscle Activation Patterns in Subjects With and Without Low Back Pain. *Arch Phys Med Rehabil* Vol, 83,816-820.

Kieser, W. (2006). *Krafttraining in Prävention und Therapie. Grundlagen Indikationen Anwendungen*. Bern: Huber

Klitgaard, H. et al. (1990). Function, morphology and protein expression of aging skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training background. *Acta Physiol. Scand*, 140, 41-54.

Kraemer, W. J. et al. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. Older men. *Am. Physiol. Society*, 982-992.

Laser, T. (1999). *Lumbale Bandscheibenleiden. Diagnostik und konservative Behandlung*. München: Zuckschwerdt.

Lindle, R. et al. (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20 – 93 yr. *J. Appl. Physiol.*, 83 (5), 1581-1587.

Lippert, H. (2003). *Lehrbuch Anatomie*. München: Urban & Fischer.

Liu-Ambrose, T.Y.L. et al. (2005). Both resistance and agility training reduce back pain and improve health-related quality of life in older women with low bone mass. *Osteoporos Int* 16: 1321-1329.

Lynch, N.A. et al. (1999). Muscle quality. I. Age-associates differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol* 86: 188-194.

Madson, O.R. et al. (1997). Muscle strength and soft tissue composition as measured by dual energy x-ray absorptiometry in women aged 18-87 year. *Eur J Appl Physiol* 75: 239-245.

McGill, S. (2002). *Low Back Disorders. Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Champaign IL: Human Kinetics.

Meltzer, D. E. et al. (1994). Age dependence of Olympic weight lifting ability. *Med Sci Sports Exerc*, 26, 1053-1067.

Metter, E.J. et al. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol Biol Sci* 52: B267-276.

Mooney, V. (1987). Presidential address. International Societa for the Study of the Lumbar Spine. Dallas, 1986. Where does the pain coming from?. *Spine* 12 (8): 754-759.

Narici, M. V. et al. (2003). Effect of aging on human muscle architecture. *J Appl Physiol*, 95, 2229-2234.

Nachemson, A.L. (1976). The lumbar spine, an orthopedic challenge. *Spine*, 1, 59.

Olivier, N. et al. (2008). Does exercise therapy for chronic lower-back pain require daily isokinetic reinforcement of the trunk muscles? *Annales de réadaptation et de médecine physique* 51: 284-291.

Overend, T.J. et al. (1992). Knee extensor and knee flexor strength: Cross-sectional area ratios in young and elderly men. *J Gerontol Med Sci* 47: M204-M210.

Österreichische Gesundheitsbefragung 2006: Zugriff am 09. Juli 2008 unter http://www.bmwfj.gv.at/cms/site/attachments/1/1/8/CH0713/CMS1187768952223/oester_r_gesundheitsbefragung_2006_20071.pdf

Platzer, W. (2003). *Taschenatlas der Anatomie*. Band 1 Bewegungsapparat. Stuttgart : Thieme.

Pollock, M. et al. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci in Sports Exerc*, 975-991.

Reeves, N. D.; Maganaris, C. N. & Narici, M. V. (2003). Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *J Physiol*, 548 (3), 971-981.

Richardson, C. et al. (1999). *Therapeutic Exercise for Spinal Stabilisation in Low Back Pain. Scientific Basis and Clinical Approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Rüther, T. (2000). *Auswirkungen eines Krafttrainings bei Personen des 6. und 7. Lebensjahrzehntes*. Köln: Uni Köln.

Schwarzer, A. C. et al. (1994). The relative contributions of the disc and the zygapophyseal joint in chronic low back pain. *Spine* 19 (7): 801-806.

Seguin, R. & Nelson, M.E. (1994). The Benefits of Strength Training for Older Adults. *Am J Prev Med* (2003) 25.

Soyka, M. & Meholm, D. (2000). *Physiotherapie bei Wirbelsäulenerkrankungen*. München: Urban & Fischer.

Speckmann, E.-J. & Wittowski, W. (1998). *Bau und Funktionen des menschlichen Körpers*. Augsburg: Urban & Schwarzenberg.

Strehler, B. L. (1962). *Time, Cells and Aging*. Academic Press. New York: Academic Press.

Tidow, G. (2006). Entwicklung der Muskelkraft im Altersgang. In W. Kieser, *Krafttraining in Prävention und Therapie* (S. 180-201). Bern: Huber.

Tilscher, H. (1994). *Die gestörte Wirbelsäule. Diagnose, Therapie, Rehabilitation, Prävention.* Wien: Facultas-Univ.-Verlag.

Trappe, S. et al. (1996). Aging among elite distance runners: 22-yr longitudinal study. *J. Appl. Physiol.*, 80 (1). 285-290.

Unger, A. (2004). *Evaluation der Wirksamkeit einer in Österreich angewendeten inerdisziplinären, analysegestützten Trainingstherapiekonzept zur Rekonditionierung bei chronischen Rückenschmerzen im Lendenwirbelsäulenbereich.* Wien: Universität Wien.

Unger, E. (1995). *Handbuch für Muskeltraining.* Aachen: Meyer & Meyer.

Weineck, J. (2004). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings.* Balingen: Spitta-Verl.

Weiβ, M. (2006). Unspezifische und spezifische Krankheitsbilder. In W. Kieser, *Krafttraining in Prävention und Therapie* (S. 180-201). Bern: Huber.

Willimczik, K. (1993). *Statistik im Sport. Forschungsmethoden der Sportwissenschaft 1.* Hamburg: Cwalina.

Zimmermann, K. (2000). *Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport.* Schorndorf: Hofmann.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau von Bandscheibe und Wirbel (Jungermann & Gumpert., 2008)	14
Abbildung 3: "Total Trunk" Testgerät (Kienbacher Training Penzing)	81
Abbildung 4: Total Trunk Schubregler (Kienbacher Training Penzing).....	82
Abbildung 5: Total Trunk Einstellungen (Kienbacher Training Penzing).....	82
Abbildung 6: Veränderung der Maximalkraft der Flexoren jener Frauen, die 2 x pro Woche trainierten	95
Abbildung 7: Veränderung der Maximalkraft der Extensoren jener Frauen, die 2 x pro Woche trainierten	97
Abbildung 8: Veränderung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten.....	99
Abbildung 9: Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten.....	102
Abbildung 10: Veränderung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten	104
Abbildung 11: Veränderung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten	106
Abbildung 12: Veränderung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten.....	108
Abbildung 13: Veränderung des stärksten subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten	110
Abbildung 14: : Veränderung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten.....	113
Abbildung 15: Veränderung der Kraft der Extensoren des Rumpfes jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten	115
Abbildung 16: Veränderung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten	117
Abbildung 17: Veränderung des stärksten, subjektiven Schmerzes der letzten zwei Wochen jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten	119
Abbildung 18: Veränderung der Kraft der Flexoren des Rumpfes jener Männer, die einmal pro Woche trainierten	121
Abbildung 19: Veränderung der Kraft der Extensoren des Rumpfes jener Männer, die einmal pro Woche trainierten	123
Abbildung 20: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Flexoren der Frauen nach dem 3-monatigem Training.....	128
Abbildung 21: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Extensoren der Frauen nach dem 3-monatigem Training	130
Abbildung 22: Unterschied zwischen der subjektiven, momentanen Schmerzempfindung der Frauen nach dem 3-monatigen Training	132
Abbildung 23: Unterschied zwischen der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten 2 Wochen der Frauen nach dem 3-monatigen Training.....	134
Abbildung 24: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Flexoren der Männer nach dem 3-monatigem Training.....	136
Abbildung 25: Unterschied zwischen der Maximalkraft der Extensoren der Männer nach dem 3-monatigen Training	138

Tabellenverzeichnis

Tabelle 8-1: Deskriptive Statistik jener Frauen, die zweimal pro Woche trainierten	73
Tabelle 8-2: Deskriptive Statistik jener Frauen, die einmal pro Woche trainierten.....	73
Tabelle 8-3: Deskriptive Statistik jener Männer, die zweimal pro Woche trainierten.....	73
Tabelle 8-4: Deskriptive Statistik jener Männer, die einmal pro Woche trainierten.....	74
Tabelle 5: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes	94
Tabelle 6: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes	96
Tabelle 7: Signifikanzprüfung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens	99
Tabelle 8: Signifikanzüberprüfung des stärksten Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen.....	101
Tabelle 9: Signifikanzprüfung für die Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes	104
Tabelle 10: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes.....	106
Tabelle 11: Signifikanzüberprüfung des momentanen subjektiven Schmerzempfindens ...	108
Tabelle 12: Signifikanzüberprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens in den letzten 2 Wochen.....	110
Tabelle 13: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes.....	112
Tabelle 14: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes.....	115
Tabelle 15: Signifikanzprüfung des momentanen Schmerzempfindens	117
Tabelle 16: Signifikanzprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen.....	119
Tabelle 17: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Flexoren des Rumpfes.....	121
Tabelle 18: Signifikanzprüfung der Maximalkraft der Extensoren des Rumpfes.....	123
Tabelle 19: nicht mögliche Signifikanzprüfung des momentanen, subjektiven Schmerzempfindens.....	125
Tabelle 20: nicht mögliche Signifikanzprüfung des stärksten, subjektiven Schmerzempfindens der letzten zwei Wochen	126
Tabelle 21: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Flexoren	127
Tabelle 22: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Extensoren	130
Tabelle 23: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der subjektiven, momentanen Schmerzempfindung	132
Tabelle 24: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der stärksten, subjektiven Schmerzempfindung der letzten 2 Wochen	134
Tabelle 25: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Flexoren	136
Tabelle 26: Signifikanzprüfung des Unterschiedes der Maximalkraft der Extensoren	138

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst habe, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Helga Prasicek

Zusammenfassung

Rückenschmerzen zählen mittlerweile zu den häufigsten gesundheitlichen Beschwerden in der Bevölkerung und stellen eine hohe finanzielle Belastung dar. Mittlerweile haben sich aufgrund einiger Studien (zum Beispiel Ehrsam & Zahner.; (1996); Liu Ambrose et al.; 2005) neben physikal-medizinisch und chirurgischer Eingriffe, vor allem Krafttrainingsprogramme als hilfreiche Therapie herausgestellt.

Ziel der folgenden Studie war es, die Effektivität des medizinischen Krafttrainings bezüglich der Kraftsteigerung und Verbesserung des subjektiven Schmerzempfindens in den Kienbacher Trainings-Instituten in Wien 14 und 22 zu evaluieren. Dabei wurden die Ergebnisse zweier Gruppen (eine Gruppe trainierte nur einmal, die andere zweimal pro Woche) miteinander verglichen und auf ihre Signifikanz überprüft.

Die Probanden und Probandinnen beider Gruppen wurden nach einer ärztlichen Untersuchung vor Beginn der 3-monatigen Trainingsperiode bezüglich ihrer Maximalkraft der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur getestet. In der ärztlichen Untersuchung wurden die Probanden und Probandinnen gebeten an einer Skala von 1,0-10,0 ihr subjektives Schmerzempfinden anzugeben. Sowohl der Maximalkrafttest als auch die Schmerzbefragung wurde nach 3 Monaten wiederholt.

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde das Programm Statistica 6.0 zur Hilfe genommen, wobei je nach Normalverteilung entweder der t-Test oder der Wilcoxon-Test in Verwendung genommen wurde.

Die Auswertung zeigte, dass es in beiden Gruppen der Frauen zu einer signifikanten Steigerung der Maximalkraftwerte sowohl der Flexoren als auch der Extensoren kam. Die Kraft der Flexoren der Männer steigerte sich in keiner der beiden Gruppen. Eine signifikante Steigerung der Kraft der Extensoren konnte nur in jener Gruppe der Männer festgestellt werden, die zweimal pro Woche trainierte.

Bezüglich der subjektiven Schmerzwahrnehmung kam es in beiden Gruppen der Frauen in der Kategorie „stärkster Schmerz in den letzten zwei Wochen“ zu einer signifikanten Besserung. Dahingegen konnte im Bereich des „momentan empfundenen Schmerzes“ lediglich in jener Gruppe, die zweimal pro Woche ihr Training absolvierte, eine signifikante Verbesserung dokumentiert werden.

Die Ergebnisse der Gruppen der Männer konnte bezüglich des Schmerzempfindens nicht miteinander verglichen werden, da in der Gruppe, die nur einmal trainierte, zu wenig Probanden zur Nachuntersuchung kamen. In der anderen Gruppe konnte im Bereich des „momentanen Schmerzes“ eine signifikante Besserung beobachtet werden, wobei sich die Ergebnisse des „stärksten Schmerzes in den letzten zwei Wochen“ nicht signifikant änderten.

Aufgrund der Ergebnisse kann gesagt werden, dass bei Frauen sowohl ein einmal als auch ein zweimal wöchentlich absolviertes gesundheitsorientiertes Krafttraining zur Steigerung der Rumpfbeuge- und Rumpfstreckmuskulatur und Linderung des Rückenschmerzes führt.

Die Ergebnisse der Männer bestätigen dies nicht. Lediglich die Kraft der Extensoren konnte in jener Gruppe, die zweimal pro Woche trainierte, signifikant gesteigert werden. Für die Steigerung der Kraft der Flexoren kann keine Trainingsrelevanz bestätigt werden. Bezuglich des subjektiven Schmerzempfindens der Männer kann berichtet werden, dass ein zweimal wöchentlich durchgeführtes Training den momentan empfundenen Schmerz signifikant verbessern kann, was allerdings für den „stärksten Schmerz in den letzten zwei Wochen“ nicht berichtet werden kann.

Schlüsselwörter: Krafttraining, Rückenbeschwerden, Maximalkrafttest,

Abstract

Back pain is one of the most frequented diseases today. The economic burden because of this widespread disease is very large and appears to be growing. Meantime there are many different therapies for back pain and besides physical medicine and surgery strength training is really important. There are a lot of studies (for example Ehrsam & Zahner.; 1996; Liu Ambrose et al.; 2005) which show the great improvements in maximum strength and back pain.

The purpose of the following study was to find out if a medical strength training programs – arranged in the Kienbacher Training Institutes in Vienna – show an improvement of maximum strength of the flexors and extensors of the trunk and of the sense of back pain. The subjects were graduated in two different groups – one group accomplished their training just once a week and the second group did it two times weekly. The results of both groups were compared to each other.

After medical examination both groups were tested for the maximum strength of flexors and extensors of the trunk and were questioned for their sense of pain before and after the 3-months training program. There were two different questions to find out the back pain: one to find out the strongest pain in the last two weeks and one for the current pain.

For the statistical evaluation the “Statistica 6.0. Program” was used whereas the t-Test and the Wilcoxon Test were needed.

The results show that in both groups of women the strength of flexors and extensors improved significantly.

There was no significant alteration of the strength of flexors in both groups of men. The extensors show an improvement just in the group, which did their training two times a week.

The strongest back pain of the last two weeks advanced in both groups of women significantly, whereas the current pain improved just in the group which trained two times a week.

The groups of men couldn't be compared because there were too little participants (of the group which trained just once weekly) at the questionnaire after the training period.

There was a significant improvement of the current back pain in the group who trained two times a week but no alteration concerning the strongest pain in the last two weeks.

Due to the results I can affirm that medical strength training – arranged once or two times a week - improve the strength of trunk-flexors and -extensors and the back pain of women. But this is not valid for the groups of men. Just the strength of the trunk-extensors improved significantly – but just if they did their training two times a week. The flexors of the trunk didn't change significantly.

For the participants who trained two times weekly the current back pain changed significantly, whereas the strongest pain in the last two weeks didn't.

Keywords: strength training, back pain

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Helga Prasicek
Anningerstraße 23/2/3
A 2340 Mödling
Telefon: +43 699 11926570
Email: helga.pra@gmx.at

Geburtsdatum und –ort: 28. Februar 1983, Mödling, Österreich

Ausbildung

Seit September 2006	Magisterstudium Sportwissenschaften
2002 - 2006	Studium Gesundheitssport Universität Wien; Bakk.-Arbeitsthemen: - „Krafttraining bei Osteoporose“ - „Die häufigsten Fußverletzungen bei Läufern unter spezieller Beobachtung der Achillessehne“ Abschluss im Juni 2006
1993 - 2001	Bundesgymnasium Baden Biondeksgasse mit Schwerpunkt im Bereich Sprachen: - 8 Jahre Englisch - 6 Jahre Latein - 4 Jahre Französisch Abschluss: Matura im Jahr 2001

Berufserfahrung

Seit November 2008	Mitarbeiterin im Sportclub Aktiv Gesund (Askö Niederösterreich), 2521 Trumau Aufgabenbereiche: - Betreuung sämtlicher Gesundheitstrainingskurse - Organisation von Seminaren/Fortbildungen und Events - Erarbeitung und Umsetzung von gesundheitsfördernden Projekten - Ausbau der Projekte in einem vernetzten System - Mitarbeit im Askö Bewegungscenter und im Askö Fitreferat
Von Oktober 2006 bis Oktober 2008	Teilzeitanstellung im Institut Kienbacher Training, 1140 Wien Aufgabenbereiche: - Betreuung der Kunden - Erstellung von Trainingsplänen - Einschulung neuer Kunden an den Kraft- und Kardiogeräten - Administrative Aufgaben in Excel und Word - Durchführung der Kraftmessungen der Rumpfmuskulatur
Februar 2004 bis Februar 2006	Geringfügige Anstellung im Fitnessstudio Fit Inn, Johnstraße 1150 Wien Aufgabenbereiche: - Abschließen von Verträgen - Kundenberatung an der Rezeption - Betreuung des Trainingsbereiches
Seit September 2005	Leitung von Kinderschwimmkursen (3. Klassen der Volksschulen Baden) in der Römertherme in 2500 Baden Aufgabenbereiche:

	<ul style="list-style-type: none"> - Unterrichten der Kinder in den Schwimmlagen Brust, Kraul, Rücken - Abnahme der Schwimmprüfung
Seit Februar 2008	<p>Leitung von 2 Erwachsenengruppen im Bewegungscenter Trumau (Gewichtsreduktionstraining)</p> <p>Aufgabenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betreuung der Teilnehmer während des Ergometrietrainings - Überprüfung des Trainings im korrekten Pulsbereich - Kräftigungsübungen für den gesamten Bewegungsapparat - Überprüfung des Blutdruckes während des Trainings bei Hypertoniepatienten - Entspannungs- bzw. Dehnungsübungen zum Abschluss der Trainingseinheiten
Seit Februar 2004	<p>Betreuung einer Kinderturngruppe (Volksschulkinder) bei der Union Baden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betreuung der Kinder - Organisation der Trainingsinhalte
2001-2003	<p>Geringfügige Beschäftigung bei der Firma „Hennes & Mauritz“ in der SCS Vösendorf</p> <p>Aufgabenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kassakraft - Mitarbeit in den Abteilungen - Kundenberatung

Fähigkeiten und Kompetenzen

Sprachen	<p>Muttersprache: Deutsch Englisch in Wort und Schrift Französisch in Grundzügen Latein in Grundzügen</p>
IT	<p>Microsoft Office:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excel - Word - Powerpoint
Hobbies	<p>Bewegung in den verschiedensten Bereichen Reisen Lesen Musik</p>