MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

Auswirkungen eines Therapiebegleitenden Masai-Barfuß-Technologie-Trainings bei Bandscheibenpatienten

Verfasserin/Verfasser

Nadja Riepl, Bakk.

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im März 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 066 826
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Magisterstudium der Sportwissenschaften
Betreuer/in:	Ass. Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

Vorwort

Mein Dank gilt all jenen, die zum Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben.

Bei Herrn Ass. Prof. Dr. Mag. Harald Tschan von der Abteilung Sport- und Leistungsphysiologie am Zentrum für Sportwissenschaften Wien möchte ich mich für die wissenschaftliche Betreuung bedanken.

Weiteres möchte ich mich bei Herrn Prim. Dr. Henry Puff, der mir die Untersuchungen im Rehabilitationszentrum Althofen ermöglicht hat, herzlich bedanken. Auch seinem Team an Ärzten und dem Arena-Team ein großes Dankeschön für die Mithilfe bei der Patienten/innen-Auswahl.

Allen Probanden/innen, die an meiner Studie teilgenommen haben, danke ich.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Freunden/innen und Studienkollegen/innen bedanken, die mich während meines ganzen Studiums unterstützt und motiviert haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, die mich nicht nur finanziell unterstützt haben, sondern die mir immer wieder Mut und Kraft gegeben hat, um mein Studium erfolgreich beenden zu können.

Inhaltverzeichnis

Vorwort **2**
Inhaltverzeichnis **3**
1. Einleitung **6**
2. Rückenbeschwerden als Problem des Gesundheitswesen **10**
3. Anatomie und struktureller Aufbau der Wirbelsäule **11**
3.1 Entwicklung der Wirbelsäule 12
3.2 Anatomie der Wirbelsäule 13
3.2.1 Das Bewegungssegment 15
3.2.2 Die Bandscheibe 16
3.2.2.1 Stoffwechsel und Durchblutung der Bandscheiben 17
3.3 Der aktive und passive Bewegungsapparat der Wirbelsäule 19
3.4 Besonderheiten der Lendenwirbelsäule 20
3.4.1 Bewegungen der LWS 21
3.5 Physiologie der Wirbelsäulenfunktion 22
3.5.1 Rückenmuskulatur 23
3.5.2. Bauchmuskeln 25
3.5.3 Beinmuskulatur 27
4. Chronische Rückenerkrankungen **28**
4.1 Die drei Ebenen der Störungen 28
4.1.1 Ebene der körperlichen Schädigung 29
4.1.2 Subjektive Störungen 29
4.1.3 Soziales Handicap 30
4.2 Klassifikation 30
4.3 Risikofaktoren 31
5. Diagnostik **34**
6. Bandscheibenschäden und Bandscheibenvorfall **36**
6.1 Fissur 37
6.2 Protrusion 37
6.3 Prolaps 37
6.3.1 Entstehung eines Bandscheibenvorfalles 38
6.3.2 Ätiologie 38
6.4 Sequester 39
7. Therapeutisches Vorgehen **40**
7.1 Aktive Therapiemaßnahmen 41
8. Gleichgewicht **43**

8.1 Begriffsdefinition Gleichgewicht 43
8.2 Arten des Gleichgewichts 44
8.3 Gleichgewichtsregulation 45
8.4 Gleichgewichtsstörungen und propriozeptive Defizite 46
8.4.1 Ursachen und Auswirkungen von sensomotorischen Defiziten 46
9. Althofener Therapiekonzept 48
9.1 Masai Barfuss-Technologie® 48
9.1.2 MBT®-Schuhkonstruktion 49
9.1.3 Wirkungen des MBT®-Schuhs 50
9.1.4 Zusammenfassung von Studien 51
9.1.4.1 MBT® und Aktivierung der Muskulatur 51
9.1.4.2 MBT® und Gleichgewichtsfähigkeit 53
9.2 Kybun Bewegungstechnologie 56
10 Empirische Untersuchung 58
10. 1 Hypothesen 58
10. 2 Methode 60
10.2.1 Beschreibung der Probenden/innen 60
10.2.2 Messmethodik 62
10.2.2.1 Krafttest 62
10.2.2.2 Statischer Gleichgewichtstest 65
10.2.2.3 Schmerzfragebogen 67
10.2.2.4 MBT-Fragebogen 70
10.2.2.5 Statistische Verfahren 70
10. 3 Darstellung der Ergebnisse 71
10.3.1 Ergebnisse der Krafttests 71
10.3.2 Ergebnisse des Gleichgewichtstests 74
10.3.3 Ergebnisse des Schmerzfragebogens 76
10.4 Testergebnisse zur Überprüfung der Hypothesen 79
10.4.1 Überprüfung auf Unterschiede bezüglich der Kraft 79
10.4.2 Überprüfung auf Unterschiede bezüglich des Gleichgewichts 81
10.4.3 Überprüfung der subjektiven Schmerzempfindung 83
10.4.4 Überprüfung des MBT-Fragebogens 84
10.5 Interpretation der Testergebnisse 87
10.5.1 Interpretation der Kraftergebnisse 87
10.5.2 Interpretation der Gleichgewichtsergebnisse 89
10.5.2 Interpretation des subjektiven Schmerzempfindens 90
11. Diskussion 91

11.1 Zusammenfassung 91
11.2 Ergebnisdiskussion 92
11.3 Schlussfolgerung 93
Abstract 95
Literaturverzeichnis 97
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 103
Anhang 105
Lebenslauf 119
Eidesstattliche Erklärung 120

1. Einleitung

Beeinträchtigungen durch Rückenbeschwerden und Rückenerkrankungen stellen ein weit verbreitetes Problem im Gesundheitswesen dar. Sie belasten die Krankenkassen erheblich. Schäden, insbesondere an den Bandscheiben gehören in den Industriestaaten zu den häufigsten Schmerzursachen. Oft beginnen die ersten Symptome bereits im Schul- und Jugendalter. Leibold (2003, S. 9) betont, dass 50% der Schulkinder bereits an Haltungsfehlern leiden, aus denen sich in weiterer Folge Schäden an der Wirbelsäule entwickeln. Unter idealen Bedingungen kann die Wirbelsäule ihre Funktion zum größten Teil erfüllen. Das Problem der heutigen Gesellschaft ist, dass das Erreichen des optimalen Zustandes offenbar unerreichbar ist und deshalb die Wirbelsäule in Mitleidenschaft gezogen wird. Zu den weit verbreiteten Ursachen gehören unter anderem falsche Haltungsgewohnheiten, Fehl- und Überbelastungen der Wirbelsäule und Übergewicht (Leibold, 2003).

Für die Entstehung von Rückenschmerzen können verschiedene Faktoren verantwortlich sein, wodurch eine genaue Diagnostik bei Rückenschmerzpatienten/innen erschwert ist. Einerseits stellen degenerative Veränderungen, die vor allem mit steigendem Alter zunehmen einen Risikofaktor dar. Andererseits kann eine unphysiologische Körperhaltung zu einer Überbelastung des Rückens und der Gelenke führen und so Rückenbeschwerden hervorrufen (Streicher, 2004). Lühmann (2005, S. 139) ergänzt, dass auch unphysiologische Bewegungen am Arbeitsplatz und das Heben von schweren Lasten den Rücken und die Bandscheiben erheblich belasten. Psychosoziale Variablen sollten bei Patienten/innen mit Rückenbeschwerden ebenfalls berücksichtigt werden. Außerdem führt unsere veränderte, stark technisierte Gesellschaft zu einem drastischen Abfall der körperlichen Aktivität im alltäglichen Leben. Dies ist unter anderem ein weiterer Faktor, der die Steigerung der Anhäufung von Erkrankungen des Bewegungsapparates verursacht. Die unterschiedlichsten Risikofaktoren und die individuelle genetische Komponente haben großen Einfluss auf die Entstehung von Rückenbeschwerden (Lühmann, 2005, S. 140).

Besonders Schädigungen der Bandscheiben verursachen Rückenschmerzen, wobei in den meisten Fällen die Bereiche der Lendenwirbelsäule betroffen sind (Laser, 1999). Um die Stabilität der Wirbelsäule und eine aufrechte Körperhaltung gewähren bzw. wiederherstellen zu können, werden heute die Therapieangebote nicht nur passiv, sondern viel mehr aktiv gestaltet. Ruhigstellung und Schonung wird nur noch in akuten Stadien empfohlen und diese nur kurzfristig (Stoll et al, 2007). Einerseits schafft ein

Muskelaufbautraining der Bauch-, Rücken- und Beinmuskulatur ein gut stabilisierendes Muskelkorsett (Färber, 1991). Andererseits spielt für eine aufrechte Körperhaltung nicht nur die Muskulatur eine wichtige Rolle, sondern auch das Gleichgewicht bzw. die Sensomotorik sind mitverantwortlich. Defizite im Kraftbereich und Störungen des Gleichgewichts haben eine gestörte Bewegungsausführung zur Folge, welche Fehlbelastungen in den Gelenken und in der Wirbelsäule hervorrufen (Streicher, 2004). Außerdem wird durch eine schlechte Körperhaltung die tragende Struktur überbelastet und der Körper ist über seine Standfläche weniger ausbalanciert. Die entstandenen Haltungsschmerzen sind sehr variantenreich, was Beginn und Stärke der Symptome betrifft. In manchen Fällen treten nur akute Symptome auf, meistens eingeleitet auf Grund von Verletzungen. In manchen Fällen werden akute Schmerzsymptome zu chronischen Schmerzen. Anders können auch chronische Schmerzen irgendwann akut werden (Peterson-Kendall, 2009, S. 37f). Friedrich und Mezei (2007) unterteilen die Erscheinungsformen von Rückenschmerzen in akut, immer wieder kehrend (rezidivierend), andauernd (persistierend) und chronisch. Chronisch beschreibt einerseits Schmerzen, die länger als drei bis sechs Monate anhalten. Andererseits spielt bei chronischen Schmerzen auch das Verhalten und das Erleben der betroffenen Person eine Rolle. Die Diagnose von Rückenschmerzen hat daher viele Aspekte zu integrieren und zu beachten, um ein geeignetes Therapieverfahren anwenden zu können. Im Rehabilitationszentrum Althofen, aber auch in anderen therapeutischen Institutionen und bei einigen Physiotherapeuten wird das Gehen mit der Masai Barfuss Technologie (MBT) als Teil der Therapie angeboten. Der MBT®-Schuh simuliert einen weichen und natürlichen Untergrund. Durch die Ausgleichsbewegungen werden bei jedem Schritt viele kleine Muskeln mitaktiviert. Jedoch wird der MBT® in die Kategorie der Trainingsgeräte eingeordnet und muss daher, wie jedes andere Trainingsgerät, individuell abgestimmt werden. Viele Studien, die kurz dargestellt werden, bestätigen positive Auswirkungen auf die Muskelaktivität, vor allem im Fußbereich und auf das Gleichgewicht, die durch das Tragen des MBT® hervorgerufen werden. Kälin und Segesser (2004) erwähnen beispielsweise in ihrem Artikel die Veränderungen des Belastungsmusters im Fußbereich im Vergleich zu herkömmlichen Schuhen. Sie bestätigen anhand ihrer Studie, dass durch das Tragen des MBT®-Schuhs die Belastung in der Ferse reduziert wird und die Belastung im Mittelfußbereich erhöht wird. Weiteres wird der Drehmoment um das obere Sprunggelenk vermindert, was zu einer reduzierten Plantarflexion führt. Die Pronationsbewegungen hingegen werden erhöht, wodurch die Aktivität der Supinatoren verstärkt wird. Steward et al (2007) untersuchten in ihrer Studie vier weibliche und sechs männlichen Probanden/innen. Hier wurde der Belastungsdruck auf die Fußsohle gemessen. Gemessen wurde mittels elektrischer Fußeinlage. Man kam zu dem Ergebnis,

dass beim Stehen mit dem MBT® der Belastungsdruck auf den Fersen reduziert und der Druck auf den Mittelfuß reduziert wird. Die Belastung auf den vorderen Bereich des Fußes hingegen wird erhöht. Durch das ständige Ausbalancieren werden die Muskeln der unteren Extremitäten stets aktiviert. Auch Untersuchungen bezogen auf das Gleichgewicht zeigen das die MBT®-Technologie das Gleichgewicht verbessern kann. Untersuchungen von Strondl (2003) zeigten eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit. Hier mussten Probanden/innen sechs Wochen lang täglich mit den MBT®-Schuhen gehen. Auch in den Diplomarbeiten von Rojacher (2004) und Ritter (2004) wird bestätigt, dass die MBT®-Technologie positive Wirkungen auf die Gleichgewichtsfähigkeit hat. Rojacher verglich bei ihrer Untersuchung das Trainingsgerät MFT mit MBT®. Verbesserungen im Gleichgewicht wurden hier bei beiden Trainingsgeräten erkannt. Ritter zeigte, dass innerhalb von vier Wochen ein integriertes MBT-Training bei Fußballern, das Gleichgewicht verbessern kann. Das Fußballtraining wurde wie gewohnt abgehalten. Zusätzlich fand einmal wöchentlich ein MBT-Training statt. Eine jüngere Untersuchungen (Ramstrand et al, 2010, S 1ff) zeigt signifikante Gleichgewichtsverbesserungen bei >50 jährigen Probandinnen. Bei den Tests mit unstabilem Untergrund mit geschlossenen Augen, beim Gleichgewichtsverlagerungstest und bei der Kraftmessplatte konnten signifikante Ergebnisse der MBT-Gruppe erkannt werden.

Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Arbeit ist auf die Muskelveränderung im Rücken- und Bauchbereich und auf das Gleichgewicht gerichtet. Hierbei wurden Bandscheibenoperierte Patienten/innen des Rehabilitationszentrums Althofen für die Untersuchungen herangezogen. Es sollte eine Kontrollgruppe mit der Versuchsgruppe verglichen werden. Die Versuchsgruppe hat in ihrem Therapieplan das MBT-Gangtraining integriert. Hingegen hat die Kontrollgruppe das MBT-Gangtraining nicht in ihrer Therapie geplant. Am Rehabilitationsbeginn, sowie am Ende des Rehabilitationsaufenthaltes wurden jeweils Tests zur Erfassung des statischen Gleichgewichts absolviert. Weiteres wurde die Muskelkraft der Extensoren und Flexoren am Back Check gemessen. Zudem wurde ein Schmerzfragebogen von allen Teilnehmern/innen ausgefüllt. Der MBT-Fragebogen wurde nur von der Versuchsgruppe benötigt. Die so gewonnen Daten der beiden Untersuchungskollektive sollten dann verglichen werden. Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit ist die Frage, ob durch ein MBT-Training während der dreiwöchigen Rehabilitation die Rückenmuskulatur und Bauchmuskulatur (das Muskelkorsett) signifikant beeinflusst und ob ein zusätzliches MBT-Training signifikante Verbesserungen auf das statische Gleichgewicht hat. Zur Überprüfung wird einerseits das isometrische Kraftmessgerät der Back Check verwendet, der zur Messung der Muskelkraft von

Extensoren und Flexoren dient. Andererseits wird für das statische Gleichgewicht das Einbeinige Schwebestehen und das einbeinige Schwebestehen im Seitstand verwendet. Die Gütekriterien wurden bereits von Fetz und Kornexl (1993) positiv zusammengefasst. Die Tests wurden im Rehabilitationszentrum Althofen in der Arena durchgeführt. Die Patienten/innen sollten zum Messzeitpunkt zwischen 30 und 60 Jahren sein. Außerdem müssen sie eine Bandscheibenoperation hinter sich haben, die nicht länger als ein Jahr her ist.

Der Aufbau dieser Arbeit ist in eine theoretische Einführung und einen folgenden empirischen Teil gegliedert. Mit Hilfe des theoretischen Teils sollte ein Überblick in die Thematik geschaffen werden. Darin werden Rückenschmerzen, deren Risikofaktoren und Therapiemaßnahmen vorgestellt. Außerdem werden die Bedeutung der Rücken- und Bauchmuskulatur und die des Gleichgewichts für einen gesunden Rücken zusammengefasst. Folgend wird das in der Untersuchung verwendete Trainingsgerät, die MBT®-Technologie und die Kybun Technologie vorgestellt. Der empirische Teil befasst sich mit der eigentlichen Fragestellung und den Hypothesen, die erarbeitet werden sollten. Weiteres werden die Untersuchungsmethoden näher beschrieben und dargestellt. Abschließend werden die Testergebnisse, die statistischen Verfahren, die Auswertung und deren Interpretation angeführt.

2. Rückenbeschwerden als Problem des Gesundheitswesen

Rückenschmerz ist ein weit verbreitetes gesundheitliches Problem. Die Häufigkeit des Auftretens von Rückenschmerzen ist alarmierend. Dennoch steigt die Zahl der Auftrittshäufigkeit stetig an. Verwunderlich erscheint dies, da es erhebliche Fortschritte im Bereich der Diagnostik, der spezifischen Behandlung und der Verbesserung bei biomechanischen Arbeitsbelastungen gibt (Pfingsten, 2005, S. 152f).

Streicher (2004, S. 1f) betont, dass bereits vor mehreren Jahrzehnten der schwedische Orthopäde Alf Nachemson dazu aufforderte sich intensiver mit der Rückenschmerzproblematik zu befassen. Eine Vielzahl an Veröffentlichungen über das Thema Rückenschmerz, die Erweiterung an diagnostischen Möglichkeiten und neue Behandlungsverfahren weisen darauf hin, dass das Thema Rückenschmerz in den Vordergrund von Untersuchungen und Forschungsansätzen rückte.

Auf Grund von Studien kann zusammengefasst werden, dass Rückenschmerzen eine sehr häufige Erkrankung darstellen und durch ständiges, wiederholendes Auftreten auch ein finanzielles Problem im Gesundheitswesen darstellt (Pfingsten, 2005, S. 152). Nach epidemiologischen Schätzungen leiden ungefähr 85% der Bevölkerung der westlichen Staaten mindestens einmal in ihrem Leben an Rückenschmerzen, die Punktprävalenz beträgt etwa 40%, wobei bei zirka 10% die Schmerzen chronisch werden und bei 5% entstehen ernstzunehmende gesundheitliche Probleme. Im Vergleich zu anderen Erkrankungen zeigt Rückenschmerz einen Aufwärtstrend hinsichtlich Behandlungszahlen (Hildebrandt, 2005, S. 146). In mehreren Erhebungen zum Thema, ob man jemals unter Rückenschmerzen gelitten hat, wurde die Lebensprävalenz eher bei den jüngeren Probanden gefunden. Das Auftreten von hochgradigen Beschwerden steigt jedoch mit zunehmendem Alter an. Vor etwa 20 Jahren konnte man noch sagen, dass der Rückenschmerz ein Problem der Erwachsenen ist. Die Hauptursachen wurden definiert als verstärkte körperliche Belastung am Arbeitsplatz und bei der Hausarbeit. Heute kann man mit Sicherheit sagen, dass das Problem des Rückenschmerzes immer häufiger auch bei heranwachsenden Kindern und Jugendlichen auftritt. Bereits in den 80er Jahren wurden Untersuchungen an Schulkindern und Jugendlichen durchgeführt, die dies bestätigten (Lühmann, 2005, S. 138). Drei Leitideen aus dem 19. Jahrhundert bilden unter anderem auch heute noch die Basis für die Behandlung von Rückenschmerzen. Einerseits nimmt man an, dass der schmerzende Rücken irritiert ist. Andererseits können die Schmerzen Ergebnis eines Traumas sein. Eine weitere Idee ist, dass Ruhe in der akuten Phase bei Rückenschmerzen als Therapie einen positiven Effekt hat. Seit dem

Zweiten Weltkrieg wurde das Phänomen Rückenschmerz aus medizinischer Sicht interessanter. Untersuchungen wurden technisch modernisiert, die invasiven Therapieverfahren bei Rückenschmerzen wurden hochwertiger und das Sozialwesen wurde ausgebaut (Waddell, 1996, S. 2821).

Nach Streicher (2004, S. 1, S. 4f) zählen Schäden an der Wirbelsäule zur häufigsten Schmerzursache in den westlichen Industrienationen. Besonders Schäden an den Bandscheiben verursachen oft Schmerzen im Rückenbereich, wobei hier in den meisten Fällen die Lendenwirbelsäule betroffen ist. Bei den Naturvölkern in den Entwicklungsländern hingegen kommt es viel seltener zu Wirbelsäulenschädigungen oder Rückenschmerzen. Dies ist möglicherweise ein Hinweis auf die zivilisationsbedingten Fehler in der Ernährung und der allgemeinen Lebensweise.

Rückenschmerzen sind weit verbreitet und stören das Wohlbefinden und die Bewegungsfähigkeit der/des Betroffenen. Um die Schmerzen zu lindern, wird oft eine Schonhaltung eingenommen, was auf lange Sicht jedoch die Schmerzen nicht verschwinden lässt. Durch das häufige Auftreten und die damit entstehenden Kosten wird diesem Krankheitsbild wirtschaftlich, aber auch aus therapeutischer Sicht große Aufmerksamkeit gegeben (Streicher, 2004, S. 1f).

3. Anatomie und struktureller Aufbau der Wirbelsäule

Um die weiteren Inhalte und Krankheitsbilder verständlich näher bringen zu können, werden im folgenden Abschnitt der Aufbau und die Funktionen der Wirbelsäule näher beschrieben.

Da Schmerzen bzw. Krankheiten sehr häufig die Lendenwirbelsäule betreffen, wird in diesem Kapitel außerdem auf die Besonderheit der Lendenwirbelsäule eingegangen. Laut Statistik sind die Halswirbelsäule mit 36%, die Brustwirbelsäule mit 2% und die Lendenwirbelsäule mit 62% an Rückenbeschwerden beteiligt (Posner, 2001, S. 526).

3.1 Entwicklung der Wirbelsäule

Die vorgeburtliche Entwicklung der Wirbelsäule lässt sich in vier Stadien gliedern. Prinzipiell sind Fehlbildungen in allen Stadien möglich, jedoch treten sie in der Mesenchymphase (2. Phase), die bis zum dritten Monat beendet ist, vermehrt auf (Niethard & Pfeil, 2005, S. 324).

Tabelle 1: Stadien der Embryonalentwicklung (nach Niethard & Pfeil, 2005, S. 324).

Primitivleiste	ab 15. Tag
Mesenchymphase	ab 20. Tag
Knorpelphase	ab 40. Tag
Knochenphase	ab 60. Tag

Bevor es zur Bildung der eigentlichen Wirbelsäule kommt, bildet sich eine Vorstufe, die sogenannte Chorda dorsalis, die im Laufe der Keimentwicklung durch knöcherne und knorpelige Wirbelsäulenelemente ersetzt wird (Krämer, Wilke & Krämer, 2005, S. 3). Diese Chorda dorsalis ist ein ungegliederter, elastischer und wasserreicher Achsenstab, bildet sich ventral des Neuralrohres und fungiert als Stützorgan. Sie bildet sich aber in der chondralen Phase fast vollständig wieder zurück. Die Bildung der Wirbel in der mesenchymen Phase erfolgt um den Chordastab (Brossmann, Czerny & Freyschmied, 2001, S. 524f). Seitlich der Chorda dorsalis grenzen sich Sklerotome ab, die sich in obere oder untere Hälfte teilen (Skleromiten). Von den Skleromiten geht nun die Neugliederung des axialen Mesenchyms aus (Tittel, 1999, S. 41). Diese mesenchymen Wirbelanlagen werden dann verknorpelt (Knorpelphase). Die letzte Phase der embryonalen Wirbelsäulenentwicklung ist die Verknöcherung der Wirbel. Die ersten Knochenkerne bilden sich in den Bögen der unteren Hals- und oberen Brustwirbelsäule. Die Verknöcherung setzt sich anschließend in den oberen Halswirbeln fort. Von hier aus setzt sich die Ossifikation unten (kaudal) fort (Brossmann, Czerny & Freyschmied, 2001, S. 526). An den einzelnen Wirbeln lassen sich anatomisch unterschiedliche Wachstumszonen erkennen. Das Höhenwachstum der Wirbelkörper erfolgt enchondral an den knorpeligen Wachstumsplatten, hingegen entwickelt sich das Tiefen- und Breitenwachstum der Wirbel perichondral (von außen) (Pfeil, 2002, S. 2).

Beim Neugeborenen ist die Wirbelsäule nur nach hinten gekrümmt. Erst bei den Bewegungen, wie Kopf heben, sitzen und laufen bildet sich durch ein enges Zusammenwirken von Wirbelsäule, Gelenken, Bändern und von der Muskulatur die S-förmige Wirbelsäule aus, die im nächsten Abschnitt beschrieben wird (Schieber & Korf, 2007, S. 241).

3.2 Anatomie der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule besteht aus insgesamt 24 präsakralen Wirbeln, die wie folgt gegliedert werden:

- 7 Halswirbel
- 12 Brustwirbel
- 5 Lendenwirbel

Den unteren Abschluss der Wirbelsäule bilden das Kreuzbein und die Steißbeinwirbeln. Der oberste Halswirbel ist der Atlas und besitzt keinen Wirbelkörper. Der zweite Wirbel wird Axis genannt und hat einen Vorsprung, der die gelenkige Bindung zum Atlas bildet. Das Kreuzbein ist das Verbindungsstück zwischen der Wirbelsäule und dem Becken (Brötz & Welter, 2008, S. 4). Die sieben Halswirbel (kurz C) nennt man zervikale Wirbel, die Brustwirbel werden mit Th abgekürzt und liegen im thorakalen Bereich und die fünf Lendenwirbel befinden sich in der lumbalen Region und tragen das Kürzel L. Am Ende des Rumpfes befinden sich die fünf miteinander verwachsenen Wirbel, die als Kreuzbein (S1 - S5) zusammengefasst werden. Das Wirbelsäulenende bilden drei bis fünf zusammengewachsene Wirbel, die das Steißbein bilden (Grönemeyer, 2004, S. 33).

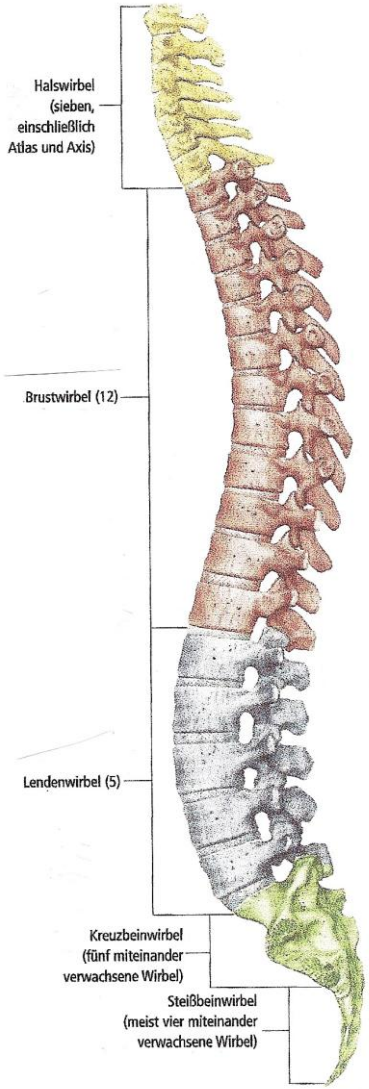


Abbildung 1: Gliederung der Wirbelsäule (nach Cheers & Olds, 2004, S. 273)

Aus vorangegangener Beschreibung kann die Wirbelsäule in vier Abschnitte, der Hals-, Brust-, Lendenwirbelsäule und dem Kreuzbein eingeteilt werden. Die Übergangsregionen, zervikookzipital, zervikothorakal, thorakolumbal und lumbosakral, werden als jene Stellen bezeichnet, die besonders anfällig für Wirbelsäulenerkrankungen sind. Aus statischen Gründen sind die unten liegenden Wirbel, wie jene der Lendenwirbelsäule, kräftiger ausgebildet. Jedoch ist die Beweglichkeit im lumbalen Bereich deutlich eingeschränkt, da die Gelenksflächen (Facetten) sagittal ausgerichtet sind. Die Beweglichkeit in der Halswirbelsäule ist am größten, weil die Gelenksflächen dachziegelartig ausgerichtet sind. Vor allem zwischen Atlas und Axis herrscht eine große Rotationsbewegung. Die größte Vor- und Rückneigung findet zwischen Atlas und Hinterhaupt statt. Zwar sind die Facetten der Brustwirbelsäule auch dachförmig angeordnet, jedoch wird die Bewegung durch die Rippen und das Brustbein stark reduziert (Niethard & Pfeil, 2005, S. 326ff).

Die bereits erwähnten 24 Wirbel bilden die S-förmige Wirbelsäule, die natürliche Krümmungen nach vorne und hinten aufweist. Die Krümmungen nach vorne werden als Lordosen bezeichnet und kommen an der Hals- und Lendenwirbelsäule vor. Ist die Wirbelsäule nach hinten gekrümmt spricht man von einer Kyphose, wie es bei der Brustwirbelsäule und im Kreuzbein-Steißbein-Bereich der Fall ist (Leibold, 2003, S. 19f).

3.2.1 Das Bewegungssegment

Das Bewegungssegment ist die kleinste funktionelle Einheit der Wirbelsäule und besteht aus zwei Wirbelkörpern, der dazwischen liegenden Bandscheibe und den aus den Zwischenwirbellöchern austretenden Nervenwurzeln. Weiteres gehören die benachbarten Wirbel, das vordere und hintere Längsband, das Ligamentum flavum, die Wirbelgelenke und alle Weichteile, die sich im Bereich der Wirbelsäule befinden zum Bewegungssegment.

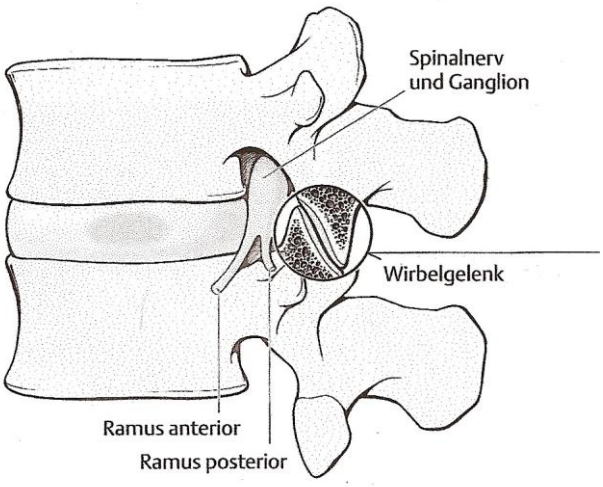


Abbildung 2: Bewegungssegment nach Junghans (nach Niethard & Pfeil, 2005, S. 328)

Die Bandscheibe ist die nicht knöcherne Verbindung zwischen zwei Wirbelkörpern (Krämer, Wilcke & Krämer, 2005, S. 4f).

Insgesamt besteht die Wirbelsäule aus 25 Bewegungssegmenten. Jedes einzelne Segment kann sich nur wenige Grade bewegen, erst die Summe aller Bewegungssegmente ergeben die große Rumpfbeweglichkeit. Die Möglichkeiten der Bewegung der Wirbelsäule sind die Flexion, die Extension, die Lateralflexion, die Rotation und die Kombination all dieser Bewegungen. Das Bewegungsausmaß ist je nach Region unterschiedlich. Die größte Mobilität des Rückens besteht im Bereich der Halswirbelsäule,

welche statisch am geringsten belastet wird. Der thorakale Abschnitt der Wirbelsäule besitzt zwar am meisten Bewegungssegmente, diese werden jedoch durch den Brustkorb in der Bewegung sehr stark eingeschränkt, sodass im Brustwirbelsäulen-Abschnitt die geringste Beweglichkeit erreicht wird (Cheers & Olds, 2004, S. 372; Niethard & Pfeil, 2005, S. 328f).

Im nächsten Abschnitt wird die nicht knöcherne Verbindung des Bewegungssegments, die Bandscheibe näher erläutert.

3.2.2 Die Bandscheibe

Die Bandscheibe ist eine elipsoidförmige, ursprünglich weißfarbige und gelartige Struktur, die sich jedoch mit zunehmendem Alter zu einer gelben bis braunen Struktur verfärben kann. Bandscheiben befinden zwischen allen Wirbeln, von C2 - C3 bis L5 - S1, zu finden (Van den Berg, 2003, S. 108f).

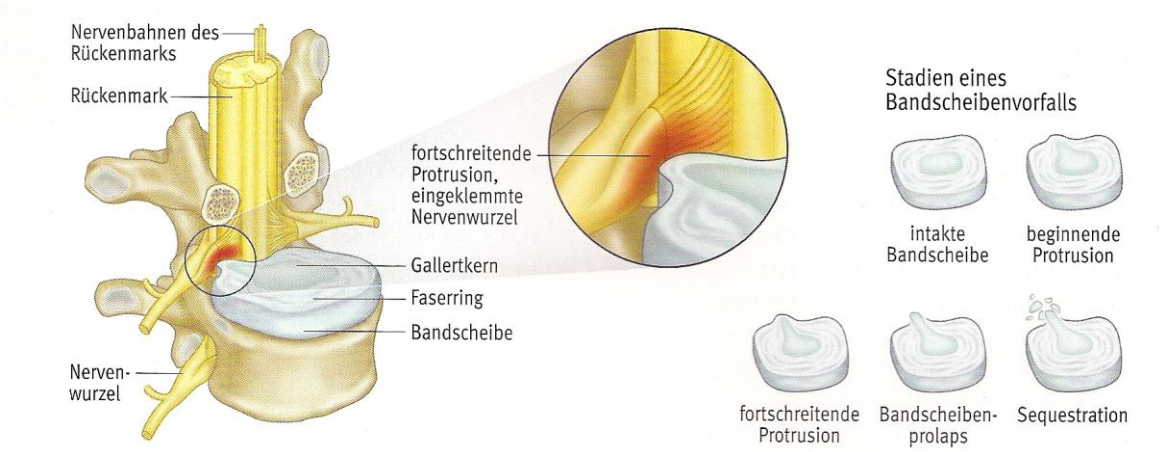


Abbildung 3: Die Bandscheibe und Stadien eines Bandscheibenvorfalls (nach Grillparzer, 2008, S. 18).

Strukturell betrachtet besteht die Bandscheibe aus einem Nucleus pulposus, aus dem Anulus fibrosus und der vertebralen Endplatte. Der Anulus fibrosus wird wiederum in einen äußeren und inneren Bereich eingeteilt. Beim Anulus fibrosus dominieren kollagene Fasern vom Typ 1, die eine straffe Ordnung aufweisen. Die Fasern des inneren Anulus fibrosus verlaufen steiler, als die des äußeren Anulus. Der innere Faserring ist Mischgewebe, der äußere Anulus fibrosus hingegen ist den Ligamenten zuzuordnen. Der Bandscheibenkern besitzt im Vergleich zum Anulus fibrosus mehr Proteoglykane,

speichert mehr Wasser und enthält wenige kollagene Fasern (15 - 25%), die chaotisch ausgerichtet sind (Diemer & Sutor, 2007, S. 118f).
Die Bandscheibe kann durch ihren Aufbau und ihrer Lage verschiedene Funktionen erfüllen. Einerseits bildet sie eine feste Verbindung zwischen zwei Wirbelkörpern, andererseits ermöglicht sie Bewegungen und trägt das Gewicht, welches vom darüberliegenden Wirbel weitergegeben wird. Außerdem haben die Bandscheiben die wichtige Funktion, dass sie Stöße und Vibrationen abdämpfen (Brötz & Welter, 2008, S. 8). Nach Van den Berg (2003, S. 109) sind die Bandscheiben in erster Linie dafür zuständig, dass sie Kompressionen und Stöße absorbieren, die auf die Wirbelsäule wirken. Wie bereits erwähnt sorgen die Bandscheiben auch für Beweglichkeit. Hierbei bestimmt die Dicke der Bandscheibe zwischen den Wirbeln den Beweglichkeitsgrad. Weiteres sind die Bandscheiben zum Teil auch für die Stabilität verantwortlich, da sie die Bänder spannen.

Zusammenfassend hat die Bandscheibe folgende wichtige Funktionen:

- Ermöglicht Bewegung und erhöht die Stabilität
- Bildet eine feste Verbindung zwischen zwei Wirbelkörper und
- Fängt Stöße und Kompressionen ab.

3.2.2.1 Stoffwechsel und Durchblutung der Bandscheiben

Krämer, Wilcke und Krämer (2005, S. 9) beschreiben, dass die Bandscheiben bis zum zweiten Lebensjahr durch Blutgefäße ernährt werden. Danach ist das Bandscheibengewebe auf die Ernährung durch Diffusion angewiesen. Jedoch ist die Aussage über das Ende der Durchblutung nach Van den Berg (2003, S. 117) noch umstritten, da in der Literatur verschiedene Angaben zu lesen sind. Die Angaben reichen vom zweiten bis zum 30. Lebensjahr. Daher ist die Durchblutung bzw. das Ende der Durchblutung von Bandscheiben durchaus ein Thema, welches noch genaueren Untersuchungen bedarf.
Der Austausch von Nährstoffen und Stoffwechselprodukten funktioniert über Diffusion und Osmose über die Blutgefäße der Endplatten und den Lig. Longitudinale anterius bzw. posterius. Bewegungen der Wirbelsäule verbessern den Austausch von Nährstoffen bzw. Austauschprodukten (Brötz & Welter, 2008, S. 7). Diemer und Sutor (2007, S. 120) fassen zusammen, dass die Bandscheibe eines Erwachsenen durch fast keine Blutgefäße versorgt wird. Spätestens ab dem 30. Lebensjahr wird die Bandscheibe ohne Blutgefäße

versorgt und ab dem etwa 40. Lebensjahr kommt es, auf Grund von Degenerationen, zu einer Wiederherstellung der Blutversorgung des Gewebes. Die Degeneration stellt zwar die Blutgefäßversorgung der Bandscheiben wieder her, jedoch kommt es durch die Rückbildung der Bandscheiben auch zu einer erhöhten Schmerzwahrnehmung (Diemer & Sutor, 2007, S. 120). Wichtig für die Bandscheiben ist dennoch ein gut funktionierender Diffusionsprozess. Anhand folgender Aspekte kann dieser positiv beeinflusst werden. Durch Bewegung wird die Mikrozirkulation gesteigert, wodurch die Durchblutung und die Ernährung der Bandscheiben verbessert werden. Außerdem wird durch regelmäßige Belastungsreize die Wasserbindung verbessert (Diemer & Sutor, 2007, S. 121). Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Flüssigkeitsverschiebung sowohl nach extern, als auch wieder hinein. Gelöste Nährstoffe und Wachstumsfaktoren können so in die Bandscheiben gelangen und Metabolite herausbefördert werden. Dieser Flüssigkeitsverlust bezogen auf die Ernährung der Bandscheiben ist demnach positiv zu werten, wenn wieder ein Einstrom folgt. Der Flüssigkeitseinstrom wird über die Entlastung gesteuert und der Flüssigkeitsverlust über die Belastung der Bandscheiben. Beide Komponenten spielen eine große Rolle. Einerseits bremst eine zu starke Belastung die Wasseraufnahme und es kann zu einer Dehydrierung kommen, andererseits reduziert Bewegungsmangel die Ansaugkraft von Flüssigkeit, wodurch es zu einem verminderten Flüssigkeitseinstrom kommen kann. Deswegen wird geraten bei arbeitsbedingten hohen Belastungen mehrmals am Tag entlastende Stellungen einzunehmen, um die Flüssigkeitsverschiebung zu gewährleisten (Diemer & Sutor, 2007, S. 122).

Nach Diemer und Sutor (2007, S. 122f) müssen Personen die auf Grund von Bewegungsmangel und Entlastung eine dehydrierte Bandscheibe haben durch intensives Training das Gleichgewicht wieder herstellen. Die Belastung der Bandscheiben hängt daher im erheblichen Maße von der Stellung der Wirbelsäule ab.

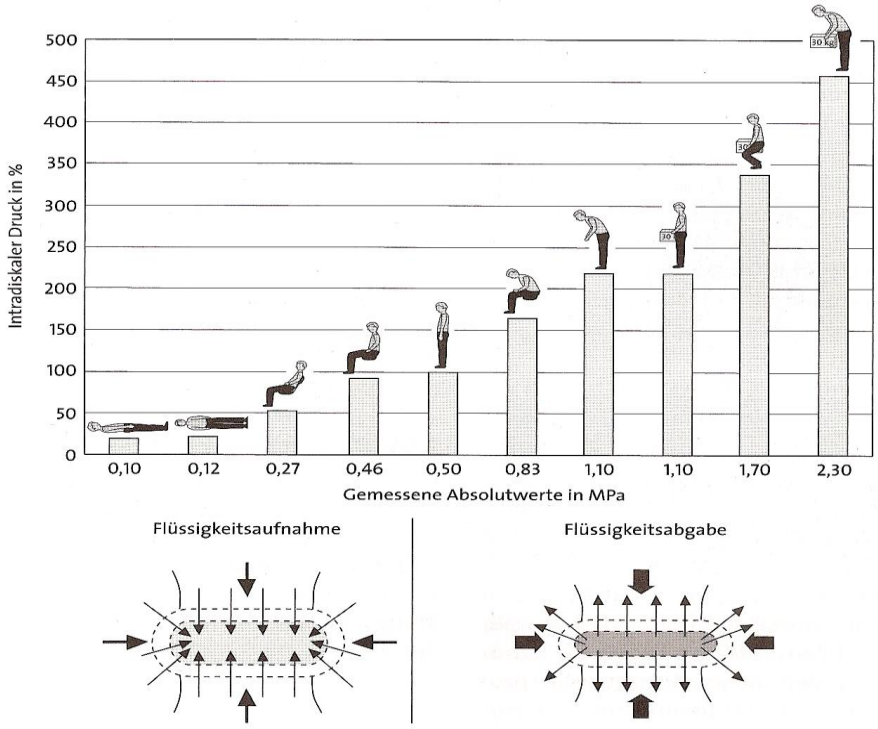


Abbildung 4: Druckabhängige Flüssigkeitsverschiebung (nach Krämer, Wilcke & Krämer, 2005, S. 9).

In Abbildung 4 lässt sich erkennen bei welchen Körperpositionen eine optimale Flüssigkeitsaufnahme erfolgen kann und welche Bewegungsmuster Flüssigkeitsverlust verursachen. Durch regelmäßigen Wechsel zwischen Entlastung und Belastung wird der Stoffwechsel gefördert. Beim Liegen können die Bandscheiben viel Flüssigkeit aufnehmen, wobei sie bei Bewegungen mit hohem Bandscheibeninnendruck viel Flüssigkeit durch die Kompression verlieren, wie es beispielsweise bei Lasten aufheben oder viel Sitzen der Fall ist (Krämer, Wilcke & Krämer, 2005, S. 9f).
Abschließend kann gesagt werden, dass für eine optimale Ernährung der Bandscheiben Bewegung von großer Bedeutung ist. Dennoch sollten zwischendurch auch entlastende Stellungen eingenommen werden. Das Verhältnis zwischen der Flüssigkeitsabgabe bei Belastung und der Flüssigkeitsaufnahme durch Entlastung muss ausgewogen sein.

3.3 Der aktive und passive Bewegungsapparat der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule trägt einerseits den Kopf und den Brustkorb und andererseits muss sie das Rückenmark schützen. Gleichzeitig wird ihr ein hohes Maß an Beweglichkeit abverlangt. Die Komponenten Stabilität und Beweglichkeit stehen daher immer

gegenüber. Um diesen beiden Funktionen gerecht zu werden, muss ein gutes Zusammenspiel zwischen aktiven und passiven Strukturen gegeben sein.
Der passive Bewegungsapparat besteht aus Wirbeln, Bandscheiben, Wirbelgelenken, Bändern und Gelenkskapseln, während Muskeln und Sehnen den aktiven Bewegungsapparat bilden. Das Nervensystem registriert die Position, Belastung und Anforderung und steuert das aktive System. Die Muskeln des aktiven Bewegungsapparates sorgen für die Bewegungen und die aktive Stabilisation. Außerdem wird die Wirbelsäule durch drei längs verlaufende Bänder, dem Lig. Longitudinale anterius und posterius und dem Lig. Flavum stabilisiert (Brötz & Welter, 2008, S. 4).
Demnach sorgt also das gute Zusammenspiel von Gelenken, Bändern, Sehnen, und Muskeln für eine gute Stabilität und Mobilität der Wirbelsäule. Die Muskulatur der Wirbelsäule beträgt 34% der gesamten Körpermuskulatur (Tittel, 1999, S. 45). Es werden aber nicht alle Muskeln gleichermaßen beansprucht und belastet. Die Muskulatur im lumbosakralen Übergang wird am meisten belastet. Sie wird beispielsweise bis zu 70-75% durch Flexions- und Extensionsbewegungen beansprucht (Tittel, 1999, S. 46).

3.4 Besonderheiten der Lendenwirbelsäule

Die Lendenwirbelsäule (LWS) besitzt, wie im Kapitel 3.2 bereits erwähnt, fünf Wirbel. Sie ist bauchwärts gekrümmt und bildet somit eine Lendenlordose. Nach oben hin steht die Lendenwirbelsäule in Verbindung mit der Brustwirbelsäule, nach unten hin mit dem Kreuzbein.
Die Wirbelkörper der LWS sind keilförmig, die Höhe der Vorderwand ist größer, als jene der Hinterwand. Besonders im vierten und fünften Lendenwirbel kommt diese Keilform verstärkt vor. Die zwischen den Wirbel liegenden Bandscheiben weisen ebenso eine keilähnliche Form auf. Die Bandscheibe im dritten Bewegungssegment der LWS und jene darüber sind jedoch annähernd hinten und vorne gleich hoch. Die Kreuzbeindeckplatten liegen abgeschrägt zur Längsachse des Kreuzbeinkörpers und tragen so zur Krümmung der LWS bei. Durch diesen anatomischen Aufbau der LWS kommt es zu der Krümmung bauchwärts, die Lendenlordose genannt wird (Farfan, 1979, S. 13). Den oberen Krümmungsbereich beschreibt der Winkel der Bandscheiben zwischen L1/L2 und L3/L4. Die untere Krümmung definiert der Winkel der Bandscheibenebene zwischen L3/L4 und L5/S1 (Lumbosakraler Winkel) (Farfan, 1979, S. 14). Die meisten Bandscheibenprobleme treten nach Laser (1999, S. 35) in den unteren Bereich der Wirbelsäule auf. Vermehrte Vorfälle kommen im Bereich zwischen L4 und S1 vor. Eine Ursache für das häufige

Auftreten in diesem Bereich ist, dass das hintere Längsband unterhalb des L3 abnimmt und dadurch weniger Stabilität gegeben werden kann. Weiteres sind L4 und L5 über das Lig. Iliolumbale, welches die beiden Wirbelkörper in frontaler Richtung stabilisiert, mit der Beckenschaufel verbunden. Dadurch wird eine Rotationsbewegung zum größten Teil verhindert. Beim Gehen wird der Rotationsimpuls dann als Schub an die Bandscheiben weitergeleitet, was zum Verschleiß der Bandscheiben führt. Zusammengefasst führt die ständige Aufhebung der Lendenlordose zuerst zu einer Überdehnung der Bandstrukturen und schließlich zur Instabilität, was sich wiederum negativ auf die Bandscheiben auswirkt.
Nach Prim. Univ.-Doz. Dr. med. Martin Friedrich und Hannelore Mezei (2007, S. 10) fungiert die LWS als Stützorgan. Da die Lendenwirbelsäule aber die Last des ganzen Rumpfes tragen muss, ist dieser Abschnitt der Wirbelsäule zunehmend belastet. Die Bewegung in der Halswirbelsäule ist am größten, gefolgt von der Lendenwirbelsäule. Die Brustwirbelsäule ist auf Grund der Verbindung mit den Rippen weniger beweglich. Die Bewegungsmuster sind in den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten unterschiedlich, aber auch individuell ausgeprägt (Friedrich & Mezei, 2007, S. 10).
Ab dem ersten oder zweiten Lendenwirbel endet das Rückenmark bei einem Erwachsenen. Die Nerven ziehen jedoch weiter nach unten zu den entsprechenden Zwischenwirbellöchern, um von dort aus weiter in das Becken und die Beine zu verlaufen (Niethard & Pfeil, 2005, S. 330).

3.4.1 Bewegungen der LWS

Nach Brötz und Welter (2008, S. 15) verlaufen die Bewegungen der Wirbelsäule in komplexer Kombination der einzelnen Bewegungskomponenten. Bei einer Flexion wird die Lendenlordose aufgehoben, da sich die Wirbel so verstellen, dass die Wirbelkörper parallel zueinander liegen. Dadurch werden die Facettengelenke zwar entlastet, der Druck auf den vorderen Anteil (anterior) der Bandscheiben nimmt jedoch stark zu. Die Extension verläuft gegenteilig. Hier nähern sich die Hinterkanten der Wirbelkörper an, wodurch die Wirbel nach hinten geschoben werden. Der Druck auf die Facettengelenke wird daher erhöht und die Bandscheiben werden hinten (dorsal) zusammengedrückt. Das Ausmaß der Extensionsbewegung wird von den Dornfortsätzen und den Bandscheiben begrenzt (Brötz & Welter, 2008, S. 16). Die Rotation in der LWS ist sehr eingeschränkt. Die Facettengelenke lassen zum Schutz der Bandscheiben nur einen Bewegungsspielraum von 1-2° pro Segment zu. Die Rotationsbewegung im Bereich L1-L3 geht mit der Seitneigung zur gegenüberliegenden Seite einher und die Rotation im Bereich L4-L5 ist

mit der Seitneigung zur selben Seite verbunden. Im Gelenk zwischen L5 und S1 findet sowohl bei der Rotation, als auch bei der Lateralflexion keine Bewegungskombination statt. Die Seitwärtsneigung der oberen Lendenwirbel (L1/L2/L3) ist mit der Rotation zu Gegenseite kombiniert und die zwischen L5 und S1 wird von der Rotation zu selben Seite begleitet (Brötz & Welter, 2008, S. 16).

3.5 Physiologie der Wirbelsäulenfunktion

Eine aufrechte Körperhaltung ist eine Grundvoraussetzung für einen planmäßigen Bewegungsablauf. Ständige Muskelarbeit, die über das Zentralnervensystem gesteuert werden muss, ist sowohl beim Stehen, als auch in der Bewegung notwendig (Wydra, 1993, S. 101). Besonders die ständige Aktivierung der Rumpfmuskulatur und der Beinmuskulatur sind nach Klinke (2001, S. 654) für eine gute Haltung erforderlich.
Die Stabilität der Wirbelsäule muss mit Hilfe des Nervensystems, der Muskulatur, der Knochen und der Gelenke im Gleichgewicht gehalten werden. Diese Aufrechterhaltung erfordert größtenteils unbewusst gesteuerte, automatisch ablaufende Impulse und Korrekturen (May, 1979, S. 7f). Die Säule der übereinander passiven Segmente kann nur von der hierfür zuständigen Muskulatur in ihre räumliche Anordnung gebracht und dort dynamisch stabilisiert werden. Das Gewicht wird auch durch die Knochenstruktur unterstützt, wenn der Massenschwerpunkt eines Segments genau über die Unterstützungsfläche gebracht werden kann (Bittmann & Badtke, 2006, S. 393ff). Demnach sorgt vor allem die Muskulatur für die aufrechte Haltung und die gleichmäßige Verteilung der Belastungen. Da die Bandstrukturen, die Wirbel und die Bandscheiben bei lang anhaltender Belastung nachgeben, muss die Muskulatur dementsprechend korrigieren und kompensieren (Stemper, 1997, S. 351). Nach Peterson-Kendall et. al (2009, S. 37ff) gehört zu einer guten Körpermechanik die Stellung aller Gelenke und das muskuläre Gleichgewicht. Es muss eine gute Mechanik bei der Körperhaltung und in der Bewegung und dessen Wiederherstellung garantiert sein. Bei vernachlässigter Haltung werden tragende Strukturen auf Grund der stärkeren Belastung in Mitleidenschaft gezogen.
Das stabilisierende Muskelsystem, welches für die stabile Körperhaltung mitverantwortlich ist, setzt sich aus den Rücken- und den Bauchmuskeln zusammen. Eine entspannte Haltung ist nur mit Hilfe der Bauchmuskulatur garantiert. Ohne sie würden sich die physiologischen Krümmungen verstärken. Aber auch die Hüftmuskulatur spielt für eine ausbalancierte Haltung eine wichtige Rolle (Färber, 1991, S. 75). Nach Kollmitzer et al

(2000, S. 1770f) bewirkt ein allgemeines Krafttraining der Agonisten und Antagonisten zu einer verbesserten Körperhaltung. Vor allem bei älteren Personen bewirkt ein Krafttraining positive Effekte bezüglich der Muskelleistung, aber auch eine Verbesserung der Ansteuerung der Muskulatur.

Folglich werden im letzten Abschnitt dieses Kapitels die Rückenmuskulatur, die Bauchmuskulatur und die wichtigen Muskeln der unteren Extremitäten, die die Wirbelsäule unterstützten, näher beschrieben.

3.5.1 Rückenmuskulatur

Die Rückenmuskulatur setzt sich aus stark gegliederten, kürzeren und längeren Muskeln zusammen. Sie wird in oberflächliche Muskeln und in paravertebrale Muskeln eingeteilt. Die oberflächlichen Muskeln sind der Form nach Plattenmuskeln, wie es beim M. trapezius und M. latissimus dorsi, der zudem die muskulöse Grundlage der hinteren Achsenplatte bildet, sehr schön zu erkennen ist. Diese Muskelgruppe hat sich erst während der Evolution gebildet. Die dorsalen Muskeln wirken nur indirekt auf den Rücken und verknüpfen Thorax und Wirbelsäule (spinokostale Muskeln) und Wirbelsäule und Schultergürtel bzw. Oberarm (spinoscapuläre bzw. spinohumerale Muskeln). Die paravertebrale bzw. tiefe Muskulatur wird auch als autochthone Rückenmuskulatur zusammengefasst. Diese Muskelgruppe ist ortsständig, erstreckt sich vom Becken bis hinauf zum Kopf und hat vor allem eine haltende und stabilisierende Funktion. Allgemein wird dieser Bereich als M. erector spinae abgekürzt. Die autochthone Muskulatur wird wiederum unterteilt in einen medialen und einen lateralen Teil, wobei sich der mediale Teil weiteres in Gerad- und Schrägsystem untergliedert. Der laterale Trakt wird in das spinotransversale, in das intertransversale und in das sakrospinale Sytem (M. longissimus und M. iliocostalis) geteilt (Schiebler & Korf, 2007, S. 242f). Nach Tortora und Derrickson (1976, S. 222f) fasst der M. erector spinae den intermedialen, den medialen und den lateralen Bereich zusammen und bildet durch die Überlappung des M. longissimus, des M. spinalis und des M. iliocostalis den größten Muskel des Rückens.

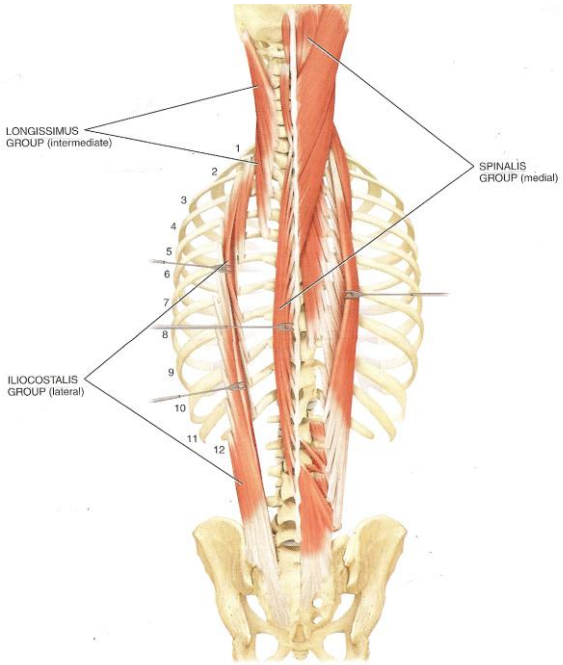


Abbildung 5: M. erector spinae (nach Tortora & Derrickson, 1976, S. 223).

In folgender Tabelle sollten die autochthonen Muskeln nach Schade (1998, S. 60f) und Platzer (2005, S. 72ff) dargestellt werden. Zudem verweisen beide Autoren auf die Definition des M. erector spinae. Demnach fasst dieser alle Muskeln zusammen, die von den Ästen der Spinalnerven innerviert werden.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Autochthonen Rückenmuskeln (nach Schade, 1998, S. 60f; Platzer, 2005, S. 72ff).

Autochthone Rückenmuskulatur		
Lateraler Trakt	**Medialer Trakt**	
Mm. intertransversarii	**Geradsystem**	**Schrägsystem**
M. splenius cervicis und capitis	Mm. interspinales	Mm. rotatores
M. iliocostalis	M. spinalis	Mm. multifidi
M.longissimus		M. semispinalis

Die autochthone Rückenmuskulatur wird durch die Lendenrückenbinde (Fascia thoracolumbalis) an den Dorn- bzw. Quertfortsätzen befestigt. Im Wesentlichen sind die lateralen Muskeln für die Aufrichtung des Körpers verantwortlich. Die wichtigsten Funktionen der einzelnen Muskeln werden in der nächsten Tabelle veranschaulicht. Die medialen Muskeln haben ihre Funktion als Strecker bei beidseitiger Aktivierung und fungieren als Seitwärtsbeuger, wenn sie einseitig innerviert werden.

Tabelle 3: Muskeln und ihre Funktionen (zusammengefasst nach Weineck, 2003, S. 108ff).

Muskel	Funktion
Mm. intertransversarii	Einseitig: Neigung der Wirbelsäule. Beidseitig: Streckung der Wirbelsäule.
M. splenius	Ihre Funktion ist auf die Nackenregion begrenzt. Einseitig: Seitneigung und drehen des Kopfes auf die Gegenseite. Beidseitig: Nach hinten beugen des Kopfes.
M. iliocostalis	Einseitig: Seitneigung des Rumpfes. Beidseitig: Streckung der Wirbelsäule.
M. longissimus	Einseitig: Seitneigung der Wirbelsäule und des Kopfes, Drehung des Kopfes zur gleichen Seite. Beidseitig: Streckung der Wirbelsäule und des Kopf.
Mm. interspinales	Zwischendornfortsatzmuskel
M. spinalis	Dornmuskel
Mm. rotatores	Kurze und lange Wirbeldreher (Rotation), Seitneigung
Mm. multifidi	Stabilisator
M. semispinalis	Rotation, Seitneigung

3.5.2. Bauchmuskeln

Die vordere und seitliche Bauchwand besteht aus der Haut, der fascia transversalis abdominis und den vier Hauptmuskeln, dem M. rectus abdominis, den M. obliquus externus und internus abdominis und dem M. transversus abdominis. Diese Muskulatur ist großflächig und wenig gegliedert. Durch die unterschiedliche Verlaufsrichtung der einzelnen Muskeln und dem dynamisch miteinander verspannten System ist eine abgestimmte Bewegung des Rumpfes ermöglicht. Die Bauchmuskeln sind alle miteinander verbunden und arbeiten gemeinsam (Totrtora & Derrickson, 1976, S. 210f; Weineck, 2003, S. 104).

Platzer (2005, S. 84) teilt die Bauchmuskulatur in oberflächliche und tiefe Bauchmuskeln ein. Die oberflächlichen Muskeln werden wiederum in eine laterale und mediale Gruppe unterteilt.

Tabelle 4: Gliederung der Bauchmuskulatur (nach Platzer, 2005, S. 84).

Oberflächliche Bauchmuskeln		Tiefe Bauchmuskeln
Laterale Gruppe	**Mediale Gruppe**	
M. obliquus externus/ internus abdominis	M. rectus abdominis	M. quadratus lumborum
M. transversus abdominis	M. pyramidalis	M. psoas major

Der Ansatz des M. rectus abdominis (gerade Bauchmuskel) liegt am Schambein. Daher spielt der gerade Bauchmuskel bei der Aufrechthaltung des Beckens eine wichtige Rolle. Damit beeinflusst er indirekt die Stellung des Beckens, und somit die Lendenlordose. Ist der Muskel abgeschwächt, kippt das Becken nach vorne, was zur Bildung eines Hohlrückens führen kann. Weitere Funktionen der geraden Bauchmuskeln sind die Beugung der Wirbelsäule, die Senkung des Thorax und außerdem bieten sie Schutz für die Baucheingeweide (Weineck, 2003, S. 104f).

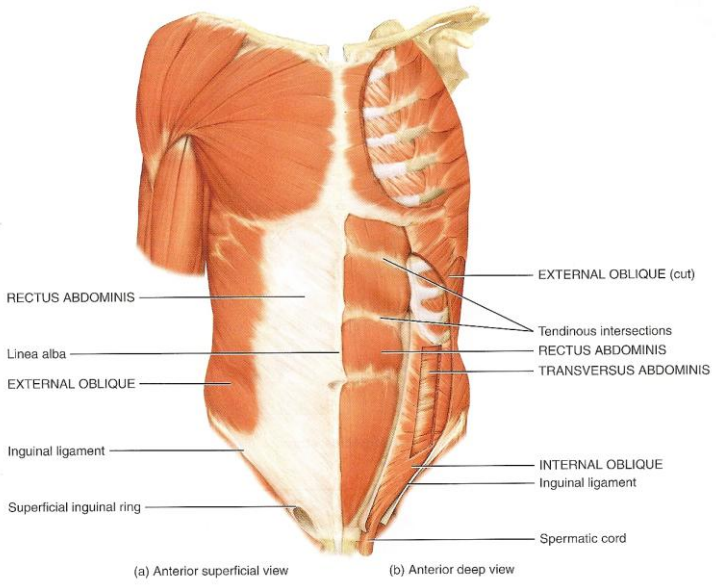


Abbildung 6: Bauchmuskeln (nach Tortora & Derrickson, 1976, S. 211).

Tabelle 5: Muskeln und ihre Funktionen (zusammengefasst nach Schade, 2002, S. 78ff; Weineck, 2003, S. 104ff).

Muskel	Funktion
M. obliquus externus abdominis	Einseitig: Rotation zur Gegenseite und Seitneigung Beidseitig: Aufrichten des Oberkörpers aus der Rückenlage. Flexion der Wirbelsäule.
M. obliquus internus abdominis	Einseitig: Seitneigung und Rotation zur selben Seite. Beidseitig: Aufrichten des Oberkörpers aus der

	Rückenlage. Flexion der Wirbelsäule.
M. transversus abdominis	Unterstützt die Bauchwandmuskulatur, hauptsächlich bei der Bauchpresse aktiv.
M. quadratus lumborum	Beckenhebung, Rippensenkung, Seitneigung der Wirbelsäule.
M. psoas major	Beugung im Hüftgelenk.

Zusammengefasst sind die Rücken- und Bauchmuskulatur hauptverantwortlich für die Sicherung einer aufrechten Körperhaltung. Die Muskulatur ergibt eine dynamische Verspannung in diesem System, wodurch eine abgestimmte Einstellung der Rupfbewegung möglich ist. Ergibt sich eine Veränderung in einem Teil dieses komplexen Systems, so reagiert die Bauch- und Rückenmuskulatur als Ganzes.
Für eine aufrechte Körperhaltung spielt jedoch nicht nur die Rücken- und Bauchmuskulatur eine wesentliche Rolle, auch ein stabilisierendes Hüftgelenk trägt viel dazu bei. Daher werden im nächsten Abschnitt die wichtigsten Beinmuskeln zusammengefasst.

3.5.3 Beinmuskulatur

Eine wesentliche Rolle für die posturale Kontrolle und Stabilisation der Wirbelsäule spielt die Beinmuskulatur, da diese für die Stabilisation der Hüfte verantwortlich ist. Wichtig ist hierbei vor allem die Aktivität der Gesäßmuskeln, die mitverantwortlich sind, dass das Becken gerade gehalten wird. Dadurch wird der Rücken, aber auch das Hüftgelenk entlastet. Einer der wichtigsten Muskeln ist der M. gluteus medius, der als wichtigster Becken- und Hüftstabilisator genannt wird. Er verhindert das seitliche Ausweichen der Hüfte beim Gehen und verhindert das Absinken des Beckens auf die Gegenseite und sorgt somit für eine gerade Haltung des Rumpfes. Die primäre Aufgabe des M. gluteus maximus ist die Streckung im Hüftgelenk. Außerdem erfüllt der M. gluteus maximus eine statische Funktion und verhindert das nach vorne Kippen des Rumpfes. Weiteres arbeitet er mit den geraden Bauchmuskeln zusammen und kippt das Becken nach hinten. Zur Stabilisierung des Beckens trägt auch der M. iliopsoas bei, der sich aus dem M. psoas und dem M. iliacus zusammensetzt. Er dreht das Becken nach vorne und arbeitet zusammen mit anderen Hüftbeugern antagonistisch gegen die Bauch- und Gesäßmuskulatur (Weineck, 2003, S. 152ff).

4. Chronische Rückenerkrankungen

Das hohe Auftreten von Rückenschmerzen stellt ein gesundheitliches Defizit dar. Dieses Gesundheitsproblem ist in den USA genauso verbreitet, wie in Europa. Dennoch kann gesagt werden, dass in den westlichen Industrieländern unspezifische Rückenbeschwerden zunehmen. Rückenschmerzen hat es zwar immer schon gegeben, aber seit dem 19. Jahrhundert wird diesem Problem mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Zusammenhang zwischen psychologischen, sozialen Faktoren und Rückenschmerzen besteht. Dies wird jedoch in der Therapie nur wenig beachtet. Das Gesundheitssystem ist so ausgerichtet, dass es den Schmerz bekämpft, nicht aber die beeinflussenden Ursachen ausforscht und es so in vielen Fällen zur Chronifizierung kommt (Waddell, 1996, S. 2821f). Bei chronischem Rückenschmerz ist von einem selbstständigen Krankheitsbild auszugehen, welches zusätzlich körperliche und psychische Beeinträchtigungen und Veränderungen im Verhalten, sowie soziale Auswirkungen hervorruft.

4.1 Die drei Ebenen der Störungen

Der Prozess der Chronifizierung verläuft in Stadien, die jeweilige Störungen beeinflussen (Pfingsten, 2005, S. 153). Die Weltgesundheitsorganisation unterscheidet bei Störungen die Ebenen impairment (körperliche Schädigung), disability (subjektive Beeinträchtigung) und handycap (soziale Rolle) (Kröner-Herwig, 2000, S. 19; Stoll et al, 2007, S. 232). Diese Störungstheorien werden im folgenden Abschnitt näher beschrieben, da sie für die Chronifizierung von Rückenschmerzen eine große Rolle spielen.

4.1.1 Ebene der körperlichen Schädigung

Im Zusammenhang mit Rückenschmerzen versteht man unter körperlichen Aspekten degenerative oder funktionelle Veränderungen im Muskel- und Skelettbereich des Rückens. Diese Störungen können die Bandscheiben, die Wirbelgelenke, die Muskeln und die Bänder betreffen. In der Regel sind die eben genannten Strukturen miteinander vernetzt, was eine klare Diagnose erschwert. Das bedeutet, dass bei einem Röntgenbild oft auffällige Befunde beobachtet werden können, ob diese jedoch für den Schmerz verantwortlich sind, kann man nicht beurteilen (Kröner-Herwig, 2000, S. 19f).
Umgekehrt ist der Fall, dass der Patient oft Schmerzen fühlt, obwohl bei den Untersuchungen kein auffälliger Befund, beziehungsweise objektiver Nachweis, herausgefunden werden kann. Es ist oft schwer die subjektiven Beschwerden objektiv nachzuweisen und umgekehrt. Dies macht eine klar definierte Diagnose in vielen Fällen nicht möglich (Leibold, 2003, S. 26). Bei 90% der Fälle kann man keine ursächlich pathologisch somatischen Befunde erheben. Daher ist es für die weitere Behandlung schwierig eine adäquate Therapie zu wählen, die der Ursache entgegenwirken kann. Diese so genannten unspezifischen Rückenschmerzen gehen besonders oft in chronische Rückenschmerzen über (Kröner-Herwig, 2000, S. 19f).

4.1.2 Subjektive Störungen

Problematisch bei dieser Störungstheorie ist, dass der Patient Verhalten, welches Schmerz auslöst vermeidet. Vermeidung von Schmerz ist eine instinktive Reaktion auf unangenehme Reize. Jemand, der unter Schmerz leidet, wird jegliche Reizungen und Bewegungen vermeiden, die den Schmerz verstärken (Pfingsten, 2005, S. 156).
Das sogenannte fear-avoidance Modell ist für die Erklärung des Vermeidungsverhaltens von Bedeutung, da dieses bei der Chronifizierung eine große Rolle spielt. Man geht davon aus, dass die Chronifizierung mit einem akuten Schmerz eingeleitet wird. Auf Grund des Schmerzes folgt eine Schonung, die im ersten Moment zur Heilung sinnvoll erscheint. Es ist jedoch nicht erwiesen, dass das Vermeidungsverhalten auf lange Sicht die Schmerzen verschwinden lässt. Aber aus Angst vor Schmerzen wird schmerzhaften Aktivitäten aus dem Weg gegangen. Dieses generalisierte Schonverhalten verursacht in weiterer Folge eine ausgeprägte Immobilisierung bzw. Dekonditionierung (Kröner-Herwig, 2000, S. 21ff; Pfingsten, 2005, S. 156). Nach Stoll et al (2007, S. 233) kommt es im weiteren Verlauf zu

einem Rückzugs- und Vermeidungsverhalten. Die entstandene Inaktivität und das Zurückziehen aus der Umwelt beeinflussen wiederum die Psyche und können zu depressiven Stimmungen führen, die wiederum den Schmerz verstärken. Zusammenfassend kann man sagen, dass eine pessimistische Einstellung in gewissen Lebenssituationen, der negative Aspekt des Schmerzes und die kognitive Konzentration auf diese Gedanken eine wesentliche Rolle in der Beeinträchtigung einnehmen.

4.1.3 Soziales Handicap

Die soziale Ebene wird zum großen Teil über das Gesundheitssystem beeinflusst. Die internationale Vereinigung für Schmerz befasst sich mit Schmerzstudien und vertritt die Auffassung, dass das medizinische Versorgungssystem bei Rückenschmerzen den Prozess der Chronifizierung fördert. Es werden zwar die körperlichen Verursachungshypothesen mittels Medikamenten und Spritzen behandelt, jedoch werden die psychosozialen Komponenten des Schmerzes außer Acht gelassen.

Nach Lüdtke (2005, S. 22f) sollte demnach nicht nur das Gewebe untersucht und behandelt werden, sondern der Mensch als Ganzes betrachtet werden. Die individuellen sozialen und psychologischen Aspekte können ebenso eine Rolle spielen. Verhaltensorientierte Aspekte dürfen daher in der Therapie keineswegs fehlen.

4.2 Klassifikation

Eine differenzierte Diagnose ist vor allem im Bereich der Lendenwirbelsäule erschwert möglich, da sie einerseits aus vielen Gelenken besteht und andererseits mit anderen Gelenken funktionell verbunden ist. Dennoch ist es wichtig eine Einteilung bezüglich des Rückenschmerzes zu treffen. In der Praxis wird daher zwischen spezifischen und unspezifischen Rückenschmerzen unterschieden. Spezifische Rückenschmerzen haben eine eindeutige Diagnose und können von anderen Krankheitsbildern klar abgegrenzt werden. Bei unspezifischen Rückenschmerzen hingegen lässt sich keine eindeutige Diagnose stellen und somit auch keine spezifische Behandlung und Therapie verordnen. Das Problem besteht darin, dass über 80% der Patienten/innen an unspezifischen Rückenschmerzen leiden und daher nicht adäquat behandelt werden können. Wird keine

genaue Diagnose bei lumbalen Rückenschmerzen gefunden, werden die angrenzenden Gelenke des Lenden- und Beckenbereiches mit untersucht. Anhand einer Anamnese kann der betroffene Bereich herausgefiltert werden, der dann genauer untersucht wird (Diemer & Sutor, 2007, S. 114f). Nach Waddell (1996, S. 2820) können unspezifische Rückenschmerzen sehr schmerzhaft sein und die Schmerzen strahlen oft in andere Regionen, wie beispielsweise in das Becken oder in das Gesäß, aus. Das Ausmaß der Beschwerden hängt meistens von der körperlichen Tätigkeit bzw. Anstrengung bei Alltagsaktivitäten ab.

Für eine geeignete Behandlungsstrategie ist es günstig den Rückenschmerz zusätzlich in sein Erscheinungswesen zu unterteilen. Man unterscheidet hierbei akut, rezidivierend (immer wieder kommend) und persistierend (andauernd). 90% aller Kreuzschmerzen treten akut auf und verschwinden nach kurzer Zeit wieder. Wenn sich diese Anfälle häufen, spricht man von wiederkehrend bzw. rezidivierend. Zwischen den Schmerzschüben gibt es immer wieder kürzere oder längere Pausen, bei dem die/der Betroffene keine Schmerzen verspürt. Persistierender Rückenschmerz bedeutet, dass der Schmerz andauernd besteht (Kröner-Herwig, 2000, S. 2; Friedrich & Mezei, 2007, S. 20). Kröner-Herwig (2000, S. 2ff) unterteilt zudem die Stufen persistierend und chronisch, was klinisch sinnvoll erscheint. Chronischen Rückenschmerz beschrieb man vorerst als Schmerzbeschwerden, die länger als drei bis sechs Monate anhalten. Dann stellte sich heraus, dass bei chronischen Rückenschmerzen nicht nur die Dauer relevant ist, sondern auch das Verhalten und Erleben der betroffenen Person beeinträchtigt ist. Zu beachten ist auch, dass ein rezidivierender Rückenschmerz ein bedeutender Risikofaktor für die Entwicklung eines chronischen Syndroms ist. Auch Lüdtke (2005, S. 22f) betont, dass bei der Einteilung nicht nur die Dauer des auftretenden Schmerzes das wichtigste Kriterium ist. Akute Schmerzen beruhen auf Schmerzempfindlichkeit, wobei bei chronischen Schmerzen zentrale Verarbeitungsmechanismen eine Rolle spielen. Klinisch betrachtet äußert sich dies anhand einiger Verhaltensmuster. Am häufigsten tritt das Angst-Vermeidungsverhalten auf, welches bereits besprochen wurde (siehe Kap. 4.1.2).

4.3 Risikofaktoren

Für die Entstehung von Rückenschmerzen wird in der Literatur über verschiedene Risikofaktoren diskutiert. Die typischen Risikofaktoren stehen im Zusammenhang mit personalen Eigenschaften, wie Alter, Geschlecht und individuelle Krankengeschichte. Außerdem stellen physische und psychosoziale Belastungen und unzureichende

körperliche Fitness bzw. Überlastung durch intensive körperliche Belastung ein Risiko für die Entstehung von Rückenschmerzen dar (Köstermeyer, Abu-Omar & Rütten, 2005, S. 45f). Nach Lühmann (2005, S. 139) sind Risikofaktoren Merkmale, von denen man annimmt, dass sie ursächlich an der Schmerzentstehung beteiligt sind. Die Analyse der Risikofaktoren sollte einerseits Personen mit hohem Risiko hervorheben und andererseits sollten die analysierten Risikofaktoren Ansatzpunkte für eine präventive Intervention bieten.

Es steht fest, dass mit zunehmendem Alter auch eine organische Veränderung stattfindet. Unter anderem können degenerative Veränderungen oder knöcherne Verschiebungen im Wirbelgelenksbereich Schmerzverursacher sein. Im Allgemeinen sinkt mit zunehmendem Alter die Wasserbindungsfähigkeit. Dadurch reduziert sich der Wassergehalt in den Geweben und den Bandscheibenkernen. Aus diesem Grund verlieren die Bandscheiben an Elastizität, sie werden steifer, trockener und fibröser, wodurch die maximale Belastbarkeitsgrenze sinkt. Außerdem verringert sich durch die Abnahme des Wassergehalts der Abstand zwischen den Wirbeln. Durch diese Verschließung, und der gegebenenfalls altersbedingten Kalzifizierung der Kanäle wird die Nährstoffversorgung herabgesetzt, wodurch die Zellen mit weniger Sauerstoff auskommen müssen. Altersbedingte Veränderungen können zusammenfassend zu Reduzierung mechanischer Belastbarkeit und metabolischer Reaktionsbereitschaft führen (Streicher, 2004, S. 6f; Diemer & Sutor, 2007, S. 129f). Sowohl Streicher (2004, S. 13f), als auch Brötz und Welter (2008, S. 36) fassen einige Untersuchungsergebnisse zusammen und kommen zu dem Schluss, dass Frauen häufiger an Rückenschmerzen leiden. In den meisten Fällen sind diese Schmerzen länger andauernd und stark. Dagegen leiden Männer offenbar öfter an Bandscheibenvorfällen, als Frauen.

Als weitere Ursache für die Entstehung von Rückenschmerzen wird die unphysiologische Körperhaltung genannt. Bei verschiedenen Alltags- und Freizeitaktivitäten und am Arbeitsplatz werden einerseits oft ungünstige Haltungen eingenommen, obwohl diese nicht erforderlich wären. Andererseits fordern manche Arbeiten unphysiologische Haltungen, die nur teilweise mittels Hilfsmittel verhindert werden können. Durch die meist wiederholenden Tätigkeiten am Arbeitsplatz wird die falsche Haltung vorerst zur Gewohnheit, geht dann jedoch zum chronischen Rückenschmerz über (Leibold, 2003, S. 28f; Streicher, 2004, S. 9; Köstermeyer, Abu-Omar & Rütten, 2005, S. 45). Bewegungen, wie häufiges Bücken kombiniert mit Drehen, Heben, Tragen von schweren Lasten, sowie ruckartige Belastungen gelten ebenso als Risikofaktoren für die Entstehung von chronischen Rückenbeschwerden bzw. von Bandscheibenschädigungen. Durch das Fortbewegen in Fahrzeugen entsteht eine Ganzkörpervibration, die eine erhöhte Belastung auf die Bandscheiben verursacht. Durch das Vibrieren wird die Muskulatur

ermüdet, die Stabilisation verringert sich dadurch und der Druck auf die Bandscheiben wird erhöht. Vor allem bei Berufsfahrern, wie beispielsweise bei LKW- und Busfahrern und Lokführern ist das Risiko vermehrt (Lühmann, 2005, S. 140; Brötz & Welter, 2008, S. 36f). Zudem betonen die Autoren, dass psychosoziale Faktoren ebenso einen Risikofaktor darstellen und zur Erhöhung von Rückenschmerzen beitragen. Unter psychosozialen Variablen fassen die Autoren unter anderem Arbeitsunzufriedenheit, niedrige Schichtzugehörigkeit, Unzufriedenheit in der Familie und depressive Verstimmungen zusammen. Köstermeyer, Abu-Omar und Rütten (2005, S. 46ff) erklären anhand der Ergebnisse ihrer Querschnittsstudie den Zusammenhang von mangelnder Bewegung und Rückenschmerzen wie folgt. Mangelnde körperliche Fitness und eine geringe Rückenkraft sind bedeutende Faktoren für die Auftretenshäufigkeit von Nacken und Lendenbeschwerden. Außerdem gilt Bewegungsarmut als Risikofaktor für stärkere Schmerzen im Rückenbereich. Eine sinnvolle Maßnahme stellt ein rückengerechtes dosiertes körperliches Training dar, da dieses sowohl die körperliche Fitness, als auch die Rückenkraft steigert. Bei zu intensivem Training kann das Gegenteil erreicht werden und das Risiko auf Grund von Überbelastung steigert sich. Deswegen sollten das Bewegungsausmaß und die Auswahl der Übungen gezielt und adäquat ausgewählt sein. Anhand dieser Studie lassen sich weitere, zum Teil bereits erwähnte, signifikante Ergebnisse zusammenfassen: Arbeitsbelastungen, wie häufiges und langes sitzen, stehen oder bücken führen zu einem erhöhten Beschwerdebild bezüglich Probleme in der Lendenwirbelsäule. Psychische Faktoren, Stress und Rauchen hingegen verstärken Beschwerden im Nackenbereich. Brötz und Welter (2008, S. 38) erklären, dass Rauchen Rückenbeschwerden begünstigt, weil es zu einer Reduktion des Stoffwechsels führt und dadurch zu einer verminderten Sauerstoffzufuhr. Außerdem führt der Raucherhusten zu einem erhöhten mechanischen Druck auf die Bandscheiben. Des Weiteren spielen genetische Faktoren einen wichtigen Beitrag zur Entstehung von Rückenbeschwerden. Verwandte, deren Vorahnen bereits Bandscheibenoperationen hatten, sind eher von Bandscheibendegenerationen betroffen, als jene deren Vorahnen keine Probleme hatten.

Die genannten Risikofaktoren und die zusätzlich genetische Komponente haben großen Einfluss auf die Beschleunigung von Degenerationsprozessen und die Entstehung von Bandscheibenerkrankungen. Die Ursachen für Rückenschmerzen und Bandscheibenleiden sind oft vielseitig. Daher ist es in der Medizin noch immer sehr schwierig die genaue Ursache herauszufinden. Es ist für eine genaue Diagnostik wichtig die psychosomatischen und mechanischen Faktoren mit einzubeziehen. Das Beschwerdebild darf nicht nur objektiv untersucht werden, sondern auch subjektive Empfindungen und Einflüsse spielen bei der Chronifizierung eine wichtige Rolle, da sich

diese beiden Komponenten wechselseitig beeinflussen. Aus diesem Grund muss eine sorgfältige Anamneseerhebung und klinisch-neurologische Untersuchung folgen.

5. Diagnostik

Bachmann (2009, S. 286) betont, das bei häufigen Beschwerdebildern die Lendenwirbelsäule, das Iliosakralgelenk, der Trochanter major und die Leiste betroffen sind und Ausstrahlungen in das Gesäß verspürt werden. Bei Beschwerden im Lendenbereich ist daher eine Abklärung für regionale, aber auch für darüber- und darunterliegende Bereiche bedeutsam.

Bei chronischen Rückenleiden strahlen die Schmerzen oft in Gesäß und Oberschenkel aus. Da die Beschwerden von akut bis chronisch verlaufen können, Beschwerden mit und ohne Fehlhaltung und Schonhaltung auftreten können, muss man von individuell verschiedenen Ursachen ausgehen. Einleitend sollte bei der Untersuchung mit einer Anamnese des Patienten begonnen werden, um den wahrscheinlich betroffenen Bereich eingrenzen zu können. Die Anamnese beinhaltet Fragen zum Beginn und Verlauf der Symptomatik. Der Beginn des Auftretens der Beschwerden lässt erkennen, ob es zum Beispiel ein Trauma durch Heben oder Verreißen ist (Brötz & Welter, 2008, S. 40f).

Weitere wichtige Aspekte, die bei der Anamnese erfragt werden sind nach Diemer und Sutor (2007, S. 115) folgende:

- Auslöser: Wann tritt der Schmerz verstärkt auf? Bei welchen Körperpositionen schwächt er ab, bzw. wird er stärker gespürt? Bei welchen Belastungen wird das Symptom als schmerzhaft empfunden.
- Art der Beschwerden
- Lokalisation des Schmerzes und Intensität

Bei einer ungenauen Anamneseschilderung, sollten die psychosozialen Komponenten miteinbezogen werden, die zur Schmerzsymptomatik beitragen. Diese verschiedenen Faktoren werden als Flaggen zusammengefasst und können für die Chronifizierung der Schmerzen eine bedeutende Rolle spielen. Gelbe Flaggen beinhalten psychosoziale Faktoren, blaue Flaggen fassen die Situation am Arbeitsplatz zusammen und die schwarzen Flaggen beschreiben die sozialrechtlichen Komponenten.

Tabelle 6: Anamnestische Besonderheiten (nach Diemer & Sutor, 2007, S. 116).

Gelbe Flaggen	*Blaue Flaggen*	*Schwarze Flaggen*
▪ „Rückenschmerz ist gefährlich“ ▪ Angst-Vermeidungs-Verhalten, Katastrophieren ▪ Soziale Isolation, depressive Verstimmung ▪ Passiver Copingstil ▪ Familiäre Konflikte	▪ Unzufriedenheit am Arbeitsplatz ▪ Subjektiv wahrgenommener (Zeit-)-Druck ▪ Keine Unterstützung von Kollegen ▪ Schwere körperliche Arbeit ▪ Firmenpolitik (Personalabbau)	▪ Finanzielle Absicherung im Krankheitsfall ▪ Anerkennung von Berufserkrankungen ▪ Berentung

Neben der Suche nach den Risikofaktoren, die eventuell für den Krankheitsverlauf und die Chronifizierung verantwortlich sind, ist es wichtig schwere Pathologien ausschließen zu können. Fragen, die auf eine schwer wiegende Pathologie hinweisen, werden in den roten Flaggen (Tabelle 7) zusammengefasst.

Tabelle 7: Rote Flaggen (nach Diemer & Sutor, 2007, S. 114).

Allgemein	*Kinder*	*Kauda-Syndrom*	*Entzündliche Erkrankungen*
▪ Alter: < 20 oder > 50 Jahre Trauma innerhalb der Anamnese (z. B. Unfall) ▪ Tumor in der Vergangenheit ▪ Allgemeines Unwohlsein (z. B. Fieber) ▪ Plötzlicher, ungewollter Gewichtsverlust ▪ Immunsuppression (durch HIV oder Transplantation) ▪ Dauerhafter, bewegungsunabhängiger Schmerz (auch nachts) ▪ Strukturelle Deformität ▪ Laborbefund (Senkungsgeschwindigkeit erhöht) und Röntgenbefund (z. B. Fraktur	▪ Alter: < 11 Jahre ▪ Konstanter Schmerz über mehrere Wochen ▪ Schmerz beim Spielen ▪ Inaktivität ▪ Nachtschmerz ▪ Fieber oder erhöhte Senkungsgeschwindigkeit ▪ Strukturelle Deformität durch Muskelspasmus ausgelöst	▪ Miktionsbeschwerden ▪ Tonusverlust der analen Sphinkter ▪ Reithosenanästhesie ▪ Mehrere Nervenwurzeln betroffen (Sensorik und Motorik) ▪ Gangstörungen	▪ Alter: < 40 Jahre ▪ Morgendliche Steifheit ▪ Eingeschränkte Mobilität in alle Richtungen ▪ Periphere Gelenke mit betroffen ▪ Begleitentzündungen (Iritis, Psoriasis, Colitis) ▪ Entzündliche Erkrankungen in der Familie

Die weitere klinisch-orthopädische Untersuchung stellt die körperliche Inspektion dar, bei der Haltungsauffälligkeiten von hinten und von der Seite beobachtet werden können. Angesehen werden hierbei vor allem das Taillendreieck, die Beinstatik und Asymmetrien. Wichtig bei Rückenproblemen ist es auch das Becken und deren Stellung zu betrachten. Der Zustand des Subkutangewebes und der regionalen Muskelgruppen wird mittels Palpation überprüft. Die Beweglichkeit und Dehnbarkeit der Wirbelsäule kann mittels manueller Untersuchungstechniken festgestellt werden. Durch Schmerzen bei gewissen Bewegungen können Rückschlüsse auf betroffene Wirbelsäulenstrukturen gezogen werden. Bei Parästhesien und bei Symptomen im Bein, die auf ein einzelnes Dermatom begrenzt sind, erfolgt eine neurologische Untersuchung.

Durch eine Computertomographie (CT) werden strukturelle ossäre Schädigungen erkannt. Dieses bildgebende Verfahren ermöglicht ein Schnittbild, wodurch man bereits kleinste ossäre Veränderungen sehen kann. Bei Verdacht auf strukturelle Weichteilschädigungen greift man auf die Magnetresonanztomographie (MRT, Kernspintomographie) zurück.

Dieses Verfahren wird vor allem bei Verdacht auf Bandscheibenvorfälle angewandt. (Niethard & Pfeil, 2005, S. 331ff; Bachmann, 2008, S. 289). Brötz und Welter (2008, S. 39ff) definieren die Computertomographie als ein computergestütztes, rasch verfügbares, röntgenologisches Verfahren, bei dem Röntgenstrahlen durch verschiedene Gewebe unterschiedlich stark abgeschwächt werden. Durch die Aufsummierung der Abschwächungen lassen sich verschiedene Gewebe abgrenzen. Das CT ist eine gute Möglichkeit Bandscheibenvorfälle bei axialer Schnittebene gut darzustellen. Bilder der sagittalen Ebene können bei diesem Verfahren nicht angefertigt werden. Die Magnetresonanztomographie hingegen ist ein elektromagnetisches Verfahren, welches pathologische Veränderungen in allen Raumebenen sehr gut darstellt. Sowohl bei der Computertomographie als auch beim MRT kann Kontrastmittel verwendet werden, was den Informationsgehalt deutlich verbessert.

6. Bandscheibenschäden und Bandscheibenvorfall

Eine der häufigsten Ursachen von Rückenschmerzen ist die Schädigung an den Bandscheiben. Mit zunehmendem Alter leidet jeder von uns an der altersbedingten Degeneration der Bandscheiben, welche nicht zwangsläufig zu weiteren Beschwerden führen muss. Dennoch verlieren Bandscheiben mit zunehmendem Alter an Wasser, wodurch sie kleiner werden und an Elastizität verlieren. Außerdem werden sie dünner, was zu einer Abnahme der Körpergröße bei älteren Personen führt. Man kann davon ausgehen, dass sie zwar trotzdem ihre Funktionen erfüllen können, aber nicht mehr vollständig. Die dadurch hervorgerufenen Beschwerdebilder werden als Wirbelsäulensyndrome bezeichnet (Leibold, 2003, S. 50; Cheers & Olds, 2004, S. 268).
Die Klassifikation von Bandscheibenschäden erfolgt nach Brötz und Welter (2008, S. 20) nach Ausprägungsgrad und Lage des verlagerten Bandscheibengewebes.
Das Bandscheibengewebe kann hierbei median, mediolateral, foraminal oder extraforaminal verlagert sein. Median bedeutet, dass das Gewebe zur Mitte hin verlagert ist. Dadurch können auf beiden Seiten Nervenwurzel komprimiert werden. Bei einer mediolateralen Verlagerung verschiebt sich Gewebe nur zu einer Seite des Spinalkanals, wodurch auf einer Seite ein Druck auf die Nervenwurzel(n) entsteht. Reicht das Gewebe in das Wirbelloch oder über das Wirbelloch hinaus, wird die Nervenwurzel in der betroffenen Höhe komprimiert. Die Einteilung je nach Ausprägungsgrad stellt folgende Gliederung dar:

- Fissur
- Protrusion
- Prolaps
- Sequester

6.1 Fissur

Eine Fissur ist auf den inneren Raum der Bandscheibe begrenzt und lässt sich mit einem Einriss im Anulus fibrosus beschreiben. Die Fissur kann degenerativ oder traumatisch verursacht werden. In diese Fissur können nun flüssige und feste Bestandteile des Bandscheibenkernes gelangen. Dadurch ist die Voraussetzung für ein Entstehen einer Protrusion oder eines Bandscheibenvorfalls gegeben. Als sicherste Methode eine Fissur zu entdecken, gilt die Diskographie (Diemer & Sutor, 2007, S. 132ff).

6.2 Protrusion

Der äußere Anteil des Faserkerns ist spröde, aber nicht eingerissen. Der Bandscheibenkern wölbt sich nach vorne, tritt aber nicht aus. Es kommt zu einer Druckerhöhung auf das Rückenmark oder auf die naheliegende Nervenwurzel, wodurch ein dumpfer Rückenschmerz ausgelöst wird (Leibold, 2003, S. 52; Diemer & Sutor, 2007, S. 136). Diese Vorwölbung ist mittels Computer- und Magnetresonanztomographie nachzuweisen.

6.3 Prolaps

Beim Bandscheibenvorfall (Bandscheibenextrusion) ist der äußere Anulus fibrosus der Bandscheibe gerissen und das Bandscheibengewebe tritt stärker nach vorne bzw. der Kern tritt teilweise aus (Brötz & Welter, 2008, S. 29).

6.3.1 Entstehung eines Bandscheibenvorfalles

Vorwiegend kommt es bei Personen zwischen 30 und 50 Jahren zu einem Bandscheibenvorfall. In jüngeren Jahren entsteht ein Prolaps meistens nicht durch degeneratives Vorgehen, sondern durch traumatische Verletzungen. Nach dem 50. Lebensjahr sinkt das Risiko eines Bandscheibenvorfalles wieder auf Grund der zunehmenden Fibrosierung und Dehydrierung. Am häufigsten betroffen von Bandscheibenvorfällen sind die letzten beiden Bewegungssegmente L4/ L5 und L5/S1 der stark beanspruchten Lendenwirbelsäule. Ein typisches Symptom eines Bandscheibenvorfalles ist das Ischiassyndrom, welches sich durch einen plötzlich einschießenden Schmerz in Gesäß, Oberschenkelhinterseite und Unterschenkelaußenseite bemerkbar macht (Diemer & Sutor, 2007, S. 136f).

6.3.2 Ätiologie

Brötz und Welter (2008, S. 18ff) beschreiben die Entstehung eines Bandscheibenvorfalles wie folgt: Die Bandscheiben bewegen sich bei jeder Bewegung mit. Bei wiederholtem Druck oder einseitiger Belastung weicht der Bandscheibenkern dem druckstärkeren Bereich aus und wird auf die Gegenseite verlagert, wo der Druck geringer ist.
Bei gebückten Bewegungen, wie beispielsweise etwas Heben, entsteht ventral ein kontinuierlicher Druck auf das Bandscheibengewebe. Der Bandscheibenkern weicht nach hinten aus, drückt in diesem Bereich auf den Faserring und dies verursacht bei längerer Belastung den Schmerz im Rücken. Wird diese Fehlhaltung bzw. Fehlbelastung immer wieder wiederholt, kann dies den Faserring zum einreißen bringen. Bei nach vorne gebeugten Bewegungen kann der Gallertkern nun so weit nach hinten rutschen, dass er beim Aufrichten zwischen den Hinterkanten der Wirbelkörper eingeklemmt werden kann. Dadurch entsteht eine Streckhemmung. Auf Grund der Schmerzen, die man beim Aufrichten verspüren würde, bleibt man in einer gebeugten Haltung. Dadurch kann der Gallertkern noch weiter nach hinten drücken, bis schlussendlich der Faserring reißt und der Kern teilweise nach außen treten kann. Je nach Lokalisation können benachbarte Nervenwurzeln zusammengedrückt werden. Diese Kompression der Nervenwurzeln kann ausstrahlende Schmerzen in dem entsprechenden Dermatom verursachen. Bei zu starkem Druck auf die Nervenwurzel können zudem Gefühlsstörungen auftreten. Unter Umständen kann eine Lähmung verursacht werden, die vor allem Arme und Beine betreffen, aber auch eine Blasenstörung hervorrufen können. Je nachdem welcher Nerv

gereizt wird, äußert sich die Missempfindung bzw. Störung in unterschiedlichen Dermatomen. Zur besseren Übersicht werden in der nachstehenden Tabelle die Nervenwurzeln mit dem entsprechend zu versorgendem Dermatom skizziert.

Tabelle 8: Kennmuskeln, Reflexe und Dermatome (nach Soyka & Meholm, 2000, S. 19).

Nerven-wurzel	Kenn-muskel	Reflex	Dermatom
C5	M. deltoideus, M. bizeps brachii	Bizeps-sehnenreflex	Schulter und lateraler Oberarm
C6	M. bizeps brachii, M. brachioradialis	Bizeps-sehnenreflex	Laterale Seite des Ellenbogens, radiale Seite von Unterarm, Daumen und Zeigefinger
C7	M. trizeps brachii, M. pronator teres, M. pectoralis major	Trizeps-sehnenreflex	Dorsaler Unterarm, mittlere drei Finger
C8	Kleine Hand-muskeln	Trizeps-sehnenreflex	Dorsaler Unterarm, 4. und 5. Finger
L3	M. quadriceps femoris, M. iliopsoas	Patellar-sehnenreflex	Vom Trochanter major über den Oberschenkel bis zur medialen Seite des Knies
L4	M. quadriceps femoris, M. tibialis anterior	Patellar-sehnenreflex	Über Hüfte und lateralen Ober-schenkel bis kurz oberhalb des Innenknöchels
L5	M. extensor hallucis longus, M. extensor digi-torum brevis	Achilles-sehnenreflex	Lateraler Ober-schenkel über die Schien-beinvorderkante zur Großzehe
S1	Mm. peronaei, M. triceps surae, M. glutaeus maximus	Achilles-sehnenreflex	Dorsolateraler Ober- und Unter-schenkel bis zum Außenknöchel und lateralen Fuß-rand, Ferse, Klein-zehenbereich und laterale Fußsohle

6.4 Sequester

Bei dieser Art des Bandscheibenvorfalles ist der hernierte Bandscheibenteil vom zentralen Diskus vollständig abgetrennt. Die abgentrennten Bandscheibenteile können sowohl kaudal, als auch kranial austreten (Nöbauer-Hubmann & Imhof, 2006, S. 100). Fleischhauer, Heimann und Hinkelmann (2002, S. 14f) und Krämer, Wilcke und Krämer (2005, S. 86f) unterscheiden zwischen Prolaps mit Sequester und Prolaps mit freier Sequester. Bei freiem Sequester ist das losgelöste Stück der Bandscheibe frei im Epidualraum.

7. Therapeutisches Vorgehen

Aus den vorangegangenen Kapiteln lässt sich erkennen, dass es verschiedene Wirbelsäulenerkrankungen und Bandscheibenpathologien gibt. Durch eine genaue Anamnese, manuelle Tests und bildgebende Verfahren lassen sich diese Bandscheibenpathologien unterscheiden. Bei Bandscheibenvorwölbung, -vorfall und Sequester werden im akuten Stadium die Schmerzen und Entzündungen medikamentös mittels nichtsteroidale Antiphlogistika, Muskelrelaxanzien und Analgetika behandelt. Bettruhe in der akuten Schmerzphase wird unterschiedlich diskutiert. Als schonende Lagerung bietet sich hierbei die Stufenbettlagerung an, die entlastend auf die Wirbelsäule und die Bandscheiben wirkt. Die Akupunktur zählt zur Alternativtherapie, welche bei akuten Muskelkrämpfen und Muskelverspannungen sehr gerne angewandt wird, da sie eine sehr gute Möglichkeit der Schmerzlinderung ist. In der subakuten Phase kann den Muskelverspannungen weiteres mittels Wärmetherapien und Massagen entgegengewirkt werden. Zudem werden durch Physiotherapie die Bauch- und Rückenmuskulatur gekräftigt, die betroffenen Gelenke mobilisiert und die Dehnbarkeit beteiligter verkürzter Muskelgruppen verbessert. Zum anderen werden dem Patienten entlastende Verhaltensweisen für den Alltag in der Rückenschule vorgestellt und die Haltungs- und Bewegungsmuster werden korrigiert. In manchen Fällen werden Hilfsmittel, wie Stützbandagen oder Mieder verschrieben. Diese Maßnahmen können bei richtiger Anwendung zu einer Verbesserung der Stabilität führen. Bei übermäßiger Fixierung und Anwendung kommt es jedoch zum unerwünschten Effekt der muskulären Minderbeanspruchung (Hypotrophie). Die bereits genannten Therapiemaßnahmen werden als konservative Therapie zusammengefasst (Niethard & Pfeil, 2005, S. 368; Nöbauer Hubmann & Imhof, 2006, S. 106; Bachmann, 2008, S. 290). Unter Umständen muss über eine operative Behandlung entschieden werden. Hierfür müssen die Beschwerden eindeutig sein. Folgende Symptome, die Indikationen für eine Operation darstellen, werden folglich aufgezählt (Diemer & Sutor, 2007, S. 143; Brötz & Welter, 2008, S. 49)

- Hochgradig auftretende Paresen, Blasen- oder Mastdarmstörungen innerhalb von weniger als 24 Stunden.
- Beim Versagen konservativer Therapien. Tritt nach 6-12 Wochen keine Besserung der Symptomatik ein, kann eine Operationsindikation befürwortet werden.
- Progressiv voranschreitendes, neurologisch bedingtes Defizit
- Frakturen

Es gibt bereits verschiedene Operationsverfahren, teilweise wenig invasive, die angeboten werden. Zu berücksichtigen ist, dass der Erfolg einer Operation nicht nur von der ausgewählten Operationstechnik abhängig ist, sondern auch von der Kompetenz des Operateurs. Durch mikroskopische Operationsverfahren sind postoperative Schmerzsyndrome, die auf Narbenbildung und dadurch andauernden Wurzelschmerz zurückzuführen sind, vor allem bei lumbalen Bandscheibenoperationen seltener geworden (Brötz & Welter, 2008, S. 49).

7.1 Aktive Therapiemaßnahmen

Da therapeutische Maßnahmen der passiven Behandlung bei Rückenschmerzen, vor allem bei chronischen Rückenbeschwerden, immer kritischer hinterfragt wurden, wurde das Konzept zur Behandlung der Rückenbeschwerden geändert. Therapierte man früher eher passiv, so wird der Patient heute durch aktive Behandlungsprogramme therapiert, um den allgemeinen Schmerzzustand und eine Chronifizierung zu vermeiden. Muskelschwächen, Koordinationsstörungen und Bewegungseinschränkungen sollte damit entgegengewirkt werden. Das früher verwendete Schon- und Vermeidungsverhalten findet nur noch in akuten Stadien Anklang. Ein Zusammenhang zwischen positiver Veränderung im Schmerzerleben und körperlicher Aktivität kann angenommen werden (Hildebrandt, 2005, S. 146f; Stoll et al, 2007, S. 231). Huber (2008, S. 48) betont, dass eine Ruhigstellung weder bei akuten, noch bei chronischen Rückenschmerzen sinnvoll erscheint. Ziel einer therapeutischen Maßnahme sollte eine Schmerzreduzierung und die Aufrechterhaltung der Beweglichkeit sein, welche durch Inaktivität nicht gewährleistet sein kann. Primäres Ziel der aktiven Therapiemaßnahmen bei Rückenschmerzpatienten ist, dass man die/den Patienten/in systematisch und planmäßig an körperliche Belastung gewöhnt, um so dem bereits besprochenen Vermeidungsverhalten (Kap. 4.1.2, S. 23) entgegenwirken zu können. Weiteres muss Spaß und Freude an der Bewegung vermittelt werden, um den Patienten/innen langfristig zu körperlichen Bewegung zu motivieren. Wichtige Schwerpunkte für ein adäquates Training sollten sowohl Kräftigung der Rumpf- und Beinmuskulatur sein, als auch Dehnung der Adduktoren und der ischiocuralen Muskulatur. Weiteres nimmt auch die Ausdauer einen hohen Stellenwert ein. Die Kombination all dieser Belastungssituationen verbessert die Lebensqualität im Alltag und den Bewegungsumfang (Hois & Ziegner, 2005, S. 163f).

Körperliche Fitness ist ein vorbeugender Faktor gegen Rückenprobleme, da einerseits Haltungsfehler korrigiert werden können und andererseits werden wichtige, stützende

Muskeln mittrainiert. Dies bestätigt auch eine Studie, bei der 1600 Feuerwehrmänner aus New York untersucht wurden. Es wurden drei Gruppen (hohe körperliche Belastung, geringe körperliche Belastung und mittlere körperliche Belastung) unterschieden. Die Männer wurden bezüglich ihrer Kraft und körperlichen Fitness im Zusammenhang mit dem Auftreten von Rückenschmerzen untersucht. Jene Männer mit geringer körperlicher Fitness wiesen ein erhöhtes Risiko für Rückenbeschwerden auf. Auch eine finnische Studie bestätigt, dass Personen mit Rückenschmerzen eine schlechtere körperliche Leistungsfähigkeit aufweisen. Viele Autoren sind sich sicher, dass die verringerte körperliche Fitness bei Personen mit Rückenschmerzen eher als Konsequenz von Schmerzen zustande kommt. Arbeitsgruppen, die die Wirksamkeit der geräteunterstützten physikalischen Therapie in Hinsicht auf Rückenschmerzpatienten/innen untersuchten, kamen zu dem Ergebnis, dass sich aktive Behandlungsverfahren positiv auf Rückenschmerzen auswirken (Pfingsten, 2005, S. 153ff). Auch ein muskuläres Defizit spielt in der Entstehung von Rückenschmerzen eine bedeutende Rolle. Bereits in den 1970er Jahren konnte Chaffin beweisen, dass das Risiko für Rückenschmerzen bei isometrisch gemessenen Kraftdefiziten signifikant erhöht ist. Physiotherapeut Deemter (2005, S. 20ff) beschreibt, dass der Rückentriathlon, bestehend aus einem Krafttraining der tieferliegenden Muskulatur, einem Gewebetraining und Beachtung der psychosozialen Komponente sich positiv auf Rückenbeschwerden auswirkt. Einerseits erhöht dies die Belastbarkeit, aber auch die Schmerzen können erheblich vermindert werden und durch ein adäquates Training sogar verschwinden. Auch Huber (2008, S. 47f) fasst zusammen, dass Rückenschmerz in den meisten Fällen mit einem Kraftdefizit einhergeht. Untersuchungen bestätigen weitgehend, dass ein Kräftigungstraining nicht nur zu einem Kraftanstieg führt, sondern auch das Bewegungsausmaß erhöht, was einen positiven Effekt auf den Rückenschmerz bewirkt.

Ein multidisziplinärer Behandlungsansatz bei Rückenschmerzpatienten erweist sich als besonders Ziel führend. Aktive Therapiemaßnahmen, passive Maßnahmen und die Integration psycho-sozialer Komponenten führen weitgehend zu einer verbesserten Körperwahrnehmung, Stabilisierung, Schmerzlinderung und zu einer erhöhten Beweglichkeit. Außerdem werden Bewegungen im Alltag und im Berufsleben mit regelmäßiger körperlichen Aktivität und Kräftigung erleichtert. Zu beachten ist, dass das Training immer mit einem Therapeuten abgesprochen wird, um es individuell und adäquat zu dosieren und zu gestalten.

8. Gleichgewicht

Eine ökonomische Körperhaltung wird aber nicht nur über die Muskelkraft bestimmt, sondern auch die Sensomotorik bzw. das Gleichgewicht spielen eine wesentliche Rolle. Ein sensomotorisches Training bewirkt einerseits eine verbesserte Wahrnehmung der Gelenke im Raum und andererseits bildet es schützende Reflexe zur dynamischen Gelenksstabilisierung aus (Müller, 2006, S. 4). Im Alltag nimmt das Gleichgewicht einen relevanten Standpunkt ein, da es bei allen Körperbewegungen und Körperhaltungen beansprucht wird. Einschränkungen der Gleichgewichtfähigkeit führen zu einer eingeschränkten Mobilität (Wydra, 1993, S. 100; Schwesig et al, 2004, S. 43). Eine stabile Körperhaltung ist ebenso wichtig wie die Kontrolle über das Gleichgewicht für eine aufrechte Haltung. Nicht nur für Alltagsaktivitäten ist dies wesentlich, auch für sportliche Aktivitäten und für die Prävention von muskulären Dysbalancen. Diese körperliche Stabilisation wird durch die ständige afferente und efferente Kontrolle mittels des sensomotorischen Systems, dem Feedback vom sensomotorischen und vestibulären System und die des visuellen Systems erreicht. Es spricht tatsächliches vieles dafür, dass ein Bewegungstraining und eine Gleichgewichtsschulung das Feedback erhöht und die Reaktionszeit der Muskulatur verringert, indem die Empfindung der Position der Muskulatur verbessert wird. (Kollmitzer et al, 2000, S. 1770).

8.1 Begriffsdefinition Gleichgewicht

Die Vielfalt der Bezeichnungen für das Gleichgewicht ist sehr umfangreich. Eine synonyme Verwendung nach Fetz (1990, S. 13) und Hirtz et al (2002, S. 21) ist die Bezeichnung Balance. Fetz (1990, S. 10ff) fasst das Gleichgewicht physikalisch zusammen als mechanischen Zustand, in dem sich alle Kräfte, die auf den Körper wirken gegenseitig aufheben. Die resultierende Kraft ist also Null. Unter anderem findet man in der Literatur auch den Begriff sensomotorisches Gleichgewicht, welches als wechselseitiges Zusammenspiel sensorischer (Effektoren) und motorischer (Analysatoren) Systeme zusammengefasst wird.

Froböse et al (2002, S. 141) beziehen sich in ihrer Definition auf den Körper. Das Gleichgewicht ermöglicht den gesamten Körper im Gleichgewicht zu halten und diesen Zustand während bzw. nach einer Bewegung und bei sich ändernden

Umweltbedingungen beizubehalten bzw. wiederherzustellen. Die Gleichgewichtfähigkeit ist demnach eine Grundvoraussetzung für jede Bewegung.

8.2 Arten des Gleichgewichts

Hirtz et al (2005, S. 55f) unterteilen das Körpergleichgewicht in vier Arten, dem Stand-, dem Balancier-, dem Dreh- und dem Fluggleichgewicht. Das Standgleichgewicht beschreibt den Erhalt und die Wiederherstellung des Körpergleichgewichts bei Bewegungen ohne örtliche Veränderungen. Das Balanciergleichgewicht hingegen wird bei einer Ortsveränderung gefordert. Wird das Körpergleichgewicht bei bzw. nach Drehbewegungen um die verschiedenen Körperachsen gehalten bzw. wieder hergestellt, spricht man vom Drehgleichgewicht. Die Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung der Balance in stützlosen Phasen fällt in die Kategorie des Fluggleichgewichts. Zur Veranschaulichung werden in folgender Tabelle die vier Arten des Gleichgewichts mit Beispielen zusammengefasst.

Tabelle 9: Arten des Körpergleichgewichts (nach Hirtz et al., 2005, S. 55).

Stand-gleichgewicht	Balancier-gleichgewicht	Dreh-gleichgewicht	Flug-gleichgewicht
beidbeinig, einbeinig	auf stabiler Unterlage	um die Längsachse	während kürzerer oder länger-dauernder (stützloser) Flugphasen
auf stabiler Unterlage	auf begrenzter Unterlage	um die Breitenachse	
auf begrenzter Unterlage	auf labiler Unterlage	um die Tiefenachse	
auf labiler Unterlage	mit Richtungs- und Geschwindigkeits-änderung	um verschiedene Achsen	
nach äußeren Störungen	auf „körperver-bundenen" Geräten		

Fetz (1990, S. 10f) und Froböse et al. (2002, S. 141) unterteilen das Gleichgewicht in statisches und dynamisches Gleichgewicht. Das Gleichgewicht in Ruhe und bei sehr langsamen Bewegungen wird als statisches Gleichgewicht zusammengefasst. Das dynamische Gleichgewicht hingegen beschreibt das Gleichgewicht bei umfangreichen und schnellen Bewegungsabläufen bzw. Lageveränderungen. Fetz (1990, S. 10f) untergliedert das statische Gleichgewicht in stabiles, indifferentes und labiles Gleichgewicht. Kehrt der Körper nach einer Verschiebung in seine Ausgangslage zurück, spricht man vom stabilen Gleichgewicht. Bleibt der Körper in der verschobenen Lage, wird

das Gleichgewicht als indifferent bezeichnet. Wenn der Körper eine weitere Verschiebung des Körpers aus der Ruhelage zur Folge hat, wird der Zustand als labiles Gleichgewicht verstanden.

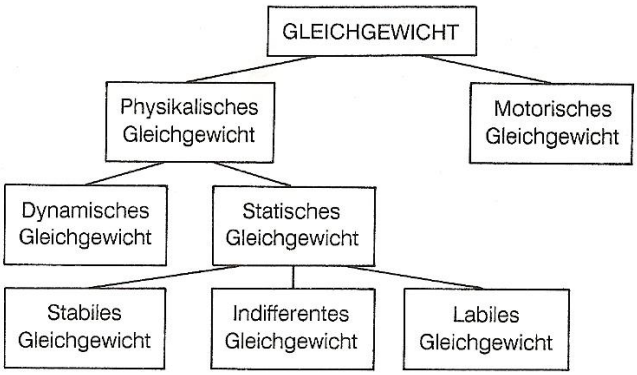


Abbildung 7: Gliederung des Gleichgewichts (nach Fetz, 1990, S. 11).

8.3 Gleichgewichtsregulation

Die Körperhaltung stellt, physikalisch gesehen, eine labile Gleichgewichtslage dar. Zur Aufrechterhaltung und Abstimmung ist ständige Muskelarbeit notwendig, die über das zentrale Nervensystem gesteuert wird. Die Regulation des Gleichgewichts ist komplex und beinhaltet die Aufnahme von Informationen, deren Verarbeitung, Abgabe und die ständige Kontrolle. Wichtige Analysatoren für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts sind nach Wydra (1993, S. 101) der optische, der vestibuläre, der kinästhetische und der taktile Analysator.

Dem optischen Analysator wird eine große Rolle beigemessen, da über die Augen Informationen über die Körperhaltung bzw. deren Veränderungen im Raum an das Zentralnervensystem ohne Zeitverzögerung weitergeleitet werden. Hingegen erfasst das vestibuläre System zeitverzögert Informationen über die Lage des Kopfes im Raum, da es erst bei Beschleunigung reagiert. Die Rezeptoren des kinästhetischen Systems registrieren das Ausmaß von Geschwindigkeitsänderungen, Längenänderungen und Spannungsveränderungen. Muskelspindeln liefern Informationen über die Muskelspannung in Abhängigkeit von der aufzubringenden Kraft. Der taktile Analysator ist dem differenzierten System der Mechanorezeptoren zugeordnet. Erschütterungen, Vibrationen, Eindruckstiefen und die Beschaffenheit verschiedener Oberflächen werden ertastet und unterstützen so die Auslösung wichtiger Körperreflexe (Hirtz, 2005, S. 39).

Tastempfindungen an der Fußsohle führen beispielsweise zu einer reflexartigen Veränderung der Muskelspannung und tragen zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts bei. Das gut organisierte Zusammenspiel dieser Analysatoren ist für eine Aufrechterhaltung des Gleichgewichts von großer Bedeutung. Eine Störung dieser Organisation zieht eine Störung der Gleichgewichtsfähigkeit mit sich (Wydra, 1993, S. 101).

8.4 Gleichgewichtsstörungen und propriozeptive Defizite

Für eine gute und rückengerechte Körperhaltung ist demnach nicht nur ein stabiles Muskelkorsett, das muskuläre Gleichgewicht, ein funktionierendes Zusammenspiel von Nervensystem, Muskulatur, Knochen und Gelenken verantwortlich, sondern auch das Gleichgewicht und die Propriozeption trägt zu einer gesunden und stabilen Haltung bei. Sensomotorische Defizite und muskuläre Dysbalancen haben eine Fehlsteuerung von Bewegungsabläufen zur Folge, die Fehlbelastungen, vor allem im lumbalen Bereich, verursachen (Streicher, 2004, S. 40ff). Die Propriozeption ermöglicht uns die Wahrnehmung und Kontrolle der Gelenksstellung und Muskelspannung. Die Propriozeption wird als Teilaspekt des sensomotorischen Systems gesehen, welches über Steuerungs- und Regelungsprozesse der Sensoren funktioniert. Nach der KybunAG (2008, S. 38) sind diese Sensoren für die Verletzungsprophylaxe mitverantwortlich. Beispielsweise beim Umknicken: Bei gut funktionierenden Sensoren erkennt der Körper schneller, wenn das Gelenk umzuknicken beginnt. Ein Reflex wird ausgelöst, der die Muskulatur sofort anspannt und so das Gelenk stabilisiert und vor Verletzungen schützt.

8.4.1 Ursachen und Auswirkungen von sensomotorischen Defiziten

Störungen des Gleichgewichtes bewirken eine Beeinträchtigung der Bewegungsqualität und –ökonomie. Ursachen für eine Störung der Balance können hämodynamisch, neurologisch sein oder auf Grund von mangelnder Bewegung entstehen. Ist das periphere Nervensystem angegriffen, verschlechtert sich die sensorische Rückmeldung oder die Ansteuerung der Muskulatur. Erkrankungen des Zentralnervensystems und körperliche Inaktivität haben eine schlechtere Informationsverarbeitung zur Folge, was sich negativ auf das Gleichgewicht auswirkt. Außerdem haben Personen mit Bewegungsmangel ein

geringeres verfügbares Programm, wodurch eine bewusste Bewegungsausführung eingeschränkt wird. Aber auch Unsicherheit und andere psychische Faktoren können zu Gleichgewichtseinschränkungen führen (Wydra, 1993, S. 102). Wiederholte Gleichgewichtsanforderungen, deren Verlauf und spezifische Regulationsprozesse werden programmiert und auf ähnliche Gleichgewichtsprozesse übertragen. Um dies zu verfestigen ist ein vielseitiges und variationsreiches Üben Vorraussetzung, denn nur vielfach gereizte Funktionen können automatisiert werden und in ihrer Ausführung qualitativ verbessert werden. Außerdem werden durch ein größeres Bewegungsrepertoire die Körperhaltung und das Körpergleichgewicht positiv beeinflusst (Hirtz, 2005, S. 56f).

Streicher (2004, S. 38f) beschreibt die Ursachen der koordinativen und propriozeptiven Defizite bei Rückenschmerzpatienten/innen wie folgt. Durch mechanische und metabolische Veränderungen wird der Einsatz nozizeptiver Reflexe verstärkt, wodurch die Wahrnehmung gestört wird. Auf Grund der veränderten Informationsverarbeitung wird die Eigenwahrnehmung der Propriozeptoren im peripheren und zentralen Nervensystem herabgesetzt. Dadurch sind Rückenschmerzpatienten/innen nicht mehr in der Lage ihre Körperhaltung und wirbelsäulenbelastenden Positionen angemessen zu korrigieren, was den Stütz- und Bewegungsapparat zusätzlich negativ belastet und es kommt zudem zu einer Automatisierung der Fehlhaltung. Der Autor nennt als weitere mögliche Ursache die unökonomische Ansteuerung der inter- und polysegmentalen Muskulatur. Diese insuffiziente Steuerung ruft eine posturale Dysfunktion hervor. Die polysegmentalen Muskeln übernehmen die Stützfunktion der intersegmentalen Muskulatur, können jedoch die Stabilisierung im Segment nicht optimal gewährleisten und werden außerdem durch die isometrische Haltearbeit überlastet. Diese ständige Überlastung führt zu einer schmerzbedingten Schonhaltung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sowohl ein kräftiges Muskelkorsett, als auch eine gute Gleichgewichtsfähigkeit zu einer ökonomischen Körperhaltung und –bewegung beitragen. Durch ein gut organisiertes Zusammenspiel von Muskeleinsatz, Gleichgewicht, Gelenken und Nervensystem kann ein Rückenschonendes Verhalten garantiert werden. Daher ist anzumerken, dass im Gesundheitssport und in der Rehabilitation neben einem Kraft-, Beweglichkeits- und Ausdauertraining auch die Gleichgewichtsfähigkeit nicht außer Acht gelassen werden sollte.

9. Althofener Therapiekonzept

Im Kur- und Rehabilitationszentrum Althofen wird neben den herkömmlichen Therapieangeboten, wie Einzelheilgymnastik, Unterwassereinzelgymnastik, Stromtherapien, Magnettherapien, Hydroelektrischen Vollbad, Schlammtherapien, Ergometertraining, Aufbautraining und Massagen ein Gangtraining bzw. ein Koordinationstraining den Patienten/innen verschrieben. Dieses Gangtraining beinhaltet das gehen auf Kybun-Matten (kyBounder) und dem Kybun-Laufband (kyTrainer). Außerdem wird je nach Verordnung der/des Ärztin/Arztes dieses Training mit den Masai Barfuß® Schuhen (MBT®-Schuhen) ausgeführt.

9.1 Masai Barfuss-Technologie®

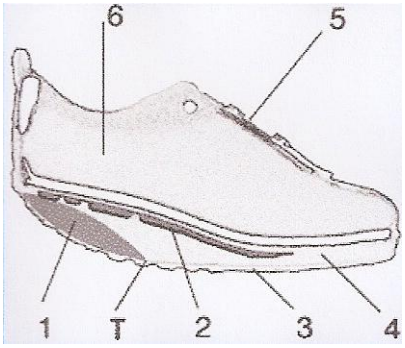
Der MBT®-Schuh ist ein vom Schweizer Maschineningenieur ETH Karl Müller speziell entwickeltes Trainings- und Therapiegerät, welches in der Rehabilitation und Prävention erfolgreich eingesetzt wird. Der Name Masai Barfuss Technologie® geht auf das Naturvolk der Masai zurück, das mehrheitlich barfuss geht und daher viel weniger Beschwerden an Füßen, Gelenken und am Rücken erleidet. Das MBT®-Konzept simuliert das Barfussgehen auf weichen und natürlichen Untergrund (Romkes, 2008, S. 61). Gewöhnliche Schuhe sind so aufgebaut, dass sie unsere Füße dämpfen, stützen und führen. Aus diesem Grund erhält unsere Bewegungsmuskulatur wenig sensomotorische Impulse und leidet an Unterforderung. Der MBT® bietet durch seine spezielle Konstruktion einen instabilen Untergrund, wodurch die Muskeln vermehrt beansprucht werden. Durch die Aktivierung der Bewegungsmuskeln werden die Gelenke und Bandscheiben entlastet und einer Fehlbelastung wird entgegengewirkt. Nach Amann (2008, S. 16f) werden bei regelmäßigem Gehen auf instabilen Untergrund die kleinen, kurzen Muskeln in den unteren Extremitäten besonders trainiert, wodurch deren Reaktionsfähigkeit verbessert wird. Beim Stehen auf weichem Boden versucht der Körper seinen Schwerpunkt möglichst im Lot zu halten. Dadurch wird die Haltung um etwa 10° aufgerichtet. Außerdem wird für die Stabilisation die Bauch- und Rückenmuskulatur aktiver, die Aktivität der Gesäßmuskulatur wird um 37%, die der Oberschenkelmuskulatur um 37% und die der Wadenmuskulatur um 38% erhöht. Durch das Tragen des MBT® wird eine Körperaufrichtung realisiert. Der Autor weist darauf hin, dass durch diese

Aufrichtung die kleinen Rückenmuskeln wieder aktiviert werden und Rückenbeschwerden gelindert werden. Anhand der nächsten Abbildung werden die posititven Effekte der MBT®-Technologie bildhaft dargestellt.

Abbildung 8: Positive Effekte der MBT (nach Albers, 2009, unter http://www.schuhhaus-albers.de/werbung/mbt.pdf).

9.1.2 MBT®-Schuhkonstruktion

Der MBT®-Schuh ist durch seinen besonderen Sohlenaufbau grundlegend von herkömmlichen Schuhen zu unterscheiden. Der MBT® hat kein mediales Stützelement, dafür ist er mit einer sehr weichen Ferse (Fersentaster) und einem härteren Material im Mittelfußbereich (Anrollrampe) ausgestattet. Außerdem wird durch eine Fiberglas-Kunststoffplatte die Flexionssteifigkeit im Vorfußbereich erhöht. Als Laufsohle dient eine elastische Gummisohle. Durch diesen weichen Materialaufbau entsteht eine dreidimensionale Instabilität. Mittlerweile kann sogar eine individuelle orthopädische Anpassung des Schuhs durchgeführt werden. (Amann & Amann, 2003, S. 3f; Kälin & Segesser, 2004, S. 6f)



(1) ….. Fersentaster
(2) ….. Fiberglas-Kunststoffplatte
(3) ….. Gummisohle
(4) ….. PU Mittelsohle
(T) ….. Anrollrampe

Abbildung 9: MBT®-Konstruktion (modifiziert nach Horstmann et al., 2004, S. 195).

Beim Gehen mit herkömmlichen Schuhen sehen die Augen die Bodenbeschaffenheit und leiten dies weiter. So wissen unsere Füße, wie sie sich verhalten müssen. Das Gehen mit MBT® verändert diese Wechselwirkung. Die Augen sehen etwas anderes, als die Füße wahrnehmen. Der Erfinder Karl Müller macht darauf aufmerksam, dass durch das Tragen des MBT® nicht nur die Muskulatur vermehrt arbeitet, sondern auch die Koordinationsfähigkeit und das Gleichgewicht beansprucht werden. Daher muss dem Anwender von MBT® bewusst sein, dass dieser spezielle Schuh kein herkömmlicher Sportschuh ist, sondern als Trainingsgerät definiert wird, das in den Alltag integriert werden kann (Amann & Amann, 2003, S. 3f). Da nur durch eine adäquate Anwendung positive Effekte erzielt werden können, erhält man beim Kauf eines solchen Schuhs einen Gutschein, um kostenlos an einem MBT-Einführungskurs teilnehmen zu können, der von einem MBT-Instruktor geleitet wird.

9.1.3 Wirkungen des MBT®-Schuhs

Schuhe beeinflussen nicht nur das Gehen und Stehen, sondern auch die Druckverteilung zwischen Schuh und Fuß, die Muskelaktivierung und das Gleichgewicht wird durch das Schuhwerk beeinflusst. Die Wahl des Schuhtyps ist daher ein wichtiger Bereich beim Schuhkauf, den durch einen adäquaten Schuh in Sport- und Freizeitbereich kann das Verletzungsrisiko erheblich verringert werden (Romkes, 2008, S. 61). Falsche Schuhe können zu Fußdeformitäten und Schmerzsymptomen im Fußbereich beitragen. Daher wurde der MBT®-Schuh so konstruiert, dass er positive Effekte bezüglich Pathologie und Gesundheit der Beine erreichen kann. Der MBT® bewirkt durch seinen Sohlenaufbau eine aufrechte Körperhaltung im Gehen und beim Stehen. Mit diesem Trainingsgerät wird auch das Gangbild beeinflusst, die Person geht langsamer und die Schritte werden kürzer. Durch seine Vorteile wird er bei der Behandlung von Bein-, Rücken-, Hüft- und Fußproblemen in der Rehabilitation verwendet. Außerdem stimuliert er die Fußmuskulatur

und erhöht die Durchblutung. Eine weitere positive Komponente ist, dass der MBT®, wie bereits erwähnt, die Propriozeption anspricht und die Stabilität im Fußknöchel erhöht. Zudem ist der MBT®-Schuh ein praktikables Trainingsgerät, da er in den Alltag integriert werden kann, ohne zeitlichen Mehraufwand (Romkes, Rudmann & Brunner, 2006, S. 75f).

9.1.4 Zusammenfassung von Studien

Bis heute wurden mehrere Studien durchgeführt, die unterschiedlichste Aspekte des MBT® untersucht haben. Dem Tragen vom MBT® werden viele Vorteile vorausgesagt, die in den folgenden Unterpunkten zusammengefasst werden. Es ist anzumerken, dass die Zusammenfassungen der Themenkomplexe und deren Studien eine Auswahl von unterschiedlichsten Untersuchungen darstellen soll und daher keine Vollständigkeit aller bisher durchgeführten MBT-Studien gegeben ist. Das Hauptaugenmerk ist auf die MBT®-Technologie im Zusammenhang mit Muskeländerungen und Änderungen im Gleichgewichtsverhalten gerichtet, da diese Aspekte in der späteren Untersuchung Thema sind. Aus all den Studien geht hervor, dass eine richtige Anwendung der MBT® durch eine Einführung gewährleistet werden muss. Daher wurde bei jeder der genannten Studie vorab eine MBT®-Schulung durchgeführt, um den richtigen Umgang zu erlernen.

9.1.4.1 MBT® und Aktivierung der Muskulatur

Bär (2001) untersuchte die MBT®-Schuhe im Bezug auf das Gangverhalten. Dabei stellte sich heraus, dass das Gehen mit der MBT® die Muskelaktivität erhöht. Vor allem die Muskelarbeit des M. tibialis anterior und des M. trizeps surae wird angeregt. Weiteres stellte sich heraus, dass beim Gehen mit dem MBT®-Schuh die Vor- und Rückneigung des Beckens reduziert wird. Durch diese verbesserte Stabilisation im Becken wird beim Gehen die Bewegung in der Lendenwirbelsäule, die Seitneigung und Rotationsbewegung im Knie reduziert. Außerdem fasst der Autor zusammen, dass muskulären Dysbalancen durch diese Schuhkonstruktion entgegengewirkt werden kann, da die Waden-, Beckenboden-, Gluteusmuskulatur und der M. transversus abdominis vermehrt aktiviert werden. Bei der Untersuchung von Kälin und Segesser (2004, S. 22ff) wurde der MBT® -Schuh mit einem konventionellen Straßenschuh verglichen. Gemessen wurden die Belastungsdrücke, die plantare Druckverteilung unter dem Schuh und die

Sprunggelenkbewegungen. Die Druckverteilungsmessung erfolgte mittels einer Kraftmessplatte. Der Vergleich der herkömmlichen Schuhe mit dem MBT®-Schuh zeigt, dass der MBT® Belastungen im Fußbereich prinzipiell verändert. Die Maximalkraftwerte unter der Ferse werden durch das Tragen des MBT®-Schuhs im Mittel um 15% reduziert. Hingegen wird die Belastung im Mittelfußbereich erhöht. Durch die Druckverteilung verschiebt sich der erste Kraftangriffspunkt weit nach vorne, wodurch das Drehmoment um die obere Sprunggelenksachse vermindert wird. Dies führt zu einer verringerten Plantarflexion. Zudem wird durch die frühe Stoßdämpfung die Dorsalextension (Heben des Fußes) im oberen Sprunggelenk vermindert. Vermutlich wird durch die weiche Ferse und die Anrollrampe beim MBT®-Schuh im oberen Sprunggelenk der Bewegungsumfang reduziert. Weiteres kommt der Kraftangriffspunkt in der Bremsphase weiter von der unteren Sprunggelenkachse zum liegen, wodurch größere Pronationsbewegungen erzeugt werden. Das hat eine verstärkte Aktivität der Supinatoren (M. tibialis posterior, Zehenflektoren und M. trizeps surae) zur Folge. Jörgensen et al (2006) untersuchten in ihrer Pilotstudie die Auswirkungen des Gangs mit MBT®-Schuhen bei Rückenschmerzpatienten. Gemessen wurde die Muskelaktivität des M. rectus abdomonis, des M. obliquus internus, des M. iliocostalis und des M. multifidus mittels Oberflächen-EMG. Die Autoren kamen zu den Ergebnissen, dass die Verwendung von MBT® die Muskelaktivität in der zweiten Gangphase erhöht, den Beginn der Muskelaktivität des M. multifidi verändert und zu einer reduzierten Wahrnehmung von Rückenschmerzen führt. Steward et al (2007, S. 648ff) bestätigen die Ergebnisse dieser Studie. In ihrer Studie wurden vier weibliche und sechs männliche Probanden/innen getestet. Der Belastungsdruck an der Fußsohle wurde hier mittels einer elektrischen Fußeinlage gemessen. Hier ist beim Stehen mit MBT® eine Reduktion des Belastungsdruckes von ca. 11% auf die Fersen zu beobachten. Der Druck auf den Mittelfuß beim ruhigen Stand zeigt bei dieser Studie eine Verringerung von etwa 21%. Der Druck auf den vorderen Teil des Fußes und die Zehen ist beim MBT® im Vergleich zu herkömmlichen Schuhen erhöht. Nigg (2004, S. 29f) und Romkes et al (2006, S. 75ff) fassen zusammen, dass beim ruhigen Stehen mit dem MBT®-Schuh die Muskulatur der unteren Extremitäten aktiver werden, um den Körper in Balance halten zu können. Während des Gehens reduziert der MBT®-Schuh, auf Grund des herabgesetzten Impulses im unteren Sprunggelenk, die Belastungen auf Knie-, und Hüftgelenke, was in weiterer Folge zu einer Schmerzreduktion führt. Nigg, Hintzen und Ferber (2006, S. 85) kommen zu dem Schluss, dass der Druckpunkt an der Fußsohle anterior-posterior und medial-lateral beim MBT®-Schuh größer ist, als beim vergleichenden Trainingsschuh der Marke Adidas Super Nova. Weiteres zeigt sich, dass der M. tibialis anterior eine signifikant höhere Muskelaktivität beim Verwenden der MBT® aufweist. Bei den Muskeln M. gastrocnemius, M. vastus

medialis, M. bizeps femoris und dem M gluteus medius zeigt sich zwar gegenüber dem Kontrollschuh eine erhöhte Aktivität, jedoch ist diese nicht signifikant. Eine erhöht signifikant dorsale Flexion (Heben des Fußes, Synonym: Dorsalextension) zeigt sich beim MBT®-Schuh. Bei den Gelenkswinkeln der Hüfte und der Knie gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Schuhtypen. Boyer und Andriacchi (2009, S. 873) haben in ihrer Studie den MBT®-Schuh mit dem New Balance Laufschuh verglichen. Hierzu wurden 19 Probanden/innen auf einer elf Meter Laufstrecke getestet. Je drei Versuche standen mit dem Laufschuh und je drei mit dem MBT®-Schuh zur Verfügung. Auch hier zeigen sich bei den Gelenkswinkeln keine Unterschiede zwischen den beiden Schuhmodellen. Beim Fußgelenk bzw. Sprunggelenk zeigt sich, wie bereits bei Kälin und Segesser (2004) und Nigg, Hintzen und Ferber (2006) eine signifikant höhere dorsale Flexion beim MBT®-Schuh (p=0,001). Außerdem zeigt die Plantarflexion der Zehen signifikant (p=0,03) niedrigere Werte im MBT®-Schuh (vgl. Kälin & Segesser, 2004). Weiteres zeigen die Daten der Kraftmessplatte, dass in der ersten Standphase die Kraft im hinteren Fußbereich beim MBT®-Schuh signifikant höher ist, als bei dem Laufschuh (Boyer & Andriacchi, 2009, S. 874).

Grundsätzlich zeigt sich bei der Verwendung der MBT® eine Verlagerung des Drucks nach vorne. Der Druck auf die Ferse wird durch die Schuhkonstruktion beim Gehen vermindert, wodurch vermutlich auch der Bewegungsumfang im oberen Sprunggelenk reduziert wird. Hingegen wird der Druck auf den Mittelfuß, Vorfuß und die Zehenregion erhöht. Beim ruhigen Stehen erhöht der MBT® die Bewegung im Druckmittelpunkt, wodurch ein erhöhter Bedarf an Muskelarbeit der unteren Extremitäten gefordert ist. Aus diesem Grund werden vor allem die Beinmuskulatur und die Fußmuskulatur gekräftigt. Während des Gehens reduziert der MBT® die Gelenksbelastung. Schmerzen können dadurch erheblich reduziert werden.

9.1.4.2 MBT® und Gleichgewichtsfähigkeit

Strondl (2003) untersuchte, ob die Masai Barfuss Technologie® einen Effekt auf das sensomotorische Verhalten im Sprunggelenk und den Fuß hat. Dazu untersuchte die Autorin mittels eines Koordinationstests die Gleichgewichtsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit von acht Probanden. Diese mussten nach einer Einschulung sechs Wochen lang eine Stunde täglich mit den MBT® gehen. Am Ende wurde der Koordinationstest nochmals wiederholt. Es zeigte sich eine signifikante Verbesserung der

Gleichgewichtsfähigkeit, hingegen wurden bezüglich Reaktionsfähigkeit keine Veränderungen gemessen. Beyerlein (2004, S. 1610ff) hatte in ihrer Studie das Ziel, die Auswirkungen eines neuromuskulären Trainings auf die Koordinationsfähigkeit nach der Ruptur des vorderen Kreuzbandes unter Berücksichtigung der MBT® zu untersuchen. Die Koordinationsfähigkeit wurde am Anfang und am Ende (nach sechs Wochen) mittels Posturomed gemessen. Dabei zeigten sich signifikante Verbesserungen der mittleren Auslenkung in medial-lateraler und in anterior-posteriorer Richtung in beiden Gruppen. Keine signifikanten Ergebnisse wurden in der Verbesserung der Koordinationsfähigkeit erkannt. Rojacher (2004, S. 37ff) verglich in ihrer Studie die Masai Barfuss Technologie® mit einem labilen Therapiegerät. Der Eingangstest bestand aus der Zeitmessung eines Zweibeinstands auf dem Balance Pad® mit geschlossenen Augen. Danach wurden die Probandinnen (Volleyballspielerinnen) in eine Testgruppe (mit MBT) und eine Vergleichsgruppe (MFT) eingeteilt. Die MBT-Trainingsgruppe wurde mit vier Grundübungen vertraut gemacht und musste zudem die MBT® in den Alltag integrieren. Die MFT-Gruppe musste täglich 15-20 Minuten mit dem Kippbrett arbeiten. Am ende wurde der Anfangstest am Balance Pad® wiederholt. Nach zweimonatiger Testzeit wurden bei allen Probandinnen beider Gruppen Verbesserungen erkannt. Die MFT-Gruppe zeigte ein besseres Resultat. Dennoch bestätigt Rojacher, dass durch ein MBT-Training die Gleichgewichtsfähigkeit verbessert werden kann und dieses Trainingsgerät in der Prävention zur Verbesserung der Propriozeption durchaus verwendet werden kann. Ritter (2004, S. 25ff) wollte mit ihrer Untersuchung beweisen, dass innerhalb von vier Wochen das Gleichgewicht von Fußballspielern mit Hilfe von MBT® verbessert werden kann. Die Probanden waren aktive Fußballspieler. Anfangs wurden sie in die Masai Barfuss Technologie ® vertraut gemacht. Zu dem zusätzlichen Fußballtraining fand dann einmal wöchentlich ein MBT-Training statt. Das Gleichgewicht wurde mit dem einbeinigen Schwebestand und dem einbeinigen Schwebestand im Seitstand untersucht. Am Ende kam die Autorin zu folgender Schlussfolgerung: das MBT-Training erweist sich als ein effektives Gleichgewichtstraining. Innerhalb der vier Wochen konnte eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit der Fußballspieler erzielt werden. Sowohl beim einbeinigen Schwebestand, als auch beim einbeinigen Schwebestand im Seitstand konnten signifikante Verbesserungen ausgewertet werden. Horstmann et al (2006, S. 195ff) untersuchten in ihrer Studie die Wirksamkeit einer 10-wöchigen Trainingsintervention mit dem MBT® bei Patienten mit Hüfterkrankung. Bezüglich dieser Untersuchung gab es Anfangstests hinsichtlich Schmerzen, Lebensqualität, Kraft, Gleichgewicht und Beweglichkeit. Das statische Gleichgewicht wurde einerseits mittels Einbeinstand auf einer Kraftmessplatte gemessen, andererseits wurde das Wegsignal über sechs Sekunden im Einbeinstand und im Einbeinstand mit Anlauf auf dem Posturomed

aufgezeichnet. Das dynamische Gleichgewicht wurde mittels Sternschritt getestet. Auf der Kraftmessplatte zeigte die Trainingsgruppe Verbesserungen. Im Einbeinstand auf dem Posturomed zeigte sich bei der Testgruppe ein schlechtes Ausgangsniveau. Die Verbesserungen wurden daher in dieser Gruppe besonders deutlich, die Kontrollgruppe bestätigte nahezu ihr Ausgangsniveau. Beim Einbeinstand mit Anlauf wurden ähnliche Ergebnisse beobachtet. Beim Sternschritt kam es bei der Trainingsgruppe zu einer verringerten Zeit. Zusammenfassend kam es zu einer positiven Entwicklung der MBT-Trainingsgruppe vor allem im koordinativen Bereich. Dennoch gab es auch leichte Verbesserungen in der Kontrollgruppe. Nigg, Emery und Hiemstra (2006, S. 1703ff) konnten in ihrer Studie ebenfalls eine signifikante Verbesserung des Gleichgewichts durch MBT® beobachten. Hier haben Probanden/innen (>50 Jahre) mit Symptomen, die man mit Kniearthrose in Verbindung bringt, teilgenommen. Sie wurden in eine Trainingsgruppe und Kontrollgruppe eingeteilt. Neben Faktoren, wie beispielsweise BMI, ROM und Schmerzfragebögen, wurde auch das Gleichgewicht getestet. Nach 12-wöchigem Training der MBT-Gruppe konnte eine signifikante Verbesserung des statischen Gleichgewichts (Stehen mit geschlossenen Augen) festgestellt werden. Gollhofer (2007) und seine Arbeitsgruppe verglichen ein herkömmliches sensomotorisches Training mit dem MBT-Training. Gemessen wurden in beiden Gruppen am Anfang, nach 4 Wochen und am Ende (nach acht Wochen) die posturale Stabilität, die Explosivkraft und die Maximalkraft. Die Standstabilität verbesserte sich in beiden Gruppen. Nach vier Wochen zeigte die Gruppe, die das sensomotorische Training durchführte bessere Ergebnisse. Nach acht Wochen jedoch verbesserten sich beide Gruppen gleich stark. Das bedeutet, dass durch ein kurzfristiges Tragen der MBT® die Verbesserungen bezüglich Standstabilität nicht so schnell vorangeht. Erst durch ein langfristiges Tragen erfolgt eine kontinuierliche Verbesserung. In der randomisierten kontrollierten Studie von Schmidt (2008) nahmen 30 Probanden zwischen 50 und 65 Jahren teil. Sie hatten die Aufgabe die Masai Barfuss Technologie® vier Stunden am Tag und mindestens fünf Mal in der Woche zu tragen. Dies erfolgte über acht Wochen. Sowohl die Test-, als auch die Kontrollgruppe führten Eingangstests und Endtests durch. Hier wurde das statische (Einbein- und Zweibeinstand offenen/geschlossenen Augen) und das dynamische (Tandem Walk Test) Gleichgewicht mittels einer Druckmessplatte gemessen. Nach den acht Wochen wurde eine signifikante Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts der Testgruppe festgestellt. Die signifikante Verbesserung des statischen Gleichgewichts wurde durch die Verbesserung der Kontrollgruppe relativiert. Ramstrand et al (2010, S. 3f) bestätigen durch ihre Studie ebenfalls eine signifikante Verbesserung des Gleichgewichts. Hier wurden Probandinnen zwischen 50 und 63 Jahren getestet, die in eine Kontroll- und eine Versuchsgruppe eingeteilt wurden. Der Untersuchungszeitraum war acht Wochen.

Getestet wurde am Anfang und am Ende das Standgleichgewicht auf stabilen bzw. unstabilen Untergrund mit offenen und geschlossenen Augen. Weiteres wurde das Gleichgewicht unter erschwerten Bedingungen getestet. Hier wurde auf einer wackelnden Kraftmessplatte (acht Störungsstufen) die Zeit gemessen, in der die Probandinnen die Stabilisation aufrechterhalten konnten. Ein weiterer Test bestand darin, dass die Probandinnen vom zentralen Gleichgewichtszustand aus acht andere Felder durch Gleichgewichtsverlagerung erreichen mussten. Die Ziele waren am Bildschirm ersichtlich (Ramstrand et al, 2010, S. 2f). Signifikante Verbesserungen konnten beim Test mit dem unstabilen Untergrund mit geschlossenen Augen, beim Gleichgewichtsverlagerungstest und bei der Kraftmessplatte bei den Ergebnissen der MBT-Gruppe erkannt werden (Ramstrand et al, 2010, S. 3f).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei einem längerfristigen trainieren mit der MBT® die Propriozeption und die Gleichgewichtsfähigkeit verbessert werden kann. Die Masai Barfuss Technologie® ist ein gut geeignetes Traininggerät in der Prävention und Rehabilitation. Auf Grund der sensomotorischen Verbesserung wird auch die Bewegungswahrnehmung gesteigert, wodurch Bewegungen sicherer durchgeführt werden und das Sturzrisiko verringert werden kann.

9.2 Kybun Bewegungstechnologie

Kybun Kybun, ist wie die Masai Barfuss Technologie® eine Erfindung von Ing. Karl Müller. Die Kybun Technologie ist eine Weiterführung der MBT®. Diese Technologie setzt sich aus dem KyBbounder und dem KyTrainer zusammen. Der KyBounder ist ein patentiertes Schweizer Qualitätsprodukt. Der Name setzt sich aus „ky“ und „Bounder“ zusammen und bedeutet Gefühlszustand. Die speziell weiche, extrem rückfedernde Matte unterscheidet sich von herkömmlichen Matten durch ihr material. Während andere Matten aus PVC bestehen, wird der KyBounder aus Polyurethan hergestellt. Dadurch fühlt sich die Matte für den Fuß durchgehend weich an, egal wie tief der Fuß einsinkt. Außerdem wird das Gangbild präziser und zwingt zu einer aufrechten Körperhaltung. Diese optimale Rückfederung und aufrechte Haltung zwingt die Stand- und Haltemuskulatur permanent zu arbeiten. Das Gehen auf de KyBounder steigert die Aktivierung der tiefen Muskulatur und vor allem die der Hüftstabilisatoren. Weiteres wird durch die Instabilität des KyBounders die Propriozeption gefordert und trainiert. Die Wirkungen dieser speziellen Matte sind mit den Wirkungen der MBT® zu vergleichen. Eine weitere Idee von Ing. Karl

Müller war es, dieses Ganggefühl auf schnellere Geschwindigkeiten zu übertragen. Und so kam es zu der Entstehung des KyTrainers. Der KyTrainer ist ein speziell entwickeltes Laufband, welches durch seine Konstruktion sehr rückfedernd und weich wirkt. Dieses Laufband hat über 100 Programme, die Geschwindigkeits-, Neigungs- und Zeitwechsel beinhalten. Das Grundprinzip ist, dass die/der Patient/in die Geh- bzw. Laufgeschwindigkeit in kurzen Intervallen zwischen oberer Trainingsgeschwindigkeit und unterer Regenerationsgeschwindigkeit wechselt. Die obere Trainingsgeschwindigkeit beträgt 15 Sekunden. Nach diesem Zeitintervall sollte die/der Patient/in das Gefühl bekommen, dass das Gehen bzw. das Laufen anstrengend wird und nicht mehr 100% angenehm empfunden wird. Ist dies der Fall, ist die obere Geschwindigkeit richtig gewählt. Danach folgen die Regenerationsgeschwindigkeiten. Diese sollten nicht zu lange erfolgen, da sonst Langweile und Unterforderung entsteht. Die unterste Regenerationszeit sollte so gewählt werden, dass die/der Patient das Gefühl entwickelt wieder in der obersten Geschwindigkeit laufen zu wollen. Die Steigerung von unterster Regenerationsstufe und oberer Trainingsgeschwindigkeit erfolgt in 15-sekündigen Intervallen.

Bei Rückenschmerzpatienten/innen wird der Schwerpunkt auf die Muskellockerung und Muskeldehnung gelegt. Da in 99% der Fälle Rückenprobleme durch eine verspannte Muskulatur zu Stande kommt. Am KyTrainer soll daher das lockere Traben mit Regenerationszeiten im Vordergrund stehen. Der aufrechte Laufstil mit der Pendelbewegung aus der Hüfte dehnt die verkürzte vordere Muskelkette bei jedem Schritt. Der aufrechte Stand am KyBounder, das Traben mit gestreckten Armen, das leichte Nachfedern im Stand entlastet die Wirbelsäule und bietet ein abwechslungsreiches Bewegungsprogramm. Weitere spezielle Übungen sind im Anhang nachzuschlagen (Kybun AG, 2008, S. 6ff).

10 Empirische Untersuchung

In dieser Untersuchung sollte einerseits der Frage, ob durch ein MBT -Training während der 3-wöchigen Rehabilitation das Muskelkorsett positiv beeinflusst werden kann, nachgegangen werden. Andererseits stellt sich die Frage, welche Auswirkungen ein zusätzliches MBT-Training auf das statische Gleichgewicht hat. Um diese Fragen beantworten zu können, werden im ersten Schritt Hypothesen aufgestellt.

10. 1 Hypothesen

Um die oben genannten zentralen Fragestellungen beantworten zu können wird mittels aufgestellter Hypothesen und deren Überprüfungen an das Ergebnis herangegangen. Um die Effekte auf die Bauch- und Rückenmuskulatur zu überprüfen, werden die Krafttestergebnisse des Eingangstests mit dem Endtests verglichen. Daraus ergeben sich folgende Nullhypothesen:

$H0_1$: Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe bezüglich der Verbesserung der Muskelkraft der Extensoren der Brustwirbelsäule nach drei Wochen Rehabilitation.

$H0_2$: Es gibt keine signifikante Verbesserung der Rückenextensoren der Brustwirbelsäule auf Grund eines therapiebegleitenden MBT-Trainings.

$H0_3$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied der Verbesserung der Muskelkraft der Extensoren der Lendenwirbelsäule zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe am Ende der Rehabilitation.

$H0_4$: Es gibt keine signifikante Verbesserung der Rückenextensoren der Lendenwirbelsäule durch ein Therapiebegleitendes MBT-Training.

Nach der Überprüfung der Extensoren, werden zudem die Flexoren untersucht und auf Unterschiede zwischen Eingangstest und Endtest zwischen den beiden Gruppen überprüft.

$H0_5$: Es besteht kein signifikanter Unterschied bei der Steigerung der Kraft der Bauchmuskeln zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe am Ende der Rehabilitation.

$H0_6$: Es gibt keine signifikante Kräftigung der Bauchmuskulatur in den drei Wochen der Rehabilitation auf Grund eines MBT-Trainings.

In dieser Untersuchung steht jedoch nicht nur die Veränderung der Muskelkraft im Vordergrund, sondern es sollte auch die Frage geklärt werden, ob das MBT® -Training in den drei Wochen der Rehabilitation das Gleichgewicht verbessert. Aus diesem Grund ergeben sich weitere Hypothesen, die untersucht werden.

$H0_7$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen dem statischen Gleichgewicht der Kontrollgruppe und dem der Versuchsgruppe nach der dreiwöchigen Rehabilitation.

$H0_8$: Es besteht keine signifikante Steigerung des statischen Gleichgewichts durch ein zusätzliches MBT-Training.

Nachdem die Fragestellung dieser Arbeit geklärt ist, ist es auch interessant, ob sich im Beschwerdebild der Kontroll- und der Versuchsgruppe Unterschiede ergeben. Daher wird folgenden Subhypothesen nachgegangen:

$H0_9$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied im Beschwerdebild zwischen der Kontroll- und der Versuchsgruppe.

$H0_{10}$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Beschwerdezustand bei Alltagsaktivitäten am Anfang und am Ende der Therapie bei der Versuchsgruppe.

Zudem scheint es interessant zu sein, wie das Althofener Therapiekonzept von den Patienten/innen empfunden wird. Hierfür wurden Patienten/innen der Versuchsgruppe herangezogen, da nur jene das MBT- Gangtraining durchgeführt haben. Daher reduziert sich die Stichprobe auf 20 Personen. Um trotzdem eine Meinung der Patienten/innen über das MBT- Training zu erhalten, wurde dieser Fragebogen ebenfalls zusammengefasst.

10. 2 Methode

Das Untersuchungskollektiv und die Methoden zur Untersuchung der Kraft und des Gleichgewichts werden nun näher beschrieben. Durch das Einverständnis von Herrn Prim. Puff war es mir möglich die Probanden/innen, die ich für die Studie benötigte vom Rehabilitationszentrum Althofen zu nehmen. Weiteres konnte ich den dort befindlichen Back Check für die Krafttests verwenden. Auch ein Arbeitsbereich und ein Computer standen mir zur Verfügung. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von 6. Juli 2009 bis 10. Jänner 2010.

10.2.1 Beschreibung der Probenden/innen

An dieser Studie nahmen Rehabilitationspatienten/innen des Rehabilitationszentrums Althofen teil. Insgesamt wurden 47 Patienten/innen getestet, um am Ende 20 Personen in der Kontroll- und 20 Personen in der Versuchsgruppe zu haben, die den Kriterien entsprachen. Die Versuchsgruppe hatte während des dreiwöchigen Aufenthaltes das MBT®-Gangtraining bzw. Koordinationskinetik im Therapieplan integriert. Die Kontrollgruppe hingegen hatte denselben Therapieablauf, nur ohne MBT-Training. Untersucht wurden anfangs all jene, die ein Beschwerdebild an der Lendenwirbelsäule aufwiesen, die zwischen 30 und 60 Jahren waren. Nachdem sich herausstellte, dass vorwiegend Bandscheibenpatienten/innen zu diesem Zeitraum anwesend waren, wurden folgende Kriterien festgelegt:

- Das Alter wurde zwischen 30 und 60 Jahren eingegrenzt
- Die Patienten/innen haben einen operierten Bandscheibenvorfall im Lendenwirbelbereich
- Die Operation darf nicht länger als ein Jahr her sein.

Weiteres wurden sowohl männliche, als auch weibliche Patienten/innen getestet. Die Auswahl der geeigneten Studienteilnehmer/innen erfolgte mit Hilfe bzw. mit Absprache der Ärzte des Rehabilitationszentrums. Durch die festgelegten Kriterien erschwerte sich das Finden von geeigneten Patienten/innen.

Anhand folgender Tabelle lässt sich erkennen, dass die Versuchsgruppe aus zehn weiblichen und zehn männlichen Patienten/innen (n = 20) besteht. Die Kontrollgruppe

setzt sich aus acht weiblichen und zwölf männlichen Teilnehmern/innen (n = 20) zusammen.

Tabelle 10: Geschlechterverteilung

Therapie			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
mit MBT	Gültig	weiblich	10	50,0	50,0
		männlich	10	50,0	50,0
		Gesamt	20	100,0	100,0
ohne MBT	Gültig	weiblich	8	40,0	40,0
		männlich	12	60,0	60,0
		Gesamt	20	100,0	100,0

Die Patienten/innen der Versuchsgruppe sind im Durchschnitt 46,00 ± 8,5 Jahre alt und die der Kontrollgruppe 52,95 ± 5,43 Jahre. Es ist zu erkennen, dass die Teilnehmer/innen der Kontrollgruppe signifikant älter sind, als jene der MBT-Trainingsgruppe (p=0,00). Das Höchstalter der Kontrollgruppe ist 61, da ein Proband während der Untersuchung 61 Jahre alt wurde. Das minimale Alter dieser Gruppe ist 42, hingegen ist die/der jüngste Patient/in der Versuchsgruppe 31 Jahre alt.

Tabelle 11: Altersverteilung

Therapie		N	Alter-MW	Minimum	Maximum
mit MBT	Alter	20	46,00 ± 8,510	31	60
ohne MBT	Alter	20	52,95 ± 5,434	42	61

In der abschließenden Tabelle wird die Körpergröße und das Körpergewicht tabellarische aufgezeigt. Die Probanden/innen der Trainingsgruppe sind durchschnittlich 171,85 ± 8,57 Zentimeter groß und 77,25 ± 14,96 Kilogramm schwer. Die Teilnehmer/innen der Kontrollgruppe sind im Mittel 172, 55 ± 9,22 Zentimeter groß und bringen durchschnittlich 76,35 ± 13,06 Kilogramm auf die Waage. Auf Grund der Signifikanzwerte der Körpergröße (p=0,805) und des Körpergewichtes (p=0,840) ist zu erkennen, dass hinsichtlich dieser Daten keine Signifikanz besteht.

Tabelle 12: Körpergröße und Körpergewicht

Therapie		N	Körpergröße-MW	Minimum	Maximum
mit MBT	K-Größe	20	171,85 ± 8,573	157	186
ohne MBT	K-Größe	20	172,55 ± 9,219	156	191
Therapie		N	Körpergewicht-MW	Minimum	Maximum

mit MBT	K-Gewicht	20	77,25 ± 14,956	58	110
ohne MBT	K-Gewicht	20	76,35 ± 13,064	55	98

10.2.2 Messmethodik

Die Patienten/innen beider Gruppen wurden am Anfang und am Ende der dreiwöchigen Rehabilitation bezüglich Muskelkraft der Extensoren und Flexoren und des Gleichgewichts getestet. Zudem wurde ein Schmerzfragebogen zum Beschwerdebild von allen Teilnehmern/innen zu beiden Testzeitpunkten ausgefüllt. Außerdem mussten die Personen der MBT-Trainingsgruppe am Ende ihrer Rehabilitation einen Fragebogen bezüglich des MBT-Trainings ausfüllen.10.2.2.1 Krafttest

Die Kraft der Extensoren der Brustwirbelsäule und der Lendenwirbelsäule und die Flexoren wurden mittels Back Check von Dr. Wolff gemessen. Der Back Check ist eine isometrische Körperkraftmessung und dient der Messung von Muskelgruppen im Oberkörper- und im Rumpfbereich. Durch die Messung können muskuläre Ungleichgewichte festgestellt werden. Durch die Eingabe der Daten (Geschlecht, Geburtstag, Körpergröße und Körpergewicht) der einzelnen Patienten/innen errechnet das System den zu erwartenden individuellen Kraftwert. Das Ergebnis zeigt dann bildlich und in Zahlen die Kraftwerte und Kraftverhältnisse der getesteten Muskulatur. Die Kraftmessung erfolgt über einen Zeitraum von sechs Sekunden. Es wurde darauf geachtet, dass das Gerät individuell und zu beiden Messzeitpunkten gleich eingestellt wurde.

Einstellung

Wichtig bei allen Krafttests ist die Einstellung des Gerätes. Der/die Patient/in sitzt gerade auf dem Gerät. Der Rücken wird angelehnt. Dann können die zwei Rückenlehnen individuell verstellt werden. Die obere Lehne wird auf die Höhe der Schulterblätter gestellt, die untere wird so platziert, dass die Wölbung der Lehne der Lendenwirbelsäulenform angepasst ist. Diese Einstellungen sind in Abbildung 13 (S. 60) zu erkennen. Nachdem die Rückenlehne eingestellt ist, wird die Ablage für den Oberschenkel so verstellt, dass die Kniekehle mit dem Polsterrand abschließt. Hüft- und Kniegelenk sind 90° gebeugt. Der Hüft– und Brustgurt wird so fest als möglich geschnallt. Bei dem Test für die Extension

der Lendenwirbelsäule und der Flexionsübung werden die Beine zusätzlich gesichert, um das Mitwirken der Beine auszuschalten.

Durchführung

Abbildung 10: Extension BWS

Abbildung 11: Extension LWS

Die Abbildung 10 zeigt die Butterflyübung am isometrischen Kraftmessgerät. Die Position der Person wurde bereits beschrieben. Die Aufgabenstellung ist, dass die/der Patient/in die Arme soweit hebt, dass die Arme und Schultern eine gerade Linie erreichen. Der Ellenbogen wird 90° abgewinkelt und die Fingerspitzen zeigen nach vorne. Der Handrücken zeigt dabei nach oben. Dann sollte die/der Patient/in die Ellenbogen sechs Sekunden maximal nach hinten gegen die Polsterstangen drücken. Gleichzeitig wird die Kraftkurve vom Computersystem aufgezeichnet. Bei der Testung der Extension der Lendenwirbelsäule (Abbildung 11) werden die Beine fixiert. Die Hände werden am Brustgurt überkreuzt. Nun muss die/der Patient/in mit den Schulterblättern sechs Sekunden lang kräftig gegen die obere Rückenlehne drücken. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Sitzposition beibehalten wird und die Kraft nicht aus den Beinen kommt, was jedoch durch die Fixierung zum größten Teil verhindert wird.

Abbildung 12: Flexion

Abbildung 13: Flexion Seitenansicht

In Abbildung 12 und 13 wird die Übung der Flexion dargestellt. Hierbei hat die/der Patient/in dieselbe Einstellung, wie bei der Extension der Lendenwirbelsäule. Die Aufgabe ist, dass die/der Teilnehmer/in mittels Bauchkraft maximal nach vorne zieht. Diese Ausführung gleicht der Bauchübung des Sit-Ups. Hierbei ist zu beachten, dass die Übung mittels Bauchkraft durchzuführen ist und der Kopf nicht nach vorne gezogen wird, sondern in Verlängerung der Wirbelsäule bleibt. Die Kraftkurve wird wieder über einen Zeitraum von sechs Sekunden aufgezeichnet.

Testauswertung

Institut:	mechaTronic	**Telefon:**	02381 - 688 165
Anschrift:	Münsterstr. 5 59065 Hamm	**Fax:** **EMail:**	02381 - 688 168 info@digimax-mt.de
Name:	[redacted]	**Geburtsdatum:**	07.06.1928 / 81
ID:	0000001119	**Geschlecht:**	weiblich
Betreuer:		**Größe:**	153 cm
Überweisender Arzt:		**Gewicht:**	62 kg
Kostenträger:		**Testgruppe:**	Rehab
		Testdatum:	07.08.2009

Test	Nr.	MMittel[Nm]	EV[Nm]	MMax.[Nm]	Diff.Max/EV[%]
BWS LWS Extension	1	67,91	119,03	107,63	-9,58
BWS LWS Flexion	1	56,06	53,44	72,00	34,72
Verhältnis:		1,21	2,23	1,49	-32,88
Butterfly reverse beidseitig	1	15,21	14,66	26,13	78,21

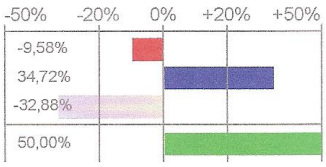


Abbildung 14: Darstellung der Kraftwerte – Anfangstest

In obiger Abbildung ist das Ergebnis eines Anfangstests bildlich dargestellt. Vom Farbdiagramm ist abzuleiten, dass das Verhältnis zwischen der Bauch und der Rückenmuskulatur im Lendenbereich nicht ausgeglichen ist. Dies kommt dadurch zu Stande, dass die Bauchmuskulatur im Vergleich zur Rückenmuskulatur stärker gekräftigt ist. Die Extensoren der Lendenwirbelsäule sind abgeschwächt (-9,58%). Aus diesem Grund herrscht ein Ungleichgewicht zwischen diesen Muskelgruppen. Die Extensoren im Brustwirbelbereich sind hingegen gekräftigt. Mögliche Ansätze in der Therapie wären daher, die Muskulatur im Lendenwirbelsäulenbereich vermehrt zu kräftigen.

Testauswertung

Institut:	mechaTronic	Telefon:	02381 - 688 165
Anschrift:	Münsterstr. 5 59065 Hamm	Fax:	02381 - 688 168
		EMail:	info@digimax-mt.de
Name:	[redacted]	Geburtsdatum:	07.06.1928 / 81
ID:	0000001119	Geschlecht:	weiblich
Betreuer:		Größe:	153 cm
Überweisender Arzt:		Gewicht:	62 kg
Kostenträger:		Testgruppe:	Rehab
		Testdatum:	25.08.2009

Test	Nr.	MMittel[Nm]	EV[Nm]	MMax.[Nm]	Diff.Max/EV[%]
BWS LWS Extension	1	125,79	119,03	181,88	52,80
BWS LWS Flexion	1	35,44	53,44	45,75	-14,40
Verhältnis:		3,55	2,23	3,98	78,50
Butterfly reverse beidseitig	1	11,93	14,66	23,40	59,59

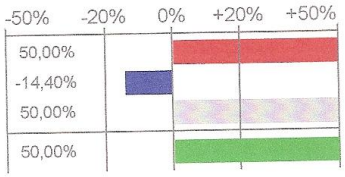


Abbildung 15: Darstellung der Kraftwerte – Endtest

Abbildung 15 zeigt das Ergebnis am Ende der dreiwöchigen Rehabilitation. Es ist zu erkennen, dass das Verhältnis von Bauch- und Rückenmuskulatur im positiven Bereich ist. Dennoch sind die Bauchmuskeln benachteiligt worden und sind daher schwächer geworden. Wichtig ist jedoch, dass die Extensoren der Lendenwirbelsäule soweit gekräftigt wurden, dass diese nun keine Abschwächung mehr aufweisen. Ein guter Ansatzpunkt wäre ein weiterführendes Kräftigungstraining unter professioneller Anleitung.

10.2.2.2 Statischer Gleichgewichtstest

Das statische Gleichgewicht wurde mittels Schwebestehen auf fester Unterlage getestet. Der Geltungsbereich hinsichtlich Alter der Probanden/innen erstreckt sich beim einbeinigen Schwebestand längs von 8 bis 60 Jahren und beim einbeinigen Schwebestand im Seitstand von 10 bis 60 Jahren (Fetz, 1990, S. 38ff).

Sportmotorische Tests sind unter Standardbedingungen durchzuführen. Die Hauptgütekriterien der Objektivität, der Reliabilität und der Validität wurden von Fetz und Kornexl (1993, S. 81ff) untersucht. Bei allen Gleichgewichtstests wurde darauf geachtet, dass jeder die Tests unter denselben Bedingungen durchführen konnte. Das Gleichgewicht wurde bei allen Teilnehmern/innen am Vormittag, zwischen 9 und 12 Uhr, gemessen.

Einbeiniger Schwebestand längs

Die Testperson steht mit einem Fuß auf einer 2 cm breiten und 10 cm hohen Brettkante. Die Arme befinden sich im Hüftstütz, sowohl in der Ausgangslage, als auch während der Testdurchführung. Auf ein Zeichen des Testleiters hebt die Testperson das Spielbein vom Boden ab und versucht mit dem Standbein auf der Brettkante zu stehen. Gemessen wird die Zeit vom Startzeichen bis zum Lösen des Hüftstützes, bis zum Kontaktverlust mit dem Brett oder bis zur Bodenberührung. Notiert wird die Zeit in ganzen Sekunden. Nach 60 Sekunden wird der Test abgebrochen. Insgesamt stehen drei Versuche zur
Verfügung, von denen dann die zwei besten in die Auswertung eingehen. Getestet wurden alle Patienten/innen barfuss. Außerdem konnten sich alle Teilnehmer/innen vor der Zeitmessung eine Minute lang an das Gerät gewöhnen und die Übung ausprobieren. Nach dieser Minute wurde festgelegt mit welchem Bein der Test gemacht wird. Beim Endtest wurde dasselbe Bein verwendet.

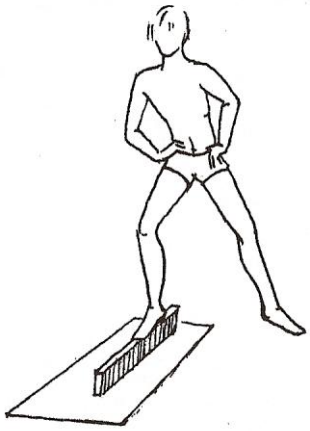


Abbildung 16: Einbeiniger Schwebestand längs (nach Fetz & Kornexl, 1993, S. 81)

Einbeiniges Schwebestehen im Seitstand

Das einbeinige Schwebestehen funktioniert in der Anleitung und Durchführung gleich, wie der Schwebestand längs. Dieser Test wird nach 90 Sekunden abgebrochen (Fetz, 1990, S. 40f; Fetz & Kornexl, 1993, S. 80ff). Der Test wurde für die Patienten/innen erleichtert indem die Höhe der Brettkante verringert und die Breite vergrößert wurde. Die Brettkante war bei der Testdurchführung 10 cm breit und 5 cm hoch. Auch hier standen den Teilnehmern/innen je ein Vorversuch recht und links zur Verfügung.

Abbildung 17: Einbeiniger Schwebestand im Seitstand (nach Fetz & Kornexl, 1993, S. 83)

10.2.2.3 Schmerzfragebogen

Um Veränderungen im Beschwerdebild am Anfang der Rehabilitation und am Ende vergleichen zu können, wurde der Oswestry Disability Fragebogen bei allen Studienteilnehmer/innen durchgeführt.

Bei Befragungen von Patienten bezüglich ihrer Einschränkungen kommt dieser Fragebogen häufig zur Anwendung, da sich dessen Fragen auf Handlungen des täglichen Lebens konzentrieren. Der Oswestry Disability Fragebogen beinhaltet Fragen über die körperliche Beeinträchtigung auf Grund von Rückenbeschwerden (Fairbank & Roland, 2000, S. 3117). Der Fragebogen wurde bereits 1976 von John O´Brien entwickelt. Stephan Eisenstein, ein Orthopäde, und Judith Couper, eine Ergotherapeutin, testeten verschiedene Versionen dieses Fragebogens bei Rückenschmerzpatienten/innen. Vier Jahre später, 1980 wurde die erste Version veröffentlicht. Verschiedene Variationen und abgeänderte Formen des Fragebogens sind entstanden. Die Internationale Gesellschaft

passte die Version 1.0 an und entwickelte daraus ein Messinstrument für das Behandlungsergebnis bei Rückenschmerzproblemen (Fairbank, 2000, S. 2940f).
Fairbank und Roland (2000, S. 3117) betonen, dass dieser Test sehr praktikabel ist, da er nur eine kurze Zeit in Anspruch nimmt. Jedoch verlangt er eine Selbsteinschätzung der Patienten/innen. Bei diesem Test werden folgende zehn Sektionen in Fragen integriert:

- Schmerz
- Persönliche Pflege
- Heben
- Gehen
- Sitzen
- Stehen
- Schlafen
- Sexuelles Leben
- Soziales Leben und Reisen

Die/der Patient/in sollte bei jeder Frage jene Antwort ankreuzen, die für sie/ihn am besten zutrifft. Falls zwei Antwortmöglichkeiten zutreffen, soll nur jene Antwort angekreuzt werden, die das Problem am besten beschreibt.

Fairbank (2000, S. 2941ff) fasst die weiteren Versionen dieses Fragebogens zusammen. Die Version 2.0 ist eine abgeänderte Form der Medical Research Council Gruppe (MRC). Ziel dieser Abänderung sollte sein, dass die Sensitivität der Messskala für weniger beeinträchtigte Personen erhöht wird. Jedoch vermischt diese Version Behinderung mit Schädigung, wobei die Auseinandersetzung der Begriffe sehr komplex ist. Weitere abgewandelte Versionen sind die AAOS-Version und die Chiropractic Revised Oswestry Pain Questionnaire. Diese Versionen sind dem Anhang zur Veranschaulichung beigefügt.

Name: _____ Adresse: _____ Datum: _____

Geburtsdatum: _____ Alter: _____

Beruf: _____ Krankenhaus-Nr. _____

Wie lange haben Sie schon Rückenschmerzen? Jahre Monate Wochen

Wie lange haben Sie Schmerzen im Bein? Jahre Monate Wochen

Bitte lesen Sie zuerst folgenden Text durch:
Dieser Fragebogen wurde entworfen, um dem Arzt Aufschluss darüber zu geben, inwiefern sich Ihre Rückenschmerzen auf Ihre Fähigkeit auswirken, im Alltag zurechtzukommen. Bitte beantworten Sie jeden Abschnitt und kreuzen Sie in jedem Abschnitt nur die *eine* Möglichkeit an, die für Sie zutrifft. Vielleicht finden Sie, dass in einem Abschnitt zwei Aussagen auf Sie zutreffen; kreuzen Sie aber bitte trotzdem *nur die eine Möglichkeit an, die Ihr Problem am genauesten beschreibt.*

Abschnitt 1: Schmerzintensität
- ☐ Ich kann meine Schmerzen aushalten, ohne Schmerzmittel nehmen zu müssen.
- ☐ Die Schmerzen sind schlimm, aber ich komme ohne Schmerzmittel zurecht.
- ☐ Schmerzmittel machen mich völlig schmerzfrei.
- ☐ Schmerzmittel lindern den Schmerz einigermaßen.
- ☐ Schmerzmittel lindern den Schmerz sehr wenig.
- ☐ Schmerzmittel haben überhaupt keine Wirkung, und ich nehme keine.

Abschnitt 2: Selbstständigkeit (waschen, anziehen, usw.)
- ☐ Ich kann mich normalerweise ohne zusätzliche Schmerzen um mich selbst kümmern.
- ☐ Ich kann mich normalerweise um mich selbst kümmern, aber es verursacht mir zusätzliche Schmerzen.
- ☐ Die alltägliche Versorgung bereitet mir Schmerzen, und ich bin dabei langsam und vorsichtig.
- ☐ Ich brauche etwas Hilfe bei der alltäglichen Versorgung, aber das meiste kann ich allein.
- ☐ Ich brauche jeden Tag Hilfe bei den meisten Dingen der alltäglichen Versorgung.
- ☐ Ich ziehe mich nicht an, wasche mich nur mit Mühe und bleibe im Bett.

Abschnitt 3: Heben
- ☐ Ich kann ohne zusätzliche Schmerzen Schweres heben.
- ☐ Ich kann Schweres heben, aber es verursacht mir zusätzliche Schmerzen.
- ☐ Ich kann nichts Schweres vom Boden aufheben, weil das so schmerzhaft ist, aber wenn etwas Schweres günstig platziert ist, etwa auf dem Tisch, kann ich es heben.
- ☐ Ich kann nichts Schweres heben, weil das so schmerzhaft ist, aber etwas Leichtes oder Mittelschweres, das günstig platziert ist, kann ich heben.
- ☐ Ich kann nur sehr leichte Dinge heben.
- ☐ Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen.

Abschnitt 4: Gehen
- ☐ Schmerzen hindern mich nicht daran, beliebige Strecken zu gehen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 2 km zu gehen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 1 km zu gehen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 500 m zu gehen.
- ☐ Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen.
- ☐ Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss zur Toilette kriechen.

Abschnitt 5: Sitzen
- ☐ Ich kann auf jedem Stuhl so lange ich will sitzen.
- ☐ Ich kann nur auf meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen wie ich will.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu sitzen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 30 Minuten zu sitzen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu sitzen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu sitzen.

Abschnitt 6: Stehen
- ☐ Ich kann ohne zusätzliche Schmerzen so lange stehen, wie ich will.
- ☐ Ich kann so lange stehen, wie ich will, aber es verursacht mir zusätzliche Schmerzen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 30 Minuten zu stehen.
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen.
- ☐ Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht stehen.

Abschnitt 7: Schlafen
- ☐ Schmerzen hindern mich nicht daran, gut zu schlafen.
- ☐ Ich kann nur gut schlafen, wenn ich Tabletten nehme.
- ☐ Selbst wenn ich Tabletten nehme, schlafe ich weniger als 6 Stunden.
- ☐ Selbst wenn ich Tabletten nehme, schlafe ich weniger als 4 Stunden.
- ☐ Selbst wenn ich Tabletten nehme, schlafe ich weniger als 2 Stunden.
- ☐ Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht schlafen.

Abschnitt 8: Sexualleben
- ☐ Mein Sexualleben ist normal und verursacht mir keine zusätzlichen Schmerzen.
- ☐ Mein Sexualleben ist normal, verursacht mir aber einige zusätzliche Schmerzen.
- ☐ Mein Sexualleben ist fast normal, aber sehr schmerzhaft.
- ☐ Mein Sexualleben ist durch Schmerzen sehr stark eingeschränkt.
- ☐ Wegen Schmerzen habe ich fast kein Sexualleben.
- ☐ Wegen Schmerzen habe ich überhaupt kein Sexualleben.

Abschnitt 9: Soziales Leben
- ☐ Mein soziales Leben ist normal und verursacht mir keine zusätzlichen Schmerzen.
- ☐ Mein soziales Leben ist normal, verstärkt aber meine Schmerzen.
- ☐ Schmerzen beeinflussen mein soziales Leben nicht entscheidend, außer dass sie mich in meinen körperlich aktiveren Interessen einschränken, z. B. beim Tanzen.
- ☐ Schmerzen schränken mein soziales Leben ein, und ich gehe nicht so oft aus.
- ☐ Schmerzen beschränken mein soziales Leben auf zu Hause.
- ☐ Ich habe wegen Schmerzen kein soziales Leben.

Abschnitt 10: Reisen
- ☐ Ich kann ohne zusätzliche Schmerzen überall hinfahren.
- ☐ Ich kann überall hinreisen, aber es verursacht mir zusätzliche Schmerzen.
- ☐ Die Schmerzen sind schlimm, aber es gelingt mir trotzdem, 2 Stunden lang unterwegs zu sein.
- ☐ Wegen Schmerzen bin ich im Höchstfall weniger als 1 Stunde unterwegs.
- ☐ Wegen Schmerzen bin ich höchstens kurz zu notwendigen Erledigungen und weniger als 30 Minuten unterwegs.
- ☐ Wegen Schmerzen bin ich nicht unterwegs, außer zum Arzt und zum Krankenhaus.

Kommentare:

_____

_____

Abbildung 18: Oswestry-Fragebogen (zusammengefasst von Brötz & Welter, 2008, S. 34f)

Anzumerken ist, dass jede Sektion sechs Antwortmöglichkeiten hat. Die erste Aussage wird hierbei immer mit 0 bewertet und bedeutet keine Behinderung. Die sechste Aussage wird erhält jeweils fünf Punkte und bedeutet, dass die Behinderung bzw. Beeinträchtigung stark ist. Diese Bewertungen von 0-5 sehen die Patienten/innen beim Ausfüllen des Fragebogens nicht (Brötz & Welter, 2008, S. 32).

Zu erwähnen ist, dass bei der aktuellen Studie die Frage über das Sexualleben herausgenommen wurde, da dieser Aspekt am Ende der Rehabilitation nicht zu beantworten geworden wäre (Fragebogen, siehe Anhang). Die Patienten/innen wurden aufgefordert den Fragebogen auszufüllen. Wobei sie immer nur eine Antwort ankreuzen durften. Falls zwei Antworten zutreffend waren, wurden die Patienten/innen aufgefordert zu überlegen, welche der Antworten am meisten bzw. am ehesten zutrifft. Bei Unklarheiten zur Fragestellung oder zu den Antwortmöglichkeiten stand ich immer zur Verfügung.

10.2.2.4 MBT-Fragebogen

Dieser Fragebogen wurde interessenhalber in die Studie integriert. Es wurden Fragen bezüglich des MBT-Gangtrainings gestellt, um herauszufinden, wie dieses den Patienten/innen in Kombination mit den anderen Therapien gefällt.

- Haben Sie vor der Therapie von den MBT®-Schuhen gehört?
- Haben Sie bereits vor der Therapie MBT®-Schuhe ausprobiert?
- Wie hat Ihnen das MBT-Gangtraining in Kombination mit den anderen Therapien gefallen?
- Finden Sie die Anzahl der MBT-Einheiten ausreichend?
  Zusatzfrage: könnten mehr sein/ könnten weniger sein
- Empfinden Sie das MBT-Training als motivierend? Motivationsgründe
- Wie würden Sie das Training mit den MBT®-Schuhen beurteilen?
- Haben Sie das Gefühl, dass durch die MBT-Gangschulung eine Verbesserung in den 3 Wochen eintraf?
- Werden Sie sich privat MBT®-Schuhe kaufen, da sie überzeugt sind, dass diese einen positiven Effekt auf Körperbalance und Kräftigung haben?

10.2.2.5 Statistische Verfahren

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe des Computerprogramms SPSS 17.0 für Windows ausgewertet. Um Unterschiede zwischen Eingangs- und Endtests zu überprüfen, wird der T-Test für abhängige Stichproben gewählt. Da in diesem Falle an einer Stichprobe zwei Messungen (Messwiederholung) durchgeführt wurden. Bei kleinen Stichproben (<30) muss die Normalverteilung gegeben sein (Bortz, S. 143ff).
Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Daten intervallskaliert sind. Sind diese beiden Voraussetzungen nicht erfüllt, wird der Wilcoxon-Test angewendet.
Die Voraussetzung der Normalverteilung wird mittels Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Eine weitere Möglichkeit zur Überprüfung der Normalverteilung bietet das sogenannte Histogramm, welches eine optische Darstellung ermöglicht. Im Histogramm ist die Normalverteilung durch einen glockenförmigen Verlauf zu erkennen (Bühl, 2006, S. 112f; Bortz, 2005, S. 73f). In der vorliegenden Arbeit wird der Kolmogorov-Smirnov-Test für die Überprüfung der Normalverteilung herangezogen. Um die Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Versuchsgruppe bezüglich der Kraft- und Gleichgewichtsergebnisse

herauszufinden, wird der T-Test für unabhängige Stichproben gewählt. Falls eine der Voraussetzungen der Normalverteilung, der Varianzhomogenität oder die Intervallskalierung der Daten nicht gegeben ist, wird auf den U-Test zurückgegriffen.

Zur Absicherung der Ergebnisse wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von fünf Prozent festgelegt. Das bedeutet, dass wenn $p \leq 0{,}05$ ist, ist das Ergebnis signifikant. Die Nullhypothese wird dann verworfen und die Alternativhypothese wird angenommen. Wenn der Wert allerdings über 0,05 liegt, muss die Nullhypothese beibehalten werden (Bortz, 2005, S. 113f; Bühl, 2006, S. 114f).

10. 3 Darstellung der Ergebnisse

Die nachstehenden Kapitel beschäftigen sich mit den Ergebnissen der Studie. Um eine bessere Übersicht zu schaffen, werden zuerst die Testergebnisse der Versuchsgruppe und im Anschluss jene der Kontrollgruppe tabellarisch dargestellt und erläutert. Weiteres werden die Ergebnisse geschlechterspezifisch aufgelistet. Abschließend wird den Hypothesen nachgegangen, um schlussendlich die Fragestellung beantworten zu können.

10.3.1 Ergebnisse der Krafttests

In folgender Tabelle sind die Ergebnisse der Krafttests am Back Check zusammengefasst. Es ist zu erkennen, dass sich alle Kraftwerte nach den drei Wochen der Rehabilitation verbessert haben. Die größte Differenz ergibt sich beim Test der Extensoren der Lendenwirbelsäule. Hier verbesserte sich der Mittelwert von 76,80 auf 102, 27 Nm.

Tabelle 13: Krafttestergebnisse der Versuchsgruppe (mit MBT) am Back Check

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	20	7,21	238,73	76,80	13,73
KT2Ext	20	22,32	242,59	102,27	13,61
KT1Flex	20	22,04	150,61	58,90	7,98
KT2Flex	20	17,49	114,78	66,64	6,05
Verhältnis1	20	0,25	3,21	1,36	0,17

Verhältnis2	20	0,46	3,68	1,60	0,18
KT1Butt	20	5,93	42,87	23,50	2,24
KT2Butt	20	7,94	45,98	24,61	2,35

Nun werden die Daten der Kontrollgruppe präsentiert. Auch hier kann man bei allen Krafttests nach den drei Wochen Rehabilitation höhere Werte erkennen.

Tabelle 14: Krafttestergebnisse der Kontrollgruppe (ohne MBT) am Back Check

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	20	10,03	253,89	82,77	17,05
KT2Ext	20	11,69	306,84	99,00	18,96
KT1Flex	20	8,38	147,01	65,70	8,47
KT2Flex	20	7,21	154,25	65,87	8,60
Verhältnis1	20	0,14	11,71	1,74	0,55
Verhältnis2	20	0,25	7,39	1,80	0,35
KT1Butt	20	7,45	44,87	23,08	2,21
KT2Butt	20	2,52	46,50	23,11	2,50

In den weiteren zwei Tabellen (Tabelle 14 und 15) sind die Ergebnisse der weiblichen Patientinnen der Versuchsgruppe bzw. Kontrollgruppe dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich bei den weiblichen Teilnehmerinnen, die das MBT-Gangtraining hatten, die Kraftwerte der Extensoren und Flexoren im Mittel verbessert haben. Die Kontrollgruppe hingegen weist nach der dreiwöchigen Rehabilitation geringere Werte der Bauchmuskulatur und der Extensoren der Brustwirbelsäule auf. Die Extensoren der Lendenwirbelsäule zeigen höhere Kraftwerte.

Tabelle 15: Kraftwerte der weiblichen Versuchsgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	10	7,21	106,14	48,47	10,06
KT2Ext	10	31,77	143,80	72,98	11,40
KT1Flex	10	24,23	92,23	48,42	8,58
KT2Flex	10	17,49	74,65	52,82	6,30
Verhältnis1	10	0,25	2,17	1,08	0,18
Verhältnis2	10	0,46	3,68	1,56	0,29
KT1Butt	10	5,93	24,68	15,66	1,87
KT2Butt	10	7,94	26,50	17,89	1,60

Tabelle 16: Kraftwerte der weiblichen Kontrollgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	8	14,53	133,30	43,05	13,52
KT2Ext	8	11,69	87,64	54,41	10,40
KT1Flex	8	9,15	80,08	42,26	8,87
KT2Flex	8	7,21	90,68	41,68	10,22
Verhältnis1	8	0,21	1,66	1,12	0,18
Verhältnis2	8	0,25	7,39	2,24	0,82
KT1Butt	8	7,45	29,08	15,43	2,50
KT2Butt	8	2,52	23,60	15,02	2,49

Nun werden die Ergebnisse der Kraftwerte der männlichen Teilnehmer dargestellt. Höhere Kraftwerte nach dem dreiwöchigen Rehabilitationsaufenthaltes lassen sich bei allen Muskelgruppen erkennen, beziehungsweise die Extensoren der Brustwirbelsäule sind im Mittel sowohl beim Anfangstest, als auch beim Endtest sehr ähnlich. Bei den Männern der Kontrollgruppe hingegen lassen sich beim Endtest bei allen Muskelgruppen höhere Kraftwerte erkennen.

Tabelle 17: Kraftwerte der männlichen Versuchsgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	10	24,54	238,73	105,14	22,72
KT2Ext	10	22,32	242,59	131,56	21,47
KT1Flex	10	22,04	150,61	69,37	13,07
KT2Flex	10	24,14	114,78	80,46	8,50
Verhältnis1	10	0,28	3,21	1,64	0,26
Verhältnis2	10	0,78	2,60	1,63	0,21
KT1Butt	10	18,10	42,87	31,34	2,01
KT2Butt	10	12,35	45,98	31,33	3,26

Tabelle 18: Kraftwert der männlichen Kontrollgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KT1Ext	12	10,03	253,89	109,25	24,49
KT2Ext	12	23,45	306,84	128,74	28,06
KT1Flex	12	8,38	147,01	81,33	10,85
KT2Flex	12	30,26	154,25	82,00	10,47
Verhältnis1	12	0,14	11,71	2,15	0,91
Verhältnis2	12	0,35	2,86	1,50	0,24
KT1Butt	12	16,38	44,87	28,28	2,36
KT2Butt	12	11,22	46,50	28,51	3,00

10.3.2 Ergebnisse des Gleichgewichtstests

Die Durchführung der Gleichgewichtstests wurde bereits näher beschrieben. Zu erwähnen ist, dass die Zeiten in ganzen Sekunden notiert wurden. Von den drei Versuchen gehen die besten zwei in die Wertung ein. Es wird der Mittelwert daraus errechnet.

In folgender Tabelle wird ersichtlich, dass das einbeinige Schwebestehen im Seitstand bessere maximale Zeitergebnisse zeigt, als der einbeinige Schwebestand längs. Dies ist vermutlich auch auf Grund der bereits erwähnten veränderten Standfläche zustande gekommen. Die maximalen Sekunden betragen bei der Versuchsgruppe beim einbeinigen Schwebestand längs (GGT1; GGT2) 18,50 Sekunden bzw. 13,00 Sekunden. Beim einbeinigen Schwebestand im Seitstand sind die maximalen Zeitwerte 36,50 bzw. 20,50 Sekunden. Weiteres wird erkenntlich, dass sich die Mittelwerte beider Gleichgewichtstests nur minimal verbessert haben.

Tabelle 19: Anfangsergebnisse des Gleichgewichts der Versuchsgruppe (mit MBT))

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	20	1,50	18,50	4,25	3,82
GGT2	20	2,00	13,00	4,38	2,88
GGTseitlich1	20	1,50	36,50	9,73	8,96
GGTseitlich2	20	2,00	20,50	9,75	6,07

Nun werden die Ergebnisse der Tabelle 19 aufgezeigt. Wenn man die Mittelwerte der Sekunden ansieht, ist zu erkennen, dass sie niedriger sind, als jene Werte der

Versuchsgruppe. Auch ist zu erkennen, dass sich der Mittelwert beim einbeinigen Schwebestehen seitlich (GGTseitlich1; GGTseitlich2) nur wenig erhöht hat. Hingegen ist der Mittelwert des einbeinigen Schwebestehens längs um 0,32 Sekunden gesunken, was eine Verschlechterung bedeutet.

Tabelle 20: Anfangsergebnisse des Gleichgewichts der Kontrollgruppe (ohne MBT)

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	20	1,00	13,50	3,35	2,77
GGT2	20	1,00	7,50	3,03	1,49
GGTseitlich1	20	1,50	33,50	6,15	6,96
GGTseitlich2	20	2,00	39,50	7,92	8,98

In den anschließenden zwei Tabellen werden die Ergebnisse der Gleichgewichtstests der weiblichen Patientinnen dargestellt und erläutert. In der Versuchsgruppe standen die Teilnehmerinnen beim einbeinigen Schwebestand längs von eineinhalb bzw. zwei Sekunden bis zu 7,5 bzw. 13,5 Sekunden am Brett. Die Zeiten beim einbeinigen Schwebestand im Seitstand gehen von eineinhalb bzw. zwei Sekunden bis zu 36,50 bzw. 20,50 Sekunden. In der Kontrollgruppe gehen die Zeiteinheiten beim einbeinigen Schwebestand längs von einer Sekunde bis zu 5,5 bzw. 7,5 Sekunden und beim Schwebestand im Seitstand von zwei bis 9,5 bzw. 16,0 Sekunden. Wenn man die Mittelwerte der Eingangs- und Endtests ansieht, erkennt man, dass beim einbeinigen Schwebestand längs eine geringe Erhöhung der Sekunden stattfindet. Beim einbeinigen Schwebestehen im Seitstand hingegen ist eine geringe Reduzierung der Zeit zu vernehmen. Bei der Kontrollgruppe hingegen zeigt sich bei beiden Gleichgewichtstests eine geringe Erhöhung der Sekunden, die die Teilnehmerinnen am Brett standen.

Tabelle 21: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der weiblichen Patientinnen der Versuchsgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	10	1,50	7,50	4,55	2,00
GGT2	10	2,00	13,00	4,90	3,40
GGTseitlich1	10	1,50	36,50	13,05	11,50
GGTseitlich2	10	2,00	20,50	12,10	6,75

Tabelle 22: Ergebnisse Gleichgewichtstests der weiblichen Patientinnen der Kontrollgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	8	1,00	5,50	2,38	1,43
GGT2	8	1,00	7,50	2,88	2,08
GGTseitlich1	8	2,00	9,50	4,50	3,00
GGTseitlich2	8	2,00	16,00	5,38	4,64

Nun werden die Ergebnisse der männlichen Patienten tabellarisch dargestellt. Es zeigt sich sowohl in der Versuchs-, als auch in der Kontrollgruppe eine zeitliche Erhöhung der Sekunden beim einbeinigen Schwebestehen im Seitstand. Ebenso ist in beiden Gruppen ein reduzierter Zeitwert beim Endtest des einbeinigen Schwebestehens längs zu erkennen.

Tabelle 23: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der männlichen Versuchsgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	10	1,50	18,50	3,95	5,17
GGT2	10	2,00	9,00	3,85	2,32
GGTseitlich1	10	2,50	11,50	6,40	3,55
GGTseitlich2	10	2,50	15,00	7,40	4,46

Tabelle 24: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der männlichen Kontrollgruppe

Test	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
GGT1	10	1,50	13,50	4,00	3,28
GGT2	10	2,00	5,00	3,13	1,03
GGTseitlich1	10	1,50	33,50	7,25	8,65
GGTseitlich2	10	2,00	39,50	9,63	10,84

10.3.3 Ergebnisse des Schmerzfragebogens

Mit Hilfe des Oswestry Fragebogens wurde die Ausprägung der Einschränkungen der jeweiligen Patienten/innen festgestellt. Der Gesamtwert für die Bewertung errechnet sich nach Brötz und Welter (2008, S. 36) folgendermaßen:

$$\frac{\text{erzielte Punkte}}{\text{50 (insgesamt mögliche Punkte)}} \times 100$$

In dieser Studie wurde die Sexualfrage (Abbildung 18, S. 65) ausgelassen. Daher wurde bei der Berechnung die erzielte mögliche Punktezahl aus den restlichen neun Sektionen durch 45 dividiert. Nach Fairbank wird die selbstempfundene Behinderung wie folgt beurteilt:

0 – 20 % = minimale Behinderung
20 – 40 % = mäßige Behinderung
40 – 60 % = starke Behinderung
60 – 80 % = Invalidität
80 – 100 % = bettlägerig

Die Selbsteinschätzung der Behinderung brachte folgende Ergebnisse. Während am Anfang der Rehabilitation noch 20% der Patienten/innen mit MBT in der Gruppe der „Starke Behinderung“ eingegliedert wurden, sind es nach den drei Wochen nur noch 5%, dies entspricht einer Person. 10% waren am Ende der Rehabilitation in die Stufe „Mäßige Behinderung“ und 5% in die Stufe der „Minimalen Behinderung“ einzuordnen. Die Schmerzen und Einschränkungen bei Alltagsbewegungen konnten demnach reduziert werden.

Tabelle 25: Oswestry Fragebogen – Patienten/innen mit MBT

	Anfangseinschätzung		Endeinschätzung	
Behinderung	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Minimale Behinderung	8	40	9	45
Mäßige Behinderung	8	40	10	50
Starke Behinderung	4	20	1	5
Invalidität	0	0	0	0
Bettlägerig	0	0	0	0
Gesamt	20	100	20	100

Hingegen ist zu erkennen, dass bei der Kontrollgruppe nur 5% eine verbesserte Selbsteinschätzung nach den drei Wochen bezüglich Schmerzempfinden verspüren. Nur eine Person kann am Ende von „Mäßige Behinderung“ zu „Minimale Behinderung“ umgeteilt werden. Die Gruppe „Starke Behinderung“ ist sowohl bei der Eingangsbefragung, als auch bei der Endbefragung mit 40% besetzt.

Tabelle 26: Oswestry Fragebogen – Patienten/innen ohne MBT

	Anfangseinschätzung		Endeinschätzung	
Behinderung	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Minimale Behinderung	5	25	6	30
Mäßige Behinderung	7	35	6	30
Starke Behinderung	8	40	8	40
Invalidität	0	0	0	0
Bettlägerig	0	0	0	0
Gesamt	20	100	20	100

In den nachstehenden zwei Tabellen sind die Ergebnisse geschlechterspezifisch Patienten/innen aufgelistet. Bei den Patientinnen mit MBT lässt sich erkennen, dass am Anfang der Rehabilitation die Bewertung in den Sparten „Starke Behinderung“ und „Mäßige Behinderung“ mit je 40% stark vertreten war. Am Ende der dreiwöchigen Rehabilitation war nur noch 1% in die Gruppe „Starke Behinderung“ einzuordnen. Bei den Patientinnen ohne MBT-Gangtraining zeigte sich sowohl am Anfang (75%) der Rehabilitation, als auch am Ende (62,5%) eine starke Einschränkung bzw. Behinderung der Patientinnen.

Tabelle 27: Schmerzfragebogen Frauenvergleich

	Mit MBT				**Ohne MBT**			
	Anfang		**Ende**		**Anfang**		**Ende**	
Behinderung	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**
Minimale Behinderung	**2**	**20**	**4**	**40**	**1**	**12,5**	**1**	**12,5**
Mäßige Behinderung	**4**	**40**	**5**	**50**	**1**	**12,5**	**2**	**25**
Starke Behinderung	**4**	**40**	**1**	**10**	**6**	**75**	**5**	**62,5**
Invalidität	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Bettlägerig	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Gesamt	**10**	**100**	**10**	**100**	**8**	**100**	**8**	**100**

Bei den Männern ist zu erkennen, dass bei der Gruppe mit MBT am Anfang, als auch am Ende der Rehabilitation niemand in die Gruppe „Starke Behinderung“ einzugliedern ist. Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass die Gruppe ohne MBT mehr

Beeinträchtigungen bei Alltagsaktivitäten angibt, daher sind auch anfangs 16,7% und am Ende der Rehabilitation 25% der Gruppe „Starke Behinderung“ zuzuordnen.

Tabelle 28: Schmerzfragebogen Männervergleich

	Mit MBT				Ohne MBT			
	Anfang		Ende		Anfang		Ende	
Behinderung	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**	**Hfgkt.**	**%**
Minimale Behinderung	**6**	**60**	**5**	**50**	**4**	**33,3**	**5**	**41,7**
Mäßige Behinderung	**4**	**40**	**5**	**50**	**6**	**50**	**4**	**33,3**
Starke Behinderung	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**16,7**	**3**	**25**
Invalidität	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Bettlägerig	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Gesamt	**10**	**100**	**10**	**100**	**12**	**100**	**8**	**100**

10.4 Testergebnisse zur Überprüfung der Hypothesen

Interessant erscheint nun, ob es Unterschiede der Testleistungen zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe gibt. Es werden die Anfangs- und Endtests der Gruppen verglichen, um mögliche Unterschiede herauszufinden.

10.4.1 Überprüfung auf Unterschiede bezüglich der Kraft

Nach Überprüfung und Erfüllung der Normalverteilung und der Varianzhomogenität wurden mit Hilfe des T-Tests für unabhängige Stichproben die Unterschiede der Kraftergebnisse überprüft.

Tabelle 29: Vergleich der Kraftergebnisse

	Gruppenstatistik		
	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Anfangtest	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
Extension	76,80±61,39	82,77±76,23	0,787
Flexion	58,89±35,69	65,70±37,88	0,562

Verhältnis	1,36±0,75	1,74±,2,47	0,516
Butterfly	23,50±10,01	23,08±9,90	0,895

Gruppenstatistik

	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Endtest	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
Extension	102,27±60,85	99,01±84,78	0,890
Flexion	66,64±27,04	65,87±38,47	0,942
Verhältnis	1,59±0,79	1,80±1,58	0,611
Butterfly	24,61±10,49	23,11±11,16	0,665

Wie in der vorangehenden Tabelle ersichtlich, besteht kein signifikanter Unterschied aller Ergebnisse der Back Check-Krafttests. Bei der Extension sind die Ergebnisse des Anfangs- und Endtests mit p=0,787 bzw. p=0,890 nicht signifikant. Auch die Ergebnisse der Flexion weisen mit p=0,562 bzw. 0,942 keine Signifikanz auf. Mit p=0,895 bzw. p=0,665 unterscheiden die Ergebnisse der Extensoren der Brustwirbelsäule ebenso nicht signifikant von einander.

Interessant erscheint nun, die Gruppen separat zu untersuchen, um Unterschiede zwischen Eingangs- und Endtest herausfinden zu können. Nachdem es sich dabei um abhängige Stichproben handelt, wird bei Erfüllung der Normalverteilung der T-Test für abhängige Stichproben angewendet.
In nachstehender Tabelle werden die Ergebnisse der Versuchsgruppe tabellarisch dargestellt. Anhand der Tabelle ist ersichtlich, dass bei den Krafttests der Flexion und der Extension der Brustwirbelsäule keine signifikanten Verbesserungen zwischen Eingangs- und Endtest festzustellen sind (p=0,242; p=0,46). Allerdings lässt sich bei dem Ergebnis der Extensoren der Lendenwirbelsäule erkennen, dass mit einem p-Wert von 0,045 das Ergebnis ≤0,05 und daher signifikant ist. Es gibt daher bei der Versuchsgruppe eine signifikante Verbesserung der Rückenextensoren der Lendenwirbelsäule nach dem dreiwöchigen MBT-Gangtraining.

Tabelle 30: Vergleich von Eingangs- und Endtest der Versuchsgruppe
Test bei gepaarten Stichproben - Versuchsgruppe (mit MBT)

	Anfangstest	**Endtest**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
Extension	76,80±61,39	102,27±60,85	0,045
Flexion	58,98±35,69	66,64±27,02	0,242

Verhältnis	1,36±0,75	1,59±0,79	0,390
Butterfly	23,50±10,01	24,61±10,49	0,460

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Krafttests der Kontrollgruppe. Dabei ist ersichtlich, dass es bei allen Muskelgruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen Eingangs- und Endtests gibt. Das bedeutet, dass es keine signifikanten Verbesserungen bezüglich der Kraftkomponente während der dreiwöchigen Rehabilitation bei der Kontrollgruppe gibt.

Tabelle 31: Vergleich von Eingangs- und Endtests der Kontrollgruppe

T**est bei gepaarten Stichproben - Kontrollgruppe (ohne MBT)**			
	Anfangstest	**Endtest**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
Extension	82,77±76,23	99,01±84,79	0,063
Flexion	65,70±37,88	65,87±38,47	0,977
Verhältnis	1,74±2,47	1,80±1,58	0,933
Butterfly	23,08±9,90	23,11±11,16	0,981

10.4.2 Überprüfung auf Unterschiede bezüglich des Gleichgewichts

Nachdem die Unterschiedsprüfungen der Krafttests am Back Check abgeschlossen sind, werden nun die Testergebnisse der beiden Gleichgewichtstests ausgewertet. Dazu wird zuerst der Vergleich der Ergebnisse der Versuchs- und der Kontrollgruppe angestrebt. Nachdem die Normalverteilung auch hier gegeben ist, wird der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Abschließend werden die Ergebnisse von den Eingangstests mit denen der Endtests je Gruppe verglichen, um eventuelle Verbesserungen herauszufinden. Dies erfolgt nach überprüften Voraussetzungen mittels T-Test für abhängige Stichproben, da zwei Messzeitpunkte miteinander verglichen werden.

Aus folgender Tabelle lässt sich zusammenfassen, dass es auf Grund der P-Werte (0,399; 0,071; 0,167; 0,456) keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gibt. Sowohl der einbeinige Schwebestand längs, als auch der Schwebestand im Seitstand bringen keine signifikanten Ergebnisse nach der dreiwöchigen Rehabilitation.

Tabelle 32: Vergleich der Gleichgewichtsergebnisse

	Gruppenstatistik		
	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Anfangtest	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
GG längs	4,25±3,82	3,35±2,77	0,399
GG seitlich	9,73±8,96	6,15±9,96	0,071
	Gruppenstatistik		
	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Endtest	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
GG längs	4,38±3,03	3,03±1,49	0,167
GG seitlich	9,75±6,07	7,93±8,98	0,456

Nun werden die Anfangs- und Endergebnisse der jeweiligen Gruppe verglichen. Es sollte herausgefunden werden, ob sich das statische Gleichgewicht bei der Versuchsgruppe bzw. Kontrollgruppe nach dem dreiwöchigen Rehabilitationsaufenthalt signifikant verbessert hat.

Dabei ist aus nachstehender Tabelle zu entnehmen, dass es in der Versuchsgruppe signifikante Unterschiede bezüglich des Gleichgewichts gibt. Sowohl das Schwebestehen längs, als auch das Schwebestehen seitlich zeigen signifikante Ergebnisse (p=0,000; p=0,000). Demnach gibt es eine signifikante Verbesserung des statischen Gleichgewichts nach den drei Wochen der Rehabilitation.

Tabelle 33: Vergleich der Eingangs- und Endtests des statischen Gleichgewichts der Versuchsgruppe

	Test bei gepaarten Stichproben - Versuchsgruppe (mit MBT)		
	Anfangstest	**Endtest**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
GG längs	4,25±3,82	4,38±2,88	0,000
GG seitlich	9,73±8,96	9,75±6,07	0,000

Nun folgen die Ergebnisse der statischen Gleichgewichtstests der Kontrollgruppe. Auch hier lässt sich erkennen, dass sich das statische Gleichgewicht signifikant verbessert hat (p=0,000; p=0,001). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich sowohl in der

Versuchs-, als auch in der Kontrollgruppe das Gleichgewicht während den drei Wochen signifikant verbessert hat.

Tabelle 34: Vergleich der Eingangs- und Endtests des statischen Gleichgewichts der Kontrollgruppe

Test bei gepaarten Stichproben - Kontrollgruppe (ohne MBT)

	Anfangstest	**Endtest**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
GG längs	3,35±2,77	3,03±1,50	0,000
GG seitlich	6,15±6,96	7,93±8,98	0,001

10.4.3 Überprüfung der subjektiven Schmerzempfindung

Nachdem die Kraftkomponente und das Gleichgewicht statistisch dargestellt wurden, erscheint es interessant, ob es bezüglich der subjektiven Schmerzempfindung Unterschiede zwischen Eingangs- und Endbefragung gibt.

Aus den Mittelwerten der Tabelle lässt sich erkennen, dass es Unterschiede zwischen der Eingangs- und der Endbefragung des Oswestry-Fragebogens gibt. Auf Grund des p-Wertes (p=0,022) lässt sich ein signifikanter Unterschied erkennen. Deshalb lässt sich zusammenfassen, dass das subjektive Schmerempfinden am Ende der Therapie reduziert ist und die Patienten/innen weniger Schmerzempfindungen bei Alltagsbewegungen verspüren. Sowohl die Versuchs-, als auch die Kontrollgruppe geben eine verbesserte, schmerzfreiere Aktivität an.

Tabelle 35: Schmerzfragebogen Anfang-Ende

Gruppenstatistik

	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Anfangsbefragung	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
Behinderungsgrad	25,45±14,66	35,00±16,80	0,063

Gruppenstatistik

	Versuchsgruppe (mit MBT)	**Kontrollgruppe (ohne MBT)**	
Endbefragung	Mittelwert±Standardabweichung		Signifikanz
Behinderungsgrad	22,00±14,31	33,67±16,60	0,022

Anhand der folgenden Tabellen lässt sich erkennen, dass der Beschwerdezustand der Kontrollgruppe schlechter ist, als bei der Versuchsgruppe. Sowohl am Anfang der Rehabilitation, als auch am Ende ist das Schmerzempfinden der Kontrollgruppe stärker. Dennoch weisen beide Gruppen eine signifikante Verbesserung nach den drei Wochen Rehabilitation auf.

Tabelle 36: Vergleich der Schmerzempfindung am Anfang und am Ende - Versuchsgruppe
Test bei gepaarten Stichproben - Versuchsgruppe (mit MBT)

	Anfangsbefragung	**Endbefragung**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
Behinderungsgrad	24,45±14,62	22,00±14,31	0,000

Tabelle 37: Vergleich der Schmerzempfindung am Anfang und am Ende - Kontrollgruppe
Test bei gepaarten Stichproben - Kontrollgruppe (ohne MBT)

	Anfangsbefragung	**Endbefragung**	
	Mittelwert±Standardabw.	Mittelwert±Standardabw.	Signifikanz
Behinderungsgrad	35,00±16,80	33,67±16,60	0,000

10.4.4 Überprüfung des MBT-Fragebogens

Abschließend erscheint es interessant, wie das MBT-Gangtraining bzw. die Koordinationskinetik auf die Patienten/innen wirkt. Die zusammengestellten Fragen stehen im Anhang zur Verfügung.
Von den zwanzig Patienten/innen kannten bereits fünfzehn die MBT®-Schuhe, wobei nur fünf diese irgendwann ausprobiert haben. Ein regelmäßiges Tragen dieser Schuhe wurde bei keinem der Patienten/innen festgestellt.

Tabelle 38: Bekanntheit der MBT®-Technologie

	MBT-Bekanntheit			
	Ja	**%**	**Nein**	**%**
Bekanntheit	15	75	5	25
Ausprobiert	5	25	15	75
Gesamt	20	100	20	100

In der nachstehenden Tabelle erfolgt die Beurteilung des MBT-Gangtrainings der Rehabilitationspatienten/innen, die an der Studie teilgenommen haben. Das Althofener Gangtraining wurde in den drei Wochen zwischen acht und elf Mal durchgeführt.
Anhand dieser Tabelle kann gesagt, werden, dass das Gangtraining mit den MBT®-Schuhen in Kombination mit den anderen Therapien durchaus positiv von den Patienten/innen aufgenommen wird. 70% bewerten diese Therapie als Sehr Gut, 25% als Gut und nur 5% als mäßig. Die Beurteilung des MBT-Trainings hat dieselben Ergebnisse gebracht.

Tabelle 39: Beurteilung des MBT-Gangtrainings als alternative Therapieform

MBT-Gangtraining-Beurteilung		
	Hfgkt.	%
Sehr gut	14	70
Gut	5	25
Mäßig	1	5
Nicht so gut	0	0
Überhaupt nicht	0	0

Weiteres geht aus der Auswertung hervor, dass 80% der Patienten/innen mit dem Ausmaß dieser Therapie zufrieden sind. Nur 20% der Befragten geben an, dass das Ausmaß mehr sein könnte.

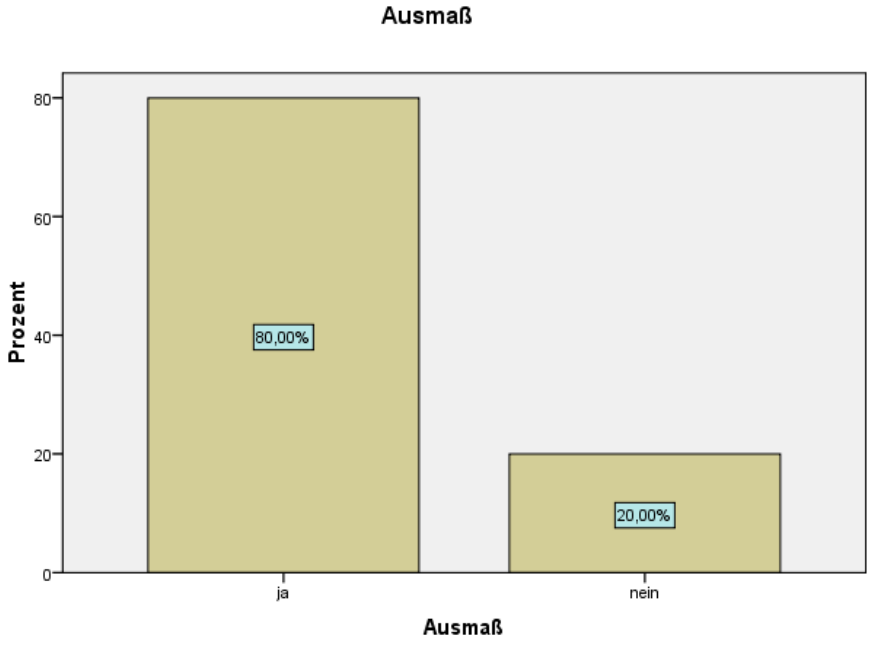


Abbildung 19: Zufriedenheit des Ausmaßes des MBT-Gangtrainings

Interessant ist auch, dass 90% der Befragten das MBT-Gangtraining als motivierend empfinden. 40% empfinden diese Therapieform als fordernd und 20% meinen, dass das Gangtraining mit den MBT®-Schuhen eine gute Alternative zu den anderen Therapien ist. Für weitere 20% ist der Effekt, den sie beim Tragen der MBT®-Schuhe spüren bzw. bemerken eine Motivation. Für nur 5% ist der MBT®-Schuh selbst die Motivationsbegründung.

Tabelle 40: Motivationsgründe

Motivationsbegründung		
	Häufigkeit	Prozent
Gute Alternative	4	20
Der MBT®-Schuh	1	5
Abwechslung	1	5
Fordernd	8	40
Effekt, der gespürt wird	4	20
Gesamt	18	90

Weiteres geht hervor, dass 85% der Befragten eine Verbesserung durch den MBT®-Schuh und das Training spüren. Nur 15% glauben an keinen Effekt. Auf Grund dieser Zufriedenheit der Therapie ist es nicht verwunderlich, dass 65% der Patienten/innen angeben, dass sie sich solche MBT®-Schuhe kaufen wollen, um das Training fortsetzten zu können.

Aus folgender Tabelle ist ersichtlich, dass der Bekanntheitsgrad der MBT®-Technologie signifikant ist. Den MBT®.Schuh kennen viele, dennoch haben ihn nur wenige ausprobiert und machten ihre ersten Erfahrungen im Zuge der Rehabilitation. Deutlich mehr Patienten/innen empfinden das MBT-Training als motivierend. Auch das Verbesserungsgefühl auf Grund der MBT-Anwendung ergibt ein signifikantes Ergebnis (p=0,000). Kaufen würden den MBT®-Schuh dreizehn von zwanzig Patienten/innen, wobei der Kostenfaktor bei der Anschaffung sicherlich eine Rolle spielt.

Tabelle 41: Häufigkeiten

		Statistik		
		Beobachtete Werte	Erwartete Werte	Signifikanz
Bekanntheit	ja	15	10	
	nein	5	10	0,025
Ausprobiert	ja	5	10	

	nein	15	10	1,180
Motivierend	Ja	18	10	
	nein	2	10	0,000
Verbesserungsgefühl	ja	17	10	
	nein	3	10	0,002
Kauf	ja	13	10	
	nein	7	10	0,180

10.5 Interpretation der Testergebnisse

Geprüft wird in allen Fällen auf 95%-Niveau. Ist die Irrtumswahrscheinlichkeit größer als 5%, so wird die Nullhypothese angenommen. Bei kleiner als 5% wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen.

10.5.1 Interpretation der Kraftergebnisse

In den folgenden zwei Tabellen sind die Kraftergebnisse der Versuchs- und Kontrollgruppe aufgelistet. Die Kraftwerte haben die Einheit Nm.

Tabelle 42: Zusammenfassung der Kraftergebnisse der Versuchsgruppe (mit MBT)

Proband/in	Geschlecht	KT1Ext	KT2Ext	KT1Flex	KT2Flex	Verhältnis1	Verhältnis2	KT1Butt	KT2Butt
1	w	7,21	143,80	29,32	39,09	0,25	3,68	15,89	21,93
2	w	106,14	105,60	92,23	72,67	1,15	1,45	24,68	26,50
3	w	17,78	89,87	69,39	59,50	0,26	1,51	19,64	17,38
4	w	65,10	64,73	29,97	70,63	2,17	0,92	12,90	17,97
5	w	35,61	89,76	27,92	47,12	1,30	1,90	9,94	19,89
6	w	67,91	52,79	91,06	74,65	0,75	0,71	23,35	20,62
7	w	27,16	31,77	24,23	28,44	1,12	1,12	17,43	16,63
8	w	87,25	80,33	58,13	49,52	1,50	1,62	15,54	17,36
9	w	33,62	39,33	26,64	17,49	1,26	2,25	11,30	12,70
10	w	36,91	31,78	35,30	69,10	1,05	0,46	5,93	7,94
11	m	24,54	130,91	24,30	50,44	1,01	2,60	30,17	28,01
12	m	104,19	105,04	87,42	85,84	1,19	1,22	34,20	31,40
13	m	181,86	219,15	91,97	91,44	1,98	2,40	31,68	36,96
14	m	26,72	22,32	22,04	24,14	1,21	0,92	18,10	12,35
15	m	238,73	242,59	114,15	100,72	2,09	2,41	42,87	39,25

16	m	96,15	102,72	55,79	114,78	1,72	0,89	30,05	40,02
17	m	88,30	65,51	36,26	84,18	2,44	0,78	30,55	28,67
18	m	42,37	136,36	150,61	87,27	0,28	1,59	34,39	45,98
19	m	174,42	105,19	54,25	65,39	3,21	1,61	34,71	17,47
20	m	74,11	185,79	56,86	100,42	1,30	1,85	26,64	33,16
Mittelwert		**76,80**	**102,27**	**58,90**	**66,64**	**1,36**	**1,60**	**23,50**	**24,61**

Tabelle 43: Zusammenfassung der Kraftergebnisse der Kontrollgruppe (ohne MBT)

Proband/in	**Geschlecht**	**KT1Ext**	**KT2Ext**	**KT1Flex**	**KT2Flex**	**Verhältnis1**	**Verhältnis2**	**KT1Butt**	**KT2Butt**
21	w	15,94	62,85	77,41	8,50	0,21	7,39	29,08	18,07
22	w	14,53	28,87	9,15	38,49	1,59	0,75	17,78	15,46
23	w	4,36	11,69	40,98	47,04	1,08	0,25	7,45	23,60
24	w	40,62	80,76	45,71	90,68	0,89	0,89	19,01	21,06
25	w	133,30	87,64	80,08	70,03	1,66	1,25	20,26	17,39
26	w	21,76	67,80	33,34	46,83	0,65	1,45	14,41	15,10
27	w	36,57	20,92	24,73	7,21	1,48	2,90	10,55	2,52
28	w	37,35	74,80	26,65	24,62	1,40	3,04	9,88	6,99
29	m	98,18	39,93	8,38	30,26	11,71	1,32	19,35	11,22
30	m	226,18	261,81	92,27	91,56	2,45	2,86	32,22	30,30
31	m	15,94	23,45	77,41	53,96	0,21	0,43	29,08	30,56
32	m	102,30	192,67	105,36	117,74	0,97	1,64	44,87	43,17
33	m	10,03	25,75	70,40	73,81	0,14	0,35	21,55	24,84
34	m	101,37	104,30	118,69	71,49	0,85	1,46	28,09	20,92
35	m	59,05	65,49	65,52	54,80	0,90	1,20	25,65	27,33
36	m	81,20	114,73	147,01	154,25	0,55	0,74	38,40	46,50
37	m	241,34	230,28	99,38	99,70	2,43	2,31	33,68	35,28
38	m	253,89	306,84	89,34	110,35	2,84	2,78	26,46	27,74
39	m	73,26	126,92	75,54	91,75	0,97	1,38	22,44	29,30
40	m	48,23	52,74	26,64	34,27	1,81	1,54	16,38	14,91
Mittelwert		**82,77**	**99,00**	**65,70**	**65,87**	**1,74**	**1,80**	**23,08**	**23,11**

Für die Beantwortung der Hypothesen wurden bereits im Kapitel 10.4.1 (S. 77f) die Signifikanzwerte dargestellt. Nun werden die am Anfang dieses Kapitels gestellten Hypothesen beantwortet.

$H0_1$: Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe bezüglich der Verbesserung der Muskelkraft der Extensoren der Brustwirbelsäule nach drei Wochen Rehabilitation.

$H0_3$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied der Verbesserung der Muskelkraft der Extensoren der Lendenwirbelsäule zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe am Ende der Rehabilitation.

$H0_5$: Es besteht kein signifikanter Unterschied bei der Steigerung der Kraft der Bauchmuskeln zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe am Ende der Rehabilitation.

Da die Signifikanzwerte größer als 5% (0,05) sind (Extension: 0,787; Flexion: 0,562; Butterfly: 0,895), gibt es sowohl bei den Extensoren, als auch bei den Flexoren keine signifikante Steigerung der Kraft nach den drei Wochen der Rehabilitation.

$H0_2$: Es gibt keine signifikante Verbesserung der Rückenextensoren der Brustwirbelsäule auf Grund eines therapiebegleitenden MBT-Trainings.

$H0_3$: Es gibt keine signifikante Verbesserung der Rückenextensoren der Lendenwirbelsäule durch ein Therapiebegleitendes MBT-Training.

$H0_4$: Es gibt keine signifikante Kräftigung der Bauchmuskulatur in den drei Wochen der Rehabilitation auf Grund eines MBT-Trainings.

Auf Grund der Signifikanzwerte der Flexoren (0,242) und der Extensoren der Brustwirbelsäule (0,390) kann keine signifikante Verbesserung der Muskelkraft dieser beiden Gruppen festgestellt werden. Die Extensoren der Lendenwirbelsäule hingegen weisen eine niedrige Signifikanz von 0,045 auf. Das bedeutet, dass es eine geringe, aber signifikante Verbesserung der Muskelkraft bei der Versuchsgruppe auf Grund der MBT-Gangschulung nach den drei Wochen der Rehabilitation erzielt wurde. Bei der Kontrollgruppe hingegen, gibt es bei allen Muskelgruppen keine signifikante Verbesserung (Extensoren: p=0,063; Flexoren: p=0,977; Butterfly: 0,981), da der Signifikanzwert größer 0,05 ist.

10.5.2 Interpretation der Gleichgewichtsergebnisse

Für die Beantwortung der zentralen Fragestellung werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse des Gleichgewichts interpretiert. Nach erfolgreicher Überprüfung der Voraussetzungen, wurde hier für die Unterschiedsprüfung beider Gruppen der T-Test für unabhängige Stichproben gewählt. Beim Vergleich der Anfangs- und Endwerte des Gleichgewichtstests wurde auf den T-Test für abhängige Stichproben zurückgegriffen, nachdem die Voraussetzungen erfüllt waren.

$H0_7$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen dem statischen Gleichgewicht der Kontroll- und dem der Versuchsgruppe nach der dreiwöchigen Rehabilitation.

Da die Signifikanzwerte sowohl des Schwebestands seitlich, als auch des Schwebestands längs größer als 5% sind (GG längs: p=0,399 bzw. 0,167; GG seitlich: p=0,071 bzw. 0,456), besteht kein Unterschied des statischen Gleichgewichts der beiden Gruppen nach dem dreiwöchigen Rehabilitationsaufenthaltes.

$H0_8$: Es besteht keine signifikante Steigerung des statischen Gleichgewichts durch ein zusätzliches MBT-Training.

Der Vergleich der Anfangs- und Endergebnisse beider Gleichgewichtstests zeigen bei der Versuchsgruppe einen Signifikanzwert von 0,000. Daraus lässt sich schließen, dass sich während den drei Wochen das statische Gleichgewicht verbessert hat. Es kann aber nicht davon ausgegangen werden, dass diese Verbesserung auf Grund der MBT-Gangschulung erfolgte, da auch bei der Versuchsgruppe zwischen Anfangs- und Endtest eine Signifikanz von 0,000 bzw. 0,001 besteht und sich daher auch hier das statische Gleichgewicht verbesserte.

10.5.2 Interpretation des subjektiven Schmerzempfindens

Nachdem die Hypothesen der zentralen Fragestellung geklärt sind, scheint es interessant, ob sich im subjektiven Schmerzempfinden Veränderungen nach den drei Wochen der Rehabilitation ergeben haben.

$H0_9$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied im Beschwerdebild zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe.

$H0_{10}$: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Beschwerdezustand bei Alltagsaktivitäten am Anfang und am Ende der Therapie bei der Versuchsgruppe.

Das subjektive Schmerzempfinden ist am Ende der dreiwöchigen Rehabilitation signifikant reduziert (p=0,022). Sowohl bei der Versuchsgruppe, als auch bei der Kontrollgruppe ergibt sich nach den drei Wochen eine Signifikanz von 0,000. Zusammenfassend kann

gesagt werden, dass sich das subjektive Schmerzempfinden bei beiden Gruppen signifikant verbessert hat. Daraus lässt sich schließen, dass die Schmerzreduzierung bei der Versuchsgruppe nicht nur auf Grund von dem MBT-Gangtraining zustande gekommen ist, sondern dass auch andere Therapien zur Schmerzreduzierung beigetragen haben.

11. Diskussion

11.1 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen eines Therapiebegleitenden MBT-Gangtrainings auf das Gleichgewicht und die Muskelkraft der Extensoren und Flexoren herauszufinden. Das MBT-Gangtraining besteht aus dem Gehen auf den Kybun-Matten, dem Gehen mit dem MBT®-Schuhen auf den Boden und dem Kybun-Laufband.

Viele Studien haben bereits belegt, dass ein Zusammenhang zwischen dem Tragen der MBT®-Technologie und dem Gleichgewicht besteht. Das längerfristige Tragen der MBT®-Schuhe hat durchaus einen positiven Effekt auf das Gleichgewicht. Auch sagen einige Autoren, dass durch das Tragen der MBT®-Schuhe nicht nur die Beine muskulär mehr beansprucht werden, sondern auch die Rumpf- und Bauchmuskulatur. Außerdem geht man davon aus, dass die MBT®-Technologie bei Hüft-, Knie-, aber vor allem auch bei Rückenschmerzpatienten/innen eine sinnvolle Alternative zur Therapie darstellen. Im Kapitel 9.1.4 sind zur genaueren Übersicht diverse ausgewählte Studien zusammengefasst.

Da ein Zusammenhang zwischen Gleichgewicht, Muskelkraftsteigerung bzw. –stabilität gegeben ist, sollten in dieser Studie die Auswirkungen eines Therapiebegleitenden MBT®-Trainings bei Bandscheibenpatienten untersucht werden. Hierbei konzentriert sich diese Arbeit auf die Frage, ob auf Grund eines solchen Trainings während der drei Wochen der Rehabilitation das Muskelkorsett und das Gleichgewicht verbessert werden können.

Dazu wurden je zwanzig Bandscheibenpatienten/innen in einer Versuchs- und in einer Kontrollgruppe untersucht. Die Versuchsgruppe hatte in ihrem Therapieplan während den drei Wochen ein MBT-Gangtraining integriert (8-12 Einheiten zu je 20 Minuten). Das Gleichgewicht wurde am Anfang und am Ende des Rehabilitationsaufenthaltes mittels einbeinigen Schwebestehens seitlich und längs gemessen. Die Muskelkraft der Extensoren der Lenden- und Brustwirbelsäule und die der Flexoren wurden mittels Back Check ebenfalls am Beginn und bei der Entlassung gemessen.

11.2 Ergebnisdiskussion

Für die Beantwortung, ob es einen Unterschied zwischen Eingangs- und Endtest zwischen den Gruppen gibt, wurde der T-Test für unabhängige Stichproben herangezogen. Bei der Untersuchung ob es in der Versuchsgruppe signifikante Unterschiede zwischen Eingangs- und Endtest gibt, wurde der T-Test für abhängige Stichproben verwendet. Beim Vergleich der Versuchs- und Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Verbesserungen der Muskelgruppen nach den drei Wochen festgestellt werden (Extension: $p=0,890$; Flexion: $p=0,942$; Butterfly: $p=0,665$). Bei der separaten Betrachtung der beiden Gruppen ist zu erkennen, dass sich bei der Versuchsgruppe die Extensoren der Lendenwirbelsäule mit $p=0,045$ gering, jedoch signifikant verbessert haben. Das statische Gleichgewicht wies bei beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung nach den drei Wochen der Rehabilitation auf. Demnach kann nicht vermutet werden, dass dies bei der Versuchsgruppe nur auf Grund des MBT-Trainings erzielt wurde.

Weiteres konnten signifikante Verbesserungen im subjektiven Schmerzempfinden festgestellt werden. Sowohl in der Versuch-, als auch in der Kontrollgruppe konnte am Ende der Rehabilitation eine Schmerzreduzierung bei Alltagsaktivitäten erkannt werden. Zu beobachten ist, dass die Patienten/innen der Versuchsgruppe bei der Eingangs- und Endbefragung weniger Schmerzen haben, als die Kontrollgruppe.

Das MBT-Gangtraining ist bei den meisten Patienten/innen (75%) bekannt gewesen, dennoch haben die Masai Barfuss Technologie nur wenige bisher ausprobiert (25%). Die Probanden/innen, die an der Studie teilnahmen, haben die MBT®-Technologie jedoch nicht längerfristig verwendet. Interessant ist, dass das MBT-Gangtraining zu 70% mit Sehr Gut und 25% mit Gut beurteilt wurde. Nur 5% beurteilten diese therapeutische Alternative

als mäßig. Das Ausmaß während den drei Wochen von 8-12 Einheiten zu je 20 Minuten wurde von 80% als ausreichend empfunden. Als Hauptmotivation dieser Therapie gaben 40% an, dass das Gangtraining mit den MBT®-Schuhen im Gegensatz zu anderen Therapien fordernd ist. Je 20% gaben an, dass dies eine gute Alternative bzw., dass auf Grund dieser Therapie nach den drei Wochen ein Effekt gespürt wird.

11.3 Schlussfolgerung

Der MBT®-Schuh aktiviert beim Gehen vor allem die Fußhebermuskulatur. Vorwiegend wird der M. tibialis anterior und der M. trizeps surae beansprucht. Auch Nigg (2006, S. 85) bestätigt in seiner Untersuchung, dass bei seinen elektromyographischen Messungen bei der unstabilen Schuhkonstruktion einzelne Muskeln einen erhöhten Muskeltonus aufweisen. Signifikant höhere Muskelaktivität in Vergleich mit herkömmlichen Schuhen ist beim M. tibialis anterior zu erkennen.

Durch die zeitlich frühere Abdämpfung beim Gehen werden die Gelenke weniger beansprucht und dadurch mehr geschont. Außerdem wird das Becken durch den MBT®-Schuh weniger nach vorne und zurück geneigt. Daraus schließt Bär (2001), dass das Becken besser stabilisiert wird und die Bewegung in der Lendenwirbelsäule reduziert wird. Dies wirkt sich positiv auf die Wirbelsäule und das Becken aus. Kälin und Segesser (2002) verweist darauf, dass durch den MBT®-Schuh die Belastung des Bewegungsapparates verändert wird. Dieser Schuh trägt wesentlich zur Entlastung im Fersenbereich und Mittelfußbereich bei. Nigg (2004) fasst in seiner Studie zusammen, dass der MBT-Schuh während des Stehens die Muskelarbeit erhöht. Auch Nigg belegt mit seiner Studie, dass das Gehen mit dem MBT®-Schuh die Belastung in den Gelenken reduziert und so die Gelenkbeschwerden gelindert werden können. Jörgensen (2006) hat in seiner Studie mittels Oberflächen-EMG die Muskelaktivität während des Gehens mit dem MBT®-Schuh gemessen. Gemessen wurde die Muskelaktivität des M. rectus abdominis, M. obliquus internus, M iliocostalis und die des Multifidus. Er kam zu dem Ergebnis, dass durch die MBT® -Technologie die Muskelaktivität des M. rectus abdominis, Iliocostalis und die des Multifidus erhöht wird. Zudem wird angesprochen, dass die längerfristige Verwendung des MBT®-Schuhs sowohl im Gleichgewicht, als auch in der Muskelkräftigung und Stabilität Verbesserungen bringt. Es ist darauf hinzuweisen, dass es bezüglich Bauchmuskulatur und Rückenmuskulatur im Zusammenhang mit der MBT®-Technologie noch Untersuchungen bedarf. Das der MBT®-Schuh positive Veränderungen im Gleichgewicht verursacht, wurde bereits in einigen Studien bestätigt.

Auch die vermehrte Muskelaktivität im Fuß- und Beinbereich durch den MBT® wurde in mehreren Untersuchungen positiv bewertet.

Die aktuelle Studie zeigt bei der Kontrollgruppe hinsichtlich der Extensoren der Lendenwirbelsäule einen geringen signifikanten Anstieg der Muskelkraft (p=0,045). Bei den Extensoren der Brustwirbelsäule und den Flexoren gibt es keine signifikanten Verbesserungen nach den drei Wochen. Hinsichtlich des statischen Gleichgewichts gibt es sowohl in der Versuchs-, als auch in der Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen. Daher kann nicht bestätigt werden, dass dies auf Grund der MBT®-Technologie verursacht wurde. Hinsichtlich Schmerzen zeigen auch beide Gruppen signifikante Verbesserungen.

Anzumerken ist, dass eine höhere Anzahl an Patienten/innen optimalere Ergebnisse liefern würden. Zudem wäre das Ergebnis aussagekräftiger, wenn das Alter der Patienten/innen zwischen den beiden Gruppen gleich verteilt bzw. nicht signifikant wäre.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die MBT®-Technologie durchaus als Ergänzung bei Rückenschmerzpatienten verwendet werden kann. Wichtig dabei ist eine genaue Anleitung, dass die/der Patient/in das Trainingsgerät richtig nutzt. Studien belegen nicht nur Verbesserungen im Gleichgewichtsverhalten, sondern auch im Gangbild. Zudem wird die Muskelaktivität, vor allem die der Fuß- und Beinmuskulatur erhöht. Daher ist die MBT®-Technologie als Trainingsgerät sowohl in der Prävention, als auch in der Rehabilitation und Physiotherapie ein gut einsetzbares Instrument. Weiteres ist der MBT®-Schuh leicht in den Alltag zu integrieren, ohne zeitlichen Mehraufwand. Man kann auch beim MBT® mit verschiedenen Übungen und Variationen (MBT-Walking) ein abwechslungsreiches Programm zusammenstellen bzw. zusammenstellen lassen. Zu beachten ist, dass jede Person mit Beschwerden das Tragen des MBT® mit einem Arzt oder Physiotherapeuten abklärt.

Abstract

Rückenschmerz ist ein weit verbreitetes Gesundheitsproblem. Nicht nur die ältere Generation, sondern immer mehr junge Leute haben Probleme mit dem Rücken. Oft spielen Bewegungsmangel, Muskelschwäche, und Muskeldysbalancen eine große Rolle für die Entstehung von Rückenbeschwerden. Für eine aktive und aufrechte Körperhaltung spielt aber auch das Gleichgewicht eine große Rolle, das beim Trainieren von den meisten Menschen außer Acht gelassen wird.
Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, ob durch ein dreiwöchiges therapiebegleitendes MBT®-Training das Gleichgewicht und die Muskelkraft der Rücken- und Bauchmuskulatur positiv beeinflusst werden kann. Die Probanden/innen waren Rehabilitationspatienten/innen des Rehabilitationszentrums Althofen. Dazu wurden 40 Personen herangezogen, die in eine Versuchsgruppe und eine Kontrollgruppe unterteilt wurden. Die Versuchsgruppe (n=20) absolvierte neben dem herkömmlichen Therapieangebot ein MBT-Training. Dieses Training wurde während den drei wochen 8-12 Mal zu je 20 Minuten mit den MBT®-Schuhen durchgeführt. Vor und nach den drei Wochen wurde sowohl die Versuchs-, als auch die Kontrollgruppe auf deren Muskelkraft (Muskelkorsett) und Balancierfähigkeit getestet. Das Gleichgewicht wurde mittels einbeinigen Schwebestands längs und quer nach Fetz (1990) überprüft. Die Muskelkraft der Extensoren und Flexoren wurden mit Hilfe eines isometrischen Kraftmessgerätes (Back Check) gemessen.

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe aufgezeigt. Die Versuchsgruppe konnte sich bei den Extensoren der Lendenwirbelsäule signifikant verbessern (p=0,045). Das statische Gleichgewicht verbesserte sich bei beiden Gruppen signifikant. Das subjektive Schmerempfinden, welches über den Oswestry-Fragebogen ausgewertet wurde, verbesserte sich ebenso bei beiden Gruppen signifikant. Sowohl die Versuchs-, als auch die Kontrollgruppe gaben an, dass sie Alltagsaktivitäten am Ende der Rehabilitation schmerzfreier durchführen können.

Es gibt bereits einige Studien, die bestätigen, dass sich das Gleichgewicht auf Grund der Anwendung der MBT®-Technologie verbessert. Um die Auswirkungen auf die Rücken- und Bauchmuskulatur im Zusammenhang mit der Verwendung des MBT®-Schuhs wissenschaftlich bestätigen zu können, sind weitere Studien notwendig.

Back pain is a spreaded problem of health. Older people, but ever more young people have problems with their back. Causes of back pain are often lack of movement, less physical strength and muscular imbalance. In addition for an active and upright body the balance plays a large role. But the problem is that most people don´t train the balance. The purpose of this study was to determinate if the Masai barefoot technology training have positive effects on balance, abdominal muscles and back muscles. All experimenters were persons under going rehabilitation in Althofen. A total of 40 persons were assigned to the training group and the control group. Participants of the training group (n=20) trained for three weeks using the MBT training. They had 8-12 trainings in three weeks, which one used twenty minutes from. Before and after the three weeks the balance, the abdominal muscle and the back muscle were measured using the one legged standing position quantified by Fetz (1990). The strength of extensors and flexors were measured using a measuring instrument, called back check.

There were no significant differences between the training group and the control group. The training group significantly improved on extensors of lumbar vertebra back (p=0,045). Both groups significantly improved on standing balance performance. Furthermore both groups significantly improved on sensitivity to pain, which was measured by the Oswestry disability index. The training group as well as the control group explained that everyday activities are freer of pain than at the beginning of the rehabilitation.

There are a lot of studies which confirm that the MBT® improved the balance performance. Further studies are warranted to define scientifically the effects of the MBT training in abdominal muscles and in back muscles.

Literaturverzeichnis

Albers, S. (Oktober 2009). Prospekt MBT. Zugriff am 09. Jänner 2010 unter http://www.schuhhaus-albers.de/werbung/mbt.pdf.

Amann, F. (2008). Der Fuß - Kein Körperteil trägt mehr. Medizin und Rücken. Zugriff am 31. Dezember 2009 unter http://www.gesund-sitzen.ch/gesund-sitzen/gesund-sitzen.ch/magazine/2008/5_%20der%20fuss.pdf.

Ammann, B. & Amann, F. (2003). Destabilisieren, Sensibilisieren, Mobilisieren. Orthopädieschuhtechnik-Sonderdruck. Zeitschrift für Prävention und Rehabilitation, 5, 50-53.

Bachmann, J. (2008). Chinesische Medizin in der Orthopädie. München: Urban & Fischer.

Bär, J. (2001). Ganganalyse zur bewegungstherapeutischen Beurteilung des Konzepts der Masai Barfuss Technologie. Diplomarbeit, Innsbruck: Medizinisch-technische Akademie für den physiotherapeutischen Dienst.

Beyerlein, C. (2004). Effekte eines neuro-muskulären Trainings auf die Koordinationsfähigkeit nach Ruptur des vorderen Kreuzbandes, unter Berücksichtigung der Masai Barfuss Technologie (MBT). Krankengymnastik Zeitschrift für Physiotherapeuten, 56 (9), 1610-1627.

Bittmann, F. & Badtke, G. (2006). Rückenprobleme, Haltung und Aktivität. In K. Bös & w. Brehm (Hrsg.), Handbuch Gesundheitssport (392-415). Schorndorf: Hofmann.

Boyer, K. & Andriacchi, T. (2009). Changes in running and kinetics in response to a rockered shoe intervention. Clinical Biomechanics. 24 (09), 872-876.

Borzt, J. (2005). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer.

Brossmann, J., Czerny, C. & Freyschmied, J. (2001). Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts. (14., überarbeitete Auflage). Stuttgard; New York: Thieme.

Brötz, D. & Welter, M. (2008). Diagnostik und Therapie bei Bandscheibenschäden. Neurologie, Physiologie und McKenzie-Konzept. Stuttgard: Thieme.

Bühl, A. (2006). SPSS 14. Einführung in die moderne Datenanalyse. München: Pearson Studium.

Cheers, G. & Olds, M. (2004). Anatomica. Körper und Gesundheit. München: Könemann

Deemter, F. (2005). Rückentherapie up to date. Der Rückentriathlon. Physiotherapie. 3 (4), 20-23.

Diemer, F. & Sutor, V. (2007). Physiofachbuch. Praxis der medizinischen Trainingtherapie. Stuttgard: Thieme.

Fairbank, J. (2000). The Oswestry Disability Index. Spine. 25 (22), 2940-2953.

Fairbank, J. & Roland, M. (2000). The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. Spine. 25 (24), 3115-3124.

Farfan, H.F. (1979). Biomechanik der Lendenwirbelsäule. Die Lendenwirbelsäule in Forschung und Praxis. Stuttgard: Hippokrates.

Färber, A. (1991). Rücken- und Wirbelsäulenprobleme. Natürliche Methoden den Rücken nicht zum „Kreuz „ werden zu lassen. Wien: Orac.

Fetz, F. (1990). Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport. Wien: Österreichischer Bundesverlag.

Fetz, F. & Kornexl, E. (1993). Sportmotorische Tests. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag.

Fleischhauer, M., Heimann, D. & Hinkelmann, U. (2002). Physiotherapie in der Orthopädie und Traumatologie. München: Urban & Fischer.

Friedrich, M. & Mezei, H. (2007). Rückhalt für den Rücken. Wien: Verlagshaus der Ärzte.

Froböse, I. et al. (2002). Bewegung und Training. Grundlagen und Methodik für Physio- und Sporttherapeuten. München: Urban & Fischer.

Gollhofer, A. (2007). Funktionelel Testung des MBT-Schuhs im Verglich zu einem Sensomotorischen Training. Zur Veröffentlichung eingereicht.

Grillparzer, M. (2008). Unser Rückenbuch. München: Gräfe und Unzer.

Grönemeyer, D. (2004). Mein Rückenbuch. Das sanfte Programm zwischen High Tech und Naturheilkunde. (5., Auflage). München: Zabert Sandmann.

Hildebrandt, J. (2005). Paradigmenwechsel im Umgang mit dem Kreuzschmerz – Konsequenzen für bewegungstherapeutische Interventionen. 21 (4), 146-151.

Hirtz, P. et al. (2005). Bewegungskompetenzen. Gleichgewicht. (2., unveränderte Auflage). Schorndorf: Hofmann.

Hois, G. & Ziegner, K. (2005). Sporttherapie mit chronischen Rückenschmerzpatienten. Bewegungstherapie und Gesundheitssport. 21 (4), 163-169.

Horstmann, T. et al (2006). Wirksamkeit einer 10-wöchigen Trainingsintervention mit dem MBT bei Patienten mit Hüfterkrankung. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 57 (7), 195-200.

Jörgensen, M.B. (2006). Masai Barefoot Technology, eine quantitative Pilotstudie über die Auswirkung des Gangs mit MBT-Schuhen bei Personen mit Rückenschmerzen. Zur Veröffentlichung eingereicht.

Kälin, X. & Segesser, B. (2004). Funktionelle Unterschiede zwischen MBT und konventionellen Schuhen beim Gehen. Orthopädieschuhtechnik. Zeitschrift für Prävention und Rehabilitation, Heft 12, 22-28.

Klinke, R. & Silbernagl, S. (Hrsg.). (2001). Lehrbuch der Physiologie. (3., überarbeitete Auflage). Stuttgart: Thieme

Kollmitzer et al. (2000). Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control. Medicine & Science in Sports & Exercise. 32 (10), 17770-1776.

Köstermeyer, G., Abu-Omar, K. & Rütten, A. (2005). Rückenkraft, Fitness und körperliche Aktivität-Risiko oder Schutz vor Rückenbeschwerden? Ergebnisse einer Querschnittsuntersuchung. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 56 (2), 45-49.

Krämer, J., Wilcke, A. & Krämer, R. (2005). Wirbelsäule und Sport. Empfehlungen von Sportarten aus orthopädischer und sportwissenschaftlicher Sicht. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.

Kröner-Herwig, B. (2000). Rückenschmerz. Göttingen: Hogrefe-Verlag GmbH & Co.KG.

Kybun-AG. (2008). Kybun. Bewegungstechnologie. Das Handbuch für Coaches. (1. Auflage). Nicht veröffentlicht.

Laser, T. (1999). Lumbale Bandscheibenleiden. Diagnostik und konservative Behandlung. (4., erweiterte Auflage). München, Bern, Wien, New York: Zuckschwerdt.

Leibold, G. (2003). Bandscheiben und Rückenschmerzen. Ursachen, Vorbeugung, Schmerzbekämpfung und sanfte Therapie. Zürich: Jopp Oesch.

Lüdtke, K. (2005). Behandlung chronischer Rückenschmerzen. Alltagsaktionen im Mittelpunkt. Physiotherapie. 3 (10), 22-25.

Lühmann, D. (2005). Prävention von Rückenschmerz – Grundlagen und mögliche Interventionsstrategien. 21 (4), 138-145.

Müller, C. (2006). Rückenprobleme? Intelligente und sensible Haltungsschulung. 47 (1), 4-9.

Niethard, F-U. & Pfeil, J. (2005). Duale Reihe Orthopädie. (5., korr. Auflage). Stuttgard: Thieme.

Nigg, B. (2004). Der MBT-Schuh und seine biomechanische/therapeutische Wirkungsweise. Orthopädieschuhtechnik, 12, 29-30.

Nigg, B.; Emery, C. & Hiemstra, L. (2006). Unstable Shoe Construction and reduction of Pain in Osteoarthritis Patients. Medicine & Science in Sports & Exercise. 38 (10), 1701-1708.

Nigg, B.; Hintzen, S. & Ferber, R. (2006). Effect of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. Clinical Biomechanics. 21 (06), 82-88.

Nöbauer-Hubmann, I-M. & Imhof, H. (2006). Wirbelsäule. Stuttgard, New York: Thieme.

Peterson-Kendall, F (Ed.). (2009). Muskeln, Funktionen und Tests (5., überarbeitete Auflage). München: Urban & Fischer.

Pfeil, J. (2002). Wachstum der Wirbelsäule unter normalen und krankhaften Bedingungen. Orthopädie. 31 (1), 2-10.

Pfingsten, M. (2005). Bio-psychosoziale Einflussfaktoren bei Rückenschmerz und Konsequenzen für die Bewegungstherapie. Bewegungstherapie und Gesundheitssport. 21 (4), 152-158.

Platzer, W. (2005). Taschenatlas Anatomie. Bewegungsapparat. Stuttgart: Thieme.

Posner, P. (2001). Problemzone Kreuz. Das Piriformis-Syndrom - ein häufig verkanntes Phänomen. Physikalische Therapie. 21 (9), 525-530.

Ramstrand, N. et al (2010). Effects of an unstable shoe construction on balance in woman aged over 50 years. Clinical Biomechanics. 11 (10), 1-8.

Ritter, E. (2004). Gleichgewichtstraining im Fußballsport mit der Masai Barfuss Technologie®. Diplomarbeit, Klagenfurt: Akademie für den Physiotherapeutischen Dienst.

Rojacher, B. (2004). MBT und Gleichgewicht – Eine vergleichende Studie der Masai Barfuss Technologie® mit einem labilen Therapiegerät (MFT). Diplomarbeit, Klagenfurt: Akademie für den Physiotherapeutischen Dienst.

Romkes, J. (2008). Statische Gleichgewichtskontrolle mit dem MBT-Schuh. Schweizer Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie. 56 (2), 61-65.

Romkes, J.; Rudmann, C. & Brunner, R. (2006). Changes in gait and EMG when walking with the Masai Barefoot Technique. Clinical Biomechanics. 21 (1), 75-81.

Schade, J. (1998). Anatomischer Atlas des Menschen. München: Urban & Fischer.

Schieber T. H. & Korf H.-W. (2007). Anatomie. Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie. Berlin, Heidelberg: Steinkopff-Springer.

Schmied, I (2008). Die Zukunft im Gleichgewicht. MBT® Meilenstein oder Stolperstein. Effekt des Tragens einer instabilen Schuhkonstruktion im Alltag auf das Gleichgewicht bei Probanden 50+. Diplomarbeit, Neustift an der Lainz: Akademie für den Physiotherapeutischen Dienst.

Schwesig, R. et al (2004). Sensomotorisches Training auf dem Minitrampolin. Bewegungstherapie und Gesundheitssport. 20 (2), 42-51.

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

Stemper, T. (1997). Geräteunterstütztes Krafttraining bei chronischen Rückenbeschwerden. In Y. Sarkhadun, T. Stemper & P. Wastl (Hrsg.), Menschen im Sport. Geschichtliche, ethische, pädagogische, gesellschaftliche und gesundheitliche Aspekte (S. 348-367). Köln: Sport & Buch Strauß.

Steward, L. Gibso, J:N.A. & Thomson C.E. (2007). In-shoe pressure distribution in “unstable” (MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: A comparative study. Gaitposture. 25 (4), 648-651.

Stoll, O. et al (2007). Ressourcenprotektive Wirkungen von Bewegungs- und Sporttherapie bei Patienten mit Bandscheibenvorfällen. Bewegungstherapie und Gesundheitssport. 24 (2), 231-237.

Streicher, H. (2004). Sanftes Rückentraining. Effekte einer therapeutischen Rückenschule unter besonderer Berücksichtigung eines propriozeptiv-koordinativen Trainings. Hamburg: Kovac.

Strondl (2003). Die Masai Barfuss Technologie® zum Training von Fuß und Sprunggelenk. Zur Veröffentlichung eingereicht.

Tittel, K. (1999). Zur Be- und Entlastbarkeit der Wirbelsäule im Verlauf verschiedener Lebensabschnitte – eine Betrachtung aus funktionell-anatomischer und sportmedizinischer Sicht. Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge. 40 (1), 39-58.

Tortora, G. & Derrickson, B. (1976). Essentials of Anatomy and Physiology. United States: John Wiley & Sons.

Van den Berg, F. (2003). Angewandte Physiologie. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Stuttgard: Thieme.

Waddell, G. (1996). Low back pain: a twentieth century health care enigma. Spine. 21 (24), 2820-2825.

Weineck, J. (2003). Sportanatomie. Balingen: Spitta.

Wydra, G. (1993). Bedeutung, Diagnose und Therapie von Gleichgewichtsstörungen. Motorik. 16 (3), 100-107.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Gliederung der Wirbelsäule 14
Abbildung 2: Bewegungssegment nach Junghans 15
Abbildung 3: Die Bandscheibe und Stadien eines Bandscheibenvorfalls. 16
Abbildung 4: Druckabhängige Flüssigkeitsverschiebung 19
Abbildung 5: M. erector spinae 24
Abbildung 6: Bauchmuskeln 26
Abbildung 7: Gliederung des Gleichgewichts 45
Abbildung 8: Positive Effekte der MBT 49
Abbildung 9: MBT®-Konstruktion 50
Abbildung 10: Extension BWS Abbildung 11: Extension LWS 63
Abbildung 12: Flexion Abbildung 13: Flexion Seitenansicht 64
Abbildung 14: Darstellung der Kraftwerte – Anfangstest 64
Abbildung 15: Darstellung der Kraftwerte – Endtest 65
Abbildung 16: Einbeiniger Schwebestand längs 66
Abbildung 17: Einbeiniger Schwebestand im Seitstand 67
Abbildung 18: Oswestry-Fragebogen 69
Abbildung 19: Zufriedenheit des Ausmaßes des MBT-Gangtrainings 85

Tabelle 1: Stadien der Embryonalentwicklung 12
Tabelle 2: Zusammenfassung der Autochthonen Rückenmuskeln 24
Tabelle 3: Muskeln und ihre Funktionen 25
Tabelle 4: Gliederung der Bauchmuskulatur 26
Tabelle 5: Muskeln und ihre Funktionen 26
Tabelle 6: Anamnestische Besonderheiten. 35
Tabelle 7: Rote Flaggen 35
Tabelle 8: Kennmuskeln, Reflexe und Dermatome 39
Tabelle 9: Arten des Körpergleichgewichts 44
Tabelle 10: Geschlechterverteilung 61
Tabelle 11: Altersverteilung 61
Tabelle 12: Körpergröße und Körpergewicht 61
Tabelle 13: Krafttestergebnisse der Versuchsgruppe (mit MBT) am Back Check 71
Tabelle 14: Krafttestergebnisse der Kontrollgruppe (ohne MBT) am Back Check 72
Tabelle 15: Kraftwerte der weiblichen Versuchsgruppe 72
Tabelle 16: Kraftwerte der weiblichen Kontrollgruppe 73
Tabelle 17: Kraftwerte der männlichen Versuchsgruppe 73
Tabelle 18: Kraftwert der männlichen Kontrollgruppe 74

Tabelle 19: Anfangsergebnisse des Gleichgewichts der Versuchsgruppe (mit MBT)) 74
Tabelle 20: Anfangsergebnisse des Gleichgewichts der Kontrollgruppe (ohne MBT)..... 75
Tabelle 21: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der weiblichen Patientinnen der Versuchsgruppe 75
Tabelle 22: Ergebnisse Gleichgewichtstests der weiblichen Patientinnen der Kontrollgruppe 76
Tabelle 23: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der männlichen Versuchsgruppe 76
Tabelle 24: Ergebnisse der Gleichgewichtstests der männlichen Kontrollgruppe 76
Tabelle 25: Oswestry Fragebogen – Patienten/innen mit MBT 77
Tabelle 26: Oswestry Fragebogen – Patienten/innen ohne MBT 78
Tabelle 27: Schmerzfragebogen Frauenvergleich 78
Tabelle 28: Schmerzfragebogen Männervergleich 79
Tabelle 29: Vergleich der Kraftergebnisse 79
Tabelle 30: Vergleich von Eingangs- und Endtest der Versuchsgruppe..... 80
Tabelle 31: Vergleich von Eingangs- und Endtests der Kontrollgruppe..... 81
Tabelle 32: Vergleich der Gleichgewichtsergebnisse 82
Tabelle 33: Vergleich der Eingangs- und Endtests des statischen Gleichgewichts der Versuchsgruppe 82
Tabelle 34: Vergleich der Eingangs- und Endtests des statischen Gleichgewichts der Kontrollgruppe 83
Tabelle 35: Schmerzfragebogen Anfang-Ende 83
Tabelle 36: Vergleich der Schmerzempfindung am Anfang und am Ende - Versuchsgruppe 84
Tabelle 37: Vergleich der Schmerzempfindung am Anfang und am Ende - Kontrollgruppe 84
Tabelle 38: Bekanntheit der MBT®-Technologie 84
Tabelle 39: Beurteilung des MBT-Gangtrainings als alternative Therapieform 85
Tabelle 40: Motivationsgründe 86
Tabelle 41: Häufigkeiten..... 86
Tabelle 42: Zusammenfassung der Kraftergebnisse der Versuchsgruppe (mit MBT)..... 87
Tabelle 43: Zusammenfassung der Kraftergebnisse der Kontrollgruppe (ohne MBT) 88

Anhang

Therapieplan ohne Gangtraining

em 13.08.2009 9:09 Seite 1

****
* T H E R A P I E P L A N *
****

[redacted] 230653

	Therapie	Raum
Mittwoch 12.08.2009		
08:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
09:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
13:30	Energietherapie V	Energie Therapie
15:45	Medizinischer Vortrag	Panorama-Turnsaal
Donnerstag 13.08.2009		
07:00	Aufbautraining	Altis Arena
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
11:30	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
13:30	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
15:00	Massage	Massagen Kabine 2
Freitag 14.08.2009		
07:30	Massage	Massagen Kabine 2
10:30	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
14:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
15:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
Samstag 15.08.2009		
09:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
10:00	Teilmassage	Massagen Kabine 10
Montag 17.08.2009		
07:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
08:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
10:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
13:30	Massage	Massagen Kabine 10
15:00	Energietherapie E	Energie Therapie
Dienstag 18.08.2009		
07:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
09:00	CHEFVISITE/Ortho.	Im Zimmer
14:00	Energietherapie S	Energie Therapie
15:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
Mittwoch 19.08.2009		
07:50	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
09:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
10:00	Aufbautraining	Altis Arena
13:00	Energietherapie V	Energie Therapie
15:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)

Donnerstag 20.08.2009		
08:00	Zimmervisite	Im Zimmer
10:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
13:30	Energietherapie E	Energie Therapie
15:00	Massage	Massagen Kabine 9
Freitag 21.08.2009		
07:50	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
09:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
10:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
11:00	Aufbautraining	Altis Arena
12:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
13:00	Energietherapie S	Energie Therapie
14:30	Massage	Massagen Kabine 2
Samstag 22.08.2009		
08:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
09:20	Mechano/15 Minuten	Altis Arena Rad 6
Montag 24.08.2009		
08:30	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
11:00	Aufbautraining	Altis Arena
14:30	Massage	Massagen Kabine 2
Dienstag 25.08.2009		
09:00	CHEFVISITE/Ortho.	Im Zimmer
11:30	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
13:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
14:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
Mittwoch 26.08.2009		
07:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
09:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
10:30	Aufbautraining	Altis Arena
11:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
13:00	Energietherapie V	Energie Therapie
14:50	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
Donnerstag 27.08.2009		
07:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
08:00	Massage	Massagen Kabine 2
09:00	Energietherapie E	Energie Therapie
10:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
Freitag 28.08.2009		
07:00	Massage	Massagen Kabine 2
08:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
10:15	SCHLUSSUNTERSUCHUNG	ORDINATION
12:50	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
14:00	Energietherapie S	Energie Therapie
Samstag 29.08.2009		
07:00	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom
10:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama

Montag	31.08.2009	
07:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
11:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-4 (Ho)
13:00	Aufbautraining	Altis Arena
14:30	Massage	Massagen Kabine 2
15:30	Nf Wechselstrom S56	Nf-Wechselstrom

Achten Sie bitte auf die vorgegebenen Zimmer-Visiten-Zeiten und erwarten Sie die ärztliche Visite in Ihren Zimmer. Dies dient der Qualitätssicherung der medizinischen Leistungen und kommt Ihnen als Patient zu Gute.
Die Therapieeinteilung erfolgt unter Berücksichtigung der Visitenzeiten.

Es wird gebeten 5 Minuten vor dem Therapieterminen zu erscheinen.

WIR BITTEN SIE, JEDEN AUSFALL UND JEDE ÄNDERUNG AN DER THERAPIELEITSTELLE RECHTZEITIG BEKANNTZUGEBEN.

Für Schmuck und Wertgegenstände übernehmen wir keine Haftung.

Hiermit bestätige ich,dass ich sämtliche am Therapieplan verordneten Therapien in Anspruch genommen habe bzw.im Falle einer begründeten Verhinderung die betroffenen Termine storniert wurden.

Therapieplan mit Gangtraining bzw. Koordinationskinetik (MBT®-Gangschulung)

le 12.08.2009 8:25 Seite 1

****
* T H E R A P I E P L A N *
****

236358

[redacted]

Therapie		Raum
Montag	10.08.2009	
13:30	Einzelheilgymnastik	EHG 1
Dienstag	11.08.2009	
08:30	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
10:30	Ergometertraining 30	Altis Arena Rad 6
13:30	Magnetfeld	UHF-MF
14:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
Mittwoch	12.08.2009	
07:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
09:00	CHEFVISITE/Ortho.	Im Zimmer
10:00	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
14:30	Massage	Massagen Kabine 12
15:45	Medizinischer Vortrag	Panorama-Turnsaal
Donnerstag	13.08.2009	
07:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
08:30	Massage	Massagen Kabine 10
09:30	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom
10:30	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
11:30	Magnetfeld	UHF-MF
13:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
Freitag	14.08.2009	
07:30	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom
08:00	Zimmervisite	Im Zimmer
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
10:30	Massage	Massagen Kabine 10
13:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
14:00	Ergometertraining 30	Altis Arena Rad 3
Samstag	15.08.2009	
07:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
08:20	Mechano/15 Minuten	Altis Arena Rad 10
Montag	17.08.2009	
07:45	Gangtraining-Arena	Altis Arena
09:50	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
10:30	Magnetfeld	UHF-MF
11:00	Massage	Massagen Kabine 2
13:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)

Dienstag	18.08.2009		
07:30	Ergometertraining 30	Altis Arena	Rad 7
09:00	Massage	Massagen	Kabine 3
10:00	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	
11:00	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
13:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama	
14:00	Koordinationskinetik	EHG I	Team-2
Mittwoch	19.08.2009		
08:00	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
09:00	CHEFVISITE/Ortho.	Im Zimmer	
10:30	Massage	Massagen	Kabine 3
11:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama	
13:00	Magnetfeld	UHF-MF	
14:00	Koordinationskinetik	EHG I	Team-2
Donnerstag	20.08.2009		
07:30	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
08:30	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	
10:00	Ergometertraining 30	Altis Arena	Rad 5
11:00	Massage	Massagen	Kabine 2
13:30	Koordinationskinetik	EHG I	Team-2
Freitag	21.08.2009		
07:00	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	
08:00	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
09:10	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad	
10:30	Massage	Massagen	Kabine 10
11:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama	
13:00	Ergometertraining 30	Altis Arena	Rad 7
Samstag	22.08.2009		
08:00	Magnetfeld	UHF-MF	
09:00	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	
Montag	24.08.2009		
07:00	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	
08:30	Ergometertraining 30	Altis Arena	Rad 4
10:00	Magnetfeld	UHF-MF	
11:00	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
13:30	Massage	Massagen	Kabine 2
Dienstag	25.08.2009		
08:30	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad	
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
10:30	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama	
11:30	Massage	Massagen	Kabine 10
13:30	Koordinationskinetik	EHG I	Team-2
Mittwoch	26.08.2009		
07:30	Magnetfeld	UHF-MF	
09:00	CHEFVISITE/Ortho.	Im Zimmer	
10:30	Einzelheilgymnastik	EHG I	Team-2 (T)
11:30	Koordinationskinetik	EHG I	Team-2
13:00	Massage	Massagen	Kabine 10
14:00	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom	

Donnerstag 27.08.2009		
07:10	Hydroelektr.Vollbad	Hydroelektrisches Bad
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
10:30	Massage	Massagen Kabine 2
11:30	Ergometertraining 30	Altis Arena Rad 4
13:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
Freitag 28.08.2009		
07:00	Ergometertraining 30	Altis Arena Rad 4
08:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama
09:30	Einzelheilgymnastik	EHG I Team-2 (T)
10:30	Nf-Wechselstrom	Nf-Wechselstrom
11:30	Massage	Massagen Kabine 10
13:00	Gangtraining-Arena	Altis Arena
14:15	SCHLUSSUNTERSUCHUNG	ORDINATION
Samstag 29.08.2009		
08:20	Mechano/15 Minuten	Altis Arena Rad 3
10:00	Unterwassergym.Einzel	E-UG Panorama

Achten Sie bitte auf die vorgegebenen Zimmer-Visiten-Zeiten und erwarten Sie die ärztliche Visite in Ihren Zimmer. Dies dient der Qualitätssicherung der medizinischen Leistungen und kommt Ihnen als Patient zu Gute.
Die Therapieeinteilung erfolgt unter Berücksichtigung der Visitenzeiten.

Es wird gebeten 5 Minuten vor dem Therapieterminen zu erscheinen.

WIR BITTEN SIE, JEDEN AUSFALL UND JEDE ÄNDERUNG AN DER THERAPIELEITSTELLE RECHTZEITIG BEKANNTZUGEBEN.

Für Schmuck und Wertgegenstände übernehmen wir keine Haftung.

Hiermit bestätige ich,dass ich sämtliche am Therapieplan verordneten Therapien in Anspruch genommen habe bzw.im Falle einer begründeten Verhinderung die betroffenen Termine storniert wurden.

Varianten des Oswestry Disability-Fragebogen

Table 1.

ODI Version 1.0	ODI Version 2.0	AAOS/MODEMS	Chiropractic "Revised Oswestry pain questionnaire"
This questionnaire has been designed to give the doctor information as to how your back pain has affected your ability to manage in every day life. Please answer every section, and mark in each section only the *one* box which applies to you. We realize you may consider that two of the statements in any one section relate to you, but please just *mark the box which most closely describes your problem.*	Could you please complete this questionnaire It is designed to give us information as to how your back (or leg) trouble has affected your ability to manage in everyday life. Please answer **every section.** Mark **one box only** in each section that most closely describes you **today.**	In the past week, please tell us how pain has affected your ability to perform the following activities. (Circle the one statement that best describes your average ability.)	Please read: This Questionnaire It is designed to enable us to understand how much your low back pain has affected your ability to manage your everyday activities.
Section 1—Pain intensity I can tolerate the pain I have without having to use painkillers. The pain is bad but I manage without taking painkillers. Painkillers give complete relief from pain. Painkillers give moderate relief from pain. Painkillers give very little relief from pain. Painkillers have no effect on the pain and I do not use them.	**Section 1**—Pain intensity I have no pain at the moment. The pain is very mild at the moment. The pain is moderate at the moment. The pain is fairly severe at the moment. The pain is very severe at the moment. The pain is the worst imaginable at the moment.		**Section 1**—Pain intensity The pain comes and goes and is very mild. The pain is mild and does not vary much. The pain comes and goes and is moderate. The pain is moderate and does not vary much. The pain comes and goes and is severe. The pain is severe and does not vary much.
Section 2—Personal care (washing, dressing, etc.) I can look after myself normally without causing extra pain. I can look after myself normally but it causes extra pain. It is painful to look after myself and I am slow and careful. I need some help but manage most of my personal care. I need help every day in most aspects of self-care. I do not get dressed, wash with difficulty and stay in bed.	**Section 2**—Personal care (washing, dressing, etc.) I can look after myself normally without causing extra pain. I can look after myself normally but it is very painful. It is painful to look after myself and I am slow and careful. I need some help but manage most of my personal care. I need help every day in most aspects of self care. I do not get dressed, wash with difficulty and stay in bed.	46. Getting dressed (in the **past week**). I can dress myself without pain. I can dress myself without increasing pain. I can dress myself but pain increases. I can dress myself but with significant pain. I can dress myself but with very severe pain. I cannot dress myself.	**Section 2**—Personal care I would not have to change my way of washing or dressing in order to avoid pain. I do not normally change my way of washing or dressing even though it causes some pain. Washing and dressing increase the pain but I manage not to change my way of doing it. Washing and dressing increase the pain and I find it necessary to change my way of doing it. Because of the pain I am unable to do some washing and dressing without help. Because of the pain I am unable to do any washing and dressing without help.
Section 3—Lifting I can lift heavy weights without extra pain. I can lift heavy weights but it gives extra pain. Pain prevents me from lifting heavy weights off the floor, but I can manage if they are conveniently positioned, e.g. on a table. Pain prevents me from lifting heavy weights but I can manage light to medium weights if they are conveniently positioned. I can lift only very light weights. I cannot lift or carry anything at all.	**Section 3**—Lifting I can lift heavy weights without extra pain. I can lift heavy weights but it gives extra pain. Pain prevents me from lifting heavy weights off the floor but I can manage if they are conveniently positioned, e.g. on a table. Pain prevents me from lifting heavy weights but I can manage light to medium weights if they are conveniently positioned. I can lift only very light weights. I cannot lift or carry anything at all.	47. Lifting (in the **past week**). I can lift heavy objects without pain. I can lift heavy objects but it is painful. Pain prevents me from lifting heavy objects off the floor, but I can lift heavy objects if they are on a table. Pain prevents me from lifting heavy objects, but I can lift light to medium objects if they are on a table. I can only lift light objects. I cannot lift anything.	**Section 3**—Lifting I can lift heavy weights without extra pain. I can lift heavy weights but it gives extra pain. Pain prevents me from lifting heavy weights off the floor. Pain prevents me from lifting heavy weights off the floor but I can manage if they are conveniently positioned, e.g. on a table. Pain prevents me from lifting heavy weights but I can manage light to medium weights if they are conveniently positioned. I can only lift very light weights at the most.

Table 1. Continued

ODI Version 1.0	ODI Version 2.0	AAOS/MODEMS	Chiropractic "Revised Oswestry pain questionnaire"
Section 4—Walking Pain does not prevent my walking any distance. Pain prevents me walking more than 1 mile. Pain prevents me walking more than 1/2 mile. Pain prevents me walking more than 1/4 mile. I can only walk using a stick or crutches. I am in bed most of the time and have to crawl to the toilet.	**Section 4**—Walking Pain does not prevent me walking any distance. Pain prevents me walking more than 1 mile. Pain prevents me walking more than than 1/2 of a mile. Pain prevents me walking more than 100 yards. I can only walk using a stick or crutches. I am in bed most of the time and have to crawl to the toilet.	48. Walking and Running (in the **past week**). I can run or walk without pain. I can walk comfortably, but running is painful. Pain prevents me from walking more than 1 hour. Pain prevents me from walking more than 30 minutes. Pain prevents me from walking more than 10 minutes. I am unable to walk or can walk only a few steps at a time.	**Section 4**—Walking I have no pain on walking. I have some pain with walking but it does not increase with distance. I cannot walk more than One Mile without increasing pain. I cannot walk more than 1/2 Mile without increasing pain. I cannot walk more than 1/4 Mile without increasing pain. I cannot walk at all without increasing pain.
Section 5—Sitting I can sit in any chair as long as I like. I can sit in my favourite chair as long as I like. Pain prevents me sitting more than 1 hour. Pain prevents me from sitting more than 1/2 an hour. Pain prevents me from sitting more than 10 minutes. Pain prevents me from sitting at all.	**Section 5**—Sitting I can sit in any chair as long as I like. I can sit in my favourite chair as long as I like. Pain prevents me from sitting for more than 1 hour. Pain prevents me from sitting for more than 1/2 an hour. Pain prevents me from sitting for more than 10 minutes. Pain prevents me from sitting at all.	49. Sitting (in the **past week**). I can sit in any chair as long as I like. I can only sit in a special chair as long as I like. Pain prevents me from sitting more than 1 hour. Pain prevents me from sitting more than 30 minutes. Pain prevents me from sitting more than 10 minutes. Pain prevents me from sitting at all.	**Section 5**—Sitting I can sit in any chair as long as I like. I can sit only in my favourite chair as long as I like. Pain prevents me from sitting for more than one hour. Pain prevents me from sitting for more than 1/2 hour. Pain prevents me from sitting for more than 10 minutes. I avoid sitting because it increases pain straight away.
Section 6—Standing I can stand as long as I want without extra pain. I can stand as long as I want but it gives me extra pain. Pain prevents me from standing for more than 1 hour. Pain prevents me from standing for more than 30 minutes. Pain prevents me from standing for more than 10 minutes. Pain prevents me from standing at all.	**Section 6**—Standing I can stand as long as I want without extra pain. I can stand as long as I want but it gives me extra pain. Pain prevents me from standing for more than 1 hour. Pain prevents me from standing for more than 1/2 an hour. Pain prevents me from standing for more than 10 minutes. Pain prevents me from standing at all.	50. Standing (in the **past week**). I can stand as long as I want. I can stand as long as I want but it gives me pain. Pain prevents me from standing more than 1 hour. Pain prevents me from standing for more than 30 minutes. Pain prevents me from standing for more than 10 minutes. Pain prevents me from standing at all.	**Section 6**—Standing I can stand as long as I want without pain. I have some pain on standing but it does not increase with time. I cannot stand for longer than one hour without increasing pain. I cannot stand for longer than 1/2 hour without increasing pain. I cannot stand for longer than 10 minutes without increasing pain. I avoid standing because it increases pain straight away.
Section 7—Sleeping Pain does not prevent me from sleeping well. I can sleep well only by using tablets. Even when I take tablets I have less than 6 hours sleep. Even when I take tablets I have less than 4 hours sleep. Even when I take tablets I have less than 2 hours sleep. Pain prevents me from sleeping at all.	**Section 7**—Sleeping My sleep is never disturbed by pain. My sleep is occasionally disturbed by pain. Because of pain I have less than 6 hours sleep. Because of pain I have less than 4 hours sleep. Because of pain I have less than 2 hours sleep. Pain prevents me from sleeping at all.	51. Sleeping (in the **past week**). I sleep well. Pain occasionally interrupts my sleep. Pain interrupts my sleep half of the time. Pain often interrupts my sleep. Pain always interrupts my sleep. I never sleep well.	**Section 7**—Sleeping I get no pain in bed. I get pain in bed but it does not prevent me from sleeping well. Because of pain my normal nights sleep is reduced by less than 1/4. Because of pain my normal nights sleep is reduced by less than 1/2. Because of pain my normal nights sleep is reduced by less than 3/4. Pain prevents (me) from sleeping at all.

Table 1. Continued

ODI Version 1.0	ODI Version 2.0	AAOS/MODEMS	Chiropractic "Revised Oswestry pain questionnaire"
Section 8—Sex life My sex life is normal and causes no extra pain. My sex life is normal but causes some extra pain. My sex life is nearly normal but is very painful. My sex life is severely restricted by pain. My sex life is nearly absent because of pain. Pain prevents any sex life at all.	**Section 8**—Sex life (if applicable) My sex life is normal and causes no extra pain. My sex life is normal but causes some extra pain. My sex life is nearly normal but is very painful. My sex life is severely restricted by pain. My sex life is nearly absent because of pain. Pain prevents any sex life at all.		
Section 9—Social life My social life is normal and gives me no extra pain. My social life is normal but increases the degree of pain. Pain has no significant effect on my social life apart from limiting my more energetic interests, e.g. dancing, etc. Pain has restricted my social life and I do not go out as often. Pain has restricted social life to my home. I have no social life because of pain.	**Section 9**—Social life My social life is normal and causes me no extra pain. My social life is normal but increases the degree of pain. Pain has no significant effect on my social life apart from limiting my more energetic interests, e.g. sport, etc. Pain has restricted my social life and I do not go out as often. Pain has restricted social life to my home. I have no social life because of pain.		**Section 8**—Social life My social life is normal and gives me no pain. My social life is normal but increases the degree of my pain. Pain has no significant effect on my social life apart from limiting my more energetic interests, e.g. dancing, etc. Pain has restricted my social life and I do not go out very often. Pain has restricted social life to my home. I have hardly any social life because of the pain.
Section 10—Travelling I can travel anywhere without extra pain. I can travel anywhere but it gives me extra pain. Pain is bad but I manage journeys over two hours. Pain restricts me to journeys of less than one hour. Pain restricts me to short necessary journeys under 30 minutes. Pain prevents travel except to the doctor or hospital.	**Section 10**—Travelling I can travel anywhere without pain. I can travel anywhere but it gives extra pain. Pain is bad but I manage journeys over two hours. Pain restricts me to journeys of less than one hour. Pain restricts me to short necessary journeys under 30 minutes. Pain prevents me from travelling except to receive treatment.	52. Travelling (in the **past week**): I can travel anywhere. I can travel anywhere but it gives me pain. Pain is bad but I can manage to travel over two hours. Pain restricts me to journeys of less than one hour. Pain restricts me to trips less than 30 minutes. Pain prevents me from travelling.	**Section 9**—Travelling I get no pain whilst travelling. I get some pain whilst travelling but none of my usual sorts of travel make it any worse. I get extra pain whilst travelling but it does not compel me to seek alternative forms of travel. I get extra pain whilst travelling which compels me to seek alternative forms of travel. Pain restricts all forms of travel. Pain prevents all forms of travel except that done lying down. **Section 10**—Changing degree of pain My pain is rapidly getting better. My pain fluctuates but overall is definitely getting better. My pain seems to be getting better but improvement is slow at present. My pain is neither getting better or worse. My pain is gradually worsening. My pain is rapidly worsening.

Verwendeter Schmerzfragebogen

Datum:

FRAGEBOGEN

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

Sie werden gebeten, die Fragen vollständig und gewissenhaft auszufüllen, da dies für die korrekte Auswertung wichtig und notwendig ist. Ihre Angaben werden nur zum wissenschaftlichen Zweck der Diplomarbeit verwendet und werden anonym und vertraulich behandelt. Ihre persönlichen Daten dienen nur der richtigen Zuordnung der Tests während dieser Studie und werden für die Auswertung ebenfalls anonym behandelt.

Anweisung: Bitte bei den Punkten 1 - 10 je eine Auswahlmöglichkeit für Ihren jetzigen Beschwerdezustand ankreuzen.

Persönliche Daten:

Name: _____ Vorname: _____

Geschlecht: männlich 0 weiblich 0 Alter: _____

Operationsdatum: _____ Operation: _____

MBT-Gangschule im Therapieplan: ja 0 nein 0

1. Schmerzintensität:

- Ich toleriere den Schmerz gut ohne Gebrauch von Schmerzmedikamenten
- Der Schmerz ist stark, aber ich komme ohne Schmerzmedikamente aus
- Schmerzmedikamente fuhren zur kompletten Beschwerdefreiheit
- Schmerzmedikamente fuhren zur Beschwerdeminderung
- Schmerzmedikamente fuhren nur zu wenig Beschwerdeminderung
- Schmerzmedikamente fuhren zu keiner Beschwerdeminderung und bringen nichts

2. Körperpflege (waschen, anziehen, etc.)

- Ich kann mich gut selbst versorgen ohne zusätzlichen Schmerz zu verursachen
- Ich kann mich gut selbst versorgen, aber es erzeugt zusätzlich Schmerzen
- Es ist schmerzhaft sich selbst zu versorgen, ich bin langsam und vorsichtig
- Ich brauche manchmal Hilfe, aber ich versorge mich meistens selbst
- Ich brauche jeden Tag Hilfe, in den meisten Angelegenheiten der Pflege

- Ich kann mich nicht selbst anziehen, waschen mit Schwierigkeiten und bleibe im Bett

3. Gewichte heben

- Ich kann schwere Gewichte heben ohne zusätzlichen Schmerz
- Ich kann schwere Gewichte heben, aber mit zusätzlichem Schmerz
- Schmerzen halten mich vom Heben schwerer Gewichte vom Boden ab, aber ich kann sie heben wenn sie günstig liegen, z.B. auf dem Tisch
- Schmerzen halten mich vom Heben schwerer Gewichte vom Boden ab, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gewichte heben, wenn sie günstig liegen
- Ich kann nur sehr leichte Gewichte heben
- Ich kann gar nichts heben oder tragen

4. Gehstrecke/Hilfen

- Ich habe überhaupt keine Schmerzen beim gehen
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 1000 m gehen
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 500 m gehen
- Ich kann aufgrund meiner schmerzen nicht mehr als 200 m gehen
- Ich kann nur mit Gehstock oder -stütze laufen
- Ich liege die meiste Zeit im Bett und muss zur Toilette kriechen

5. Sitzen

- Ich kann in jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte
- Ich kann nur in einem speziellen Stuhl so lange sitzen wie ich mochte
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 1 Stunde sitzen
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 30 Minuten sitzen
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 10 Minuten sitzen
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen überhaupt nicht sitzen

6. Stehen

- Ich kann stehen solange wie ich mochte ohne zusätzliche Schmerzen
- Ich kann stehen solange wie ich mochte aber mit zusätzlichen Schmerzen
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 1 Stunde stehen
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 30 Minuten stehen
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 10 Minuten stehen

7. Schlafen

- Schmerzen stören meine Schlaf nicht
- Ich kann nur gut schlafen, wenn ich Tabletten einnehme
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme kann ich nicht langer als 6 Std. schlafen
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme kann ich nicht langer als 4 Std. schlafen
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme kann ich nicht langer als 2 Std. schlafen
- Ich kann vor Schmerzen kaum schlafen

9. Soziale Stellung

- Mein soziales Leben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen
- Mein soziales Leben ist normal, aber es verstärkt meine Schmerzen
- Schmerzen haben keine wesentlichen Auswirkungen auf mein soziales Leben,
- abgesehen von sportlichen Tätigkeiten z.B. Tanzen
- Schmerzen schränken mein soziales Leben ein, ich gehe selten aus
- Schmerzen beschranken mein soziales Leben auf zu Hause
- Ich habe durch meine Schmerzen kein soziales Leben

10. Mobilität

- Ich kann überall hinfahren ohne zusätzliche Schmerzen
- Ich kann überall hinfahren, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen
- Der Schmerz ist schlimm, aber ich kann mehr als 2 Stunden fahren
- Schmerzen halten mich von Fahrten, die mehr als 1 Stunde dauern ab
- Schmerzen beschranken mich auf kurze Fahrten unter 30 Minuten
- Schmerzen lassen gerade nur Fahrten zum Arzt oder Krankenhaus zu

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!!

MBT®-Fragebogen

Datum:

FRAGEBOGEN (MBT-Schulung)

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

Sie werden gebeten, die Fragen vollständig und gewissenhaft auszufüllen. Ihre Aussagen werden für die weitere korrekte Auswertung benötigt. Ihre Angaben und persönlichen Daten werden nur zum wissenschaftlichen Zweck der Studie verwendet und werden anonym und vertraulich behandelt.

Persönliche Daten:

Name: _____ Vorname: _____

1. Haben Sie vor der Therapie von den MBT-Schuhen gehört? Ja O Nein O

2. Haben Sie bereits vor der Therapie MBT-Schuhe ausprobiert? Ja O Nein O

3. Wie hat Ihnen das MBT-Gangtraining in Kombination mit den anderen Therapien gefallen?
   Sehr Gut O Gut O mäßig O nicht so gut O überhaupt nicht O

4. Finden Sie die Anzahl der MBT-Einheiten ausreichend? Ja O Nein O

Wenn Sie die vorherige Frage mit nein beantwortet haben:

4. a. könnten mehr sein O könnten weniger sein O

5. Empfinden Sie das MBT-Training als motivierend? Ja O Nein O

Wenn Sie die vorherige Frage mit ja beantwortet haben:

5. a. Aus welchem Grund? (Bitte nur eine Antwortmöglichkeit ankreuzen)

O gute Alternative neben den anderen Therapien

O MBT-Schuh

O abwechslungsreiches Programm

O Fordernd (Konzentration auf das richtige Gehen)

O Effekt, den Sie gespürt haben

6. Wie würden Sie das Training mit den MBT-Schuhen beurteilen?

Sehr Gut O Gut O befriedigend O genügend O nicht genügend O

7. Haben Sie das Gefühl, dass durch die MBT-Gangschulung eine Verbesserung in den 3 Wochen eintraf?

Ja O Nein O

8. Werden Sie sich privat MBT-Schuhe kaufen, da sie überzeugt sind, dass diese einen positiven Effekt auf Körperbalance und Kräftigung haben? Ja O Nein O

Lebenslauf

Persönliche Daten:	Name:	Nadja Riepl
	Geburtsdatum:	20. Juni.1984
	Geburtsort:	Klagenfurt
	Staatsbügerschaft:	Österreich
	Familienstand:	ledig

Schulbildung:

Vorschule: 1990-1991 in Griffen
Volksschule: 1991-1995 in Griffen
Bundesrealgymnasium: 1995-1999 in Völkermarkt
Militärrealgymnasium: 1999-2003 in Wiener Neustadt (Matura)

Studium:

März 2004-Februar 2008 Bakkalaureatsstudium / Gesundheitssport
Seit März 2008 Masterstudium / Sportwissenschaft

Ausbildungen:

Erste Hilfe Kurs (16 Stunden)
Rettungsschwimmerschein (31.Mai 2003)
Segelgrundschein (04. August 2005)
Aquafitnesslehrerin (13. Jänner 2007)

Praktika:

Campbetreuerin in einem Segel- und Surfcamp (2005)
Praktikum im Rehazentrum Althofen: Juli 2006, Oktober 2007, Februar 2009,

Beruflicher Werdegang:

Kika Klagenfurt (2001)- Verkauf
Selbstbedienungsrestaurant Schönbrunn (Okt. 2003- Jänner 2004)-Service & Verkauf
Cafe Bäckerei Egger (Aug.- Sept. 2005) – Service und Verkauf
Schischule Seiser (Dez.- Jän. 2006)
Rehazentrum Althofen (August 2006)
Table Service Team (2008-2010)

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre, dass ich die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die angegebenen Literaturquellen verwendet habe. Diese Arbeit wurde daher weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.“

Ort, Datum	Unterschrift