



EURAK europa-akademie für health professionals
european academy for health professionals

Lumbale Segmentale Instabilität und die konservative Therapiemöglichkeit der segmentalen Stabilisierung

Diplomarbeit eingereicht von
Mag. Doris Huber
zur Erlangung der Berufsbezeichnung
„Physiotherapeutin“

Dezember 2006

Meinen Eltern und Großeltern

*„Die Spondylolisthesis ist nach wie vor ein verwirrendes Krankheitsbild ...
Einige Faktoren über die Spondylolisthese sind allgemein akzeptiert:
Manchmal schreitet die Spondylolisthesis nicht fort, manchmal stark.
Manchmal verursacht eine Spondylolisthesis Schmerzen, manchmal nicht.
Manchmal geht die Spondylolisthesis mit einer schweren
Wirbelkörperdeformität einher, manchmal nicht. Manchmal ist eine hintere
Fusion allein erfolgreich und manchmal schreitet die Spondylolisthesis
trotz angestrebter Fusion unter Ausbildung einer Pseudoarthrose fort.
Wenige Erkrankungen der Wirbelsäule haben eine solche Variabilität im
klinischen und anatomischen Erscheinungsbild. Es gibt wenige
pathologische Veränderungen an der Wirbelsäule für die es so viele
kontroverse therapeutische Verfahren gibt wie für die Spondylolisthesis.“
(R. L. DEWALD, 1997 aus FRITSCH, 2003)*

VORWORT:

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen recht herzlich bedanken, die zur Entstehung der vorliegenden Diplomarbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinen Erstleser, Dr. Alfred Schmid, Facharzt für Neurochirurgie, und meiner Zweitleserin, Petra Spangler, Physiotherapeutin.

Vielen Dank vor allem an Manfred, Andrea und Iris fürs Korrekturlesen der Diplomarbeit.

Vor allem möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die diese Ausbildung möglich gemacht haben und in verschiedenster Hinsicht tatkräftig unterstützten. Und ein weiteres Dankeschön gebührt Freunden und Verwandten für die Unterstützung im Laufe meiner Ausbildung.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	S. 7
1. Definition	S. 8
2. Stabilität der Lendenwirbelsäule	S. 9
2.1. Stabilisierende Systeme der Lendenwirbelsäule	S. 9
2.1.1. Passives System.....	S. 10
2.1.2 Aktives System.....	S. 11
2.1.3. Kontroll- und Steuerungssystem	S. 13
2.2 Neutrale Zone	S. 14
2.3. Segmentale Stabilisierung der Wirbelsäule	S. 15
2.4. Lokale Stabilisatoren, globale Stabilisatoren und globale Mobilisatoren der Lendenwirbelsäule	S. 16
3. Instabilität der Lendenwirbelsäule	S. 22
3.1. Ursache der segmentalen Instabilität	S. 22
3.2. Biomechanik der Instabilität	S. 25
3.3. Bildgebende Diagnostik der Instabilität	S. 28
3.4. Klinische Instabilität	S. 30
3.5. Muskeldysfunktionen und Instabilität	S. 34
3.5.1. Dysfunktionen lokaler Muskeln	S. 35
3.5.2. Dysfunktionen globaler Muskeln	S. 36

4. Therapie der lumbalen segmentalen Instabilität	S. 37
4.1 Konservative Therapie	S. 37
4.1.1. Schmerzlinderung.....	S. 38
4.1.2. Verbesserung der Beweglichkeit im hypomobilen Bereich....	S. 39
4.1.3. Aktive Stabilisierung der instabilen Segmente	S. 39
4.2 Operative Therapie	S. 48
5. Studien	S. 51
6. Diskussion	S. 54
7. Schlusswort	S. 57
8. Zusammenfassung / Abstract	S. 58
9. Literatur	S. 60
10. Anhang	S. 66
11. Erklärung	S. 73

EINLEITUNG:

Als eine wichtige Ursache für den mechanisch bedingten Rückenschmerz wird in der Literatur eine Instabilität der Lendenwirbelsäule angeführt, wobei man davon ausgeht, dass bis zu 25 % der Rückenschmerzen auf Instabilitäten zurückzuführen sind (SZPALSKI ET AL., 1999).

Es gibt jedoch bis jetzt keine einheitliche Meinung bzw. Definition von Instabilität – das Problem wird mit der Aussage von KAHANOVITZ (1991, zit. aus KRISMER ET. AL (1997)) treffend beschrieben: „The greatest difficulty in discussing lumbar instability is a complete lack of defining what lumbar instability actually is.“ Die Instabilität zu beschreiben gestaltet sich auch deshalb als schwierig, da es nach KRISMER ET AL. (1997) kein sicheres biomechanisches Verfahren zum Nachweis der Instabilität gibt bzw. keine geeignete biomechanische Definition der Instabilität vorliegt.

Die Instabilität lässt sich auf eine mangelhafte stabilisierende Wirkung des passiven Systems zurückführen, die primäre Schmerzursache ist in den passiven Strukturen (äußere Schichten des Anulus fibrosus, Bänder, Gelenkkapsel) zu finden. Adaptionen des aktiven Systems spielen eine wichtige Rolle, um geschädigte Strukturen zu schützen bzw. eine ineffiziente Stabilisierung durch das passive Systems auszugleichen. Eine weitere Ursache einer Fehlfunktion des stabilisierenden Systems kann auch auf das Kontroll- und Steuerungssystem zurückgeführt werden. Seit längerem konzentriert sich die Forschung besonders auf die Funktionen und Eigenschaften von den lokalen Stabilisatoren und den mit der lumbalen segmentalen Instabilität verbundenen Dysfunktionen und Adaptionen des aktiven Systems.

Aufgabe dieser Literaturarbeit ist es den derzeitigen Wissensstand über das sich unterschiedlich manifestierende Krankheitsbild der lumbalen, segmentalen Instabilität darzulegen bzw. die neuen Erkenntnisse und Wege in der Behandlung zu beschreiben. Die Arbeit soll auch Anstoß dazu geben die konservativen Therapiemöglichkeiten bei der Behandlung von lumbalen segmentalen Instabilitäten in Zukunft besser zu erforschen bzw. die Notwendigkeit einer operativen Therapie kritischer zu beleuchten.

1. DEFINITION:

Die lumbale segmentale Instabilität wird in der Literatur kontrovers diskutiert und ist - im Vergleich zu anderen Veränderungen bzw. Krankheitsbildern der Wirbelsäule - wenig einheitlich festgelegt und definiert. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die klinische von der biomechanisch definierten Instabilität abweicht und ein fließender Übergang zwischen Bewegung und Instabilität vorliegt. Aufgrund der Komplexität des Begriffes gibt es bisher keine einheitlich anerkannte Definition, die der medizinischen Problematik gerecht wird. Es ist auch deshalb schwierig, da bei einer Instabilität als Ursache von lumbalen Schmerzen oft nur eine geringe Korrelation zwischen klinischen Bild, dem bildgebenden Verfahren und der pathologischen Anatomie (MORSCHER, 1991) vorliegt. Allgemein wird jedoch die Instabilität als biomechanischer Begriff angesehen, der den Verlust der Fähigkeit der Wirbelsäule beschreibt, ihre anatomische Form und Beweglichkeit aufrechtzuerhalten. STEINRÜCKEN (1998) definiert die lumbale segmentale Instabilität vereinfacht als pathologisch vermehrte Bewegung zwischen zwei Wirbeln im Sinne eines Gleitens. BOGDUK (2000) hingegen beschreibt diese Instabilität als Folge einer verminderten Steifigkeit, einer Zunahme der neutralen Zone oder einer übermäßigen Translation gegenüber der Rotation. Nach PANJABI (1992b) ist die lumbale segmentale Instabilität dadurch gekennzeichnet, dass das stabilisierende System der Wirbelsäule nicht mehr in der Lage ist, die neutrale Zone eines Bewegungssegmentes in ihren physiologischen Bereichen zu halten und es somit zu einer neurologischen Dysfunktion, einer wesentlichen Deformation und zu resultierenden Schmerzen kommt.

MÜHLEMANN UND ZAHND (1993) fordern, dass Instabilität als klinischer Begriff nur bei Strukturen verwendet werden sollte, bei denen man unter normalen Bedingungen Stabilität erwartet. Der Begriff Instabilität soll nach MÜHLEMANN UND ZAHND (1993) daher nur verwendet werden, wenn pathomorphologische Störungen und Veränderungen vorliegen.

Instabilität ist nach MORSCHER (1991) sowohl Resultat als auch Ursache von degenerativen Erkrankungen. Eine Bandscheibendegeneration führt zur Instabilität, aber nicht in jedem Fall ist die Degeneration mit Schmerzen verbunden. Aufgrund der Instabilität ist die Wirbelsäule jedoch gegenüber äußeren Einflüssen (insbesondere durch Traumen z.B. Heben) verletzlicher (MORSCHER, 1991). Eine Korrelation zwischen Auftreten und Schweregrad der Rückenschmerzen bzw. Funktionsstörung wurde jedoch noch nicht festgestellt.

Nach KLEIN-VOGELBACH (2000) ist die Instabilität als Ergebnis einer komplexen Interaktion verschiedener Elemente des stabilisierenden Systems zu betrachten und nicht die Folge eines strukturellen Versagens.

2. STABILITÄT DER LENDENWIRBELSÄULE

2.1. Stabilisierendes System der Wirbelsäule

Die Integrität des statischen und dynamischen Systems ermöglicht die Stabilität der Wirbelsäule. Um eine Stabilität der Wirbelsäule zu ermöglichen müssen nach PANJABI (2002a) drei Untersysteme (vgl. Abb. 1) als untereinander abhängige Komponenten zusammenwirken und kontinuierlich aufeinander abgestimmt sein. Defizite in einem Bereich der Subsysteme können durch eine andere Komponente ausgeglichen werden.

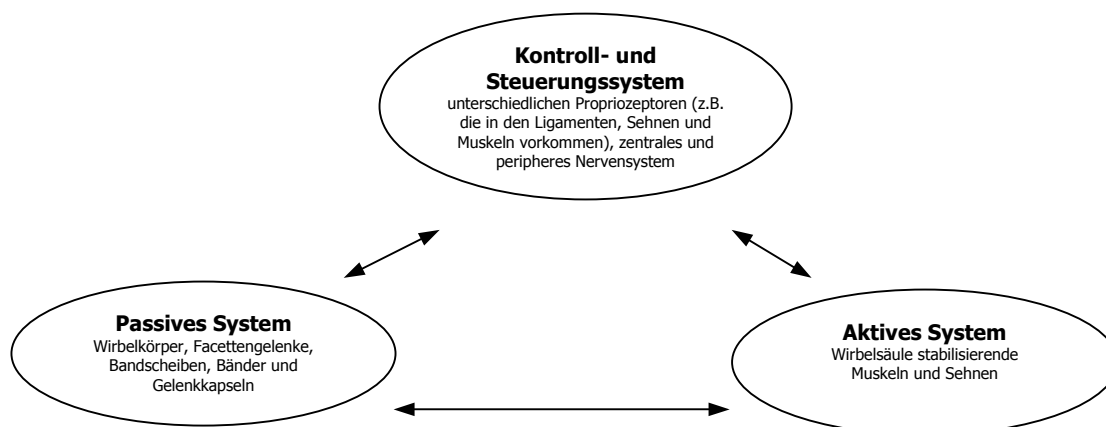


Abb. 1: Stabilisierendes System der Wirbelsäule (nach PANJABI, 2002a)

Dieses Modell wird auch nach GIBBONS UND COMERFORD (2001) heute weitgehend akzeptiert. Dem Modell liegt die Auffassung zugrunde, dass die meisten lumbalen Beschwerden durch eine mechanische Störung im Wirbelsäulenbereich (wie z.B. klinische Instabilität) hervorgerufen werden.

2.1.1. Passives System

Passive Strukturen haben je nach Gelenk und Bewegungsrichtung eine unterschiedliche stabilisierende Wirkung, die abhängig ist von der Form und räumlichen Anordnung der Gelenkflächen, dem Gleitkoeffizient des Gelenkknorpels sowie der Anordnung und Beeinträchtigung der Bänder (VAN DEN BERG, 2001).

Passive Strukturen tragen in neutraler Position nicht unbedingt zur Stabilität des Bewegungssegmentes bei, sondern entfalten nach PANJABI (1992a) ihre mechanische stabilisierende Wirkung im Laufe einer Bewegung und hier wiederum speziell am Bewegungsende. Nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen ist das passive System nur bedingt passiv, da passive Strukturen eine wichtige propriozeptive Funktion für die Stabilität besitzen. Die passiven Strukturen nehmen daher aktiv am dynamischen Prozess der Stabilisation teil. Aus den unterschiedlichsten passiven Strukturen werden Informationen zum Kontroll- und Informationssystem weitergeleitet, das wiederum das aktive System entsprechend adaptiert (VAN DEN BERG, 2001).

Die Instabilität ist auf die mangelhafte stabilisierende Wirkung des passiven System zurückzuführen. Das passive System reagiert auf nachlassende adaptive Fähigkeiten des aktiven System mit der Bildung von Osteophyten, womit eine verminderte Beweglichkeit im betroffenen Segment erreicht wird (PANJABI, 1992a). Die Entwicklung von Schmerz und Funktionsstörung ist nach KLEIN-VOGELBACH (2001) jedoch davon abhängig, wie das muskuläre System das strukturelle Defizit kompensiert bzw. wie die Wirbelsäule mit den äußeren Belastungen umgeht.

2.1.2 Aktives System

Aufgabe der Muskulatur ist es Bewegungen einzuleiten, das Körpergleichgewicht zu erhalten und die einzelnen Gelenke zu stabilisieren und zu schützen, wobei Bewegung und Stabilität voneinander abhängig sind (vgl. HAMILTON, 1997). Der Muskulatur wird eine sehr wichtige Rolle bei der Behandlung von Rückenschmerzen und Dysfunktion zuerkannt, neueste Erkenntnisse über die Muskelfunktionen haben entscheidend zur Entwicklung wirksamer Therapiemethoden bei Rückenschmerzpatienten beigetragen.

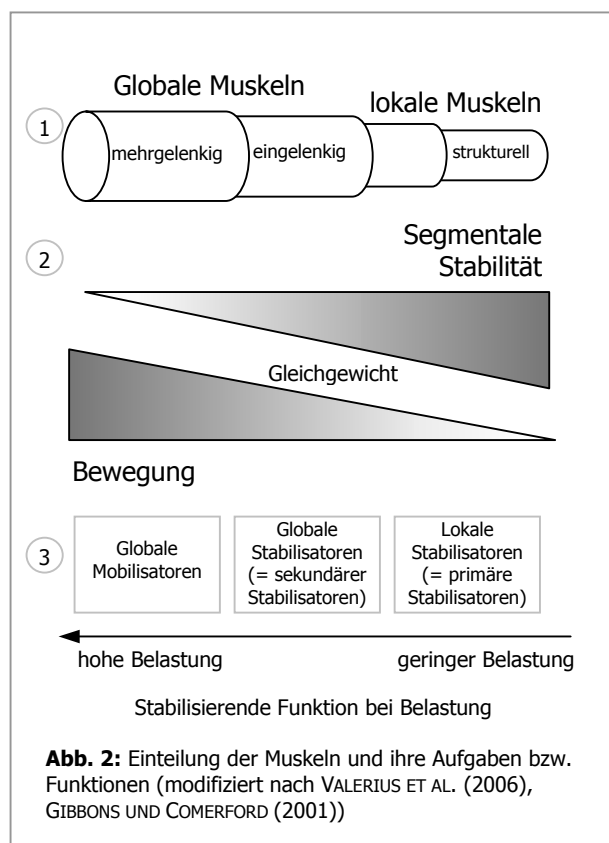
Das aktiv stabilisierende System wird nach den anatomischen Eigenschaften und ihrer entsprechenden Funktion folgendermaßen unterteilt in (vgl. Abb. 2):

- 1) lokale Muskeln (primär stabilisierend)
- 2) globale Muskeln, eingelenkig (Gleichgewicht)
- 3) globale Muskeln, mehrgelenkig (primär bewegend)

Die lokalen Muskeln (= lokalen Stabilisatoren) sind mit ihren tiefen, kurzen und quer liegenden gelenknahen Muskelfasern besonders für die aktive segmentale Stabilität geeignet. Die Muskeln verlaufen monoartikulär oder segmental, arbeiten exzentrisch, um Bewegungen zu steuern und weisen statische Haltefähigkeiten (tonische Muskeln) auf (vgl. GIBBONS UND COMERFORD, 2001; Tab. 1). Hingegen sind die langen, oberflächlich gelegenen globalen Muskeln (= globale Mobilisatoren) durch einen biartikulären oder multisegmentalen Verlauf charakterisiert. Die globalen Muskeln zeichnen sich durch konzentrisches Arbeiten aus, initiieren optimal beschleunigende Bewegungen (mehr bewegend (phasische) Muskeln) und sind für die Krafterzeugung ausgerichtet (vgl. GIBBONS UND COMERFORD, 2001; vgl. Tab. 1). Die globalen mehrgelenkigen Muskeln besitzen jedoch nur eine eingeschränkte Fähigkeit um die Segmente zu stabilisieren (vgl. Abb. 2). Die globalen eingelenkigen Muskeln (= globale Stabilisatoren) sind wiederum für die Stabilität des Gleichgewichts

zuständig. Die Muskeln übernehmen daher in unterschiedlichem Ausmaß eine stabilisierende Rolle. Bei Belastung oder sehr schnellen Bewegungen sollten jedoch nach GIBBONS UND COMERFORD (2001) die globalen Mobilisatoren herangezogen werden (vgl. Abb.2 ③).

GIBBONS UND COMERFORD (2001) gehen davon aus, dass die langsamen tonischen Muskeln (= lokalen Stabilisatoren) vorwiegend bei geringer Belastung und die schnellen phasischen Muskeln (= globale Mobilisatoren) bei höherer Belastung aktiviert werden (vgl. Abb.2 ③)). Bei den lokalen Stabilisatoren ist aufgrund der tonischen Fasern bei der Bewegung nur eine geringe Längenänderung feststellbar, sie werden jedoch während aller Gelenkbewegungen aktiv. Die lokalen Stabilisatoren bewirken jedoch selbst keine signifikanten Bewegungen (VAN DEN BERG, 2001).



Merkmal	Lokale Muskeln (lokale Stabilisatoren)	Globale Muskeln, eingelenkig (globale Stabilisatoren)	Globale Muskeln, mehrgelenkig (globale Mobilisatoren)
<i>Anatomie</i>	Gelenknah, segmental	Überspannt ein Gelenk	Überspannt mehrere Gelenke
<i>Muskelgröße</i>	klein	groß	Sehr lang
<i>Verlauf</i>	Tief, kurz	Höher, länger	Oberflächlich, lang
<i>Lage im Verhältnis zur Bewegungsrichtung</i>	Schräg und quer	parallel	In der Regel parallel, aber mit hoher Variabilität (aufgrund der komplexen Biomechanik durch Mehrgelenkigkeit)
<i>Fasertyp</i>	Vorwiegend Typ I	Gemischt Typ I und II, hohe Variabilität	Vorwiegend Typ II, lang, fusiform
<i>Rezeptorentyp</i>	Meist Muskelspindeln	Gemischt variabel	Meist sensorische Endigungen
<i>Verbindung zu benachbarten Strukturen</i>	Eng verbundn mit Gelenkkapsel und Faszie	Mittlere Schicht	Eng verbunden mit neuronalen Strukturen
<i>Funktion</i>	Segmentale Stabilität	Gleichgewicht	Bewegungseinleitung
<i>Anfälligkeit bezüglich Mechanoinsuffizienz</i>	Nicht anfällig	anfällig	Sehr anfällig
<i>Art der Kraftentwicklung</i>	Dauerhaft, 30 % der maximalen Kontraktion	Variable Mischung von Kraft und Dauer, 30 – 80 % maximale Kontraktion	Kurze Beschleunigungskraft, 80 % maximale Kontraktion
<i>Typische Kontraktionsart</i>	Statisch, tonische	Statisch und exzentrisch, geschlossene Kette	Konzentrisch, offene Kette
<i>Steuerung</i>	Stets sehr frühe Vorprogrammierung, unabhängig von der Bewegungsrichtung	Frühzeitige Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung	Frühzeitige Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung
<i>Dysfunktion</i>	Atrophie/Hemmung	Atrophie/Hemmung	„Spasmus“
<i>Klinische Anzeichen einer Dysfunktion</i>	Ermüdung	Schwäche, Ermüdung	Stretchsensivität, ‚Verkürzung‘
<i>Koordination</i>	Stets verzögert, Koordinationsstörung, Steuerung abhängig von der Bewegungsrichtung	Gelegentlich verzögert	Verfrühte Aktivität
<i>Pathohistologisches Korrelat</i>	Erhöhter Fett- und Bindegewebsanteil, reduzierte Kapillar- und Faserumfang (meist Typ I > Typ II)	Erhöhter Fett- und Bindegewebsanteil, reduzierte Kapillar- und Faserumfang	Atrophie Typ 1, extrem reduzierter Muskelumfang
<i>Zusammenhang mit Beschwerden</i>	Enger Zusammenhang mit Beschwerden	Variabler, indirekter Zusammenhang mit Beschwerden	Assoziiert mit Schmerzsensibilität der neuronalen Strukturen
<i>Klinische Untersuchungen</i>	Test der willkürlichen selektiven submaximalen Anspannung	Muskelfunktionstests: Kraft und Ausdauer, Muskeldysbalance	Stretchsensivitätstests, Provokationstests, Muskeldysbalance, Neurale Strukturen

Tab. 1: Einteilung und Charakterisierung der Muskeln (VALERIUS ET AL., 2006)

2.1.3. Kontroll- und Steuerungssystem

Das Kontroll- und Steuerungssystem ist nach VAN DEN BERG (2001) das verbindende, zentrale Element des stabilisierenden Systems. Das periphere und zentrale Nervensystem, das die Bewegungen und den Tonus der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur steuert, bekommt sensorische Informationen und gibt diese zur Adaptivierung an das aktive System weiter, das darauf angemessen reagiert. Die Ätiologie des Rückenschmerzes ist bei vielen Patienten ungeklärt. PANJABI (2003) vermutet, dass bei einem bestimmten Prozentsatz dieser Patienten eine nicht optimale neuromuskuläre Kontrolle - speziell bei dynamischen Bewegungen – vorhanden ist und deshalb Dysfunktionen und eine abgenommene Fähigkeit zur segmentalen Stabilisierung auftritt.

Wichtige Aufgaben des Steuerungs- und Kontrollsystems für eine optimale Stabilisation sind (VAN DEN BERG (2001), KLEIN-VOGELBACH (2000)):

- Steuerung der Muskulatur, um optimale Stabilisierung und Schutz der Gelenke zu gewährleisten und auf körpereigene oder fremde Bewegungsimpulse und Schwerkräfte (mit Wirkung von Gewichten) angemessen reagieren zu können.
- Aktivierung der primär stabilisierenden Muskulatur um den destabilisierenden Bewegungen der Extremitäten entgegenzuwirken (Feed-forward-Mechanismus)
- Kontrolle der angrenzenden Gelenke
- Koordination der primär stabilisierenden und bewegenden Muskulatur mit den Ansprüchen an Stabilität und effizienter Mobilität
- Erzeugung einer dauerhaften, tonischen Aktivierung (Muskelstiffness, Grundspannung) der lokalen Stabilisatoren
- Regulierung der Kokontraktionen der gelenksumgebenden lokalen Stabilisatoren

Das Steuerungs- und Kontrollsystem hat die Aufgabe nicht nur bei einzelnen Gelenken sondern auch bei den verschiedensten Funktionen aller relevanten Gelenke für die Stabilität zu sorgen, um diese zu sichern und Bewegungen physiologisch und ökonomisch durchzuführen (VAN DEN BERG, 2001).

2.2 Neutrale Zone

Die neutrale Zone wird definiert als der Bereich der Bewegung, in dem die Bewegung (ROM) - ausgehend von der neutralen Position - geführt wird bis ein Gelenkwiderstand auftritt (vgl. Abb. 3). Dieser Bereich, indem minimale

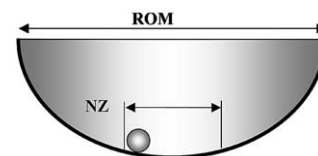


Abb. 3: Die neutrale Zone (NZ) ist Teil der Bewegung (ROM), in der ein widerstandsfreie Gleitbewegung des Gelenkes möglich ist (aus PANJABI, 2003)

Bewegungen zwischen den Wirbelsäulensegmenten stattfinden, ist für die Stabilität der Wirbelsäule verantwortlich. Die Größe der neutralen Zone gilt daher als wichtiger Messwert für die Stabilität der Wirbelsäule.

2.3. Segmentale Stabilisierung der Wirbelsäule

Mit ihrer Aktivität verringern die lokalen Stabilisatoren eine übermäßige segmentale Bewegung zwischen den Gelenksoberflächen und tragen damit zum aktiven Gelenkschutz und Entlastung der passiven Strukturen bei. Wiederholte Mikrotraumen und langfristige Gelenkschäden werden dadurch vermieden (KLEIN-VOGELBACH, 2000). Weiters haben die lokalen Stabilisatoren die Fähigkeit über das Zentralnervensystem ihren Festigkeitsgrad (Stiffness) zu erhöhen oder zu erniedrigen. Sie gewähren dadurch einen schnellen Gelenkschutz, unterstützen die passive Bewegungseinschränkung des Gelenkes und sorgen für eine angemessene Segmentstabilität. Eine steigende Zahl von Muskeln mit Kokontraktion um das Gelenk erhöht nach KLEIN-VOGELBACH (2000) dessen Stabilität, wobei jedoch übermäßige Kokontraktionen zu ineffizienten Bewegungen führen. Lokale Stabilisatoren können bei einer maximalen willkürlichen Muskelkontraktion von 25 % das Gelenk optimal stabilisieren ohne die Bewegungen des globalen Systems ineffizient zu gestalten. Während einer Bewegung weisen lokale Stabilisatoren nur eine geringe Veränderung der Muskellänge auf. Deshalb sind lokale Muskeln – im Gegensatz zu den globalen Muskeln – kaum gefährdet mechanisch ineffizient zu werden und stellen dadurch einen wirksamen Gelenksschutz dar (KLEIN-VOGELBACH, 2000). Lokale Stabilisatoren werden in eine Feed-forward-Schleife aktiviert, d. h. sie zeigen eine Kontraktion bevor eine Gleichgewichtstörung durch eine Bewegung der Extremitäten erfolgt.

Nach VAN DEN BERG (2001) muss die Muskulatur folgende Voraussetzungen aufweisen um ein Gelenk stabilisieren zu können:

- a) tonische Kontraktion
- b) Koordination und Kontrolle der translatorischen Bewegungen innerhalb der neutralen Zone
- c) Fähigkeit die Gelenkflächen optimal anzuordnen
- d) Koordinative Fähigkeiten um auf innen und außenwirkende Kräfte zu reagieren und bei der Bewegung die oben angeführten Punkte a – c zu gewährleisten.

2. 4. lokale Stabilisatoren, globale Stabilisatoren und globale Mobilisatoren der Lendenwirbelsäule

Lokale Muskeln (Lokale Stabilisatoren)	M. multifidus ¹³⁷ (tiefer lumbaler Anteil) ²⁶ M. transversus abdominis ^{1 2 3 57} M. psoas major ²⁵⁷ M. interspinales ²⁵ M. intertransversarii ⁵ M. quadratus lumborum ⁵⁷ Diaphragma ⁵⁷ Beckenbodenmuskulatur (M. levator ani, M. pubovaginalis, M. puboprostaticus, M. puborectalis, M. pubococcygeus, M. ischiococcygeus, M. iliococcygeus) ⁵ M. iliocostalis lumborum. longissimus ⁷
globale Muskeln, eingelenkig (Globale Stabilisatoren)	M. obliquus externus abdominis ² M. obliquus internus abdominis ² M. spinalis ² M. gluteus medius ²⁵⁶ M. gluteus maximus ⁶
globale Muskeln, mehrgelenkig (Globale Mobilisatoren)	M. rectus abdominis ² M. iliocostalis ² M. piriformis ²
Globale Muskeln (allgemein)	M. rectus abdominis ¹³⁷ M. obliquus externus abdominis ¹³⁵⁷ M. obliquus internus abdominis ¹ (VALERIUS ET AL. 2006, O'SULLIVAN 2003 (hintere Anteil): lokaler Stabilisator) M. iliocostalis lumborum ⁵⁷
¹ HAMILTON UND RICHARDSON (1997) ² GIBBONS S. G. T. UND COMERFORD M. J. (2001) ³ KLEIN-VOGELBACH (2000) ⁵ VALERIUS ET AL. (2006) ⁶ HÜTER-BECKER (2005c) ⁷ O'SULLIVAN (2003)	

Tab. 2: Kategorisierung der Rumpfmuskulatur

Angaben verschiedener Autoren (keine eindeutige Zuordnung der Muskeln nach HÜTER-BECKER UND DÖLKEN (2005c) möglich, da verschiedenste Faktoren (z.B. Gene, individueller funktioneller Status) eine relevante Rolle spielen)

- Lokale Stabilisatoren der Lendenwirbelsäule (vgl. Tab. 2)

In zahlreichen Untersuchungen wurde bereits nachgewiesen, dass die aus lokalen Stabilisatoren gebildete Funktionseinheit der Lendenwirbelsäule, bestehend aus der gelenknahen autochtonen Rückenmuskulatur (und besonders der M. multifidus), M. transversus abdominis, dem Diaphragma sowie der Beckenbodenmuskulatur, mit ihren gleichzeitigen und abgestimmten Kontraktionen, für die Stabilität der Lendenwirbelsäule verantwortlich ist. Entscheidend ist jedoch die zeitliche Abfolge der Rekrutierung der Muskeln, um ihre stabilisierende Wirkung ausüben zu können (VAN DEN BERG, 2001).

Der größte und am medialsten gelegene Muskel der lumbalen Rückenmuskulatur ist der **M. multifidus** (BOGDUK, 2000). Die für diesen

Muskel charakteristischen fächerartigen angeordneten Faserbündel ziehen von den Processi spinosi zu den nachfolgenden lumbalen und sakralen Segmenten. Die kürzeren Fasern des M. multifidus (auch als laminäre Fasern bzw. M. multifidus brevis bezeichnet) stellen den tiefen, segmentalen lumbalen Anteil dar und bilden einen Teil der hinteren Gelenkkapsel der Facettengelenke. Deshalb wird der Muskel gerne als Rotatorenmanschette des Facettengelenkes bezeichnet (KLEIN-VOGELBACH, 2000). Nach BOGDUK (2000) schützen die tiefen Schichten des M. multifidus die Gelenkkapsel vor einem Einklemmen im Gelenk bei Bewegungen, die vom M. multifidus ausgeführt werden. Den tiefen Schichten des M. multifidus wird auch die Eigenschaft zugeschrieben, durch Muskelkontraktion die neutrale Zone zu stabilisieren (BOGDUK, 2000). Der M. multifidus gilt daher als der Schlüsselmuskel für die segmentale Kontrolle und Stabilisation (HIDES ET AL., 1997).

Der **M. transversus abdominis** ist der tiefste und dünnste Muskel des Abdominalraumes. Die Muskelfasern verlaufen fast horizontal von der Linea alba und der inneren Oberfläche der unteren Rippenknorpel über die Fascia thoracolumbalis zu den lumbalen Segmenten. Aufgrund der Nähe der Muskeln zur Rotationsachse bzw. der horizontal ausgerichteten Muskelfasern sind diese Muskeln nicht für die Krafterzeugung geeignet, jedoch effizient bei der Stabilisierung der Gelenke (KLEIN-VOGELBACH, 2000). SCHOMACHER (2005) erwähnt einen Schub, den der M. transversus abdominis auf die Lendenwirbelkörper nach dorsal ausübt und damit bremsend auf ein mögliches Ventralgleiten der Lendenwirbel - besonders in den Segmenten L4 und L5 - entgegenwirkt. Der M. transversus abdominis wirkt kontrollierend auf die Stabilität der Lendenwirbelsäule bei Bewegungen in Rotation bzw. Lateralflexion, indem er über die Fascia thoracolumbalis den intraabdominalen Druck (IAP) aufrechterhält (O'SULLIVAN ET AL., 1997a). Der IAP wird hauptsächlich durch das Diaphragma, M. transversus abdominis und Beckenboden kontrolliert und bewirkt einen stabilisierenden Effekt auf die Lendenwirbelsäule (O'SULLIVAN, 2003).

Verschiedenste Untersuchungen haben gezeigt, dass der M. transversus ebenso wie die tiefen Anteile des M. multifidus bei Extremitätenbewegungen vor den eigentlichen bewegenden Muskeln aktiviert werden und dadurch stabilisierend und gelenkschützend agieren. Dabei werden die Muskeln bereits bei geringer Belastung aktiviert und zeigen eine beständige schwache Aktivität bei Bewegungen. Beide Muskeln erzeugen durch Kokontraktionen eine wirksame Steifheit, die die Bewegungssegmente vor unphysiologischen Bewegungen schützt (RICHARDSON ET AL., 1999).

Der Beckenboden ist ein wichtiger Bestandteil des stabilisierenden Systems der Lendenwirbelsäule, obwohl die einzelnen **Beckenbodenmuskeln** nicht an den Lendenwirbeln direkt ansetzen und nur indirekt auf sie Einfluss nehmen. Jedoch hat die Beckenbodenmuskulatur und die Pelvic visceral fascia eine Verbindung mit der Fascia thoracolumbalis, wodurch sich eine Kontraktion des Beckenbodens auf die „passive“ Struktur der Fascia thoracolumbalis überträgt. Über einen zunehmenden intraabdominalen Druck kann der Beckenboden zu einer Stabilisierung der Wirbelsäule beitragen (CLELAND ET AL., 2002). Die Beckenbodenmuskulatur ist eine relativ dünne Muskelschicht und enthält einen großen Anteil an tonischen Fasern um bei aufrechter Körperhaltung ausdauernd gegen die Schwerkraft stabilisieren zu können. Neuere Untersuchungen belegen die stabilisierende Wirkung auf die Lendenwirbelsäule durch eine Koppelung der Aktivität des Beckenbodens mit dem M. transversus abdominis (HÜTER-BECKER UND DÖLKEN (2005b), CLELAND ET AL. (2002)). Die meisten Beckenbodenmuskeln haben nach POOL-GOUDZWAARD ET AL. (2005) weiters die Fähigkeit das Sakrum in Kontranutation zu bewegen. Diesem Vorgang kann der M. multifidus entgegenwirken und steuert so gemeinsam mit den Beckenbodenmuskeln die Sakrumstellung und damit gemeinsam das Segment L5-S1.

RICHARDSON ET AL. (1999) konnten nachweisen, dass auch beim **Diaphragma** die für lokale Stabilisatoren typische Muskelaktivierung vor einer Gleichgewichtsstörung durch Extremitätenbewegungen erfolgt und das Diaphragma zeitgleich mit dem M. transversus abdominis angespannt wird. Für SCHOMACHER (2005) ist es fraglich, ob eine direkte mechanische Wirkung des Zwerchfells auf die Stabilität der Lendenwirbelsäule möglich ist.

Über die Funktion des **M. psoas** und den Einfluss auf die Stabilität der Wirbelsäule wird kontrovers diskutiert. Nach BOGDUK (2000) hat der M. psoas in Bezug auf die Flexion und Extension der Lendenwirbelsäule nur einen schwachen Einfluss. Die Muskelfasern sind so angeordnet, dass die oberen Segmente der Lendenwirbelsäule eine Extension bzw. die unteren Segmente der Lendenwirbelsäule eine Flexion erfahren. Ebenso liegen die Muskelfasern nahe der Rotationsachse und damit kann der M. psoas nur sehr kleine Bewegungen durchführen. BOGDUK (2000) merkt jedoch an, dass der M. psoas einen massiven axialen Kompressionsdruck auf die unteren lumbalen Bandscheiben ausübt.

SCHOMACHER (2005) führt zahlreiche Untersuchungen an, die eine Aktivierung des M. psoas bei verschiedenen Alltagsaktivitäten belegen und damit ihm eine stabilisierende Funktion für die Lendenwirbelsäule zuschreiben. Besonders die hinteren Stränge des M. psoas spielen für die Stabilisation eine wichtige Rolle (GIBBONS UND COMERFORD, 2001). GIBBONS UND COMERFORD (2001) heben hervor, dass ein großer Anteil der Muskelfasern des M. psoas major fasziale Verbindungen zum Diaphragma, der Fascia thoracolumbalis sowie dem Beckenboden aufweisen bzw. mit den Lendenwirbelkörpern verbunden sind. Durch diese einzigartige anatomische Anordnung - verbindend zwischen dem Diaphragma und Beckenboden zu agieren - wird dem M. psoas eine bedeutende Rolle für die Aufrechterhaltung des intraabdominalen Druckes und der Stabilität der Lendenwirbelsäule zugeordnet.

JORGENSSON (1993) stellt in Untersuchungen fest, dass ein verkürzter M. iliopsoas zu einer Zunahme der Bewegungen zwischen den

Wirbelsegmenten und zu Dysfunktionen in der Wirbelsäule führen kann. Nach STEINRÜCKEN (1998) kann der M. psoas major mit zunehmender Hüftflexion bei ca. 20-30 Grad einen gelockerten, instabilen Wirbel nach ventral ziehen, das sich besonders beim Vorbeugen des Rumpfes und Wiederaufrichten sowie beim Heben des gestreckten Beines in Rückenlage bemerkbar machen kann.

Nach VALERIUS ET AL. (2006) werden die Muskeln **M. interspinalli**, **M. rotatores** und **M. intertransversarii** ebenso den lokalen Stabilisatoren zugeordnet. BOGDUK (2000) vermutet eine propriozeptive Funktion bei den intersegmentalen Muskeln, da sie nahe an der Lendenwirbelsäule liegen und die Bewegungen der Wirbelsäule kontrollieren. Dadurch ist es den Muskeln möglich mit Feedback die Aktion der umliegenden Muskeln zu beeinflussen. Sie sind weiters für die Feineinstellung der Stabilität der Wirbelsäule verantwortlich.

Nach VALERIUS ET AL. (2006) nehmen die medialen Anteile des **M. quadratus lumborum** als lokale Stabilisatoren Einfluss auf die Stabilität der Lendenwirbelsäule. Der M. quadratus lumborum wird als wichtiger, aber bis jetzt unterschätzter lateraler Stabilisator bei Flexions- bzw. Extensionsbewegungen der Lendenwirbelsäule beschrieben (CELESTINI ET AL. (2005), CLELAND ET AL. (2002)). BARR ET AL. (2005) beschreibt den M. quadratus lumborum ebenso als wichtigen lateralen Stabilisator, der mit den Processi transversii der lumbalen Wirbelsäule über die Fascia thoracolumbalis verbunden ist und daher zur Steigerung der lumbalen Stiffness beiträgt. Für BARR ET AL. (2005) ist der M. quadratus lumborum ein Schlüsselmuskel für die lumbale Stabilisation und ihm sollte in der Behandlung von segmentalen Instabilitäten mehr Beachtung gegeben werden.

Ebenso stabilisierend auf die Lendenwirbelsäule kann die Fascia thoracolumbalis einwirken. Neben ihren Ansatz an den Lendenwirbelkörpern dient sie nur als Ursprung des M. transversus

abdominis und M. obliquus internus abdominis (vgl. SCHOEMACHER, 2005). Weiters sind Muskeln wie z. B. M. latissimus dorsi, M. gluteus maximus, M. trapezius pars ascendens mit der Faszie verbunden. Kontraktionen dieser Muskeln werden auf die „passive“ Struktur übertragen und führen zur Stabilität im Bereich der Lendenwirbelsäule. Die hinteren Teile des **M. obliquus internus abdominis** werden ebenfalls den lokalen Stabilisatoren zugeordnet, dabei könnte der stabilisierende Mechanismus mit der Verbindung zur Fascia thoracolumbalis zusammenhängen (RICHARDSON ET AL., 1999).

- *Globale Stabilisatoren der Lendenwirbelsäule* (vgl. Tab. 2)

Diese Muskeln sind mehr oberflächlich gelegen und vorwiegend monoartikulär. Globale Stabilisatoren sind prädestiniert um Kraft zu erzeugen und das Ausmaß einer Bewegung zu kontrollieren. Die Muskeln sind nicht ständig aktiv und bewirken durch ihre Aktivität Bewegungen mit Stabilität (GIBBONS UND COMERFORD, 2001). Die beiden globalen Stabilisatoren **M. obliquus externus abdominis** und **M. obliquus internus abdominis** (oberflächlicher Fasern werden den globalen Stabilisatoren zugeordnet) spielen bei der Erzeugung des intraabdominalen Druckes eine wichtige Rolle (CLELAND ET AL., 2002)

Neben den **M. gluteus medius** zählt auch der **M. gluteus maximus** zu den globalen Stabilisatoren, der durch die Verbindung mit der oberflächlichen Schicht der Fascia thoracolumbalis nach PIPER (2005) zur Stabilisierung der Lendenwirbelsäule beiträgt. Eine schützende Rolle des M. gluteus maximus ist nach PIPER (2005) vorwiegend bei der Rückbeugung des Rumpfes anzunehmen. Je aktiver der Muskel bei Hüftextension und Retroversion des Beckens bei der Rückbeugung des Rumpfes ist, desto weniger Extensionsbewegungen der Lendenwirbelsäule sind erforderlich.

- *Globale Mobilisatoren der Lendenwirbelsäule* (vgl. Tab. 2)

Aufgrund der entfernten Lage von der Rotationsachse sind die oberflächlichen mehrgelenkigen globalen Mobilisatoren (z.B. M. rectus

abdominis, M. iliocostalis, M. piriformis) für die Initiierung von Bewegungen geeignet. Die Muskeln zeigen konzentrische Aktivität zur Erzeugung von Kraft und Geschwindigkeit bzw. exzentrische Aktivität zur Verlangsamung bei hohen Belastungen (GIBBONS UND COMERFORD, 2001).

Die koordinierte Muskelrekrutierung des globalen Muskelsystems (globalen Mobilisatoren und Stabilisatoren) und des lokalen Muskelsystems (lokale Stabilisatoren) sichert bei funktionellen und physiologischen Bewegungen die Stabilität der Lendenwirbelsäule. Kokontraktionen der lokal stabilisierenden Muskeln (Funktionseinheit der Lendenwirbelsäule bestehend aus M. multifidus, M. transversus, Diaphragma und Beckenboden) führen zu einem stabilisierenden Effekt der beweglichen Segmente der Wirbelsäule – besonders innerhalb der neutralen Zone – die eine stabile Basis für die Aktivitäten der globalen Muskulatur bietet (O’SULLIVAN, 2003).

3. INSTABILITÄT DER LENDENWIRBELSÄULE

3.1. Ursache der segmentalen Instabilität

Als Gründe für die Entstehung einer segmentalen lumbalen Instabilität werden verschiedene Spondylolisthese - Formen angegeben (STEINRÜCKEN, 1998):

- a) mit einer beidseitigen Unterbrechung der Wirbelbögen
- b) degenerative Veränderungen im Bewegungssegment
(= degenerative (Pseudo-) Spondylolisthese)

STEINRÜCKEN (1998) beschreibt zwei Ursachen für den Gleitvorgang, die klinisch unterschiedlich in Erscheinung treten:

- Die Instabilität wird durch eine Spaltbildung (=Spondylolyse) der Pars interarticularis eines lumbalen Wirbels hervorgerufen und führt zum Abgleiten des Wirbels nach ventral, während der Processus spinosus dorsal bleibt.

- Der Gleitvorgang ist auf eine vermehrte Beweglichkeit in den Facettengelenken und dem Bandscheibenraum eines Niveaus infolge einer Bandscheibendegeneration bzw. Facettengelenksarthrose zurückzuführen.

Folgende Klassifikation wird in der Literatur angegeben, die jedoch nicht unumstritten ist, da sie sich nach FRITSCH (2003) auf einer Mischung ätiologischer und morphologischer Kriterien stützt und nicht in allen Fällen eine reproduzierbare Einteilung möglich ist:

Typ I: **angeborene, dysplastische Spondylolisthesis**

Ätiologie: Diese Form des Wirbelgleiten ist durch eine Entwicklungsstörung des 5. Lendenwirbelbogens und des proximalen Sakrum mit verminderter Belastung des lumbosakralen Überganges gekennzeichnet. Nach ZIPPEL (1992) kann im Kindesalter bereits der Gleitprozess des Wirbels ein Ausmaß bis zur Spondyloptose erreichen, der jedoch schmerzlos ist, wobei aber häufig neurologische Störungen (Hüftlendenstrecksteife, S1-Syndrom, Cauda equina-Syndrom) beobachtet werden.

Typ II: **isthmische Spondylolisthesis** (= spondylolytische, echte Spondylolisthese, Spondylolisthesis vera)

Ätiologie: Die häufigste Form des Wirbelgleitens, die im wesentlichen durch eine Stress- bzw. Ermüdungsfraktur der Pars interarticularis entsteht und mit einem Ventralgleiten des Wirbelkörpers verbunden ist (WITTENBERG ET AL., 1998). Ein gehäuftes Auftreten dieser Form der Spondylolisthese ist bei Sportlern (besonders bei Sportarten mit wiederholten Hyperextensions- bzw. Rotationsbewegungen oder Heben wie z. B. Turner, Gewichtheber, Speerwerfer, Balletttänzer) zu beobachten. Nach SELLER UND WILD (2005) ist bei dieser isthmischen Form in ca. 80 % die Pars interarticularis von L5 betroffen und verursacht ein Wirbelgleiten zwischen L5 und S1. In ca. 15 – 20 % ist eine Spaltbildung der Pars interarticularis von L4

bzw. in wenigen Fällen bei den darüberliegenden Wirbeln anzutreffen.

Typ III: Die **degenerative (Pseudo-)Spondylolisthesis** ist auf eine verschleißbedingte Veränderung der Bandscheibe und der Facettengelenke zurückzuführen. Die daraus verursachte Instabilität führt zu einem Ventralgleiten des gesamten Wirbels einschließlich des Bogens und der Wirbelfortsätze. Degenerative Spondylolisthesen sind nach SELLER UND WILD (2005) in über 80% im Segment L4/5, in ca. 15% im Segment L5/S1 und selten in den Segmenten der mittleren und oberen Lendenwirbelsäule festzustellen. Ein häufigeres Auftreten der degenerativen Spondylolisthese ist bei Frauen zu beobachten (besonders über 60 Jahre sind 10% der Frauen betroffen) und tritt ebenso gehäuft bei einer Sakralisation des 5. Lendenwirbels auf. Das Ausmaß der Wirbelverschiebung überschreitet dabei selten 30 % (SELLER UND WILD, 2005).

Typ IV: Die **traumatische Spondylolisthesis** wird durch ein schweres Trauma mit Fraktur außerhalb der Pars interarticularis ausgelöst. Dabei handelt es sich zumeist um anterior/posteriore oder posterior/anteriore Krafteinwirkungen auf den lumbosakralen Übergang, die oft mit schweren Abdomenverletzungen verbunden sind (FRITSCH, 2003).

Typ V: Neben generalisierten Skeletterkrankungen (wie z. B. Osteogenesis imperfecta, Osteomalzie, Marfan-Syndrom) können auch Entzündungen oder Tumore eine Schwächung bzw. Schädigung der Pars interarticularis und eine dadurch bedingte **pathologische (= symptomatische) Spondylolisthesis** hervorrufen.

Typ VI: Die **direkte postoperative Spondylolisthesis** beschreibt eine Form des Wirbelgleitens, die infolge eines operativen Zugang über die posterioren Wirbelelemente entsteht. FRITSCH (2003) räumt jedoch ein, dass aufgrund der geänderten Operationstechniken, von der destabilisierenden Laminektomie oder Hemilaminektomie

zu stabilitätskonformen Dekompressionstechniken, diese Form der Spondylolisthesis abnimmt. Hingegen wird die **indirekte postoperative Spondylolisthese** infolge der in den letzten Jahren steigenden Zahl an Spondylodesen vermehrt festgestellt (FRITSCH, 2003). Bei dieser degenerativen Form ist das Segment unmittelbar angrenzend der Wirbelfusion betroffen (= Anschlussinstabilität, vgl. S. 47).

Obwohl 4-5% der Bevölkerung eine Spondylolyse und 2-3% der Bevölkerung eine Spondylolisthesis aufweisen gibt nur ein geringer Prozentsatz der betroffenen Bevölkerung Schmerzen an (MORSCHER, 1991). 75 % der Fälle der insgesamt auftretenden Spondylolisthesen werden der isthmischen, 10 % der dysplastischen und 10 % der degenerativen Form der Spondylolisthese zugeordnet. Pathologische und traumatische Spondylolisthesen treten nur selten auf (ZIPPEL, 1992) .

3.2. Biomechanik der Instabilität

Die primär bedingte Instabilität wird durch folgende auffallende Veränderungen in der Bewegung der Wirbelsäule beschrieben (nach BOGDUK (2000), KRISMER ET AL. (1997)):

Erhöhte Translation:

Nach BOGDUK (2000) liegt dann eine Instabilität der Lendenwirbelsäule vor, wenn in einem Segment bei einer Extensions-/Flexionsbewegung zu einem bestimmten Zeitpunkt das Verhältnis zwischen Rotation und Translation abweicht. Das bewegte Segment weist eine ungenügende Translation im Vergleich zur vollzogenen Rotation auf oder es ist eine Translation ohne Rotation festzustellen. Diese Form der Instabilität wird mit Röntgenfunktionsaufnahmen diagnostiziert (BOGDUK, 2000). Jedoch ist vor allem bei den degenerativen Spondylolisthesen eine vermehrte Translation mit einer Differenz mit mehr als 4 mm nur selten nachzuweisen.

Dynamische Instabilität:

Eine weiteres Modell zur Erklärung der Instabilität gibt BOGDUK (2000) an, indem Instabilität dann eintritt wenn das Gleichgewicht zwischen verschiebenden und bremsenden Kräften (wie Facetten, Ligamenten und Muskeln des Segmentes) nicht ausreicht um ein übermäßiges Verschieben bzw. eine totale Dislokation des Segmentes zu verhindern.

Vergrößerte neutrale Zone bei Instabilität:

In verschiedenen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass die neutrale Zone ein primärer Indikator für eine strukturelle Schädigung ist, d.h. je größer die neutrale Zone ist, desto größer ist die Instabilität der Wirbelsäule (vgl. Abb. 4). Bei Vergrößerung der neutralen Zone aufgrund einer Verletzung oder Degeneration kann durch die Aktivierung der tief liegenden lokalen Stabilisatoren hingegen die neutrale Zone des geschädigten Bewegungssegmentes verkleinert werden (PANJABI (1992b), KLEIN-VOGELBACH (2000)). PANAJBI (1992b) führt den M. multifidus als idealen Kontrollmuskel der neutralen Stellung der Lendenwirbelsäule an.

PANJABI (2003) beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen Bewegung und Schmerz und stellt die Hypothese auf, dass in schmerzfreien Segmenten eine normale Neutrale Zone und ROM vorzufinden ist (Abb. 5a). Hingegen

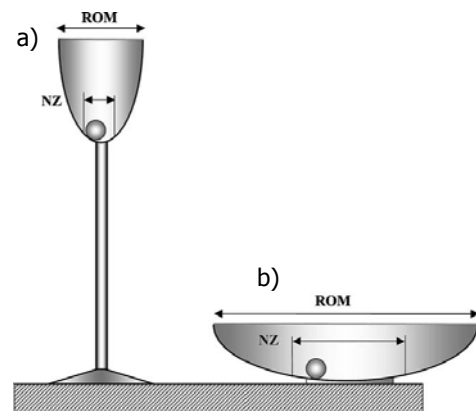


Abb. 4: Unterschiedliche ausgeprägte Stabilität (schematisch Darstellung „Ball in Weinglas bzw. Schale“): a) kleine neutrale Zone mit hoher Stabilität im Gegensatz zu b) größere neutrale Zone mit geringer Stabilität (aus: PANJABI, 2003) (ROM = range of motion, NZ = Neutrale Zone)

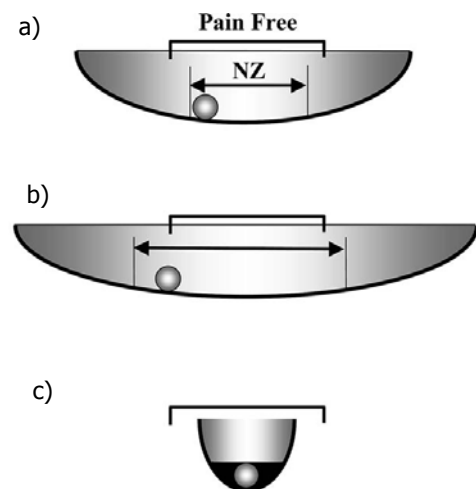


Abb. 5: Bewegung-Schmerz –Stabilisation Hypothese a) stabile, schmerzfreie Segment, b) instabile, schmerzhaftes Segment, c) durch Selbstheilungsprozess restabiliertes Wirbelsäule (aus: Paniabi, 2003) (NZ = Neutrale Zone)

treten bei strukturellen Schäden im Segment ein vergrößertes Bewegungsausmaß und eine Zunahme der neutralen Zone bzw. Schmerzen auf (Abb. 5b). Das stabilisierende System reagiert mit einer Aktivierung des aktiven Systems bzw. bei nachlassenden Möglichkeiten der Muskulatur mit der Bildung von Osteophyten um Stabilität wiederzuerlangen (Abb. 5c). Klinische Studien weisen darauf hin, dass durch eine Stabilisierung der schmerzhaften Segmente mit Hilfe einer Orthese eine deutliche Schmerzreduktion festgestellt werden kann (PANJABI, 2003). PANJABI (2003) vermutet deshalb einen direkten Zusammenhang zwischen einer verringerten neutralen Zone und Schmerzreduktion.

In der klinischen Praxis ist die neutrale Zone ein problematisches Maß für Instabilität, da sie nicht in vivo gemessen werden kann. Nach KLEIN-VOGELBACH (2000) wird die neutrale Zone dennoch ein wichtiger Parameter für zukünftige Forschungen bleiben, um strukturelle Instabilität zu evaluieren.

Eine entscheidende Rolle für die segmentale Stabilität des Bewegungssegmentes hat die Bandscheibe. KRISMER ET. AL (1997) fanden heraus, dass die Anulusfasern stärker die Rotation begrenzen als die Wirbelgelenke. Bei zunehmender Degeneration des Anulus fibrosus (mit Volumensverlust des Nucleus und Sinterung der Bandscheibe KRISMER ET. AL., 1997) wird die rotationsbegrenzende Funktion von den Wirbelgelenken übernommen und eine Degeneration der Wirbelgelenke tritt jedoch infolge ein. Der Höhen- und Massenverlust der Bandscheibe führt zu einer geringeren Vorspannung des passiven Systems, wie den Ligamenten, und zu einer Annäherung des Muskelansatzes bzw. -ursprungs. In weiterer Folge führt es zur Dysfunktion im Bereich der lokalen Stabilisatoren und zu einer nicht ausreichenden Stabilisation der neutralen Zone mit Schädigung der passiven Strukturen. KRISMER ET AL. (1997) stellen fest, dass die Höhenreduktion einer Bandscheibe immer mit dem Funktionsverlust der stabilisierenden Anulusfasern einhergeht und

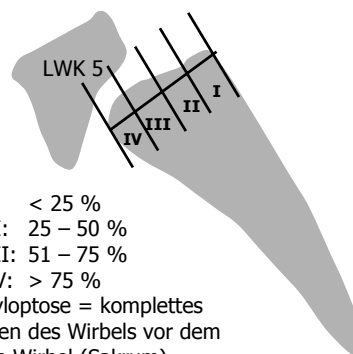
bereits einen Hinweis auf eine vorhandene Instabilität gibt. Eine Korrelation zwischen Höhenreduktion und Schmerz nach KRISMER ET AL. (1997) ist jedoch nicht festzustellen.

Die sekundär hervorgerufenen Instabilitäten (z.B. durch Frakturen, Diskektomie oder Entzündungen) sind einfacher definiert und zu verstehen. Dabei werden durch chirurgische Eingriffe passive stabilisierende Strukturen (z.B. Durchtrennung des Lig. longitudinale posterius und posterioren Anulus fibrosus) entfernt, wodurch die Stabilität der Wirbelsäule verloren geht (vgl. BOGDUK, 2000).

3.3. Bildgebende Diagnostik der Instabilität

1) Röntgen

Als Grundlage für die Diagnostik einer Instabilität werden Röntgenaufnahmen (anterior/posterior, seitlich, schräg) im Stehen herangezogen. Mit Hilfe der seitlichen Röntgenfunktionsaufnahmen ist ein Ventralgleiten des Lendenwirbelkörpers feststellbar. Nach dem Schweregrad des Gleitens erfolgt



Grad I: < 25 %
Grad II: 25 – 50 %
Grad III: 51 – 75 %
Grad IV: > 75 %
Spondyloptose = komplettes Abgleiten des Wirbels vor dem unteren Wirbel (Sakrum)

Abb. 6: Einteilung der Ventralverschiebung nach MEYERDING

die Einteilung in vier Dislokationsstufen nach MEYERDING (vgl. Abb. 6). Als positiver Nachweis einer Instabilität gilt eine a./p. Bewegung von 4 mm. Indirekte Hinweise auf eine vermehrte Translation in dem Segment geben sogenannte „Traction spurs“ (d.h. parallel zu den Wirbelkörperoberflächen ausgerichtete knöcherne Sporne ober- und unterhalb der Ränder der Abschlussplatten der Wirbelkörper an der Ansatzstelle des Anulus fibrosus) bzw. eine Bandscheibenversmälnerung (KRISMER ET AL., 1997). Weiters deutet eine Subluxation der Gelenke auf eine bestehende Instabilität hin (BENINI, 1991).

2) Magnetresonanztomographie (MRT)

Das MRT ist ein unerlässlicher Bestandteil der diagnostischen Abklärung einer Instabilität, da sich vor allem degenerative Veränderungen der Bandscheibe gut beurteilen lassen, das einen direkten Hinweis auf eine Instabilität gibt (FRITSCH, 2003). Durch den Volumenverlust des Nucleus pulposus verlieren die Fasern des Anulus fibrosus an Spannung, das zu einer vermehrten Beweglichkeit im Bandscheibensegment führt. Durch die entstandene Mikroinstabilität kann es zu einer entzündlichen Reizung im angrenzenden Knochen kommen. Mit Hilfe der Modic-Stadien ist eine Beurteilung der begleitenden Reaktion des Knochenmarks (Deckplatten und angrenzenden Wirbelkörper) möglich: Im ersten Stadium beschreibt das Modic I-Zeichen eine Knochenmarködembildung, die mit starken Rückenschmerzen verbunden ist. Im Laufe von Monaten wird das Knochenmarködem zurückgebildet und zunehmende Fettzellen eingelagert (Modic II-Zeichen). Anschließend kann eine Sklerosierung bzw. Fibrosierung im betroffenen Segment festgestellt werden (Modic III-Zeichen).

3) Als ein weiteres indirektes Zeichen für die Instabilität gibt BENINI (1991) das sog. „Vakuumphänomen“ an, das eine intradiskale Gasansammlung beschreibt und einen Hinweis auf die Bandscheibendegeneration gibt. Dieses Vakuumphänomen wird mittels Computertomographie als weiteres bildgebendes diagnostisches Verfahren diagnostiziert. Zur weiteren Abklärung einer möglichen Instabilität stehen die Myelo-Computertomographie bzw. die Diskographie (deren diagnostischer Wert zur Bewertung einer Instabilität kontrovers beurteilt wird (vgl. KRISMER ET AL., 1997)) zur Verfügung.

3.4. Klinische Instabilität

Es gibt derzeit keine einheitliche Meinung bzw. Definition zur lumbalen Instabilität. Die diagnostische Klassifikation ist umstritten, da das pathomechanische Verhalten der lumbalen Instabilität nicht eindeutig und schlecht definiert ist (COOK ET AL., 2006). Aufgrund der Ungenauigkeit und eingeschränkten Möglichkeiten der Röntgenfunktionsaufnahmen, geringe Verlässlich- und Gültigkeit von klinischen Tests und geringe Korrelation zwischen Beweglichkeit und Schweregrad der Symptome ist es schwierig die klinische Instabilität eindeutig zu diagnostizieren. Deshalb ist der Nachweis einer Instabilität mit den pathoanatomischen, radiologischen und klinischen Beurteilungen begrenzt möglich (COOK ET AL. (2006), O'SULLIVAN (2003)). Aus diesem Grund ist die Diagnose der zunehmenden und abnormalen „intersegmental motion“ schwierig (O'SULLIVAN, 2003), die Diagnostik der lumbalen Instabilität lässt sich am besten mit der bildgebenden Diagnostik und der klinischen Instabilität durchführen COOK ET AL. (2006). Die subjektiven und objektiven Kardinalsymptome der klinischen Instabilität wurden in einer Studie von COOK ET AL. (2006) zusammengefasst (vgl. Abb. 7).

Klinische Instabilität:

Subjektive Symptome

1. Unsicherheits- bzw. Instabilitätsgefühl (giving way)
2. Kreuzschmerzen beim sich Aufrichten, Pat. richtet sich mit Hilfe der Hände wieder auf (Gower-Zeichen)
3. Belastungsabhängige Kreuzschmerzen bzw. statische Kreuzschmerzen bei längerem Stehen oder Sitzen
4. Regelmäßige Schmerzattacken, Schmerzen bei plötzlichen oder trivialen Bewegungen bzw. schmerzhafter Bogen
5. wiederholte Wirbelgelenksblockierungen („Hexenschüsse“)

Objektive Symptome

1. deutliche Stufenbildung zwischen zwei Segmenten, „Sprungschancenphänomen“
2. Hyper- und Hypomobile Segmente nebeneinander
3. lokaler Druckschmerz oder Rüttelschmerz über die betroffenen Dornfortsätze
4. positive Provokationstests (Springing-Test, Rosettentest, Anterior-Shear-Test nach McGill, PLE (Passive lumbae Extensionstest) bzw. Immobilisationstest
5. Spannung der paravertebralen Muskulatur, auffällige Hypertrophie der umgebenden Muskulatur
6. Pseudoradikulärer Schmerzen (Facettenschmerz): gelegentliches Ausstrahlen der Schmerzen pseudoradikulär in die Glutealregion bzw. Oberschenkel
7. Radikuläre Symptome: positiver Lasegue- bzw. Bragard-Zeichen bei Nervenwurzelirritationen und vorhandenen neurologischen Störungen; Parästhesien, Schmerzen (tiefe chronische Rückenschmerzen (selten weiter ausstrahlend als bis zum Knie) mit Phasen der einzelnen Defizite), monosegmentale oder monoradikuläre Claudicatio intermittens (Wurzelkompression))
8. Dysfunktion im lokalen und globalen System

Abb. 7: Subjektive und objektive Symptome bei klinischer Instabilität: modifiziert nach COOK ET AL. (2006), BENINI (1991), VAN DEN BERG (2001), FRITSCH (2003), WITTENBERG ET AL. (1998), SELLER UND WILD (2005);

In der Literatur wird der mit Orthesen durchgeführte Immobilisationstest als möglicher Instabilitätsnachweis angeführt (vgl. PANJABI, 2003). Nach KRISMER ET AL. (1997) lässt ein positiver Immobilisationstest jedoch noch

nicht eindeutig einen Rückschluss auf eine vorliegende Instabilität zu. Aus positiven Immobilisationstests kann nach KRISMER ET AL. (1997) nur geschlossen werden, dass die Schmerzen gemindert werden, dass sowohl bei athrotischen Gelenken als auch bei entzündlichen Gelenken und bei Instabilität zutreffend ist.

Als eine neue Methode zur Evaluierung der Instabilität wird der passive lumbale Extensionstest (PLE) von KASAI ET AL. (2006) beschrieben, mit dessen Hilfe eine vorliegende lumbale Instabilität festgestellt werden kann. Dieser Test wird in Bauchlage durchgeführt. Dabei werden beide Beine gemeinsam bis in eine Höhe von ca. 30 cm von der Therapieliege abgehoben - die Knie bleiben dabei gestreckt und vom Untersucher wird ein sanfter Zug an den Beinen durchgeführt. Der Test wird als positiv gewertet, wenn beim Heben der Beine starke Schmerzen auftreten (bei Taubheits- oder Kribbelgefühl wird der Test nicht positiv gewertet) und beim Zurückgehen in die Ausgangsposition wieder verschwinden. KASAI ET AL. (2006) vermuten, dass als Grund der oft geringen Übereinstimmung der radiologischen Ergebnisse mit dem klinischen Bild - um Schmerzen zu vermeiden - eine nicht endgradige Durchführung der Flexion/Extension der Lendenwirbelsäule vorliegt. Mit einer endgradigen passiven lumbalen Extension ermöglicht dieser Test die schmerzhaften klinischen Symptome der lumbalen Instabilität nachzuweisen.

Das klinische Bild der lumbalen segmentalen Instabilität lässt sich auch mit den von O'SULLIVAN (2003) beobachteten richtungsabhängigen Bewegungseinschränkungen beschreiben, die bei klinischen Untersuchungen von Patienten festgestellt worden sind. Die von O'SULLIVAN (2003) beschriebenen verschiedenen Instabilitätsrichtungen basieren auf dem Mechanismus der Wirbelsäulenverletzung, Gewebeschädigung, berichteten und beobachteten bzw. in eine bestimmte Richtung eingeschränkten Bewegungen. Alle Patienten zeigen die für das Krankheitsbild charakteristische Verletzbarkeit, die mangelhafte Bewegungskontrolle und die auf die neutrale Zone bezogenen Symptome,

die auf die Unfähigkeit der lokalen Muskeln Kokontraktionen zu initiieren zurückzuführen ist (O'SULLIVAN, 2003). Symptomauslösende Bewegungsmuster (wie die unten angeführten Flexions-, Extensions- und Lateralflexionsmuster) sind vom Patienten zu vermeiden.

Die Instabilitätsrichtungen wurden von O'SULLIVAN (2003) folgendermaßen beschrieben:

Flexionsmuster (O'SULLIVAN, 2003, Abb. 8):

(vermutlich am häufigsten vorkommend):

Entstehungsmechanismus der Wirbelsäulenverletzung:

einmalige Verletzung in Flexion/Rotation oder infolge andauernder Belastungen durch Aktivitäten/Tätigkeiten in Flexion/Rotation;

Symptome:

Verschlechterung der Symptome und größere „Verwundbarkeit“ bei Bewegungen in Flexion/Rotation;

Bewegung:

Unfähigkeit semiflektierte Rumpfbeugung aufrechtzuerhalten; „schmerzhafter Bogen“ bei Bewegungen in Flexion und Unfähigkeit von der Flexion in die Neutralstellung zurückzukommen, ohne mit den Händen nachzuhelfen (Gower-Zeichen);

Haltung:

fehlende Lordose im Bereich des instabilen Bewegungssegmentes; bei Bewegungen / Bewegungsübergängen: mangelnde Kontrolle die Bewegungen in neutraler Stellung der Wirbelsäule durchzuführen; Tendenz bei instabilen Segment verstärkt zu flektieren;

Muskel:

Unfähigkeit zur Kokontraktion von M. multifidus mit M. transversus bei instabilen Bewegungssegment in neutraler Haltung durchzuführen;

Instabilität:

durch Palpation mehr segmentale Beweglichkeit in Flexion/Rotationsbewegung feststellbar;

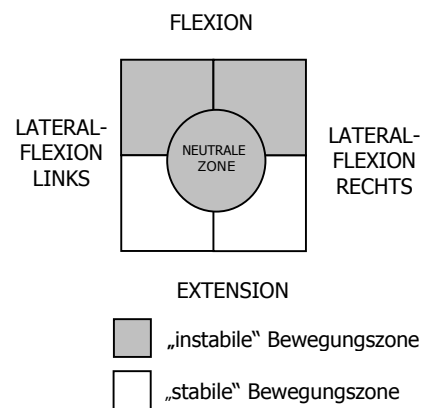


Abb. 8: Instabile Bewegungszone – Flexionsmuster (nach O'SULLIVAN, 2003)

Extensionsmuster (O'SULLIVAN, 2003, Abb. 9):

Entstehungsmechanismus der Wirbelsäulenverletzung:

Unfallverletzung in Extension/Rotation oder wiederholten Traumen üblicherweise verbunden mit Sportaktivitäten;

Symptome:

Verschlechterung der Symptome in Extension bzw. Extension/Rotation, Stehen, bei „Überkopf“-Tätigkeiten wie z.B. Schwimmen oder werfen;

Bewegung:

„schmerzhafter Bogen“ bei Bewegungen in Flexion, von Flexion in die Neutralstellung: mit den Unterstützung der Hände (Gower-Zeichen); Bewegung in Tendenz der Hyperlordose;

Haltung:

zunehmende segmentale Lordose im Bereich des instabilen Bewegungssegment;

Muskel:

Hyperaktivität M. lumbar erector spinae (bes. im Bereich des instabilen Segmentes); fehlende Kokontraktion der tiefen abdominalen Muskel; Unfähigkeit Kokontraktionen von M. multifidus und M. transversus abdominis durchzuführen;

Instabilität:

durch Palpation mehr segmentale Beweglichkeit in Extension/ Rotationsbewegung feststellbar;

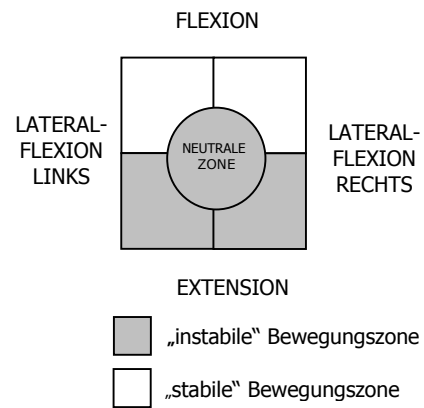


Abb. 9: Instabile Bewegungszone – Extensionmuster (nach O'SULLIVAN, 2003)

Lateralflexionsmuster (O'SULLIVAN (2003), Abb. 10):

Entstehungsmechanismus der Wirbelsäulenverletzung:

Verletzung infolge Rotation/Flexion Bewegung

Symptome: Verschlechterung der Symptome und größere „Verwundbarkeit“ bei Rotation in eine Richtung (in Kombination mit Flexion);

Bewegung:

bei Bewegung in Rumpfflexion: zusätzlicher lateraler Shift erkenntlich; Bewegung mit „schmerzhaften Bogen“; Verlust an Rotation und Lateralflexion Rumpfkontrolle in der Richtung des Shifts;

Haltung:

fehlende lumbale Lordose bei instabilen Segment, mit zusätzlicher seitlicher Shift bei betroffenen Segment;

Muskel:

ruhender Muskeltonus gleichseitig zum Shift, Atrophie and niedriger Muskeltonus auf der Gegenseite; Unfähigkeit bilateral den M. multifidus mit den M. transversus anzuspannen; Hyperaktivität des M. quadratus lumborum, M. lumbar erector spinae und oberflächlichen M. multifidus gleichseitig des Shifts; Hypoaktivität des M.. multifidus auf der kontralateralen Seite;

Instabilität:

zunehmende intersegmentale Flexion im Bereich des betroffenen Segmentes bzw. in die Richtung des Shifts zunehmende Rotation und Lateralflexion;

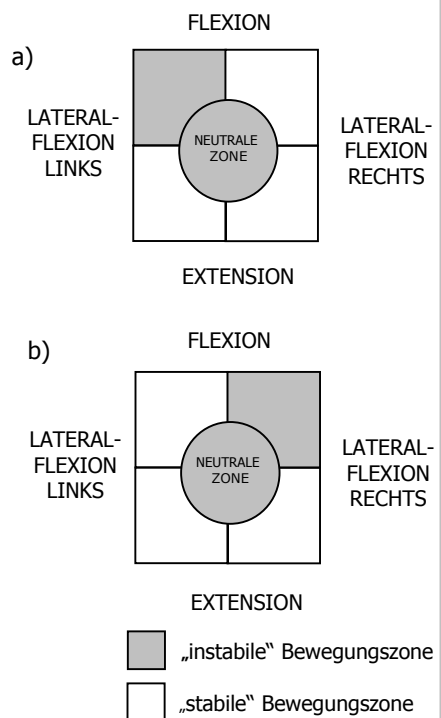


Abb. 10: Instabile Bewegungszone –
a) Lateralflexionsmuster links
b) Lateralflexionsmuster rechts
(nach O'SULLIVAN, 2003)

Multidirektionales Muster (O'SULLIVAN, 2003,

Abb. 11):

Entstehungsmechanismus der Wirbelsäulenverletzung:

häufig mit einem Trauma verbunden, ernsthafte klinische Manifestation;

Symptome:

starke Schmerzen und Funktionsstörungen;

Bewegung:

Bewegung schmerzhaft in allen Richtungen, alle belastenden Haltungen schmerzhaft (keine erleichternde Positionen);

Haltung:

Haltung in Flexion, Extension oder seitlichen Shift, große Schwierigkeiten neutrale Haltung der Wirbelsäule einzunehmen;

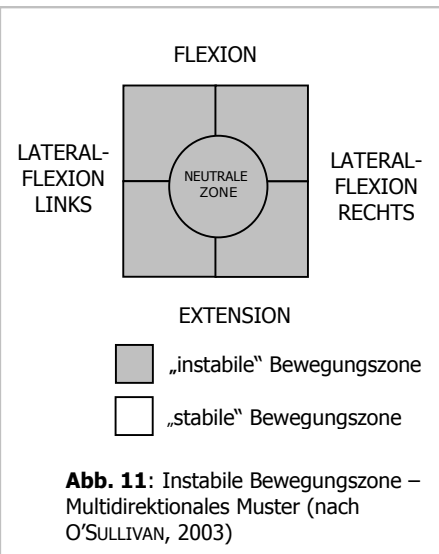
Muskel:

Schwierigkeiten den M. multifidus und M. transversus abdominis in Kokontraktionen zu fazitätieren;

Instabilität:

zunehmende intersegmentale Bewegung in verschiedene Richtungen im Bereich des betroffenen Segmentes;

Bei diesen Patienten ist ein hoher Grad an Irritierbarkeit bzw. Unvermögen hohe Druckbelastungen in verschiedenen Positionen zu ertragen festzustellen. Die Aussichten für eine erfolgreiche Behandlung mit konservativen Therapiemethoden ist kaum gegeben (O'SULLIVAN, 2003).



3.5. Muskeldysfunktionen und Instabilität

Muskeldysfunktionen bei chronischen Rückenschmerzen bzw. lumbalen segmentalen Instabilitäten sind vorzugsweise bei M. multifidus und M. transversus zu beobachten. Globale Muskeln können die Dysfunktionen der lokalen stabilisierenden Muskeln kaum kompensieren, um die erforderliche Stabilität der Wirbelsäule zu erhalten (vgl. O'SULLIVAN, 2003). Instabilität kann einen Verlust an Funktion, Änderungen im Steuerungs- und Kontrollsystem (bezogen auf zeitliche Abstimmung der Kokontraktionen, Balance, Reflex) und korrigierende Reaktionen herbeiführen. Diese Störungen im neuromuskulären System erhöhen die Gefahr zur Instabilität, besonders innerhalb der neutralen Zone (vgl. O'SULLIVAN, 2003).

Als Anzeichen von Muskeldysfunktionen führt GIBBONS UND COMERFORD (2001) eine mangelhafte motorische Kontrolle und ineffiziente Rekrutierung der lokalen Stabilisatoren sowie eine veränderte Rekrutierung und funktionelle Veränderungen bei den globalen Muskeln

an. Dabei zeigt das lokale Muskelsystem ein Unvermögen Kokontraktionen durchführen zu können (vgl. O'SULLIVAN, 2003). Eine Störung der Stabilisierungsfunktionen ist sowohl im globalen als auch lokalen stabilisierenden System zu erkennen.

3.5.1. Muskeldysfunktionen lokaler Muskeln

Verschiedenste Autoren führen eine eindeutige Korrelation zwischen muskuloskeletalen Schmerzen und Dysfunktion von lokalen Muskeln (wie Koordinationsstörung oder Ermüdbarkeit) an, wobei durch eine anhaltende Beeinträchtigung der segmental stabilisierenden lokalen Muskulatur das Gelenk instabiler und anfälliger gegenüber Mikrotraumen und degenerativen Prozessen wird. Diese segmentale Instabilität wird wiederholt als Ursache regelmäßiger Schmerzen und der auftretenden degenerativen muskuloskeletalen Veränderungen genannt (VALERIUS ET AL., 2006).

Dysfunktion des M. multifidus: Zahlreiche Untersuchungen belegen die deutlichen und spezifischen Auswirkungen des lumbalen Kreuzschmerz bzw. der segmentalen lumbalen Instabilität auf den M. multifidus, bei der als Ursache eine Reflexhemmung genannt wird (HIDES ET AL., 1997). Nach HAMILTON UND RICHARDSON (1997) wurde in verschiedenen Studien bei Patienten mit lumbalen Rückenschmerzen im Vergleich zu gesunden Probanden eine stärkere Ermüdung des M. multifidus bzw. eine auffällige histologische Veränderung der tonischen Fasern festgestellt, die zur Dysfunktion des M. multifidus führen. Ebenso ist bei Patienten mit erstmalig aufgetretenen Rückenschmerzen ipsilateral auf der Höhe des betroffenen, schmerzhaften Segmentes eine Muskelatrophie des M. multifidus ermittelt worden (HIDES ET AL., 1997). Bei Nichtbehandlung blieb die Atrophie bestehen, obwohl weder Schmerz noch Funktionseinschränkung mehr vorhanden waren. Die Untersuchung einer möglichen Dysfunktion des M. multifidus gestaltet sich nach HAMILTON UND RICHARDSON (1997) als schwierig, da die langsamen, ausdauernden lokalen

Muskeln keine messbaren Eigenschaften wie Kraft und Bewegung aufweisen.

Dysfunktion des M. transversus abdominis:

Der M. transversus abdominis wird bei gesunden Personen im Feed-forward – Mechanismus rekrutiert, d. h. eine Aktivierung des Muskels findet vor Gleichgewichtsstörungen durch Extremitäten- bzw. Rumpfbewegungen statt. Bei einer Dysfunktion des M. transversus abdominis liegt die Vermutung nahe, dass es zu einer ineffizienten Stabilisierung der Wirbelsäule kommt (GIBBONS UND COMERFORD, 2001). In Untersuchungen von chronischen Rückenschmerzpatienten wurde festgestellt, dass diese Feed-forward - Aktivierung fehlt und der Muskel eher phasische Aktivität mit den anderen Bauchmuskeln zeigt. Es wurde nachgewiesen, dass die spätere Aktivierung des M. transversus abdominis nicht auf ein Kraftproblem sondern ein Defizit an motorischer Kontrolle zurückzuführen war (HIDES ET AL., 1997). Weiters wurde in Untersuchungen festgestellt, dass der M. transversus abdominis ein von den anderen Bauchmuskeln unabhängiges Kontrollsystem besitzt. Diese motorische Kontrolle ist reduziert bzw. fehlt bei den Rückenpatienten (HIDES ET AL., 1997). Deshalb schlagen HIDES ET AL. (1997) ein isoliertes Training (z.B. durch isometrische Halteübungen) des M. transversus abdominis vor, um die motorische Kontrollfunktion wiederherzustellen.

3.5.2. Muskeldysfunktion globaler Muskeln

Eine verringerte Fähigkeit der lokalen Stabilisatoren die Stabilität und die Kontrolle der Wirbelsäule zu erhalten manifestiert sich in einer fehlenden Balance zwischen dem lokalen und globalen Muskelsystem (vgl. GOLDBY ET AL., 2006). Die globalen Muskeln neigen dazu, die beeinträchtigten lokalen Muskeln zu ersetzen oder zu dominieren. In einem solchen Fall verlieren die lokalen Stabilisatoren ihre Fähigkeit genaue athrokinematische Anpassungen durchzuführen bzw. ihre propriozeptive Funktion (CLELAND ET AL., 2002). Eine Dysfunktion der globalen Muskeln kann entweder einen zu starken oder zu schwachen Zug der Muskeln im

Bereich des bewegenden Segmentes hervorrufen (GIBBONS UND COMERFORD, 2001).

Obwohl globale Muskeln die Stabilität der Wirbelsäule und Stiffness erhöhen, werden auch die lumbalen Segmente zusehens belastet und das führt wiederum zu Rückenschmerzen. Globale Muskeln haben weiters nicht die Fähigkeit der segmentalen Kontrolle und im Vergleich zu den lokalen Stabilisatoren nur eingeschränkte Möglichkeiten Scherkräfte zu kontrollieren (BARR ET AL., 2005).

Eine Überaktivität der globalen Muskeln (z. B. M. rectus abdominis, M. obliquus externus abdominis, thorakaler Bereich d. M. erector spinae) wurde bei Rückenschmerzpatienten in zahlreichen Studien (wie z.B. RICHARDSON ET AL., 1999) festgestellt und beschrieben.

Nach der Meinung von KLEIN-VOGELBACH (2000) scheint jedoch kaum ein Zusammenhang zwischen einer Dysfunktion globaler Muskeln und der Entwicklung von Rückenschmerzen zu bestehen.

4. THERAPIE BEI LUMBALER SEGMENTALER INSTABILITÄT

4.1 Konservative Therapie

Die Grundlage für eine konservative Behandlung einer lumbalen segmentalen Instabilität durch spezifische Übungen ist nach GIBBONS UND COMERFORD (2001) ein Wissen über den Zusammenhang zwischen Muskelfunktion, Steifheit der Wirbelsäule und neutraler Zone, der durch zahlreiche wissenschaftliche Studien belegt ist.

Kompensatorische Adaptionen des aktiven System bzw. des damit verbundenen Kontroll- und Steuerungssystem ermöglichen die stabilisierenden Eigenschaften der Wirbelsäule wiederzuerlangen (VAN DEN BERG, 2001). Die Verbesserung der Rekrutierung und des Timings lokaler Muskeln kann dramatisch die Stabilität der Wirbelsäule erhöhen. Durch eine 1-3 %ige Zunahme der Muskelspannung kann eine bis zu 300-500fache Muskelstiffness in einem Bewegungssegment erreicht werden

(CLELAND ET AL., 2002). Eine wichtige Rolle in der Therapie von lumbalen segmentalen Instabilitäten kommt der Schulung der Propriozeption und neuromuskulären Steuerung zu. Eine fehlende Stabilität der Wirbelsäule kann auch auf Dysfunktionen im Steuerungs- und Kontrollsystem zurückzuführen sein, die durch Schmerzen verursacht werden. Zahlreiche Studien belegen, dass Schmerzen zu einer gleichzeitigen Aktivierung der lokalen Stabilisatoren mit den globalen bewegenden Muskeln führen und der Feed-forward-Mechanismus, der lokale Stabilisatoren auszeichnet, verloren geht. Eine mögliche Ursache für chronische Schmerzen wird in einer verspäteten Aktivierung der lokalen Muskeln vermutet. Wichtig ist bei der Behandlung von Schmerz-Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität die Schmerzen zu beseitigen um danach die Rehabilitation der Muskulatur zu ermöglichen (VAN DEN BERG, 2001).

4.1.1. Schmerzlinderung

Neben der Einnahme von Medikamenten werden Entlastungslagerungen, heiße Rolle (bei hypertonen Muskeln), Ultraschall (bei gereizten Ligamenten), Triggerpunktbehandlung, Weichteiltechniken und manuelle Therapie als geeignete Schmerztherapien angeführt (HÜTER-BECKER UND DÖLKEN, 2005b).

Als nicht unumstrittene Möglichkeit der Schmerzlinderung werden die Orthesen genannt, die zur Schmerzbehandlung herangezogen werden. Durch die passive stabilisierende Wirkung der Orthese werden die endgradigen lumbalen Bewegungen begrenzt, die für die Schmerzen verantwortlich gemacht werden. In verschiedenen Untersuchungen wurde die Verwendung von Orthesen in Kombination mit Bewegungstherapie positiv in Hinblick auf Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung gewertet (DALICHAU UND SCHEELE (2004), CELESTINI ET AL. (2005)).

Nach SCHOMACHER (2001) hat die Orthese vier Indikationen:

- Instabilitätsverdacht: ein positiver Immobilisationstest ist ein möglicher Nachweis einer Instabilität (wird in der Literatur jedoch kontrovers diskutiert vgl. S. 30)

- Analgesie: häufig eine sehr effektive Schmerzlinderung bei Schmerzen infolge Instabilität
- Bewegungserziehung: Gurt vermittelt bewusste Wahrnehmung und Gefühl der Stabilität
- Prävention: bei ungewohnten Bewegungsabläufen mit hohen Belastungen: Gurt anlegen

SCHOMACHER (2001) merkt an, dass die Furcht vor Atrophie der Muskeln durch Tragen des Gurtes nicht begründet ist, da die Anwendungsdauer der Orthese nur kurz ist und mit der Orthese Aktivitäten durchgeführt werden, die ohne Orthese nicht möglich wären. PFEIFER ET AL. (2001) weisen jedoch darauf hin, dass das Tragen von Orthesen mit der damit verbundenen Wahrnehmung einer verbesserten Stabilisation zu einer Reduktion der Muskelaktivität führen kann, die langfristig in Funktionseinbußen des aktiven Systems sichtbar werden.

4.1.2. Verbesserung der Beweglichkeit im hypomobilen Bereich

- durch manuelle Mobilisation von Hypomobilitäten in den angrenzenden Segmenten (vgl. ZAHND, 1998)
- durch Dehnung der verkürzten Muskeln (M. ischiocrurale, M. rectus abdominis, M. iliopsoas, M. erector spinae)

4.1.3. AKTIVE STABILISIERUNG DER INSTABILEN SEGMENTE

(wichtigster Punkt bei der Therapie von lumbalen segmentalen Instabilitäten)

In der Behandlung der segmentalen Instabilitäten kann eine Rehabilitation nur über das aktive System erreicht werden, dabei haben sich besonders die Übungen als sehr effektiv erwiesen, die speziell die lokalen Stabilisatoren einbezogen haben.

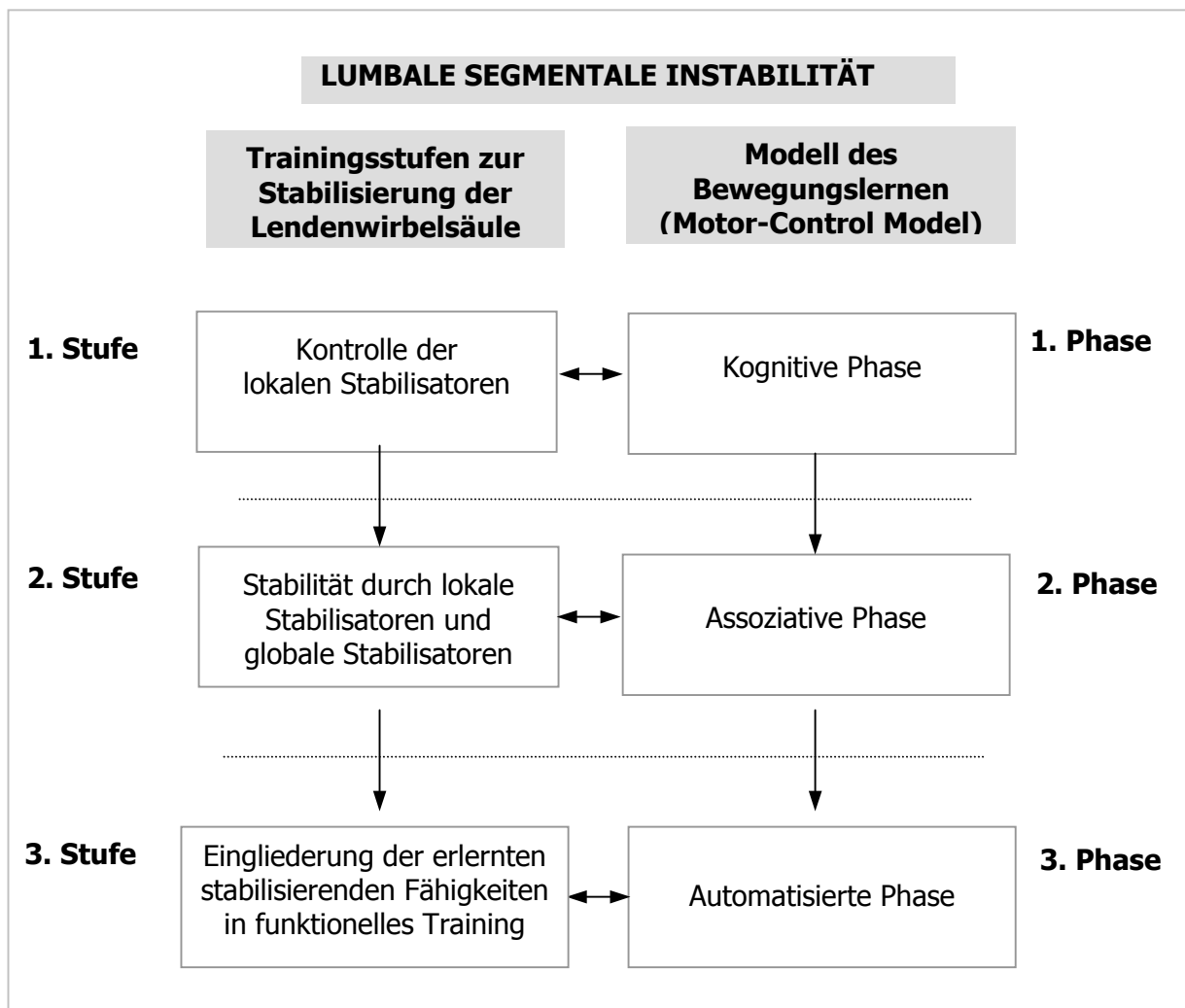


Abb. 12.: Konzept zur Behandlung von lumbalen segmentalen Instabilitäten und Muskeldysfunktionen (modifiziert und ergänzt nach: O'SULLIVAN (2000), RICHARDSON ET AL. (2004), RICHARDSON ET AL. (1999), FRANS VAN DEN BERG (2001), O'SULLIVAN (2003), HÜTER-BECKER UND DÖLKEN (2005a))

Übersicht zu Funktionen, Dysfunktionen und Training der lokalen Stabilisatoren:

Funktion des M. multifidus (vgl. Abb. 13)

(RICHARDSON ET AL.(1999), HIDES ET AL. (1997)):

- Schlüsselmuskel für die segmentale Kontrolle und Stabilisation
- Aktivierung vor den anderen Rumpfmuskeln (Feed-forward Mechanismus)
- keine spezifische Richtung
- kontinuierliche, tonische Aktivität
- geringe Längenänderung bei Bewegungen des Rumpfes

Dysfunktion d. M. multifidus:

- durch Reflexinhibition
- Atrophie

Hinweise zum Training des M. multifidus

(HIDES ET AL., 1997)

- isolierte, langsam ausdauernde Kontraktionen des M. multifidus (geringe Kontraktionskraft) zur Rehabilitation der motorischen Kontrolle
- schmerzfreie, gezielte Behandlung des betroffenen Segmentes
- Reduktion hemmender Faktoren
- Durchführung der Übungen in neutraler Haltung

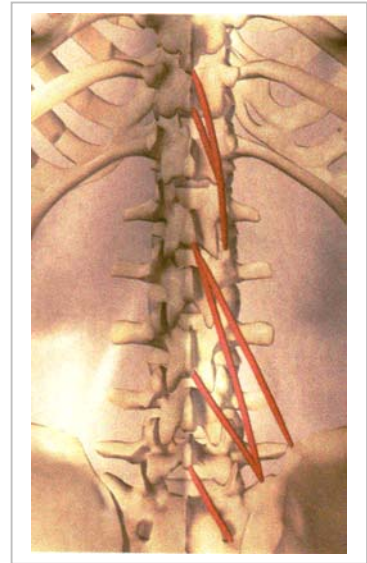


Abb. 13: M. multifidus
(aus VALERIUS ET AL., 2006)

Funktion des M. transversus abdominis (vgl. Abb. 14)

(RICHARDSON ET AL.(1999), HIDES ET AL.(1997)):

- eigenes Kontrollsystem
- Aktivierung vor den anderen Rumpfmuskeln (Feed-forward Mechanismus)
- keine spezifische Richtung
- kontinuierliche, tonische Aktivität
- geringe Längenänderung bei Bewegungen des Rumpfes

Dysfunktion d. M. transversus abdominis

(HIDES ET AL.(1997), RICHARDSON ET AL. (1999))

- M. transversus wird kontrolliert mit der Haltungskontrolle
- fehlender Feed-forward Mechanismus
- richtungsweisend und verhält sich als Teil der globalen Muskulatur
- Neigung zu phasischen Aktivität

Hinweise zum Training des M. transversus abdominis

(HIDES ET AL. (1997), RICHARDSON ET AL. (1999))

- isoliertes Training und Reduktion hemmender Einflüsse auf den M. transversus abdominis (Isolierung von anderen Bauchmuskeln)
- Isometrische Übungen (langsamen, kontinuierlichen Aktivierung des M. transversus abdominis) mit zahlreiche Wiederholungen führen zu einer bewussten Änderung der motorischen Kontrolle
- Durchführung der Übungen in neutraler Haltung



Abb. 14: M. transversus abdominis
(aus VALERIUS ET AL., 2006)

Model des Bewegungslernen (Motor-Learning Model) als Trainingsprogramm für lumbale segmentale Instabilitäten

(vgl. Abb. 12: modifiziert und geändert nach O'SULLIVAN (2000), RICHARDSON ET AL. (2004), RICHARDSON ET AL. (1999), VAN DEN BERG (2001), O'SULLIVAN (2003), HÜTER-BECKER UND DÖLKEN (2005a))

Ziel dieses Modells ist es Dysfunktionen und gestörte Bewegungsabläufe zu identifizieren, diese Komponenten der Bewegung zu isolieren und wieder in ihre Funktionalität zurückzuführen.

1. Stufe: Kontrolle der lokalen Stabilisatoren

Bewegungslernen (kognitive Phase):

In der ersten Phase des Bewegungslernen wird der Patient aufgefordert, die lokalen Stabilisatoren bewusst langsam, mit geringer Kontraktion und kontrollierter Atmung in neutraler Haltung anzuspannen.

Übungsprogramm:

- a) isoliertes Aktivieren der M. transversus abdominis, M. multifidus und Beckenboden ohne Aktivität der globalen Muskeln (VGL. RICHARDSON ET AL., 1999). Nach HIDES ET AL. (1997) ist es leicht den M. transversus und M. multifidus zu aktivieren, jedoch schwieriger isoliert anzuspannen. Dies ist aber notwendig um die Schwierigkeiten in der motorische Kontrolle zu beheben.
- b) isoliertes Aktivieren mit einer verlängerten Kontraktionsdauer und Erhöhung der Anzahl der Kontraktionen
- c) isoliertes, synergistisches Aktivieren der stabilisierenden Funktionseinheit der Lendenwirbelsäule (bestehend aus M. multifidus, M. transversus, Beckenboden, Diaphragma) unabhängig von den globalen Muskeln
- d) Umsetzung des isolierten Aktivieren der Muskeln in verschiedenste funktionelle Aktivitäten und Positionen bzw. ADL's

Segmentspezifische Aktivierung des M. multifidus:

(isometrische Kontraktion im Bereich des betroffenen Segmentes)

ASTE SL oder BL: Wirbelsäule in Neutralstellung

Der Therapeut fazilitiert taktil mit dem Schneuzgriff und gibt dem Patienten den Auftrag die Muskeln unter den fazilitierenden Fingern/Daumen sanft anzuspannen – ohne die Lendenwirbelsäule und das Becken zu bewegen – und bei normaler Atmung die Spannung zehn Sekunden zu halten. Eine zu schnelle und oberflächliche Kontraktion weist auf eine Kontraktion des M. erector spinae hin (CLELAND ET AL., 2002).

Aktivierung des M. transversus abdominis:

(isometrische Kontraktion)

ASTE RL (Variation in Vierfüßler, BL, SL, Sitz): Beine angestellt, Wirbelsäule in Neutralstellung

Der Therapeut gibt dem Patient den Auftrag, den Unterbauch (= Bauch unterhalb des Nabels) langsam Richtung Wirbelsäule einzuziehen und bei normaler Atmung die Spannung zehn Sekunden zu halten. Am einfachsten ist die Bewegung in Rückenlage oder Vierfüßlerstand zu erlernen (CLELAND ET AL. 2002).

Aktivierung des Beckenbodens:

ASTE RL: Beine angestellt

Der Therapeut gibt dem Patient den Auftrag, den After Richtung Bauchraum zuziehen (ohne Aktivierung der Gesäßmuskeln), dabei spürt der Patient im Dammbereich eine Anspannung. Die Spannung soll 3 Sekunden gehalten werden mit einer anschließenden Pause von 6 Sekunden (insgesamt 10 Wiederholungen)

Ein weiteres Ziel ist eine Aktivierung des M. multifidus mit dem M. transversus abdominis in Kokontraktion. Durch das M. transversus-Training wird eine Aktivierung des M. multifidus fazilitiert (CLELAND ET AL., 2002, RICHARDSON ET AL. 1999).

Eine Verbesserung in den motorischen Fähigkeiten der lokalen Muskulatur ist in der Abnahme der Muskelaktivität der globalen Muskulatur zu erkennen (RICHARDSON ET AL. 1999).

Die nächste Stufe wird dann erreicht, wenn eine isolierte Aktivierung der lokalen Stabilisatoren möglich ist und die Anspannung ohne Kompensationsbewegung gehalten werden kann.

2. Stufe: Stabilität durch lokale Stabilisatoren und globale Stabilisatoren

Übungsprogramm

In dieser Stufe werden zusätzlich zu den lokalen Stabilisatoren die globalen Stabilisatoren rekrutiert. Aufgabe dieser Muskeln ist bei Bewegungen und steigender Belastung bzw. einwirkender Schwerkraft eine Neutralstellung der Wirbelsäule zu sichern (HÜTER-BECKER UND DÖLKEN, 2005a), dabei werden lokale und globale Stabilisatoren synergistisch aktiviert.

Übungen zur therapeutischen Intervention von Muskeldysfunktionen bei Instabilitäten (HÜTER-BECKER UND DÖLKEN, 2005a):

Aktivierung der lokalen und globalen Stabilisatoren in statischer Stabilität

„Klötzchenspiel“ (FBL): statische Aktivierung: primäre und sekundäre Stabilisatoren des Rumpfes werden synergisch aktiviert bei neutraler Einstellung der Wirbelsäule)

„Cowboy“ (FBL): Propriozeptive Aktivierung der lokalen Stabilisatoren bei neutraler Einstellung der Wirbelsäule

Aktivierung der lokalen und globalen Stabilisatoren in dynamischer Stabilität

Körperabschnitte Becken, Brustkorb und Kopf sind in der Körperlängsachse angeordnet bei neutraler Einstellung der Wirbelsäule.

dynamische Aktivierung des „Klötzchenspiels“ (FBL): Aktivierung der globalen Stabilisatoren

Aktivierung der lokalen und globalen Stabilisatoren (untere Extremitäten im geschlossenen System)

„Klötzchenspiel im Stand“ (FBL), Squat lunge: bei neutraler Einstellung der Wirbelsäule werden zusätzlich zu den lokalen und globalen Stabilisatoren des Rumpfes die globalen Stabilisatoren der Beine aktiviert

Aktivierung der lokalen und globalen Stabilisatoren (untere Extremitäten im offenen System)

„Dynamischer“ Vierfüßlerstand mit kontrollierten Bewegungen der Extremitäten: Aktivierung der lokalen und globalen Stabilisatoren und globalen Stabilisatoren der Extremitäten bei neutraler Einstellung der Wirbelsäule

Bewegungslernen (assoziative Phase):

In der zweiten Phase des Modells Bewegungslernen werden die Bewegungsmuster verfeinert. Ziel ist es Funktionsstörungen oder schmerzprovozierende Bewegungen zu identifizieren und diese Bewegungskomponenten mit hoher Wiederholungszahl (50-60) zu trainieren um sie danach in funktionelle Bewegungsabläufe zu integrieren. Beim Training der Bewegungsmuster wird auf eine ständige isolierte Kokontraktion der lokalen Stabilisatoren und damit verbundener

segmentaler Stabilisation, neutraler Haltung der Wirbelsäule, Schmerzkontrolle und kontrollierter Atmung geachtet. Beispiel: Wenn beim Patient Schmerzen infolge eines Positionswechsel Sitz-Stand auftreten, werden diese Bewegungskomponenten isoliert und trainiert (O'SULLIVAN, 2000).

3. Stufe: Integration des Trainings der lokalen Stabilisatoren in Übungsprogramme bzw. in mehr belastende funktionelle Tätigkeiten bzw. ADL's (vgl. RICHARDSON ET AL., 1999):

Übungsprogramm

In mehr belastenden Aktivitäten werden alle Rumpfmuskeln (sowohl lokale als auch globale) gleichzeitig angespannt und stabilisieren den Rumpf um gegen äußere, aus dem Gleichgewicht bringende Einflüsse Widerstand leisten zu können (RICHARDSON ET AL., 1999). Dabei bleibt die erste Zielsetzung die Aufrechterhaltung der Aktivierung der stabilisierenden lokalen Muskulatur auch bei mehr belastenden Aktivitäten. Bei den generellen Übungsprogrammen - wo ebenso die Aufrechterhaltung der neutralen Stellung der Wirbelsäule wichtig ist – werden generell die Kokontraktionen der Rumpfmuskulatur auf stabilen wie auch instabilen Unterlagen trainiert (vgl. RICHARDSON ET AL., 1999). Als weitere Zielsetzung gilt die Beachtung und Behandlung von eventuell auftretenden Dysfunktionen von globalen Muskeln, die in den funktionellen Tätigkeiten bzw. ADL's auftreten können. In dieser Stufe wird funktionsspezifisches Muskeltraining absolviert.

Bewegungslernen (automatisierte Phase):

Die automatische Phase stellt die 3. Phase des Bewegungslernen dar, in der nur eine geringe Aufmerksamkeit für die korrekte Durchführung von Bewegungen erforderlich ist. Diese Stufe ist Ziel des Trainingsprogramms in der der Patient die Wirbelsäule dynamisch richtig stabilisieren und automatisch in die Alltagsaktivitäten integrieren kann (O'SULLIVAN, 2000).

Folgende Programme/Methoden und Geräte aus dem Bereich der medizinischen Trainingstherapie finden bei der Behandlung von lumbaler segmentaler Instabilität Verwendung:

Einsatz von Gewichten:

REICHEL UND PLOKE (2003) beschreiben ein achtstufiges aktives Rehabilitationsprogramm, indem mit freien Gewichten trainiert wird und welches eine Verbesserung der Koordination und damit eine Erhöhung der Stabilität zum Ziel hat.

Einsatz von propriozeptiven Geräten (Bodyblade, Bioswing):

Der Bodyblade bzw. Bioswing ist ein reaktives Trainingsgerät mit dem ein propriozeptives, neuromuskuläres Training möglich ist. Durch Schwingungen wird das Reaktionsvermögen der Muskulatur geschult und die Rumpfmuskulatur in einer optimalen aufrechten Körperhaltung stabilisiert (REICHEL UND PLOKE, 2003).

Orthopädische Hippotherapie:

Die Orthopädische Hippotherapie ist eine Form der medizinischen Trainingstherapie, die die Übertragung dreidimensionaler Schwingungen des Pferderückens zu Therapiezwecken ausnützt. Die dabei ausgelösten minimalsten Bewegungen der Wirbelsäule bewirken eine Mobilisierung der Bewegungssegmente und damit eine Verbesserung der Beweglichkeit im hypomobilen Bereich und bewirken im Zuge des Trainings der lokalen Stabilisatoren eine Stabilisierung von lumbalen segmentalen Instabilitäten (ROTHHAUPT ET AL., 1997).

Empfohlene Übungen für lumbale segmentale Instabilität

(CLELAND ET AL., 2002):

Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass die neuromuskuläre Kontrolle und die Fähigkeit Muskelspannung zu erzeugen zur segmentalen Stabilität der Lendenwirbelsäule beitragen. Einige von den bekannten allgemeinen Übungen, denen zugeschrieben wird die Stabilität der Lendenwirbelsäule zu verbessern, werden nachfolgend angeführt (CLELAND ET AL., 2002):

Übung: Hüftextension in Bauchlage (ein Bein gestreckt in Hüftextension bewegen):

Bei der Übung wird besonders der M. erector spinae gefordert, dabei wird jedoch im Verhältnis dazu nur ein geringer Kompressionsdruck auf die Wirbelsegmente ausgeübt.

Übung: Bauch-Curl up (Füße nicht fixiert)

Messungen haben ergeben, dass bei dieser Übung nur wenig Belastungen auf die Wirbelsäule übertragen werden. Während der Übung ist der M. rectus abdominis der globale Mobilisator, Aktivität wurde aber auch bei M. obliquus externus abdominis, M. obliquus internus abdominis und den M. transversus abdominis festgestellt.

Übung: Beckenkippen

Die Beckenkippbewegung hat eine zunehmende EMG-Aktivität des oberen und unteren M. rectus abdominis, M. obliquus externus abdominis und M. obliquus internus abdominis und M. multifidus nachgewiesen. Jedoch sollte der Patient in der neutralen Position der Wirbelsäule die Übung ausführen, in der die einwirkenden Kräfte minimiert und die Verletzungsgefahr reduziert ist.

Übung: Rumpflateralflexion mit Einsatz des Körpergewichtes in geschlossener Kette (ASTE: SL)

In der seitlichen Rumpflateralflexion werden die seitlichen M. obliquus externus abdominis und M. obliquus internus abdominis bzw. der M. quadratus lumborum herausgefordert. Ausgangstellung dieser Übung ist die Seitenlage mit Unterarmstütz, das Becken wird seitlich hochgehoben.

weitere Übungen: Isolierte Aktivierung des M. transversus abdominis („Abdominal drawing-in maneuver“), isolierte Aktivierung des M. multifidus, Beckenbodentraining (vgl. S. 43).

Um Informationen über die Muskelaktivität der wirbelsäulestabilisierenden Rumpfmuskeln bei der Durchführung von Übungen zu erhalten, analysierten KAVCIC ET AL. (2004) acht als „stabilization exercises“ bezeichnete Übungen. Die Ergebnisse der Untersuchung verschiedener stabilisierender Übungen wurden nach Beitrag zur Wirbelsäulenstabilität, Muskelaktivierung und lumbaler Kompression gereiht. Dabei wurde das „Bridging“ bzw. „Four-point kneeling with right leg lift“ (Vierfüßlerstand mit ausgestreckten rechten Bein) als eine geeignete wirbelsäulestabilisierende Übungsform erachtet. Im Vergleich zu Übungen im Sitz auf dem Sessel bzw. Ball – bei denen ebenfalls ein geringer Kompressionsdruck auf L4/L5 festzustellen war – wurde bei den Übungen „Bridging“ bzw. „Four-point kneeling with right leg lift“ eine bessere muskuläre Stabilisierung erreicht.

4.2 Operative Therapie

Erst wenn alle Möglichkeiten konservativer Therapiemethoden bei der Behandlung von lumbalen segmentalen Instabilitäten ausgeschöpft sind sollte eine Operation in Erwägung gezogen werden. Die Operation ermöglicht eine Stabilisation des instabilen Segmentes der Lendenwirbelsäule durch eine Verstärkung des passiven Systems. Jedoch ist eine alleinige passive Stabilisierung als nicht ausreichend zu betrachten.

Es ist daher sinnvoll das aktive System und das Kontroll- und Steuerungssystem in die Therapie mit einzubeziehen um langfristig einen positiven Behandlungserfolg zu erzielen (VAN DEN BERG 2001).

Nach HÜTER-BECKER UND DÖLKEN (2005b) lässt sich eine Progression der Spondylolisthese mit konservativen Therapiemethoden nicht wesentlich aufhalten. Bei der Spondylolisthese ist ein prognostisch günstiger Verlauf bei einem Ventralgleiten des Wirbelkörpers im Stadium MEYERDING 1, Auftreten nach der Pubertät und Lordose im betroffenen Wirbelsäulenabschnitt zu erwarten. Hingegen ist die Prognose ungünstig, wenn die Spondylolisthese bereits vor der Pubertät auftritt, ein Ventralgleiten im Stadium 2-4 nach MEYERDING und eine Kyphose im betroffenen Wirbelsäulenabschnitt festzustellen ist (HÜTER-BECKER UND DÖLKEN, 2005b).

OP-Indikation (nach FRISCH (2003), WITTENBERG ET AL. (1998), SELLER UND WILD (2005):

- wenn nach mindestens 3 - 6 monatiger adäquater konservativer Therapie keine Verbesserung festzustellen ist
- bei ausgeprägten statischen Störungen mit posturalen Problemen, Ganganomalien
- bei nachgewiesener Progression des Ventralgleiten im Stadium 2 nach MEYERDING bzw. bei nicht fortschreitendem Wirbelgleiten bei hochgradiger Spondylolisthese im Stadium 3-4 nach MEYERDING (SELLER UND WILD, 2005) oder Spondyloptose
- bei auftretenden neurologischen Symptomen, die sich unter konservativer Therapie nicht verbessern bzw. verschlechtern (absolute OP-Indikation: Blasen- und Mastdarmstörungen)

Als indirekte Folge einer Spondylodese kann eine postoperative Spondylolisthese auftreten, die anschließenden Bewegungssegmenten auftritt und in der Literatur als sogenannte Anschlussinstabilität beschrieben wird. Durch die operative segmentale Stabilisierung werden

die darüber und darunterliegenden Wirbelsegmente durch kompensatorische Mehrbewegungen stärker belastet und es können eine beschleunigte Degeneration dieser Segmente bzw. erneute Beschwerden auftreten. Zahlreiche Studien weisen auf eine erhöhte Belastung im anschließenden nicht operativ versorgten Segment hin und bestätigen die klinischen Erfahrungen der auftretenden Degenerations- und Instabilitätserscheinungen im Anschluss an die Fusion. Die degenerativen Prozesse sind dabei umso ausgeprägter je länger und rigider die Fusion ist (SCHULITZ ET AL., 1996). Trotz der im Fusionsbereich dauerhaft beeinträchtigten Propriozeption ist eine Aktivierung des stabilisierenden Systems (besonders M. multifidus, M. transversus und Beckenboden) bereits in der frühen postoperativen Phase wichtig (vgl. HÜTER-BECKER UND DÖLKEN, 2005b).

5. STUDIEN:

Das eigentliche Ziel dieser Literaturarbeit war mit Hilfe wissenschaftlicher Studien die Effizienz unterschiedlicher Übungen bzw. Übungsprogramme bei der Behandlung von Patienten mit eindeutig diagnostizierter lumbaler segmentaler Instabilität zu untersuchen. Mangels existierender Studien (trotz intensiver Suche in der verschiedensten medizinischen Datenbanken) wurden neueste Untersuchungen (Zeitraum 1997 – 2006) herangezogen, in denen Patienten mit nachgewiesener lumbaler segmentaler Instabilität eingeschlossen waren und sich mit den unterschiedlichen Fragestellungen über die Instabilität der Lendenwirbelsäule beschäftigten. Studien, die sich allgemein mit unspezifischen Rückenschmerzen (Low back pain) auseinandersetzten, wurden von vornherein ausgeschlossen. Dabei ist bei der Studiauswahl (insgesamt sieben Studien) kritisch anzumerken, dass die anscheinende Neigung zu bestimmten Autoren damit zu begründen ist, dass nur sehr wenige Publikationen bzw. Untersuchungen zu diesem Thema vorliegen und deshalb mehr Publikationen eines Autors mit jeweils unterschiedlichen Fragestellungen in die Literaturarbeit aufgenommen wurden.

In einer randomisierten, kontrollierten Studie (vgl. Anhang Studie 1) von O’SULLIVAN ET AL. (1997a) wurde die Effizienz von spezifischen wirbelsäulenstabilisierenden Übungen bei Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität untersucht. Nach zehn Wochen zeigte die spezifische Übungsgruppe, die ein Training des M. multifidus und des M. transversus abdominis durchführten, eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität bzw. funktionellen Einschränkung, die sich auch nach 30 Monaten bestätigte. Die Kontrollgruppe, die ein allgemeines Trainingsprogramm (Schwimmen, Walking, Gymnastik, Ultraschall und Wärme) absolvierte, ließ sowohl nach zehn Wochen als auch nach 30 Monaten keine signifikante Verbesserung in den beobachteten Parametern erkennen.

GOLDBY ET AL. (2006) untersuchten die Effizienz von wirbelsäulestabilisierenden Übungen (Training von M. multifidus, M. transversus abdominis, Beckenboden, Diaphragma) im Vergleich zu manualtherapeutischen Techniken bei chronisch mechanisch bedingten Rückenschmerzen (vgl. Anhang Studie 2). Die Autoren konnten nachweisen, dass bei der Behandlung von chronischen Rückenschmerzen wirbelsäulestabilisierende Übungen im Vergleich zu manuellen Techniken eine höhere Effektivität aufweisen.

O'SULLIVAN ET AL. (1997b) stellten in einer wissenschaftlichen Studie fest, dass bei Patienten mit diagnostizierter Spondylolyse/Spondylolisthese eine isolierte Aktivierung des M. obliquus internus abdominis mit nur geringer Aktivität des oberen Anteils des M. rectus abdominis nicht möglich ist (vgl. Anhang Studie 3). Für die Autoren ist das Ergebnis ein Hinweis auf eine Dysfunktion im neuromuskulären System, wodurch eine dynamische Stabilität der Wirbelsäule nicht gewährleistet werden kann.

In einer Studie bestätigen O'SULLIVAN ET AL. (2003) ein deutliches propriozeptives Defizit der Wirbelsäule bei Patienten mit instabilitätsbedingten Rückenschmerzen (vgl. Anhang Studie 4). Die Studienteilnehmer wurden aufgefordert im Sitzen mehrmals maximal in die lumbale Flexion und Extension zu bewegen und danach in die neutrale Position zurückzukehren. O'SULLIVAN ET AL. (2003) beobachteten bei den Probanden eine deutliche Abnahme der Fähigkeit zur Reposition in die neutrale Wirbelsäulenposition.

SILFIES ET AL. (2005) untersuchten in einer wissenschaftlichen Studie die Rumpfmuskelrekrutierung von Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität bzw. nicht-spezifischen Rückenschmerzpatienten (vgl. Anhang Studie 5). SILFIES ET AL. (2005) stellten bei Patienten mit nachgewiesener lumbaler segmentaler Instabilität eine im Verhältnis höhere Aktivierung des M. obliquus externus abdominis und M. rectus abdominis bzw. der

tiefen Bauchmuskel-Synergisten fest als im Vergleich zur asymptomatischen Kontrollgruppe.

CELESTINI ET AL. (2005) ermittelten in einer Studie die Effizienz des Tragens von Orthesen bei Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität in Hinblick auf Veränderung der Schmerzintensität und Verbesserung der neuromuskulären Aktivität in einer orthesetragenden Gruppe bzw. orthesetragende Gruppe kombiniert mit Bewegungstherapie (vgl. Anhang Studie 6). In beiden Gruppen wurde eine Schmerzreduktion festgestellt, wobei bessere Resultate in der Therapiekombination von Orthese und Bewegungsübungen in Hinblick auf Schmerzintensität und neuromuskulärer Kontrolle festgestellt werden konnte.

Der diagnostische Nachweis von lumbalen segmentalen Instabilitäten gestaltet sich oft schwierig und deshalb wurde in einer weiteren Studie (vgl. Anhang Studie 7) von ABBOTT ET AL. (2006) der Frage nachgegangen ob manualtherapeutische Techniken (passive accessory intervertebral motion tests (PAIVMs) and passive physiological intervertebral motion tests (PPIVMs)) geeignete diagnostische Methoden dafür sind. Die Untersuchungsergebnisse weisen jedoch darauf hin, dass die PAIVMs und PPIVMs eine mäßige Gültigkeit für den diagnostischen Nachweis lumbaler Instabilitäten haben.

6. DISKUSSION:

Die lumbale segmentale Instabilität ist in der Bevölkerung ein recht häufig anzutreffendes Krankheitsbild, es gibt jedoch bis jetzt nur wenige aussagekräftige Studien zur effektiven Behandlung von instabilitätsbedingten Rückenschmerzen. In den letzten Jahren hat besonders das erweiterte Wissen über die unterschiedlichen Funktionen und Eigenschaften lokaler und globaler Muskeln wesentlich zu einem verbesserten Verständnis von Stabilität und Instabilität der Wirbelsäule beigetragen. Und auch dazu, das Krankheitsbild der lumbalen segmentalen Instabilität und die damit verbundenen Dysfunktionen und Adaptionen des aktiven Systems besser zu verstehen und gestörte Bewegungsabläufe besser zu identifizieren. Das lokale Muskelsystem (besonders der M. multifidus) ist für die Stabilisierung der Wirbelsegmente ausgerichtet und kann aufgrund der Nähe zum Gelenk die segmentale Stabilisierung ermöglichen und eine Kontrolle der Wirbelsäule ausüben. Das globale, oberflächliche Muskelsystem hingegen besteht aus langen und Bewegung produzierenden Muskeln mit der Aufgabe allgemeine Rumpfstabilität zu gewährleisten, haben jedoch keinen direkten Einfluss auf die segmentale Stabilisierung der Lendenwirbelsäule. Um die Stabilität der Lendenwirbelsäule sicherzustellen ist deshalb die Koordination zwischen dem stabilisierenden (lokalen) und bewegenden (globalen) System wichtig und weiters die Anforderung an eine optimale motorischen Kontrolle, um Stabilität und effizienter Mobilität zu gewährleisten.

In zahlreichen Studien wurde der Nachweis erbracht, dass ein enger Zusammenhang zwischen Rückenschmerzen und mangelhafter dynamischer Stabilisierung der Wirbelsäule durch die lokalen Stabilisatoren (M. multifidus und M. transversus) besteht. Die lokalen Muskeln verlieren dabei ihren Feed-forward – Mechanismus und Richtungsunabhängigkeit, der M. multifidus zeigt zusätzlich eine Atrophie und Ermüdung bzw. auffällige histologische Änderungen der tonischen Fasern. Im Gegensatz

dazu zeichnet sich der M. transversus durch eine phasische Aktivität mit den anderen Bauchmuskeln aus.

Bei der lumbalen segmentalen Instabilität ist infolge den auftretenden strukturellen und mechanischen Defekte das neuromuskuläre System gefordert durch Adaptionen des aktiven Systems eine dynamische Stabilität zu gewährleisten.

Mit den wissenschaftlichen Untersuchungen von O'SULLIVAN ET AL. (1997a) und GOLDBY ET AL. (2006) wurde die Effektivität spezifischer wirbelsäulenstabilisierender Übungen bei lumbaler segmentaler Instabilität belegt. In den beiden Studien wurde besonders durch das isolierte Training des M. multifidus und M. transversus aber auch durch das Potential von Kokontraktionen von M. multifidus und M. transversus eine Reduktion der Schmerzintensität und Verbesserung in der neuromuskulären Kontrolle erreicht.

Nach den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen sind bei der Behandlung von lumbalen segmentalen Instabilitäten die effektivsten Methoden die isolierten Kontraktionen bzw. Kokontraktionen der lokalen Stabilisatoren (insbesondere von M. multifidus und M. transversus).

Auf der Grundlage der neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse zur lumbalen Instabilität und in Anlehnung an bereits existierende Therapiekonzepte zur Behandlung von Rückenschmerzpatienten wurde ein aufbauendes Dreistufenmodell zur Behandlung von lumbalen Instabilitäten erstellt:

1. Stufe: isoliertes Training der lokalen Stabilisatoren (ohne Aktivierung der substituierenden globalen Muskeln)
2. Stufe: Stabilität durch gemeinsame Aktivierung von lokalen Stabilisatoren und globalen Stabilisatoren
3. Stufe: Eingliederung der erlernten stabilisierenden Eigenschaften in Übungsprogramme und funktionelle Aktivitäten

Eine Herausforderung für zukünftige Studien wird es sein, auf der Basis wissenschaftlicher Untersuchungen geeignete Übungen herauszufinden und daraus Übungsprogramme oder einen Leitfaden zu erstellen, mit dem Ziel das Training der lokalen Stabilisatoren in automatisierte Bewegungen zu integrieren.

CLELAND ET AL. (2002) merkt an, dass trotz der verbreiteten Anwendung von therapeutischen Übungen in der Behandlung von instabilitätsbedingten Rückenschmerzen es kaum Hinweise gibt in welchem Ausmaß die verfügbaren Übungen zur Reduktion von Schmerz und Behinderung beitragen. Klinische Untersuchungen mit unterschiedlichen Übungen bei symptomatischen Patienten würden nach CLELAND ET AL. (2002) bei der Entscheidung weiterhelfen, mit welcher Übungen und in welchem Umfang eine Zunahme der segmentalen Stiffness und funktionellen Fähigkeiten bzw. Abnahme der Symptome bei Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität erreicht werden kann. Ebenso merkt CLELAND ET AL. (2002) an, dass weitere Untersuchungen notwendig sind um genau aufzuklären in welchem Ausmaß der intraabdominale Druck und die Kokontraktionen der Muskeln die Stabilität der Wirbelsäule bestimmen. Eine erfolgreiche Stabilisierung der Wirbelsäule ist abhängig von einer ausreichenden Fähigkeit Muskelspannung zu erzeugen und den Inputs des Nervensystems um die richtigen Muskeln zur richtigen Zeit zu rekrutieren (CLELAND ET AL., 2002).

7. SCHLUSSWORT:

Wie bereits auch MCNEELY ET AL. (2003) feststellt haben sind weitere wissenschaftliche Untersuchungen über den Zusammenhang von Instabilität und auftretenden Symptomen bzw. den Effekt von wirbelsäulenstabilisierenden Übungen, auch im Zusammenhang mit motorischer Kontrolle notwendig um geeignete Übungen bzw. einen Übungsplan zu erstellen und Patienten mit diagnostizierter lumbaler segmentaler Instabilität effektive Therapiemaßnahmen zukommen zu lassen. Ebenso wichtig ist es die Methoden und Ergebnisse zukünftiger Studien detailgenau zu publizieren um Analysen und schlüssige Aussagen ableiten und Ergebnisse reproduzieren zu können.

Nach dem aktuellen Wissen hat die neuromuskuläre Kontrolle eine bedeutende Rolle für eine erfolgreiche Erzeugung und Umsetzung von Muskelspannung und damit Stabilisierung der Wirbelsäule. Eine angemessene neuromuskuläre Kontrolle ermöglicht den stabilisierenden Muskeln auf externe Belastungen angepasst zu reagieren (CLELAND ET AL., 2002)

MCNEELY ET AL. (2003) weisen darauf hin, dass aufgrund des geänderten Freizeitverhaltens und der zugenommenen Extremsportarten besonders die Jugendlichen in den späteren Jahren von der lumbalen segmentalen Instabilität vermehrt betroffen sein können. Wichtig deshalb auch für präventive Maßnahmen sind die Kenntnisse von effektiven Übungen bzw. Übungsprogrammen zur Behandlung von instabilitätsbedingten Rückenschmerzen.

Wie MCNEELY ET AL. (2003) treffend bemerken, gibt es bisher nur wenige aussagekräftige Studien und deshalb ist das Feld weit geöffnet für weitere Untersuchungen über die lumbale segmentale Instabilität – nicht nur mit dem Ziel die effektivsten therapeutischen Möglichkeiten herauszufinden sondern auch einen Übungsplan bzw. Leitfaden zu erstellen !

8. ZUSAMMENFASSUNG:

Rückenschmerzen sind ein weitverbreitetes und zunehmendes Gesundheitsproblem, das enorme Kosten im Gesundheitssystem verursacht. Die lumbale segmentale Instabilität (LSI) ist eine mögliche Ursache von Wirbelsäulenbeschwerden mit unterschiedlicher Entstehung. Die oft schwer zu diagnostizierende lumbale segmentale Instabilität ist für regelmäßige Schmerzen und degenerativen muskuloskeletale Veränderungen verantwortlich. Sie ist mit einer Veränderung im passiven System durch eine vergrößerte neutralen Zone, im aktiven System durch Dysfunktionen besonders der lokalen aber auch globalen Muskulatur (Atrophie, Hemmung, Funktionsverlust, histologische Veränderungen) und im Kontroll- und Steuerungssystem durch mangelnde bzw. fehlende koordinative Fähigkeiten (Verlust des Feed-Forward-Mechanismus, Änderung der Kontraktionsart, substituierende globale Muskulatur) gekennzeichnet. Schwerpunkte in der Rehabilitation von Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität liegen in der Identifikation von Dysfunktionen und gestörten Bewegungsabläufen mit darauffolgendem isoliertem Training der Komponenten und Rückführung in ihre ursprüngliche Funktionalität. Dabei zielt die therapeutische Intervention besonders auf die lokalen Stabilisatoren, M. multifidus und M. transversus abdominis, ab. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen weisen auf die bedeutende Rolle des neuromuskulären Systems in der Rehabilitation von instabilitätsbedingten Rückenschmerzen hin. Jedoch sind weitere Studien notwendig um mehr Erkenntnisse über den Zusammenhang von Instabilität und auftretenden Symptomen bzw. auch über die Effektivität von wirbelsäulenstabilisierenden Übungen im Zusammenhang mit motorischer Kontrolle zu bekommen.

ABSTRACT:

Lower back pain is a common and increasing health problem that causes substantial costs for the health system. Lumbar segmental instability (LSI) is one of possible causes for back pain resulting from different origin. The often difficult to diagnose instability-related lumbar spine pain is responsible for constant pain and degenerative musculoskeletal modification. LSI is characterized by changes of the passive system when the neutral zone is increased, by changes of the active system when dysfunction occurs especially dysfunction of local but also global muscle systems (atrophy, inhibition, loss of function, histological modulation) and by changes of the control system when deficit or lacking coordinative abilities emerge (loss of feed-forward mechanism, change of contraction modus, substitution of global muscle system). The main emphasis of the rehabilitation of patients with lumbar segmental instability lies in the identification of dysfunction and faulty motion sequence with the subsequent isolated training of its components and the reconstitution of its primary function. Hence therapeutic intervention aims to focus on local muscle systems especially M. multifidus und M. transversus abdominis. Numerous scientific studies point out the importance of the neuromuscular system in rehabilitating instability-related lumbar lower back pain. However there is a need for further studies in order to gain more insight on the relationship between instability and its symptoms but also on the effectivity of spine stabilizing exercises related to motor control.

9. LITERATUR:

ABBOTT J.H., McCANE B., HERBISON P., MOGINIE G., CHAPPLE C., HOGARTY T., 2005: Lumbar segmental instability: a criterion-related validity study of manual therapy assessment. BMC Musculoskeletal Disorders 7;6:56

BARR K.P., GRIGGS M., CADBY T., 2005: Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation; 84(6):473-480

BENINI A., 1991: Lumbale segmentale Instabilität, Wirbelkanalstenose, Bandscheibenvorfall. Pathophysiologische, klinische und chirurgische Aspekte. Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie; 41:34-43

BOGDUK N., 2000: Klinische Anatomie von Lendenwirbelsäule und Sakrum. Springer Verlag. Berlin, Heideberg, New York. 372 S.

CELESTINI M., MARCHESE A., SERENELLI A., GRAZIANI G., 2005: A randomized controlled trial on the efficacy of physical exercise in patients braced for instability of the lumbar spine. Europa medicophysica. Sep;41(3):223-31.

CLELAND J., SCHULTE C., DURALL C., 2002: The role of therapeutic exercise in treating instability-related lumbar spine pain: a systematic review. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation; 16(2/3):105-115

COOK CH., BRISMEE J., SIZER P. S.JR, 2006: Subjective and objective descriptors of clinical lumbar spine instability: A delphi study. Manual therapy 11 (2006): 11 - 21

DALICHAU S., SCHEELE K., 2004: Wirksamkeit eines Muskeltrainingsprogramms in der Therapie chronischer Rückenschmerzen bei Verwendung funktioneller Orthesen. Zeitschrift für Physiotherapeuten; 56: 414-427

- FRITSCH E. W., 2003: Spondylolisthesis. Orthopäde. 32: 340-361
- GIBBONS S.G.T, COMERFORD M.J., 2001: Kraft versus Stabilität. Teil 1: Konzepte und Begriffe. Manuelle Therapie 5: 204-212
- GOLDBY L. J., MOORE A. P., DOUST J., TREW M. E., 2006: Randomized Controlled Trial Investigating the Efficiency of Musculoskeletal Physiotherapy on Chronic Low Back Disorder. Spine 31(10): 1083-93
- HAMILTON CH., 1997: Segmentale Stabilisation der LWS. Krankengymnastik 4: 614-622
- HAMILTON C., RICHARDSON C., 1997: Neue Perspektiven zu Wirbelsäuleninstabilitäten und lumbalen Kreuzschmerz: Funktion und Dysfunktion der tiefen Rückenmuskeln. Manuelle Therapie; 1: 17-24
- HIDES J. A., GWENDOLEN A.J. RICHARDSON C.A., HODGES P., 1997: Lokale Gelenkstabilisation: Spezifische Befunderhebung und Übungen bei lumbalen Rückenschmerzen: Manuelle Therapie; 1: 8-15
- HÜTER-BECKER A., DÖLKEN M., 2005a: Behandeln in der Physiotherapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 185 S.
- HÜTER-BECKER A., DÖLKEN M., 2005b: Physiotherapie in der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 686 S.
- HÜTER-BECKER A., DÖLKEN M., 2005c: Untersuchen in der Physiotherapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 196 S.
- JORGENSSON A.,1993: The iliopsoas muscle and the lumbar spine. Australian Journal of Physiotherapy 39(2): 125-132

KASAI Y, MORISHITA K, KAWAKITA E, KONDO T, UCHIDA A., 2006: A New Evaluation Method for Lumbar Spinal Instability: Passive Lumbar Extension Test. Physical therapy. Oct 10 (keine weiteren Angaben)

KAVCIC N., GRENIER S., MDGILL S.M., 2004: Quantifying tissue loads und spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. Spine. 29: 2319-2329

KLEIN-VOGELBACH S., 2000: Funktionelle Bewegungslehre. Bewegung lehren und lernen. 5. Auflage. Springer Verlag; 372 S.

KRISMER M., HAID C., OGO M., BEHENSKY H., WIMMER C., 1997: Biomechanik der lumbalen Instabilität. Der Orthopäde. Heft: 26 (6): 516 - 520

MCNEELY M. L. , TORRANCE G., MAGEE D. J., 2003: A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis. Manual Therapy; 8(2):80-91

MORSCHER E., 1991: Lumbale Instabilität: Definitionen und Ursachen. Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie;41:24-33

MÜHLEMANN D., ZAHND F., 1993: Die lumbale segmentale Hypermobilität. Manuelle Medizin 31; 47-54

O'SULLIVAN P.B., TWOMEY L.T., ALLISON G.T., 1997a: Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine. Dec 15;22(24):2959-2967

O'SULLIVAN P., TWOMEY L., ALLISON G., SINCLAIR J., MILLER K., KNOX J., 1997b: Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. Australian journal of Physiotherapy; 43(2): 91-98

O'SULLIVAN P. B., 2000: Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual therapy*;5(1):2-12.

O'SULLIVAN P. B., BURNETT A., FLOYD A.N., GADSDON K., LOGIUDICE J., MILLER QUIRK H., 2003: Lumbar repositioning in a specific low back pain population. *Spine*, 28(10):1074-9

O'SULLIVAN P. B., 2003: Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilising exercises. In Karen S Beeton (Ed.) *Manual Therapy Masterclasses: The Vertebral Column*, Churchill Livingstone, Edinburgh: 63-76.

PANJABI M., 1992A: The stabilising system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaption und enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 5(4): 383-389

PANJABI M., 1992B: The stabilising system of the spine. Part II. Neutral zone und stability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders* 5: 390-397

PANJABI M., 2003: Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*; Volume 13, Issue 4: 371-379

PFEIFER K., VOGT L., KLINGLER J., PORTSCHER M., BANZER W., 2001: Sensomotorik beim Tragen lumbaler Stützorthesen. *Zeitschrift für Orthopädie*: 139: 12-18

PIPER A., 2005: Korrelation zwischen lumbalen Rückenschmerzen und dem M. gluteus maximus. *Manuelle Therapie* (9): 65 - 74

POOL-GOUDZWAARD A., HOEK VAN DIJKE G., GURP M. VAN., MULDER P., SNIJDERS C., STOECKART R., 2005: Beitrag der Beckenbodenmuskulatur zur Stabilität des Beckenrings. Teil 2. *Manuelle Therapie*; 02: 75-81

REICHEL H. S., PLOKE C. E., 2003: Physiotherapie am Bewegungssystem. Strukturen, Funktionen, Massnahmen am Wirkort der Störung. Hippokrates Verlag, Stuttgart; 848 S.

RICHARDSON C., JULL G., HODGES P., HIDES J., 1999: Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in Low Back pain. Scientific basis and clinica approach. Churchill Livingston; 191 S.

RICHARDSON C., HODGES P., HIDES J., 2004: Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilisation. A Motor Control Approach for the treatment and prevention of Low Back Pain. Churchill Livingston. 2. Aufl.; 271 S.

ROTHHAUPT D., ZIEGLER H., LASER T., 1997: Die orthopädische Hippotherapie - neue Wege in der Behandlung segmentaler Instabilitäten an der Lendenwirbelsäule. Wiener Medizinische Wochenschrift;147(22):504-8

SCHOMACHER J., 2001: Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates in der Physiotherapie. Thieme Verlag, Stuttgart. 654 S.

SCHOMACHER J., 2005: Mechanische Aspekte zum Training lumbaler Hypermobilitäten. Manuelle Therapie; 9: 218-229

SCHULTZ KP, WIESNER L, WITTENBERG RH, HILLE E., 1996: Das Bewegungssegment oberhalb der Fusion. Zeitschrift für Orthopädie; 134(2):171-6.

SELLER K., WILD A., 2005: Spondylolyse, Spondylolisthese, Spondyloptose. Zeitschrift für Orthopädie; 143:R101-123

SILFIES S. P., SQUILLANTE D., MAURER P, WESTSCOTT S., KARDUNA A. R., 2005: Trunk muscle recruitment in spezific chronic low back pain populations. Clinical biomechanics, 20: 465-473

STEINRÜCKEN H., 1998: Die Differentialdiagnose des Lumbalsyndroms mit klinischen Untersuchungstechniken. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg; 227 S.

SZPALSKI M., GUNZBERG R., POPE M.H., 1999: Lumbar segmental instability. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;314 S.

VALERIUS K. P., FRANK A., KOLSTER B. C., HIRSCH M. C., HAMILTON C., LAFONT E. A., 2006: Das Muskelbuch. 2. Aufl.; KVM-Verlag Marburg; 420 S.

VAN DEN BERG F., 2001: Angewandte Physiologie. Teil 3. Therapie, Training, Tests. Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 623 S.

WITTENBERG R. H., WILLBURGER R. E., KRAMER J., 1998: Spondylolysis und Spondylolisthesis. Diagnose and Therapie. Orthopade.27(1):51-63

ZAHND F., 1997: Manuelle Mobilisation and lumbale segmentale Hypermobilität - ein Widerspruch: Manuelle Therapie; 1: 2-7

ZIPPEL H., 1992: Spondylolyse und Spondylolisthesis - Einteilung, Pathologie, Pathogenese, Behandlungskonzeption. IN: Die Instabilität des lumbosakralen Scharniers. Internationales Symposium Hannover 1991; Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York: 4-21

10. ANHANG:

STUDIE 1:		ALLGEMEINE ANGABEN	
QUELLE	O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison G.T., 1997a: Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine; 15;22(24):2959-2967		
STUDIENTYP	randomisierte, kontrollierte Untersuchung		
DAUER	30 Monate (Behandlungsdauer: 10 Wochen, danach Befragung mittels Fragebogen in Abständen von 3, 6, and 30 Monaten)		
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Untersuchung über die Wirksamkeit von spezifischen wirbelsäulenstabilisierenden Übungen zur Behandlung von Patienten mit der Diagnose Spondylolyse/Spondylolisthese		
STUDIENMETHODIK			
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	44		
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	<i>Spezifische Übungsgruppe</i>	<i>Kontrollgruppe</i>	
Männlich/Weiblich	15/6	12/9	
Alter	Ø 33 Jahre	Ø 29 Jahre	
Assessment	McGill Pain Questionnaire Oswestry disability core Gelenkmessung: LWS/Hüfte Muskelfunktionstest (EMG: M. rectus abdominis, M. obliquus internus abdominis)		
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	Röntgenaufnahmen, CT Befund nach MEYERDING		
EINSCHLUSSKRITERIEN	Patienten mit mehr als drei Monaten andauernden Schmerzen und der klinisch Röntgendiagnose Spondylolyse/Spondylolisthese		
AUSSCHLUSSKRITERIEN <small>Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen</small>	<ul style="list-style-type: none"> - Symptome, die der Spondylolisthese/Spondylolyse nicht zuzuordnen waren - psychische Erkrankung - Verständigungs-/Sprachschwierigkeiten in Englisch - Wirbelsäulenoperationen - diagnostizierte entzündliche Gelenkerkrankungen - neurologische Erkrankungen (sensorische oder motorische Ausfälle) 		
THERAPEUTEN (Erfahrung)	Experten in der Behandlung von LBP		
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	Blind: Durchführung des Test/Retests durch den Untersucher		
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	<i>Spezifische Übungsgruppe</i> Spezifisches Training des M. transversus abdominis und M. multifidus	<i>Kontrollgruppe:</i> Allgemeines Trainingsprogramm (aus Schwimmen, Walking, Gymnastik, Ultraschall, Wärme)	
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine		
ERGEBNISSE			
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	42		
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	genaue Dokumentation von Patientenverlusten (wann und warum Patienten aus der Studie ausgeschieden sind)		
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	keine statistischen Unterschiede erkennbar		
ERGEBNISSE	Nach zehn Wochen zeigte die spezifische Übungsgruppe eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität bzw. funktionellen Einschränkung, die sich auch nach 30 Monaten bestätigte. Die Kontrollgruppe zeigte sowohl nach zehn Wochen als auch nach 30 Monaten keine signifikante Verbesserung in den untersuchten Parametern.		
SCHLUSSFOLGERUNGEN			
FAZIT DER AUTOREN	Das Training der wirbelsäulestabilisierenden Muskulatur (M. multifidus und M. transversus) ist wirksamer als im Vergleich zu anderen konservativen Behandlungen bei Patienten mit Spondylolyse bzw. Spondylolisthese.		

STUDIE 2:		ALLGEMEINE ANGABEN		
QUELLE	Goldby Lucy Jane, Moore Ann P., Doust J., Trew M. E., 2006: Randomized Controlled Trial Investigating the Efficiency of Musculoskeletal Physiotherapy on Chronic Low Back Disorder. Spine 31(10): 1083-93			
STUDIENTYP	randomisierte, kontrollierte Untersuchung			
Dauer	Intervention (Behandlung) 10 Wochen; Gesamtdauer: 2 Jahre			
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Untersuchung über die Effizienz von wirbelsäulestabilisierende Übungen im Vergleich zur Manuellen Therapie bei chronisch mechanisch bedingten Rückenschmerz			
STUDIENMETHODIK				
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	346			
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	<i>Wirbelsäulestabilisierende Übungsgruppe:</i>	<i>Manuelle Therapie-Gruppe:</i>	<i>Kontrollgruppe:</i>	
Männlich/Weiblich	keine Angabe zu den Ausgangstudienteilnehmer			
Alter	zwischen 18 und 25			
Assessment	Numerical Rating Scale (NRS), Oswestry disability core, Low Back outcome score, Gelenkmessung (LWS-flexion), Timed walking test, Nottingham Health Profile			
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	keine Angaben			
EINSCHLUSSKRITERIEN	chronisch mechanisch bedingter Rückenschmerz			
AUSSCHLUSSKRITERIEN Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen	<p>nicht mechanisch bedingte Rückenschmerzen bzw. mechanisch bedingte Rückenschmerzen mit zusätzlichen überlagernden Beschwerden oder aus medizinischer Sicht für die Studie nicht geeignet wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spinalkanalstenose, Spondylolisthesis Grad III/IV - deutliche oder verschlechternde Zeichen von neurologischen Ausfällen - Nachweis einer entzündliche Gelenkerkrankungen - Erkrankungen der unteren Extremitäten - Bestehende oder vorangegangene metastasierende Erkrankungen - Aus medizinischer Sicht ungeeignet für die Teilnahme an der Übungsgruppe - Chronische Schmerzsyndrome oder eine Vorgeschichte mit mehr als 2 operativen Eingriffen aufgrund von Rückenschmerzen - Angstneurosen - Schwangerschaft 			
THERAPEUTEN (Erfahrung)	Experten in der Behandlung von chronic low back pain (mind. 5 Jahre Berufserfahrung)			
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	Single blind			
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	<i>Wirbelsäulestabilisierende Übungsgruppe:</i> Spezifische Training von M. multifidus, M. transversus abdominis, Beckenboden, Diaphragma	<i>Manuelle Therapie-Gruppe:</i> manualtherapeutische Techniken	<i>Kontrollgruppe:</i> keine Therapie, Informationsbroschüre über Chronische Rückenschmerzen	
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine			
ERGEBNISSE				
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	213			
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	Vorhandene Dokumentation der zahlreich aus der Studie ausgeschiedenen Patienten, die aufgrund fehlender Motivation aber auch durch Datenverlust verlorengegangen sind.			
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	keine statistischen Unterschiede erkennbar			
ERGEBNISSE	Bei Patienten mit chronischen mechanischen Rückenschmerzen wurde in Bezug auf die Parameter Schmerzreduktion, Körperbehinderung, Dysfunktionen, Einnahme von Medikamenten und Verbesserung der Lebensqualität bei der wirbelsäulestabilisierenden Übungsgruppe im Vergleich zur Manuellen Therapie bzw. Kontrollgruppe eine statistisch signifikante Verbesserung festgestellt.			
SCHLUSSFOLGERUNGEN				
FAZIT DER AUTOREN	Bei der Behandlung von chronischen Rückenschmerzen weisen wirbelsäulestabilisierende Übungen im Vergleich zur Manuellen Therapie eine höhere Effektivität auf. Mit wirbelsäulenstabilisierende Übungen bzw. manualtherapeutischen Techniken ist eine signifikante Schmerzreduktion bei chronischen Rückenschmerzenpatienten zu erreichen.			

STUDIE 3:		ALLGEMEINE ANGABEN	
QUELLE	O'Sullivan P., Twomey L., Allison G., Sinclair J., Miller K., Knox J., 1997b: Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. Australian journal of Physiotherapy; 43(2): 91-98		
STUDIENTYP	cross-sektionale Studie		
DAUER	-		
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Ziel der Studie ist es mögliche Unterschiede in der Aktivierung der abdominalen Muskeln bei Patienten mit diagnostizierter Spondylolyse/Spondylolisthese herauszufinden.		
Studienmethodik			
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	22		
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	Chronic low back pain (CLBP)-Gruppe	Kontrollgruppe (seit 6 Monate kein LBP)	
Männlich/Weiblich	7/5	7/3	
Alter	Ø 23 Jahre	Ø 25 Jahre	
Assessment	Visual analoge Skala (VAS)		
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	Röntgenfunktionsaufnahmen Einteilung des Ventralgleitens nach MEYERDING		
EINSCHLUSSKRITERIEN	Patienten mit chronischen Rückenschmerzen und radiologisch diagnostizierter Spondylolyse bzw. Spondylolisthese - Patienten mit seit über 3 Monate andauernden, nicht nachlassenden Rückenschmerzen		
AUSSCHLUSSKRITERIEN Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen	- Patienten mit Symptomen, die der Spondylolisthese/Spondylolyse nicht zuzuordnen sind - Wirbelsäulenoperationen - diagnostizierte entzündliche Gelenkerkrankungen - neurologische Erkrankungen (sensorische oder motorische Ausfälle) - psychische Erkrankung		
THERAPEUTEN (Erfahrung)	-		
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	Doppelblinde Durchführung der EMG-Messung		
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	„Abdominal drawing in manoeuvre“: Einziehen des Unterbauches (M. transversus - Aktivierung), Messung der Muskelaktivität mit EMG		
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine		
ERGEBNISSE			
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	22		
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	-		
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	vergleichbares Alter, gleiche körperlich Fitness		
ERGEBNISSE	Bei Patienten der LCPB-Gruppe ist eine isolierte Aktivierung des M. obliquus abdominis internus mit nur geringer Aktivität des oberen Anteil von M. rectus abdominis nicht möglich.		
SCHLUSSFOLGERUNGEN			
FAZIT DER AUTOREN	Bei Patienten mit diagnostiziert Spondylolyse/Spondylolisthese ist die fehlende Aktivierung der tiefen abdominalen Muskeln (wichtige Rolle für die Stabilität der Wirbelsäule) und - im Vergleich zur Kontrollgruppe - der aktiveren M. rectus abdominis, der nur begrenzte stabilisierenden Eigenschaften aufweist, ein Hinweis auf eine Dysfunktion im neuromuskulären System, wodurch eine dynamische Stabilität der Wirbelsäule nicht gewährleistet werden kann.		

STUDIE 4:		ALLGEMEINE ANGABEN	
QUELLE	O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, Gadsdon K, Logiudice J, Miller Quirk H., 2003: Lumbar repositioning in a specific low back pain population. Spine, 28(10):1074-9		
STUDIENTYP	cross-sektionale Studie		
DAUER	-		
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Untersuchung, ob bei Patienten mit diagnostizierter lumbaler segmentaler Instabilität(LSI) eine Abnahme der Fähigkeit zur Reposition in die neutrale Wirbelsäulenposition zu beobachten ist.		
STUDIENMETHODIK			
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	30		
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	15 Patienten mit diagnostizierte lumbaler segmentaler Instabilität	Kontrollgruppe: 15 asymptomatische Personen	
Männlich/Weiblich	6/9	6/9	
Alter	Ø 38,8 Jahre	Ø 38,2 Jahre	
Assessment	McGill Pain Questionnaire Oswestry disability core	-	
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	Keine Angabe		
EINSCHLUSSKRITERIEN	Lumbale segmentale Instabilität		
AUSSCHLUSSKRITERIEN <small>Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen</small>	<ul style="list-style-type: none"> - Patienten mit neurologischen Symptomen - Kürzlichen Wirbelsäulenoperationen - Schmerzen, die die Ausführung des Tests nicht ermöglichen 		
THERAPEUTEN (Erfahrung)	erfahrene Manualtherapeuten		
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	-		
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	<p>Testteilnehmer erhielten im Sitz die Anweisung sich dreimal maximal in die lumbale Extension und Flexion zu bewegen und danach fünf Sekunden die neutrale Stellung einzunehmen und zu bleiben. Die neutrale Position wurde definiert als Position zwischen der maximalen Extension und Extension. Der Repositionsauftrag wurde fünfmal ohne jegliches Feedback durchgeführt.</p> <p>Messung der Resposition wurde in die neutrale Position mit applizierten Sensoren (3-Space Frastak Model) , die auf den Proc. Spinosii von T12, L2, L4 und S2 appliziert worden sind.</p>		
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine		
ERGEBNISSE			
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	30		
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	-		
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Größe und Gewicht		
ERGEBNISSE	Lumbale Repositionsfehler waren bei Patienten mit chronischen Schmerzen signifikant größer als in der asymptomatischen Vergleichsgruppe. Diese Unterschiede wurden auf allen Messbereichen (T12, L2, L4 und S2) festgestellt.		
SCHLUSSFOLGERUNGEN			
FAZIT DER AUTOREN	Das Resultat der Studie zeigt auf, dass Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität eine reduzierte Fähigkeit aufweisen, die Lendenwirbelsäule im Sitzen in die neutrale Zone zu bringen.		

STUDIE 5:		ALLGEMEINE ANGABEN		
QUELLE	Silfies S. P., Squillante D., Maurer P, Westscott S., Karduna A. R., 2005: Trunk muscle recruitment in specific chronic low back pain populations. Clinical biomechanics 20: 465-473			
STUDIENTYP	nicht randomisierte, Fall-Kontroll Studie			
DAUER	-			
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Vergleichende Untersuchung zur Rumpfmuskelrekrutierung bei Patienten mit diagnostizierter lumbaler segmentaler Instabilität bzw. nicht-spezifischen Rückenschmerzpatienten			
STUDIENMETHODIK				
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	38 (Zahl der im Endeffekt eingeschlossenen Patienten ohne Kontrollgruppe: 32)			
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	<i>Klinischer Instabilität</i>	<i>nicht spezifischen Rückenschmerz</i>	<i>Asymptomatische Kontrollgruppe</i>	
Männlich/Weiblich	16/4	5/7	16/4	
Alter	Ø 42,9 Jahre	Ø 44,3 Jahre	Ø 40,9 Jahre	
Assessment	11-Point numeric pain rating scale Roland-Morris disability questionnaire			
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	MRI Diskographie Röntgenfunktionsaufnahmen			
EINSCHLUSSKRITERIEN	Patienten mit wiederkehrenden bzw. chronischen Rückenschmerzen, die bisher ohne Erfolg mit konservativen Therapiemethoden (Physiotherapie, weitere medizinischen Maßnahmen) behandelt wurden - Patienten mit Rückenschmerzen seit mindestens 3 Monaten - Hauptbeschwerden beim Rücken (keine Ausstrahlungen ins Bein) - starke Einschränkung in ADL's durch Schmerzen			
AUSSCHLUSSKRITERIEN Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen	- Patienten mit Wirbelsäulenoperationen - anatomischen Deformitäten der Wirbelsäule - neurologische Symptome (einschließlich Radikulopathien) - psychiatrische Erkrankungen			
THERAPEUTEN (Erfahrung)	-			
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	-			
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	Im schulterbreiten Stand mit nach vorne ausgestreckten Armen(SG: 90 Grad Flexion) bewegen die Testpersonen mit Hilfe von visuellen Angaben den Rumpf je 15 Grad in LWS-Extension bzw. LWS-Flexion (beginnend bei Extension). Geschwindigkeit der Bewegung ist vorgegeben, die Rumpfbewegung der Testpersonen wurde ohne und mit Gewichten von Sandsäcken in beiden Händen haltend durchgeführt. Bei allen Studienteilnehmer wurden EMG von M. obliquus internus abdominis, M. obliquus externus abdominis, M. rectus abdominis, lumbaler Anteil von M. erector spinae, M. multifidus bzw. kinematische Bewegungsanalysen mit applizierten Sensoren (3-Space Frastak Model) am Proc. Spinosi von L1. durchgeführt und untereinander verglichen.			
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine			
ERGEBNISSE				
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	32			
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	Dokumentation der ausgeschiedenen Studienteilnehmer			
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Geschlecht und Body Mass Index (BMI)			
ERGEBNISSE	Die Patienten mit nachgewiesener lumbaler segmentaler Instabilität weisen eine im Verhältnis höhere Aktivierung des M. obliquus externus abdominis und M. rectus abdominis bzw. der tiefen Bauchmuskeln-Synergisten auf als im Vergleich zur Kontrollgruppe.			
SCHLUSSFOLGERUNGEN				
FAZIT DER AUTOREN	Die höhere Aktivierung der Bauchmuskulatur mit den geänderten synergistischen Aktivierung führt zu geänderten motorischen Kontrolle, die zu fortbestehende Dysfunktion und chronischen Schmerz zuzufolge haben.			

STUDIE 6:		ALLGEMEINE ANGABEN	
Quelle	Celestini M, Marchese A, Serenelli A, Graziani G., 2005: A randomized controlled trial on the efficacy of physical exercise in patients braced for instability of the lumbar spine. <i>Eura Medicophys.</i> ;41(3):223-31		
Studientyp	randomisierte, kontrollierte Studie		
Dauer	1 Jahr		
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Effizienz des Tragens von Orthesen bei Patienten mit lumbaler segmentaler Instabilität in Hinblick auf Veränderung des Schmerzintensität und Verbesserung der neuromuskulären Aktivität		
STUDIENMETHODIK			
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	48		
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	Orthese /Bewegungstherapie - Gruppe (O+KT-Gruppe)	Orthese-Gruppe (Kontrollgruppe) (O-Gruppe)	
Weiblich	24	24	
Alter	30-50		
Assessment	Anamnese Blackill disability scale klinische Assessment (z.B. Lasegue, Wasserman, Muskelfunktionstest, Piriformis-Test, Wolkman-Test) (Assessments wurden zu Beginn der Studie bzw. nach 3, 6, 9 und 12 Monaten durchgeführt)		
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	Röntgenfunktionsaufnahmen		
EINSCHLUSSKRITERIEN	<ul style="list-style-type: none"> - Frauen - positiver systemischer Bänderinstabilität (systemic laxity test) - positiver radiologischer Instabilitätsbefund bzw. mind. 5 klinische Zeichen einer lumbalen segmentalen Instabilität 		
AUSSCHLUSSKRITERIEN <small>Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen</small>	<ul style="list-style-type: none"> - Patienten, die sportlichen Belastungen ausgesetzt sind - Menopause - endokrine Stoffwechselstörung - Osteoporose bzw. Wirbelkörperbruch - vorangegangene Laminektomien - spezifische bzw. unspezifische Gelenkentzündungen 		
THERAPEUTEN (Erfahrung)	-		
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	keine Angabe		
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	Konsequentes Tragen der Orthese für den Zeitraum von 90 Tagen mit zusätzlichen Atemübungen, propriozeotiv Rumpfübungen, Dehnübungen, Wirbelsäule stabilisierende Übungen (Dauer: 4 Wochen, je 3 x (insgesamt 12x))	Konsequentes Tragen der Orthese für den Zeitraum von 90 Tagen	
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine		
ERGEBNISSE			
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	-		
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	Gründe der Patientenverluste nicht dokumentiert		
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen feststellbar		
ERGEBNISSE	In beiden Gruppen wurde ein positiv Effekt durch das Tragen der Orthese festgestellt. Bei der O+KT-Gruppe konnte jedoch im Vergleich zur O-Gruppe eine geringere Schmerzintensität (Reduktion der Einnahme von Schmerzmittel) und verbesserte neuromuskulärer Aktivität festgestellt werden.		
SCHLUSSFOLGERUNGEN			
FAZIT DER AUTOREN	In beiden Gruppe wurde eine Schmerzreduktion festgestellt, wobei bessere Resultate in der Therapiekombination von Orthese und Bewegungsübungen in Hinblick auf Schmerzintensität und neuromuskulären Kontrolle festgestellt werden kann.		

STUDIE 7:		ALLGEMEINE ANGABEN	
QUELLE	Abbott JH, McCane B, Herbison P, Moginie G, Chapple C, Hogarty T., 2005: Lumbar segmental instability: a criterion-related validity study of manual therapy assessment. BMC Musculoskelet Disord., Nov 7;6:56.		
STUDIENTYP	cross-sektionale Studie		
DAUER	-		
(in der Studie formulierte) FRAGESTELLUNG	Untersuchung der Genauigkeit manuelletherapeutischen Techniken <i>passive accessory intervertebral motion tests (PAIVMs)</i> and <i>passive physiological intervertebral motion test (PPIVMs)</i> als diagnostische Methode zum Nachweis von lumbalen segmentalen Instabilitäten		
STUDIENMETHODIK			
ANZAHL DER STUDIENTEILNEHMER	138 (30 Pat. asymptomatisch)		
AUSGANGSCHARAKTERISTIK DER PATIENTEN	<i>Recurrent or chronic low back pain</i>	<i>Asymptomatische Gruppe</i>	
Männlich/Weiblich	Keine Angabe zu den Ausgangstudienteilnehmer		
Alter	Keine Angabe zu den Ausgangstudienteilnehmer		
Assessment	Roland Morris disability score Visual analoge Skala		
METHODE DER DIAGNOSTIK DER INSTABILITÄT/ RADIOLOGISCHER NACHWEIS	Röntgenfunktionsaufnahmen		
EINSCHLUSSKRITERIEN	Patienten mit immer wiederkehrenden bzw. chronischen Rückenschmerzen: - Patienten mit einer neuen Episode von Rückenschmerzen - Patienten mit immerwiederkehrenden Rückenschmerzen (die zumindest 3 Monate vor der Rekrutierung vorhanden waren) - Patienten mit Rückenschmerzen seit mindestens 3 Monaten		
AUSSCHLUSSKRITERIEN <small>Neurologische/anatomische Defizite, Frakturen, Rheumatische Erkrankungen</small>	- Patienten mit operativen Eingriffen an der Wirbelsäule in den letzten 6 Monate - traumatische Frakturen der Wirbelsäule mit darausresultierenden permanenten neurologischen Ausfällen - neurologische, psychiatrische Erkrankungen - Patienten < 20 Jahre - Schwangere		
THERAPEUTEN (Erfahrung)	Erfahrene Manualtherapeuten		
VERBLINDUNG (Gutachter/Proband)	Blinded: Gutachter, die mit Hilfe der Röntgenaufnahmen die sagitale Translation und Rotation feststellten (ohne Wissen eines klinischen Befundes)		
BESCHREIBUNG DER THERAPIEMETHODEN/ ÜBUNGEN/BEHANDLUNG	Die manuelletherapeutischen Techniken PAIVMs und PPIVMs werden als diagnostisches Werkzeug zum Nachweis von lumbalen segmentalen Instabilitäten herangezogen und die Resultate mit den Ergebnissen von Röntgenfunktionsaufnahmen verglichen. Daten von asymptomatischen Studienteilnehmer dienen zur Referenz.		
UNERWÜNSCHTE THERAPIEWIRKUNG	keine		
ERGEBNISSE			
ZAHL DER EINGESCHLOSSENEN/ AUSGEWERTETEN PATIENTEN	123		
UMGANG MITPATIENTENVERLUSTEN IN DER ANALYSE	Gründe für das Ausscheiden von Studienteilnehmer wurden dokumentiert.		
VERGLEICHBARKEIT DER BEHANDLUNGSGRUPPEN	-		
ERGEBNISSE	Positive PAIVM und Extension PPIVM Tests weisen mit einer statistisch hohen Wahrscheinlichkeit auf eine translationale lumbale segmentale Instabilität hin.		
SCHLUSSFOLGERUNGEN			
FAZIT DER AUTOREN	Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass die manuellen Untersuchungstechniken eine mäßige Gültigkeit für den diagnostischen Nachweis der lumbalen segmentalen Instabilität haben.		

11. ERKLÄRUNG:

Hiermit versichere ich, dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe. Weiters versichere ich, dass ich die Diplomarbeit weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit, gleich welcher Prüfung, vorgelegt habe.

Salzburg, am 16.12.06