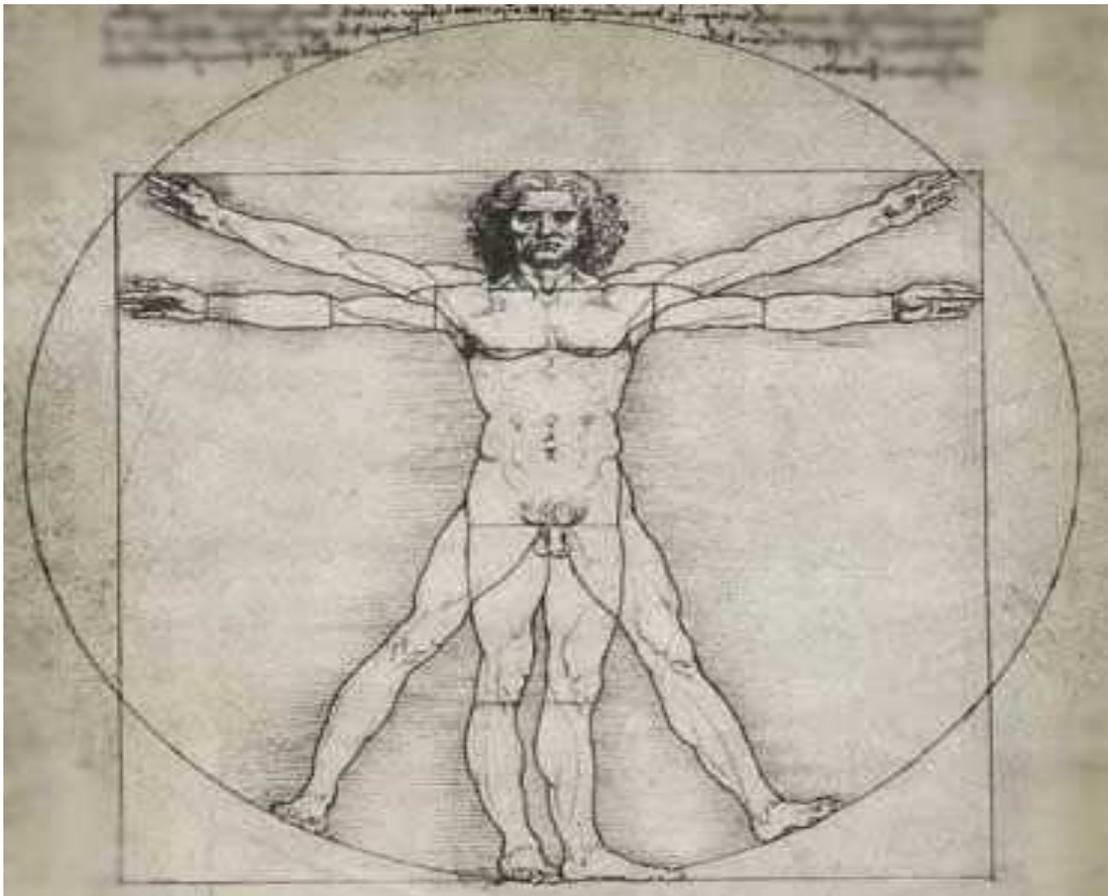


# LOW BACK PAIN

-

## Die Rolle des Musculus Transversus Abdominis bei dessen konservativen Behandlung



**Autorin:** Caruso Irene  
**Matrikelnummer:** S03-218-732  
**Adresse:** Meisenstrasse 10, 2540 Grenchen  
**Institution:** Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
**Departement:** Gesundheit      **Studiengang:** Physiotherapie  
**Studienjahr:** 2006  
**Datum der Abgabe:** 19. Juni 2009  
**Betreuende**  
**Lehrperson:** Herr Hannu Luomajoki, PT OMT svomp, Mphity,  
Dozent, Leiter Weiterbildung ZHAW

## **Danksagung**

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

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Hannu Luomajoki.

Vielen Dank auch an Mirjam Schranz, Yvonne Werthmüller und Stefanie Blaser für das Korrekturlesen dieser Arbeit und an Stephan Mogel für die Inspiration.

Vor allem möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die diese Ausbildung möglich gemacht und in verschiedenster Hinsicht tatkräftig unterstützt haben. Ein weiteres Dankeschön gebührt meinem Bruder Gianfranco, Freunden und Verwandten für die Unterstützung im Laufe meines Studiums.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abstract	6
<b>1. Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Aktuelle Fakten zur Rückenschmerzproblematik	7
1.2 Leitgedanke und Fragestellung dieser Bachelorthesis	7
1.3 Methodik der Literaturrecherche	8
Tabelle 1: Die erfolgreichsten Keywords der unterschiedlichen Datenbanken	9
Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien der Literaturrecherche	9
<b>2. Hauptteil</b>	<b>10</b>
2.1 Theoretische Hintergründe	10
2.2 Die Instabilität der Lendenwirbelsäule	11
2.2.1 Die neutrale Zone	11
2.3 Das stabilisierende System der Wirbelsäule	12
a) Das Kontroll- und Steuerungssystem	12
b) Das passive System	12
c) Das aktive System	12
2.4 Zwei Kardinalsübungen im Vergleich	13
2.4.1 Das Abdominal Hollowing Manöver (AHM)	13
2.4.2 Das Abdominal Bracing	13
2.5 Zusammenfassungen der Studien	14
2.5.1 Testverfahren bei Probanden mit LBP	14
2.5.2 Testverfahren bei gesunden Probanden, ohne LBP	16
2.5.3 Effektivitätsstudien	19
2.6 Resultate der Studien	23
2.6.1 Aktivierungsmuster der Abdominal- und Rumpfmuskulatur	23
a) Probanden mit LBP	23
b) Gesunde Probanden, ohne LBP	24
2.6.2 Abdominal Hollowing vs. Abdominal Bracing	25
a) Gesunde Probanden, ohne LBP	25
b) Akute LBP	26

	c) Wiederkehrende LBP	27
	d) Chronische LBP	27
	e) Prädiktive Parameter, Tabellen 6-8	29
2.7	Methodologische Qualitätsbeurteilungen der Studien	31
	Tabelle 9: Beurteilung der RCT's nach PEDro	31
	Tabelle 10: Beurteilung der analytischen Querschnittsstudien nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“	32
	Tabelle 11: Beurteilung der deskriptiven Querschnittsstudien nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“	33
2.8	Diskussion	35
2.8.1	Aktivierungsstrategien	35
2.8.2	Ausgangsstellungen	36
2.8.3	Effektivität AHM vs. Bracing	36
<b>3.</b>	<b>Schlussteil</b>	<b>39</b>
3.1	Schlussfolgerungen	39
3.2	Weitere Anregungen für die Zukunft	39
<b>4.</b>	<b>Verzeichnisse</b>	<b>41</b>
4.1	Abkürzungsverzeichnis und Glossar	41
4.2	Bilderverzeichnis	46
4.3	Tabellenverzeichnis	46
4.4	Internetverzeichnis	47
4.5	Fachliteraturverzeichnis	47
4.6	Studienverzeichnis	48
<b>5.</b>	<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>50</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang</b>	<b>51</b>
	Anhang A	52
	• Tabelle 3: Das lokale und globale Muskelsystem	52
	• Tabelle 4: Einteilung und Charakterisierung der Muskeln	53
	• Tabelle 5: Einteilung der LBP nach deren Symptomdauer	54

Anhang B	55
• Assessment: Abdominal Hollowing Test	55
Anhang C	57
• Globalmatrix der in dieser Bachelorthesis analysierten Studien	57
Anhang D	60
• Matrizen der einzelnen Studien	60
Studie 1:	60
Studie 2:	63
Studie 3:	66
Studie 4:	71
Studie 5:	73
Studie 6:	75
Studie 7:	78
Studie 8:	80
Studie 9:	82
Studie 10:	85
Studie 11:	88
Studie 12:	91
Studie 13:	94
Anhang E	97
• Disposition vom 08. September 2008	97
Budget	102
<b>7. CD-ROM (PDF- und Word-Version dieser Bachelorarbeit)</b>	<b>103</b>

*Bemerkung der Autorin:*

*Falls nicht explizit erwähnt, beziehen sich Ausdrücke wie „Patient“, „Autor“, „Physiotherapeut“ u.ä. auf das männliche und weibliche Geschlecht.*

## Abstract

**Background:** Ziel dieser Bachelorarbeit war, im Rahmen einer Literaturrecherche der Fragestellung nachzugehen, ob die im Praxisalltag hohe Priorität eines lokalen, spezifischen Stabilisationstrainings, das sich auf das Auftrainieren des Musculus Transversus Abdominis (TrA) fokussiert, bei der konservativen Behandlung lumbaler Rückenschmerzen (LBP) berechtigt ist oder ob ein globales Rumpfttraining (Bracing) effektiver sein könnte.

**Methode:** Seit September 2008 wurden aus den unterschiedlichsten Datenbanken, v.a. dem PubMed und PEDro, fünf RCT's, eine Kohortenstudie und acht Beobachtungsstudien mit den Erscheinungsjahren 1996 bis 2009 selektioniert. Die Effektivitätsstudien stellten v.a. das Abdominal Hollowing (AHM) und das Abdominal Bracing zum Vergleich. Die Beobachtungsstudien gaben Aufschluss über die Aktivierungsstrategien der Abdominal- und Rumpfmuskeln bei Patienten mit und ohne LBP.

**Resultate:** Für die Schmerzlinderung, die Zunahme des Muskeldurchmessers und die Verbesserung funktioneller Behinderungen bei chronischen LBP sind spezifische Stabilisationsübungen für die lokale Abdominalmuskulatur effektiver als globale. Ebenfalls verkleinern diese das Risiko signifikant, nach einer akuten LBP-Episode v.a. innerhalb des ersten Jahres einen Rückfall zu erleiden und schwächen die Intensität eines später möglichen deutlich ab. Das Bracing ist bei immer wiederkehrenden LBP effektiver, um die Selbsteinschätzung der Patienten bezüglich ihrer Verantwortung zur Schmerzkontrolle zu steigern. Die Hypothese, bei Patienten mit LBP sei die vorprogrammierte Steuerungseigenschaft („feedforward“) gestört und somit die Koordination der einzelnen Abdominalmuskeln untereinander, kann anhand dieser Literaturrecherche bekräftigt und damit ergänzt werden, dass dies auch während schmerzfreier Phasen und bei Bewegungen jeglicher Geschwindigkeit der Fall ist. Die Kontrolle des Körperschwerpunktes bleibt dabei unbeeinträchtigt.

**Schlussfolgerungen:** Spezifische Stabilisationsübungen wie das AHM sind effektiver als ein globales Rumpfttraining um Patienten sowohl mit chronischen, als auch mit akuten spezifischen und nicht-spezifischen LBP zu behandeln und die Rückfallsquote, die Schmerzintensität und die funktionelle Behinderung signifikant zu beeinflussen.

## 1. Einleitung

### 1.1 Aktuelle Fakten zur Rückenschmerzproblematik

Bis zu 80% der gesamten Weltbevölkerung leiden mindestens einmal in ihrem Leben an lumbalen Rückenschmerzen (*low back pain*, LBP). Sie gelten in den industrialisierten Ländern als eines der grössten und meist verbreiteten gesundheitlichen Probleme. Muskuloskelettale Beschwerden sind in der Schweiz die dritthäufigste Gesundheitsproblematik überhaupt. Die Daten von Interpharma (2007) und dem Schweizer Bundesamt für Statistik (Bfs Statistik, 2002) demonstrieren, dass von 9.4 Millionen Konsultationen im Jahr, sich rund 30% um LBP drehen und diese der häufigste Hospitalisations- und Operationsgrund überhaupt sind. Rückenschmerzen alleine verursachen jährliche Kosten von 7.4 Milliarden Franken (BfS, 2005). Krankheiten der Bewegungsorgane machen 20% aller IV-Renten in der Schweiz aus und sind nach psychischen Leiden der zweithäufigste Grund dafür. IV-Renten wegen muskuloskelettaler Beschwerden sind seit 1999 um 28% von 40'087 Fällen auf 51'271 gestiegen (BfS IV-Statistik, 2008). Der grösste Teil dieser Leiden wird in ambulanten Arzt- und Physiotherapiepraxen diagnostiziert und behandelt. Um die teure Chronifizierung zu verhindern, sind die frühe, genaue Triage und das effektive Management immens wichtig.

### 1.2 Leitgedanke und Fragestellung der folgenden Bachelorthesis

Die Arbeit richtet ihren Fokus auf die hohe Priorität, die im Praxisalltag dem Auftrainieren des TrA bei LBP gegeben wird. Das „Abdominal Hollowing“, die wohl bekannteste Übung für diese tiefe, lokale Muskulatur, soll kritisch hinterfragt werden. Weiter wird versucht, die Wirksamkeit dieser Massnahme mit der eines globalen Rumpftrainings, wie z.B. dem „Abdominal Bracing“ zu vergleichen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen v.a. der Physiotherapie dienen, um ein etabliertes Behandlungsvorgehen bei LBP faktisch und anhand wissenschaftlicher Daten zu belegen. Als Folge davon sollen altbekannte Übungen kritisch betrachtet und entsprechend der erlangten Ergebnisse angepasst werden.

Daraus ergibt sich die **Fragestellung**: Hat ein lokales, spezifisches Stabilisationstraining, das sich auf das Auftrainieren des TrA fokussiert, berechtigterweise eine so hohe Priorität im Praxisalltag um konservativ der lumbalen Rückenschmerzproblematik entgegenzuwirken oder könnte ein globales Rumpfttraining effektiver sein?

Diese Arbeit richtet sich an PhysiotherapeutInnen, medizinisches Fachpersonal, FitnessinstruktorenInnen und an alle, die sich für das Thema LBP und die Problematik der evidenzbasierten Wahl eines Stabilisationstrainings interessieren.

### 1.3 Methodik der Literaturrecherche

Bereits zur Erstellung der Disposition wurden die verschiedenen physiotherapeutisch relevanten Datenbanken wie PubMed, Science direct, Ovid, Cinahl und The Cochrane Library durchsucht. Eine der ergiebigsten für diese Arbeit wurde das Pubmed. Keywords wie „low back pain“, „trunk“, „spine“, „abdominal muscles“, „stabilization“, „rehabilitation“ und „exercise“, halfen bei der Suche nach relevanten Studien. Der Link zu ähnlichen Publikationen erweiterte und vereinfachte dieses Vorgehen. Wegen mangelhafter Resultate wurde das Suchwort „instability“ aus der Verknüpfung gestrichen.

Die Fragestellung, bezüglich der Wirkung verschiedener aktiver Therapiemaßnahmen bei LBP, verlangte als Einschlusskriterium, dass v.a. Effektivitätsstudien analysiert werden sollen. Der informative Aspekt der Fragestellung wurde erweitert, indem auch deskriptive und analytische Beobachtungsstudien mit einbezogen wurden. Um Material mit einem möglichst hohen Evidenzniveau zu bearbeiten, galt eine besondere Aufmerksamkeit den RCT's (Randomisierte kontrollierte Studien). Dafür eignete sich zusätzlich die Datenbank PEDro, welche u.a. die Beurteilung verschiedener RCT's mit der PEDro-Skala unterstützte. Zusätzlich wurde diese Datenbank wegen ihrer übersichtlichen Darstellung verwendet, um nach Eingabe des Publikationsjahres (ab 1996) blind nach Studien zu suchen, die womöglich wegen zu spezifischer Keywords untergegangen wären. Eine weitere Vorgehensweise war die Suche auf den Homepages der verschiedenen Journals, wie z.B. das „Spine“ oder das „Archive of physical medicine and rehabilitation“.

Während der Suche in den Datenbanken konnte festgestellt werden, dass bestimmte Autoren immer wieder mit diesem Thema in Verbindung gebracht werden. Das Einlesen in die Fachliteratur bestätigte dann auch Autoren wie Richardson, O'Sullivan, Hides und Hodges als wichtige Pfeiler in diesem Forschungsgebiet. So entschied man sich, das Suchspektrum zu erweitern und die in ihren Studien aufgelisteten Referenzen nach geeigneter Literatur für diese Thesis zu vergleichen. Durch diese Suchmethode konnte die Entwicklung der Untersuchungen bestimmter Autoren verfolgt und verglichen, und ihre Zitate, Bemerkungen und Erläuterungen anhand der Originalstudien vertieft werden.

Wegen limitierender Vorgabe der Anzahl Wörter für diese Bachelorarbeit wurden systematische Reviews aus der Analyse ausgeschlossen.

Die beigezogenen Fachbücher wurden nach Empfehlungen von PhysiotherapeutInnen, der Suche in der Bibliothek Gesundheit der ZHAW und mit Hilfe des NEBIS-Kataloges gefunden.

Tabelle 1: Die erfolgreichsten Keywords der unterschiedlichen Datenbanken

PubMed		
Keywords	Treffer	Ausgewählt
„exercise therapy“ AND „low back pain“	529	Studie 7, 8, 9, 13
„abdominal muscles“ AND „low back pain“	97	Studie 3, 10, 11
„trunk“ AND „stabilization“	253	Studie 6
„trunk“ AND „stabilization“ AND „low back pain“	36	Studie 2, 9
PEDro		
„low back pain“ AND „exercise“	465	Studie 10
„low back pain“ AND „exercise“ AND „stabilization“	16	Studie 9
„low back pain“ AND „specific exercise“	106	Studie 8, 11, 12
Referenzen		
Studie 9, 11		Studie 12
Studie 5		Studie 4

Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien der Literaturrecherche

Einschlusskriterien	
Nur aktive Therapiemassnahmen	z.B. lokales oder globales Rumpfttraining
Effektivitätsstudien	v.a. Wirksamkeitsvergleich spezifisches Stabilisations-training vs. globales Rumpfttraining
Deskriptive und/oder analytische Studien	Untersuchung der Aktivierungsmuster der Abdominalmuskulatur bei Patienten mit und/oder ohne LBP
Publikationen	Die Dokumente müssen in einer Fachzeitschrift, Datenbank oder in einem Fachbuch publiziert worden sein.
Fachbücher	- nach dem Jahr 2000 erschienen - Schwerpunkt: lumbaler Rücken
Studienalter	ab 1996 bis heute
Referenzen vorhandener Studien	Primäre Studie nach dem Jahr 2000 erschienen
Alle LBP-Subgruppen	Das Problem der Heterogenität kann in diesem Thema kaum umgangen werden und stellt einen wichtigen, kritischen Aspekt dieser Arbeit dar.
Alter der Probanden	ab 18 Jahren

Ausschlusskriterien	
Passive Therapiemassnahmen	Manuelle Therapie, Manipulationen etc.
Explizite Bandscheibenprobleme	z.B. Protrusionen, Prolapse etc.
Operationen	v.a. am Bewegungsapparat
Schwangerschaft	Soll mindestens 2 Jahre her sein und keine noch gegenwärtigen Komplikationen zur Folge gehabt haben
Aktivitätsniveau/Sportlichkeit	Nicht mehr als 3 Tage pro Woche Sport
Eigenständige, ganzheitliche Trainingsmethoden	- Pilates (einzelne Übungen erlaubt!) - Chi Gong - Thai Chi

## 2. Hauptteil

### 2.1 Theoretische Hintergründe

O'Sullivan (2005) bekundet in seinem Klassifikationsmodell, dass es sich in 85% der Fälle von LBP um nicht-spezifische Rückenschmerzen (*Non-specific low back pain*, NSLBP) handelt. D.h. die Diagnose legt einen negativen neurologischen Befund vor. Die Betroffenen leiden an LBP mit oder ohne Ausstrahlungen in den Beinen. Leboeuf-Yde und Lauritsen (1997; zit. nach O'Sullivan, 2005, S. 243) weisen dabei auf die fragwürdige Validität des radiologischen Befundes hin, der Fehldiagnosen zwischen spezifischen und nicht-spezifischen LBP herleiten könnte, so dass die Wichtigkeit der Kenntnis über den Ursprung und die Entstehung des Problems weiter in den Vordergrund rückt, als lediglich die Symptombehandlung.

Spezifische Rückenschmerzen (*Specific low back pain*, SLBP) machen ca. 5% aller Fälle aus. Bei ihnen liegt entweder eine ernsthafte Erkrankung wie z.B. eine Spina bifida, eine Spondylolisthesis, eine Wirbelkörperfraktur o.ä. vor oder der neurologische Befund ist positiv bezüglich einer Nervenwurzelproblematik.

Trotz der grossen Schwierigkeiten, bei den Patienten strukturelle Pathologien zu identifizieren, bleiben einige Autoren fest der Meinung, dass Patienten mit LBP keine homogene Gruppe sind und dass Vergleichbarkeiten wie Alter, Symptombdauer und Symptomstreuung zwingend notwendig sind um die Diagnosestellungen und Behandlungen bestmöglichst führen zu können. Patienten mit lumbaler, segmentaler Instabilität (LSI) werden zu einer solchen Subgruppe zusammengefasst (Hicks, Fritz, Delitto und McGill, 2005).

## 2.2 Die Instabilität der Lendenwirbelsäule

Panjabis Definition der Instabilität (1985) wurde im Laufe der Jahre von Frymoyer und Pope (1991; zit. nach Bogduk, 2005, S. 217 ff) ergänzt und erklären diese als „Verlust der Festigkeit (Steifigkeit in positivem Sinne) der Bewegungssegmente der Wirbelsäule, so dass sie unter Belastung in grösserem Ausmass verschoben, als es bei einer normalen Struktur zu sehen wäre. Dies kann zu Schmerzen, progressiven Deformitäten und zur Beeinträchtigung der neurologischen Strukturen führen.“ Hicks et al. (2005) kritisieren die unbefriedigenden Ergebnisse der Diagnosestellung von LSI durch eine Lateralflexions- und Extensionsradiographie wegen einer hohen falsch-positiv Rate. Hayes, Howard, Gruel und Kopta (1989; zit. nach Hicks et al., 2005, S. 1753) fanden heraus, dass 42% von asymptomatischen Patienten mindestens ein Segment mit der Charakteristik einer Instabilität aufzeigen. Doch ab wann wird ein Segment als „instabil“ bezeichnet? Wann ist es lediglich „überbeweglich“, also „hypermobil“? Panjabi führte 1992 den Begriff der „neutral zone“ ein um dieses Problem aufzugreifen.

### 2.2.1 Die neutrale Zone

In Bogduk (2005) und Vleeming, Mooney und Stoeckart (2007) wird die neutrale Zone als Bereich der intersegmentalen Bewegung definiert, der ausgehend von der neutralen Position am Anfang einer Bewegung (ROM = Range of motion) bis zum ersten Widerstand des Muskelsystems oder der passiven Strukturen reicht. Norris (2008) erklärt, dass durch Verletzungen oder degenerative Prozesse die Begrenzung dieser Zone mangelhaft wird und sie sich vergrössert.

Das wird dann als instabiles Segment bezeichnet. Aufgabe der Physiotherapie soll sein, diese Stabilität durch eine erhöhte Festigkeit des umgebenden Muskelsystems zu erreichen.

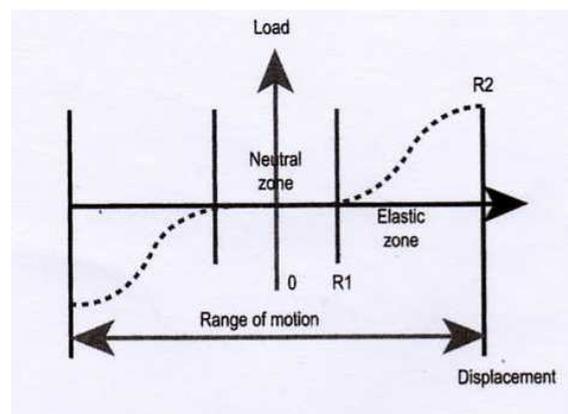


Abb. 1: The neutral zone (0-R1) and the elastic zone (R1-R2)  
Panjabi 1992 aus Vleeming et al., 2007.

### 2.3. Das stabilisierende System der Wirbelsäule

Wie Richardson, Hodges und Hides (2004) aber auch Norris (2008) erinnern, hat Panjabi 1992 ein Modell eingeführt, um das stabilisierende System der Wirbelsäule darzustellen. Drei Untersysteme, die untereinander als abhängige Komponenten gelten, müssen kontinuierlich aufeinander abgestimmt sein:

#### *a) Das Kontroll- und Steuerungssystem*

Das Kontroll- und Steuerungssystem bildet das zentrale Bindeglied zwischen dem passiven und aktiven System. Das periphere und zentrale Nervensystem steuern die Rumpf- und Abdominalmuskulatur so, dass sie zum korrekten Zeitpunkt, in korrektem Ausmass und in der korrekten Reihenfolge rekrutiert und auch wieder relaxiert wird, um auch während einer Bewegung die Stabilität der Wirbelsäule zu gewährleisten.

#### *b) Das passive System*

Passive Strukturen wie Knochen, Gelenke und Ligamente tragen in neutraler Position nicht unbedingt zur Stabilität des Bewegungssegmentes bei, sondern entfalten ihre mechanische stabilisierende Wirkung im Laufe einer Bewegung und hier wiederum speziell am Bewegungsende. Van den Berg (2003) erklärt aber, dass Ligamente durch ihre vielen Rezeptoren Informationen über die Stellung und/oder Bewegung der Segmente dem zentralen Nervensystem weiterleiten, worauf das aktive System entsprechend adaptiert wird.

#### *c) Das aktive System*

Defizite in einem Untersystem können durch ein anderes ausgeglichen werden. Diese Aufgabe übernimmt v.a. die Muskulatur, die aktiv zu einer erhöhten Stabilität beitragen kann. Das aktive System kann allerdings nur so genau arbeiten, wie es Informationen vom Kontroll- und Steuerungssystem bekommt.



Tabelle 3 zum globalen und lokalen Muskelsystem, Tabelle 4 zur Einteilung und Charakterisierung der Muskeln, Tabelle 5 zur Einteilung der LBP nach deren Symptombdauer und die Erklärungen zu den folgenden Muskelabkürzungen sind im Anhang A, S. 52 ff zu finden.

## 2.4 Die zwei Kardinalsübungen in der aktiven, konservativen Behandlung von LBP

### 2.4.1 Das „Abdominal Hollowing Manöver“ (AHM)

Panjabi (1992), Richardson und Jull (1995), O’Sullivan et al. (1997) und Hides et al. (2001); zit. nach Chanthapetch, Kanlayanaphotporn, Gaogasigam und Chiradejnant, 2009, sehen in der Dysfunktion der Kontrolle der Abdominal- und Rumpfmuskulatur eine mögliche Hypothese für die Entstehung von LBP.

Das AHM ist eine der bekanntesten Übungen bei der Behandlung von LBP (O’Sullivan et al., 1997; Hides et al., 2001; Rasmussen-Barr et al., 2003; Shaughnessy and Caufield, 2004; Goldby et al., 2006; zit. nach Chanthapetch, 2009, S. 1). Sie sieht vor, dass anfängliche statische Ausgangsstellungen immer mehr zu dynamischen werden, bis hin zur Umsetzung und Automatisierung des erlernten Musters im Alltag. Während des AHM sollen v.a. der TrA, die tiefen Fasern des OI und der LM synergistisch rekrutiert werden und zwar ohne Substitution des RA und OE (Kasai, 2006) und auf einem niedrigen Rekrutierungslevel von 1%-2% der MVC (*Maximum voluntary contraction*, Maximum der willkürlichen Kontraktion)! Diese Methode soll effektiv sein um ein gestörtes Aktivierungsmuster der Abdominalmuskeln aufzutrainieren. Es hat sich allerdings etabliert, dass dies theoretisch auch zu einer grösseren Stabilität und einer Reduzierung der Schmerzen und Behinderungen führen soll (O’Sullivan et al., 1997 und 1998; zit. nach Vera-Garcia, Elvira, Brown und McGill, 2007, S. 557).



Weitere Informationen zum AHM sind im Anhang B S. 55 f zu finden.

### 2.4.2 Das „Abdominal Bracing“

Dieses Manöver sieht vor, dass in der Neutralstellung der LWS (lumbale Wirbelsäule) alle Rumpfmuskeln, inkl. der Rückenextensoren, auf hohem Aktivierungslevel co-kontrahiert werden (Vera-Garcia et al., 2007) um so eine erhöhte Stabilität im Sinne einer erhöhten, positiven „Steifigkeit“ des Rumpfes zu schaffen (Greiner und McGill, 2007). Dazu gehören auch die klassischen Rumpfkraftübungen wie das „Trunk curl up“ und die Rumpfbeugen. Dieser ganzheitlichen Aktivierung der Torsomuskulatur wird das Risiko zugeschrieben, dass sie eine womöglich bereits gestörte Koordination des Aktivierungsmusters noch weiter beeinträchtigen könnte. Diese Hypothese soll genauer erörtert werden (May und Johnson, 2008).

## 2.5 Zusammenfassungen der Studien



Eine Globalmatrix und Matrizen der einzelnen Studien sind im Anhang C und D S. 57 ff zu finden.

### 2.5.1 Testverfahren bei Probanden mit LBP

**Studie 1: Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: Ultrasound measurement of muscle activity.**

**Ferreira, P.H., Ferreira, M.L., Hodges, P.W. (2004)**

Das Testverfahren sah vor, dass die Probanden in RL (Rückenlage), Kniekehlen und Fersen an Schlingen aufgehängt, eine isometrische Knieflexion und -extension gegen einen Widerstand von 7.5% und 15% des eigenen Körpergewichts ausführen sollen. Dabei wurden mittels EMG (Elektromyogramm) und Ultrasonographie die Aktivität und Dicke der Abdominalmuskeln (TrA, OI, OE) gemessen. Die Probanden wurden instruiert, sich auf die Beinarbeit zu konzentrieren und hatten keine Vorkenntnisse über die Aktivierung der Abdominalmuskeln. So wurde die automatische Strategie des ZNS (Zentrales Nervensystem) zur Rumpfkontrolle untersucht. Die Reihenfolge der Bewegungsrichtungen und Kraftgrade wurde randomisiert zugeordnet. Wegen der Aufteilung der 20 Probanden in eine LBP- und eine Kontrollgruppe handelte es sich hierbei um eine Querschnittsstudie.

**Schlussfolgerungen:** Das automatische Rekrutieren des TrA ist bei LBP-Patienten verändert. Sie haben, im Vergleich zu gesunden Probanden, bei isometrischer Beinarbeit ein anderes Aktivierungsmuster der Rumpfmuskulatur.

Frühere Studien hatten erwiesen, dass LBP-Patienten eine verspätete Aktivierung des TrA haben. Diese Studie besagt zusätzlich, dass sich auch die EMG-Aktivität (Amplitude) verändert.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen (Studien 2 und 3), die Aktivierung des TrA sei nicht richtungsabhängig, ergab diese Studie, dass die Probanden individuell eine bevorzugte Richtung hatten.

**Wichtig:** Die Kontrollgruppe aktivierte den TrA in beide Richtungen, wenn auch mit unterschiedlicher Amplitude.

Die EMG- und Ultrasonographiemessungen waren gut vergleichbar. Vorangehende Studien besagten, dass die Übereinstimmung zwischen der EMG-Aktivität des OE und seiner Muskeldicke schlecht sei. Dies könnte erklären, wieso kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich OE und OI bestand.

**Studie 2: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of Transversus abdominis.**

Hodges, P.W., Richardson, C.A. (1996)

In dieser Studie wurde das Design nicht explizit erwähnt. Es konnte aber herausgelesen werden, dass es sich um eine analytische Querschnittsstudie mit einer Kontrollgruppe handelte. Bei 30 Probanden, aufgeteilt in zwei Gruppen entweder mit oder ohne LBP (unbekannten Ursprungs seit 18 Monaten), wurde untersucht, ob der TrA vor dem Hauptbeweger und den anderen Rumpfmuskeln aktiviert wird, ob dessen Aktivierung von der Bewegungsrichtung beeinflusst wird und ob die Hypothese bekräftigt werden kann, dass er bei Probanden mit LBP nicht antizipatorisch anspannen kann.

Die Probanden standen auf einem Balance Performance Monitor. Die Muskeln TrA, Ol, OE, Deltoideus, RA und LM wurden mit Elektroden versehen. Nach einem visuellen Stimulus mussten sie entweder eine Schulterflexion, -abduktion oder -extension machen. Die Abfolge der getesteten Bewegungsrichtungen wurde randomisiert zugeteilt.

**Schlussfolgerungen:** Bei LBP-Patienten fällt die vorangehende Aktivierung des TrA vor einer Bewegung aus! Zusätzlich wird sie von der Bewegungsrichtung beeinflusst! Das spricht für eine Dysfunktion der motorischen Kontrolle der TrA bei Patienten mit LBP!

In bisherigen Studien wurde untersucht, dass die Rumpfmuskeln vor einer Extremitätenbewegung angespannt werden. Diese Studie zeigte auf, dass diese Eigenschaft v.a. dem TrA zuzuschreiben ist!

Die Verspätung der Aktivierung des TrA verursacht eine verminderte Stabilität in der LWS während der Bewegung und der Wirkung der reaktiven Kräfte. So steigt das Risiko einer Wirbelsäulenverletzung.

**Limitations:** Es besteht die Möglichkeit, dass andere Beeinträchtigungen des ZNS die Verlangsamung der Aktivierung des TrA beeinflusst haben. Es ist auch unklar, ob die Verspätung eine Schmerzkomensation darstellt.

**Studie 3: Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds.**

Hodges, P.W., Richardson, C.A. (1999)

Hier wurde bei 14 der LBP- und 14 der Kontrollgruppe zugeteilten Patienten (Durchschnittsalter 30 Jahre) das Aktivierungsmuster der Rumpfmuskulatur bei Schulterflexion in drei verschiedenen Geschwindigkeiten untersucht. Die Autoren wollten mit dieser Querschnittsstudie an diejenige von Hodges et al. (1996) anknüpfen und ergänzende Aussagen

über das Verhalten des Aktivierungsmusters nebst bei schnellen, auch bei mittelschnellen und langsamen Bewegungen machen. Die Prozedur des Tests und die Ein- und Ausschlusskriterien der Probanden sind in diesen beiden Studien gleich.

**Schlussfolgerungen:** Das Rekrutierungsmuster der Rumpfmuskulatur bei Bewegung der oberen Extremität ist bei Patienten mit LBP verändert! V.a. der TrA und OI zeigen bei „schnellen“ Bewegungen eine verspätete Aktivierung. Bei „mittlerer“ Geschwindigkeit fehlt die Reaktion der Abdominalmuskeln im adäquaten Zeitrahmen komplett. Normalerweise gilt, je schneller die Armbewegung, umso früher setzen die Abdominalmuskeln ein. Bei LBP-Patienten ist also die Koordination der Rumpfmuskulatur v.a. bei „schnellen“ und „mittleren“ Bewegungen gestört, auch wenn sie eine schmerzfreie Phase haben.

Somit ist bei LBP nicht die Kontrolle des Körperschwerpunktes beeinträchtigt, sondern die Kontrolle auf die reaktiven Kräfte!

## 2.5.2 Testverfahren bei gesunden Probanden, ohne LBP

**Studie 4: Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions.**

**Beith, I.D., Synnott, R.E., Newman, S.A. (2001)**

20 Physiotherapiestudenten zwischen 19 und 30 Jahren wurden für diese Studie rekrutiert. Anhand eines EMG sollte untersucht werden, welche Abdominalmuskeln während des AHM im Vierfüßlerstand und in BL (Bauchlage) aktiviert werden und wie stark. Die Probanden hatten keinerlei vorangehende Eigenerfahrungen mit Rückenschmerzen oder muskuloskelettalen Problemen. Unter Supervision mussten sie in beiden Ausgangsstellungen (ASTE) das AHM ausführen. Erst wenn es vom Supervisor als korrekt befunden wurde (d.h. ohne Substitution durch die globalen Rumpfmuskeln), wurden die Messungen registriert.

**Schlussfolgerungen:** In beiden ASTE ist die Aktivität des OI signifikant höher als die des OE. Es ist anscheinend einfacher, den OI im Vierfüßlerstand isoliert anzuspannen als in BL. Der OI konnte von allen Probanden angespannt werden, allerdings schafften es 25% der Probanden in beiden ASTE nie, ihn isoliert vom OE zu rekrutieren, obwohl der Instruktor die Ausführung mittels Palpation und Beobachtung für korrekt befand.

**Limitations:** Die Studie bezieht sich nur auf die Aktivität der abdominalen Muskeln und vernachlässigt die LM. Für das AHM in BL wurde keine Biofeedback-Manschette benutzt.

Sie hätte womöglich für weniger Schwankungen innerhalb der 3 Messungen in der Aktivierung des OI gesorgt.

### **Studie 5: Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions.**

**Chanthapetch, P., Kanlayanaphotporn, R., Gaogasigam, C., Chiradejnant, A. (2009)**

32 asymptomatische Probanden, Durchschnittsalter 21.3 Jahre, ohne vorangehende Erfahrung mit LBP wurden für diese Studie selektioniert. Es kamen nur solche in Frage, die ohne Vorkenntnisse zum AHM, dieses korrekt ausführen konnten.

Es wurde kein explizites Studiendesign angegeben. So handelte es sich grundsätzlich um ein deskriptives Testverfahren ohne Gruppenzuordnung. Folgende Fragestellungen wurden behandelt: 1) Besteht ein signifikanter Unterschied in der EMG-Aktivität des RA, OE und TrA/OI in den vier ASTE „RL mit aufgestellten Beinen 90° Knieflexion“, BL, Vierfüßlerstand, „An Wand angelehnt“? 2) Verhält sich die Aktivität jedes einzelnen der 3 Muskeln je nach ASTE anders? 3) Besteht je nach ASTE ein Unterschied in der Fähigkeit, die Muskeln isoliert voneinander zu aktivieren?

Die Einteilung in drei Gruppen erfolgte nach der Datenerhebung, je nachdem wie konsequent sie während der drei Wiederholungen des AHM den TrA/OI isoliert vom RA und OE kontrahieren konnten:

- „immer“ – keine RA/OE-Aktivierungsgruppe
- „nie“ – keine RA/OE-Aktivierungsgruppe
- „manchmal“ – keine RA/OE-Aktivierungsgruppe

**Schlussfolgerungen:** In BL und „RL mit aufgestellten Beinen“ lässt sich der TrA/OI am besten und in BL auch am stärksten aktivieren. Die ASTE „an der Wand angelehnt“ zeigt die höchste OE-Aktivität und eine eher niedrige TrA/OI-Aktivität. Der TrA/OI kann in allen vier ASTE fazilitiert werden, allerdings mit Co-Kontraktion des RA und OE!

**Limitations:** Schmerzen könnten die Ausführung des AHM beeinflussen und somit auch die Resultate je nach ASTE.

**Studie 6: Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations.**

Vera- Garcia, F.J., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M., McGill, S.M. (2006)

Die Autoren dieser Studie vertreten die Meinung, dass nicht nur die tiefen Abdominalmuskeln wie der TrA für die Stabilität der LWS verantwortlich sind, sondern dass alle Rumpfmuskeln dabei eine wichtige Rolle spielen und sie ein globales Stabilisationstraining ausmachen sollten. Sie generierten die Fragestellung, ob das Abdominal Bracing effektiver ist als das AHM um die Stabilität der Wirbelsäule bei externaler Störung zu gewährleisten. 11 gesunde Probanden stellten sich im Halbsitz, mit fixierter Hüfte und frei beweglichem Rumpf, in eine Apparatur. Die externale Störung war ein Gewicht von 6.8 kg, posterior auf Höhe Th7 angebracht, das mit schneller Geschwindigkeit um 5 cm gesenkt wurde. Dabei wurden die folgenden Reaktionen und Manöver untersucht: Welche spontane Voraktivierung wird von den Probanden gewählt, wenn sie die Störung erwarten? Wie reagiert ihr Rumpf, wenn sie unerwartet einwirkt? Wie gut können sie die Stabilität der Wirbelsäule bewahren, wenn sie ein Brace oder AHM mit 10%, 15% oder 20% Anteil der Maximalkraft des OI ausführen?

Nebst den EMG-Werten war die LWS-Abweichung in Extension eines der wichtigsten Verlaufszeichen.

**Schlussfolgerungen:** Das Bracing ist für die Stabilisierung der Wirbelsäule und für die Reduzierung der LWS-Abweichung in Extension bei schnellen, posterioren, externalen Störungen effektiver als das AHM. Dieses zeigt das schlechteste Verhältnis zum Schutz gegen eine mögliche Instabilität auf, da es die intersegmentale Kompression zunehmen lässt, ohne die LWS-Abweichung zu reduzieren.

Der wichtigste Faktor beim Schutz gegen mögliche Verletzungen der Wirbelsäule ist also die Kenntnis über den Zeitpunkt der posterioren Gewichtsübernahme (Störung) um mit einer adäquaten Voraktivierung der Rumpfmuskulatur dagegen zu halten. Eine Voraktivierung ob durch Bracing oder AHM reduziert die absolute und relative Antwort der Rumpfmuskeln. Die spontan gewählte Voraktivierungsstrategie weist dabei die kleinste LWS-Abweichung und die niedrigste intersegmentale Kompression auf.

**Studie 7: The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain.**

**Richardson, C.A., Snijders, C.J., Hides, J.A., Damen, L., Pas, M.S., Storm, J. (2002)**

13 gesunde Probanden mit einem Durchschnittsalter von 26 Jahren wurden ausgewählt, weil sie u.a. das AHM und Bracing korrekt ausführen konnten. Mit dieser Studie sollte die Hypothese bestärkt werden, dass eine Aktivierung des TrA (z.B. durch das AHM) die Laxität des SIG (Sacroiliakgelenk) reduzieren kann. Ein bildgebendes Verfahren der Vibration des Iliums und Sakrums zur Bestimmung der SIG-Laxität, die EMG-Messung der Muskelaktivität des OE und die Ultrasonographiewerte des TrA lieferten die nötigen Daten. Gemessen wurde während zwei Wiederholungen des AHM und des Bracing mit präzise vorgegebenen Pausen.

**Schlussfolgerungen:** Die transversal verlaufenden Abdominalmuskeln, v.a. der TrA, können die SIG-Laxität signifikant reduzieren, da diese auch schon schwerkraftbedingt das Sakrum zwischen die beiden Iliumflügel pressen und so die Stabilität des SIG gewährleisten.

Diese Studie unterstützt das Argument, dass für das Trainieren der Stabilisation ein spezifisches Programm für den TrA effektiver ist als ein globales.

### 2.5.3 Effektivitätsstudien

**Studie 8: Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain.**

**Hides, J.A., Jull, G.A., Richardson, C.A. (2001)**

In diesem RCT wurden an 39 Patienten die Langzeiteffekte von spezifischen Stabilisationsübungen nach 4 Wochen (Interventionsdauer), 1 Jahr und nach 3 Jahren untersucht. Die Kontrollgruppe erhielt 4 Wochen lang Medikamente und medizinische Betreuung, bei der Bettruhe und normale körperliche Aktivität nach Beschwerden empfohlen wurde und war von der Arbeit dispensiert. Die Übungsgruppe erhielt die gleiche Behandlung und führte zusätzlich spezifische isometrische Übungen für die LM und TrA durch.

**Schlussfolgerungen:** Spezifische Stabilisationsübungen reduzieren das Risiko, v.a. innerhalb eines Jahres nach der ersten, akuten Rückenschmerzepisode einen Rückfall zu erleiden. Die wenigen Aussagen über Schmerzen und Behinderungen sind, dass diese bei 90% der Patienten beider Gruppen nach 4 Wochen weg waren. Der Unterschied der Muskelstärke der LM (Übungsgruppe>Kontrollgruppe) war nach 10 Wochen noch signifikant.

**Studie 9: Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: Randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain.**

**Koumantakis, G.A., Watson, P.J., Oldham, J.A. (2005)**

Dieses RCT untersuchte anhand von 55 Patienten mit immer wiederkehrenden Rückenschmerzen unspezifischer Natur, ob ein zusätzliches, spezifisches Stabilisationstraining zu einem globalen Rumpftraining (spezifische Übungsgruppe) effektiver ist um Schmerzen, funktionelle Behinderungen und psychische Komponenten zu beeinflussen, als ein reines globales Rumpftraining (Kontrollgruppe). Beide Gruppen wurden 2x wöchentlich während 8 Wochen betreut und führten danach das Training 3 Monate lang selbständig durch. Die Ergebnisse wurden anhand verschiedener Fragebögen untersucht.

**Schlussfolgerungen:** Nach Auswertung der Fragebögen nach 8 Wochen stellte sich heraus, dass ein globales Rumpftraining Faktoren wie Behinderungen, Bewegungsangst und Selbstverantwortung effektiver reduzieren konnte. Dieser Unterschied zum spezifischen Stabilisationstraining war nach 3 Monaten nicht mehr vorhanden. Bezüglich der Schmerzkontrolle gab es keine signifikanten Ergebnisse.

**Studie 10: Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention.**

**O'Sullivan, P.B., Twomey, L., Allison, G.T. (1998)**

44 Probanden nahmen an diesem RCT teil. Die Interventionsgruppe führte Übungen für die tiefen Abdominalmuskeln aus. Ein Teil der Kontrollgruppe trainierte anhand globaler Übungen. Der andere Teil ergänzte das Training mit dem „Trunk curl up“. Das „Double leg raise“ wurde als Eichungsmanöver benutzt. Mittels EMG-Messungen untersuchte man die Veränderung der Aktivierung des RA und OI vor und nach 10 Wochen Intervention um der Fragestellung nachzugehen, ob chronische Rückenschmerzpatienten mit diagnostizierter Spondylolysis oder Spondylolisthesis nach einem spezifischen Training die tiefen Abdominalmuskeln besser ohne Substitution aktivieren können.

**Schlussfolgerungen:** Die Interventionsgruppe zeigte nach der Behandlung eine signifikante Verbesserung der Aktivierung des OI auf. Umgekehrt verbesserte sich bei der Kontrollgruppe die Aktivierung des RA signifikant, allerdings nur bei dem Anteil mit dem „Trunk curl up-Training“. Nur das Aktivierungsverhältnis (Ratio) von OI und RA der spezifischen Übungsgruppe erwies nach der Intervention einen signifikanten Unterschied.

Diese Studie besagt somit, dass eine Verbesserung der Aktivierung der tiefen Abdominalmuskeln bei Patienten mit CSLBP (*chronic specific low back pain*; Chronische spezifische lumbale Rückenschmerzen) mittels spezifischer Übungen erzielt werden kann.

**Studie 11: The effect of motor control exercise versus general exercise on lumbar local stabilizing muscles thickness: Randomized controlled trial of patients with chronic low back pain.**

**Akbari, A., Khorashadizadeh, S., Abdi, G. (2008)**

Die Hypothese dieses RCT's lautete, dass spezifische Rumpfstabilisationsübungen für die Zunahme der Muskeldicke des TrA und LM, für die Verbesserung von Aktivitätseinschränkungen und für die Schmerzreduktion effektiver sind als globale Rumpfübungen. Dies wurde an 63 Patienten mit NSLBP ohne Instabilitätszeichen untersucht. Die jeweiligen Trainingsprogramme entsprachen denen der Studie von Koumantakis et al. (2005).

**Schlussfolgerungen:** Beide Übungsstrategien sind effektiv, um die Muskeldicke der TrA und LM zu erhöhen und Schmerzen sowie Aktivitätseinschränkungen zu reduzieren. Innerhalb der spezifischen Übungsgruppe war nach der Intervention eine effektivere Schmerzreduktion zu messen als in der Kontrollgruppe.

**Studie 12: Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis.**

**O'Sullivan, P.B., Twomey, L., Allison, G.T. (1997)**

Es handelte sich um das erste RCT, das die Effektivität spezifischer Stabilisationsübungen für die tiefen Abdominalmuskeln bei der Behandlung chronischer LBP mit radiologisch diagnostizierter Spondylolysis oder Spondylolisthesis untersuchte und zwar mit Follow-ups nach 3, 6 und 30 Monaten. 44 Probanden wurden zuerst 10 Wochen lang betreut und führten danach täglich ihr Trainingsprogramm durch. Bei der ersten Gruppe beinhaltete es den Aufbau des AHM ohne Substitution des RA, dann mit Co-Kontraktion des LM und zuletzt mit Integration des neuen Aktivierungsmusters in den Alltag. Die Kontrollgruppe führte ein globales Training durch, bestehend aus Schwimmen, Walking, Gymnastik, Thermotheapie und z.T. „Trunk curl up“. Die Resultate wurden nach der Interventionsperiode anhand von Fragebögen erhoben.

**Schlussfolgerungen:** Die globale Übungsmethode konnte vor und nach der Interventionsperiode keine signifikanten Unterschiede in den Bereichen Schmerzintensität und funktionelle Behinderung erzielen. So auch nicht in den Follow-ups. Die spezifische Stabi-

lisationsübungsgruppe hingegen konnte in allen Bereichen (Schmerzintensität, funktionelle Behinderung und Pain descriptor score, PDS) eine signifikante Verbesserung erreichen, die in den ersten zwei Punkten sogar bis zum 30-Monate-Follow-up andauerte. Zusätzlich konnten in der Übungsgruppe auf Dauer mehr Patienten ihre Medikamenteneinnahme und Schmerzbehandlungen reduzieren als in der Kontrollgruppe.

**Fazit:** Spezifische Stabilisationsübungen bei dieser Population sind effektiver als andere konservative Massnahmen um Faktoren wie Schmerz, funktionelle Behinderung und PDS kurz- und langfristig signifikant zu verbessern.

**Studie 13: Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program.**

**Hicks, G.E., Fritz, J.M., Delitto, A., McGill, S.M. (2005)**

Ziel dieser prospektiven Kohortenstudie war, Variablen zu definieren, die eine Vorhersage zur Wirksamkeit von Stabilisationsübungen bei LBP ermöglichen sollen. Die Autoren greifen somit das Problem der Heterogenität der LBP-Population auf und möchten mit dieser Studie den ersten Schritt machen, um mit diesen Variablen eine mögliche Subgruppe aufzudecken.

Bei 54 Patienten mit LBP wurde in der Anamnese auf spezielle Merkmale wie Alter, FABQ, SLR, LWS-ROM-Beweglichkeit, AWB, „Prone instability test“, Schmerzintensität u.a. geachtet. Danach durften sie 8 Wochen lang ein betreutes Stabilisationstraining durchführen. Am Ende der Interventionsperiode wurde analysiert, bei welchen Patienten mit welchen Eigenschaften die Behandlung erfolgreich war, bei welchen lediglich eine Verbesserung stattgefunden hat und bei welchen sie fehlgeschlagen ist.

**Schlussfolgerung:** Es konnten 4 Variablen eruiert werden, die zu einer Vorhersage einer erfolgreichen Behandlung durch spezifische Stabilisationsübungen verhelfen könnten. Der stärkste Prädiktor ist das Alter unter 40 Jahren. Die Autoren nennen als mögliche Erklärung, dass mit fortschreitendem Alter die Muskelmasse abnimmt und ab dem 39. Lebensjahr man mehr als 8 Wochen benötigen würde, um die gleichen Ergebnisse zu erzielen. Ein SLR  $>91^\circ$  (Straight leg raise) bedeutet, dass auch eine höhere Stabilisationsfähigkeit vorhanden ist. Der „Prone instability test“ gibt Aufschluss darüber, dass wenn bei passiver segmentaler Bewegung Schmerzen provoziert werden können, diese aber bei aktiver Anspannung der Extensoren verschwinden, ein Stabilisationstraining effizient sein könnte. Zuletzt sind AWB ein Hinweis dafür, dass die Bewegungskontrolle der LWS mangelhaft ist.

## 2.6 Resultate der Studien

### 2.6.1 Aktivierungsmuster der Abominal- und Rumpfmuskulatur

#### a) Probanden mit LBP

##### Studie 1: Ferreira et al., 2004

Bei allen Messungen ist die durchschnittliche Zunahme der Amplitude und der Muskeldicke des TrA über beide Bewegungsrichtungen hinweg bei der LBP-Gruppe signifikant kleiner als bei der Kontrollgruppe (Kontrollgruppe>LBP-Gruppe: 7.5%-Widerstand,  $p=0.04$ ; 15%-Widerstand,  $p<0.01$ ). Die Werte der Ultrasonographie ergaben signifikante Schwankungen zwischen der Bewegungsrichtung und der Zunahme der Muskeldicke. Die Knieflexion zeigte bei 50% der Kontrollgruppe eine grössere Zunahme der Muskeldicke des TrA bei 7.5%- und 15%-Widerstand. In der LBP-Gruppe waren es bei einem Kräftegrad von 7.5% nur 40% der betroffenen Patienten und bei 15%-Widerstand 60%. Durchschnittlich erreichten beim niedrigeren Kräftegrad 70% der Kontrollgruppe und nur 15% der LBP-Gruppe eine Dickenzunahme um 10% des TrA. Bei erhöhtem Widerstand waren es 75% der Kontrollgruppe und 40% der LBP-Gruppe.

Unabhängig vom Kräftegrad und der Bewegungsrichtung ist kein signifikanter Unterschied in der Muskeldicke und der Amplitude des OI und OE zwischen den beiden Gruppen zu sehen.

##### Studie 2: Hodges et al., 1996

In der Kontrollgruppe hat der TrA in allen Bewegungsrichtungen eine vorprogrammierte, antizipatorische Steuerungseigenschaft („feedforward“) und spannt dabei noch vor dem Hauptbeweger des Armes an. Bei den Probanden mit LBP kann bei jeder Bewegungsrichtung beobachtet werden, dass keiner der Rumpfmuskeln vor dem Hauptbeweger aktiv ist. Wichtigste Erkenntnis dieser Studie ist, dass in der Kontrollgruppe die Aktivierung des TrA nicht von der Bewegungsrichtung beeinflusst wird! Dies ist allerdings für den RA der Fall. In der LBP-Gruppe wird die Aktivierung des TrA von der Bewegungsrichtung beeinflusst! Er aktiviert bei der Schulterflexion und -abduktion als letzter der Rumpfmuskeln und bei der Extension als zweitletzter. Die Verspätung wird bei der Schulterflexion signifikant. Bei der Schulterflexion ist die Aktivität des LM innerhalb des Zeitrahmens eines vorprogrammierten Aktivierungsmusters. Bei der Schulterextension weisen der OI, OE und RA

diese Eigenschaft auf und bei der Schulterabduktion betrifft das gar alle Rumpfmuskeln. Somit liegt vor, dass bei LBP nicht die Kontrolle des Körperschwerpunktes sondern die Koordination der einzelnen abdominalen Muskeln untereinander gestört ist.

Es ist zu betonen, dass zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied bzgl. der Reaktionszeit der Hauptbeweger in Abhängigkeit der Richtung besteht.

### **Studie 3: Hodges et al., 1999**

Die Kontrollgruppe zeigt in ihrer Abdominalmuskulatur bei „schneller“ Schulterflexion eine vorprogrammierte Steuerungseigenschaft auf. Bei „langsamen“ Bewegungen ist die Reaktionszeit aller Muskeln am grössten. Zwischen den „schnellen“ und den „mittelschnellen“ Bewegungen besteht kein signifikanter Unterschied, ausser dass der TrA bei den „schnellen“ Bewegungen sogar schon vor dem Hauptbeweger aktiviert wird.

Bei Patienten mit LBP nahmen die Reaktionszeit des Deltoideus, TrA, OE und ES, ähnlich wie in der Kontrollgruppe, bei abnehmender Geschwindigkeit zu. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe besitzt bei den „schnellen“ und „mittelschnellen“ Bewegungen nur der ES eine vorprogrammierte Steuerungseigenschaft. Der TrA wird also bei diesen beiden Geschwindigkeiten verspätet aktiviert.

Das EMG konnte bei beiden Gruppen bei den „langsamen“ Bewegungen am wenigsten frequent Antworten liefern.

Es ist wichtig zu betonen, dass kein signifikanter Unterschied in der Geschwindigkeit „mittel“ und „schnell“ der ausgeführten Armbewegung zwischen beiden Gruppen besteht. Gleiches gilt für die Reaktionszeit aller Muskeln bei den langsamen Bewegungen.

### **b) Gesunden Probanden, ohne LBP**

#### **Studie 4: Beith et al., 2001**

Beim AHM im Vierfüsslerstand war die Aktivität des OI signifikant höher als die des OE ( $p=0.047$ ). 55% der Probanden ( $n=11$ ) konnten in allen 3 Messungen den OI ohne Aktivität des OE anspannen. 15% ( $n=3$ ) schafften dies wenigstens einmal. 30% ( $n=6$ ) gelang es nie. Auch in BL war die EMG-Aktivität des OI signifikant höher als die des OE ( $p=0.004$ ). Nur 25% ( $n=5$ ) der Probanden konnten während aller Messungen den OI isoliert anspannen, 15% ( $n=3$ ) schafften dies wenigstens einmal. Gar 60% ( $n=12$ ) gelang es nie, den OI isoliert vom OE anzuspannen.

In nur 4% aller Messungen wurde der RA mit aktiviert, doch sogar unter 1% seiner Maximalkraft!

### Studie 5: Chanthapetch et al., 2009

Während des AHM ist die Aktivität der TrA/OI am höchsten (20-30% MVC; OE und RA 6.5% MVC). Diese Aktivität ist in BL signifikant höher als im Vierfüßlerstand ( $p < 0.001$ ) und so auch unter allen Ausgangsstellungen in BL am höchsten!

In allen 4 Ausgangsstellungen konnten mehr Probanden die Aktivität des RA reduzieren, als die des OE. Mehr als 40% der Probanden konnten „manchmal“ das AHM ohne RA-Aktivität durchführen. Mehr als 75% schafften das AHM „nie“ ohne OE-Aktivität und mehr als 80% konnten den TrA/OI „nie“ isoliert vom RA und OE anspannen.

## 2.6.2 Abdominal Hollowing vs. Bracing

### a) Gesunde Probanden, ohne LBP

#### Studie 6: Vera-Garcia et al., 2007

Alle Abdominalmuskeln werden beim Bracing signifikant stärker voraktiviert als beim AHM ( $p < 0.05$ ). Einzig der OI zeigt zwischen den beiden Manövern keinen Unterschied.

Wird die Störung erwartet (expectation), werden die Rumpfmuskeln ähnlich stark voraktiviert wie beim Brace und AHM auf 10%-Level. Auf jedem Voraktivierungslevel war der Stabilitätsindex beim Brace statistisch höher als beim AHM. Bei der posterioren Gewichtsübernahme war stets eine Extension der LWS zu beobachten. Je höher das Voraktivierungslevel des Brace war, umso weniger Grad LWS-Abweichung in Extension konnten gemessen werden ( $p < 0.02$ ). Die kleinste LWS-Abweichung ist bei der spontanen Voranspannung bei erwarteter Störung zu messen und ist mit der erwarteten 20%-Brace-Voranspannung vergleichbar. Dabei kann die LWS-Abweichung um 43% gegenüber dem Versuch ohne Voraktivierung reduziert werden. Die LWS-Abweichung des auf dem höchsten Level durchgeführten AHM entsprach der des niedrigsten Brace-Levels! Diese war während des 10%- und 15%-AHM signifikant höher als auf allen Brace-Levels.

Es besteht sogar kein signifikanter Unterschied, ob eine Voraktivierung mit dem AHM stattfindet oder gar keine.

**Studie 7: Richardson et al., 2002**

In Ruhe zeigten sowohl der OE als auch der ES eine Aktivität von ~8% des Wertes aus der maximalen Expiration an. Beim Bracing verdreifachte sich die Aktivität des OE (~30%;  $p < 0.0001$ ) und war somit fast doppelt so gross wie beim AHM (~13%;  $p < 0.0001$ ). Die Aktivität des ES nahm gegenüber dem Ruhezustand nur minim zu (~11%), verdoppelte dann aber auch seinen Wert während des Bracings (~19%).

Bei beiden Übungen konnte eine Reduzierung der Laxität des SIG festgestellt werden, wobei diese beim AHM signifikant deutlicher ( $p = 0.0260$ ) war als beim Bracing!

Die angewandte Messtechnik der SIG-Laxität ergab eine zufriedenstellende Sensitivität, sowie eine überzeugende Reproduzierbarkeit der Tests.

**b) Akute LBP****Studie 8: Hides et al., 2001**

Nach 4 Wochen waren deutliche Unterschiede bezüglich der Muskeldicke des LM zwischen der Kontrollgruppe und der spezifischen Übungsgruppe zu sehen.

Bei 90% der Patienten beider Gruppen waren Schmerzen und funktionelle Behinderungen nach 4 Wochen weg.

Ein Jahr später konnte berechnet werden, dass ein Rückfall bei der Kontrollgruppe 12.4 Mal wahrscheinlicher war als in der Interventionsgruppe ( $\chi^2 = 12.41$ ,  $p < 0.001$ ). Die rückfälligen Patienten hatten wiederum ein 9 Mal höheres Risiko, auch im zweiten und dritten Jahr einen Rückfall zu erleiden ( $\chi^2 = 9.31$ ,  $p < 0.01$ ). Gar 84% der Kontrollgruppe mussten sich im ersten Jahr erneut mit akuten LBP auseinandersetzen, die in 56% der Fälle gleich stark und beeinträchtigend waren wie die 1. Episode. In der Interventionsgruppe waren es nur 30%. Von denen wiederum 33% gleich stark wie die 1. Episode.

Nach zwei und drei Jahren war das Risiko in der Kontrollgruppe erneut rückfällig zu werden 5.9 Mal höher als bei der Interventionsgruppe. Die Wahrscheinlichkeit dafür stand somit 10:3 ( $\chi^2 = 5.92$ ,  $p = 0.015$ ). Bei 75% der Kontrollgruppe kam es erneut zu LBP, wovon 17% der Fälle gleich stark waren wie die 1. Episode. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Proband aus der Interventionsgruppe auch zwei oder drei Jahre nach der 1. Episode einen erneuten Rückfall einstecken musste, lag bei 2:5.

### c) Wiederkehrende LBP

#### **Studie 9: Koumantakis et al., 2005**

Werden die Daten der 3 Zeitpunkte (vor der Intervention - nach 8 Wochen - nach 20 Wochen) miteinander verglichen, erreicht der p-Wert in allen analysierten Merkmalen (Schmerz, Behinderung, pain believe scales) keine statistische Signifikanz. Nur der Unterschied in der Entwicklung/Veränderung der Selbsteinschätzungen (RMDQ) entgeht sehr knapp einer Signifikanz. Werden die beiden Follow-up separat angeschaut, ergibt sich das globale Training unmittelbar nach der 8-wöchigen Interventionsperiode als effektiver ( $p=0.027$ ) bezüglich der Selbsteinschätzung. Dieser Unterschied ist 3 Monate später allerdings nicht mehr vorhanden.

Beide Gruppen erzielten unmittelbar nach der Interventionsperiode signifikante Verbesserungen ( $p<0.001$ ), die auch nach 3 Monaten nachweisbar waren. Nur die Werte zur Schmerzkontrolle (PLC) blieben die ganze Zeit über unverändert.

Eine Verzerrung entstand bei der Analyse der Trainingsfrequenz jedes Einzelnen zu Hause ( $p=0.02$ ). 35 von 45 Teilnehmer, die das ganze Programm (inkl. Follow-up-Fragebogen) vollendeten, gaben auch zu Hause eine hohe Trainingsfrequenz an. In dieser Hinsicht besteht kein Unterschied zwischen den Gruppen ( $p=0.57$ ).

### d) Chronische LBP

#### **Studie 10: O'Sullivan et al., 1998**

##### *Double leg raise exercise in supine crook lying position:*

In der spezifischen Übungsgruppe war nach der Intervention eine signifikante Verbesserung ( $p=0.037$ ) in der Aktivierung des OI messbar, was beim RA nicht der Fall war (Statistische Signifikanz: CI 95%;  $p>0.05$ ).

Umgekehrt war es in der Kontrollgruppe, bei der nach der Intervention eine signifikante Verbesserung ( $p=0.014$ ) in der Aktivierung des RA aber nicht des OI messbar war.

Der Anteil der Kontrollgruppe, der nebst globalen Rumpfübungen zusätzlich noch das „Trunk curl up“ trainierte, konnte eine signifikante Verbesserung der Aktivität des RA erreichen ( $p=0.028$ ), allerdings nicht des OI ( $p=0.519$ ).

Betrachtet man den zweiten Anteil der Kontrollgruppe, der nur das globale Rumpftraining durchführte, ist weder in der Aktivierung des OI ( $p=0.415$ ) noch in der des RA ( $p=0.224$ ) eine signifikante Verbesserung zu sehen.

Die Aktivierung des RA nach der Intervention ergab zwischen den beiden Gruppen trotzdem einen signifikanten Unterschied ( $p=0.046$ ) zugunsten der Kontrollgruppe, der wohl mehrheitlich dem Zusatz des „Trunk curl up“ zuzuschreiben ist.

*AHM in supine crook lying position:*

Die ungeeichten (non-normalized) Daten erwiesen in der spezifischen Übungsgruppe eine signifikante Verbesserung der Aktivierung des OI ( $p=0.013$ ) und einen signifikante Unterschied ( $p=0.047$ ) in der Aktivierung des RA nach der Intervention zwischen den beiden Gruppen.

Die Ratiowerte (OI:RA) ergaben ebenfalls Signifikanz für die Übungsgruppe ( $p=0.0002$ ) und zwischen den beiden Gruppen ( $p<0.0001$ ).

**Studie 11: Akbari et al., 2008**

Zu Beginn der Studie besteht dank der randomisierten Zuordnung der Probanden kein signifikanter Unterschied ( $p<0.05$ ) zwischen den beiden Gruppen bezüglich der untersuchten Merkmale wie Schmerz ( $p=0.11$ ), TrA-Dicke ( $p=0.77$ ), LM-Dicke ( $p=0.8$ ), Aktivitätseinschränkungen ( $p=0.16$ ), BPS= „sock“ ( $p=0.24$ ), „pick up“ ( $p=0.16$ ), „roll up“ ( $p=0.29$ ), „fingertip to floor“ ( $p=0.44$ ) und „lift“ ( $p=0.44$ ).

Nach der Intervention besteht durchgehend weiterhin kein signifikanter Unterschied, ausser dass der Schmerz in der spezifischen Übungsgruppe signifikant abgenommen hat ( $p=0.015$ ). Innerhalb der jeweiligen Gruppen besteht im Vergleich zu vor und nach der Behandlung ein signifikanter Unterschied in allen Merkmalen.

Die spezifische Übungsgruppe weist gegenüber der globalen einen signifikanten Unterschied bezüglich der TrA- und LM-Dicke vor und nach der Intervention auf (improvement ratio TrA  $p=0.005$ , LM  $p=0.004$ ).

**Studie 12: O'Sullivan et al., 1997**

In der spezifischen Stabilisationsübungsgruppe ist direkt nach der Interventionsperiode ein signifikanter Unterschied (95% CI  $\rightarrow p<0.05$ ) bezüglich Schmerzen ( $p<0.0001$ ), PDS ( $p<0.0001$ ) und funktioneller Behinderungsgrad ( $p<0.0001$ ) zu messen. Vor der Intervention waren neun Patienten auf eine wöchentliche Schmerzmitteleinnahme angewiesen. Danach waren es nur noch zwei. Ebenfalls konnten zwei Patienten auch ihre NMES-Behandlung (Neuromuskuläre Elektrostimulation) beenden.

Die Reduzierung der Schmerzen ( $p < 0.0001$ ), der funktionellen Behinderung ( $p < 0.0001$ ) und des PDS ( $p < 0.0001$ ) war in der Übungsgruppe signifikant grösser als in der Kontrollgruppe. Gleiches gilt auch für die Hüftflexion ( $p = 0.0215$ ) und Hüftextension ( $p = 0.0165$ ) innerhalb der Übungsgruppe, aber auch für den Vergleich der signifikant verbesserten Hüftflexion ( $p = 0.0066$ ) gegenüber der Kontrollgruppe.

Was die LWS-Mobilität in der Sagittalebene betrifft, war in beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied zu sehen.

Die Follow-up-Daten bestätigen, dass die Schmerzreduzierung ( $p = 0.0006$ ) und die Verbesserung der funktionellen Behinderung ( $p = 0.0481$ ) auch nach 30 Monaten noch signifikant waren. Dies gilt auch für den PDS nach 3 und 6 Monaten ( $p = 0.0187$ ), dessen Unterschied zur Kontrollgruppe erst nach 30 Monaten kleiner wurde.

Trotzdem erhielten nach diesen 30 Monaten zwei Patienten erneute Behandlungen und drei nahmen in den vorangehenden 12 Monaten wieder regelmässig Schmerzmittel ein.

In der Kontrollgruppe ist direkt nach der Intervention keine signifikante Verbesserung bezüglich Schmerzen und funktioneller Behinderung zu messen. Was den PDS angeht, ist zwar ein statistisch, aber klinisch nicht signifikanter Unterschied festzustellen ( $p = 0.0316$ ).

Vor als auch nach der Intervention waren neun Patienten auf eine wöchentliche Schmerzmitteleinnahme angewiesen! Ebenfalls war, was die Hüftflexion und -extension angeht, keine signifikante Verbesserung bemerkbar.

Die Follow-up-Daten der Kontrollgruppen zeigen keine signifikante Veränderung, weder was die Schmerzen, den PDS noch die funktionelle Behinderung angeht. Nach 30 Monaten mussten neun Patienten auf erneute Behandlungen ausweichen und acht waren schon in den vorangehenden 12 Monaten wieder zu einer regelmässigen Schmerzmitteleinnahme zurückgekehrt.

#### e) Prädiktive Parameter

##### **Studie 13: Hicks et al., 2005**

Die klinische Signifikanz des ODQ (VZ für das Outcome der Behandlung!) liegt bei einem Unterschied ab 5 bis 6 Punkten. Zu Beginn der Intervention lag der durchschnittliche und vergleichbare ODQ-Wert bei  $29.7 \pm 13.7$ . Wurde die erwünschte Punkteverbesserung nicht innerhalb der 8 Interventionswochen erreicht, galt die Behandlung als fehlgeschlagen.

Tabelle 6: Outcome der Behandlung; Verlaufszeichen: ODQ

<b>Prozentunterschied &gt; 50% = Erfolgreiche Stabilisationsbehandlung</b>
33% der Patienten (n=18) erfuhren eine statistisch und klinisch signifikante, erfolgreiche Behandlung (Punktunterschied vorher/nachher: 18.1±7.3; Prozentunterschied vorher/nachher: 74.8±18.5).
<b>Prozentunterschied &lt; 50% aber mehr als 6 Punkte Differenz = Verbesserung durch Stabilisationsbehandlung</b>
Bei 38.9% (n=21) der Patienten konnte eine Verbesserung festgestellt werden (Punktunterschied vorher/nachher: 11.3±4.8; Prozentunterschied vorher/nachher: 30.0±10.7).
<b>Prozentunterschied &lt; 50% und weniger als 6 Punkte Differenz = Fehlgeschlagene Stabilisationsbehandlung</b>
Bei 27.8% (n=15) der Patienten ist die Behandlung fehlgeschlagen (Punktunterschied vorher/nachher: -2.4±7.4; Prozentunterschied vorher/nachher: -10.0±33.7).

Tabelle 7: 4 Variablen zur Vorhersage einer erfolgreichen Behandlung

Es konnten <b>4 Variablen zur Vorhersage einer erfolgreichen Behandlung</b> definiert werden. Die höchste Vorhersagequote trifft ein, wenn 3 von 4 Variablen erfüllt werden (positiver LR= 4.0). Das Alter ist darunter der stärkste Prädiktor!				
Variable	Positiver LR <sup>1</sup>	Negativer LR <sup>2</sup>	Sensitivität	Spezifität
<b>Alter &lt;40 Jahren</b>	3.7*	0.47	0.61	0.83
<b>SLR &gt;91°</b>	3.3	0.79	0.28	0.92
<b>AWB während LWS-ROM</b>	1.6	0.44	0.78	0.5
<b>Positiver „Prone instability test“</b>	1.7	0.48	0.72	0.58

\* Es existiert eine 3.7 Mal höhere Wahrscheinlichkeit, dass Stabilisationsbehandlungen bei Probanden unter 40 Jahren erfolgreich anschlagen.

Tabelle 8: 4 Variablen zur Vorhersage einer fehlgeschlagenen Behandlung

Es konnten <b>4 Variablen zur Vorhersage einer fehlgeschlagenen Behandlung</b> definiert werden. Die höchste Vorhersagequote trifft ein, wenn 2 von 4 Variablen erfüllt werden (negativer LR=0.18, positiver LR=6.3). Der Aspekt der physischen Aktivität beim FABQ ist darunter der stärkste Prädiktor!				
Variable	Positiver LR <sup>1</sup>	Negativer LR <sup>2</sup>	Sensitivität	Spezifität
<b>FABQ &gt;9 Punkte</b>	1.4	0.26	0.90	0.40
<b>Keine AWB während LWS- ROM</b>	2.7	0.39	0.72	0.73
<b>Negativer „Prone instability test“</b>	5.0	0.39	0.67	0.87
<b>Keine Hypermobilität während des „Lumbar spring tests“</b>	9.2	0.74	0.28	1.0

<sup>1</sup> „Erfolg“: Maximieren des positiven LR, Veränderung = positiver diagnostischer Test

<sup>2</sup> „Fehlgeschlagen“: Minimieren des negativen LR, Veränderung = negativer diagnostischer Test

## 2.7 Methodologische Qualitätsbeurteilungen der Studien

Tabelle 9: Beurteilung der RCT's nach PEDro

(Deutsche Übersetzung aus der Delphi-Liste)

PEDro scale (Beurteilungskriterien)	Studien				
	8.	9.	10.	11.	12.
1. eligibility criteria specified (Auswahlkriterien definiert) → Wird nicht zum Total score gezählt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
2. subjects were randomly allocated to groups (Probanden wurden randomisiert einer Gruppe zugeordnet)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3. allocation was concealed (Zuordnung erfolgte unter versiegelten Umständen)	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja
4. groups similar at baseline (Vergleichbarkeit der Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Faktoren)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
5. blinding of all subjects (Subjekte verblindet)	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
6. blinding of all therapists who administered the therapy (Therapeuten verblindet)	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
7. blinding of all assessors who measures at least one key outcome (Untersucher verblindet)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
8. measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups (Es konnten von über 85% der Probanden in den Gruppen Resultate von mindestens einem Schlüsselergebnis erhoben werden)	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
9. Intention to treat (Alle Probanden, von welchen die Ergebnisse vorhanden waren, erhielten die Behandlungen oder Kontrollbedingungen wie vorgesehen)	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
10. the results of between- group statistical comparisons are reported for at least one key outcome (Für mindestens ein Schlüsselergebnis ist ein statistischer Vergleich zwischen den Gruppen aufgeführt)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
11. the study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome (Die Studie stellt Messdaten für mindestens ein Schlüsselergebnis zur Verfügung)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Total PEDro score	6/ 10	7/ 10	7/ 10	6/ 10	7/ 10

Tabelle 10: Beurteilung der analytischen Querschnittsstudien

(nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“ von Law, N., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorlang, M., 1998. McMaster University)

Beurteilungskriterien	Analytische Querschnittsstudien			Prospektive Kohortenstudie	Kommentare
	1.	2.	3.	13.	
1. Was the purpose stated clearly? (Wurde der Zweck klar angegeben?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
2. Was relevant background literature reviewed? (Wurde die relevante Hintergrundliteratur gesichtet?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
3. Was the design appropriate for the study question? (Entsprach das Design der Studienfrage?)	Ja	Ja	Ja	Ja	Bei den Studien 2 und 3 wurde das Design der Querschnittsstudie nicht explizit benannt, sondern durch Anwesenheit einer Kontrollgruppe und der (nicht) randomisierten Zuordnung der Massnahmen herausgelesen.
4. Was the sample described in detail? (Wurde die Stichprobe genau vorgestellt?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
5. Was there similarity between the groups? (Waren die Gruppen/ Probanden vergleichbar?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
6. Was informed consent obtained? (Wurde wohl informierte Zustimmung eingeholt?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
7. Were the outcome measures reliable? (Waren die Messungen reliabel?)	Ja	Ja	Ja	Ja	- Bei EMG-Messungen wurde das Crosstalk-Phänomen vernachlässigbar klein gehalten - Studie 3: Die Eichung der Geschwindigkeit wurde am Vortag gemacht. Es wurde darauf geachtet, dass die Untersucher die identischen Instruktionen verwendeten.
8. Were the outcome measures valid? (Waren die Messungen valide?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
9. Intervention was described in detail? (Wurden die Interventionen detailliert beschrieben?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
10. Contamination was avoided? (Wurde eine Kontaminierung vermieden?)	Ja	Ja	Ja	Ja	Studie 3: Daten wurden über mehrere Tage hinweg erhoben. Unterschiede in der Tagesform der Probanden und Untersucher könnten einen Störfaktor gewesen sein.
11. Cointervention was avoided? (Wurde eine Co-Intervention vermieden?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
12. Results were reported in terms of statistical significance? (Wurden die Ergebnisse anhand statistischer Signifikanzniveaus angegeben?)	Ja	Ja	Ja	Ja	

13. Were the analysis method(s) appropriate? ( <i>War die Methode der Datenanalyse angemessen?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
14. Clinical importance was reported? ( <i>Wurde die klinische Bedeutung der Studie erläutert?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
15. Drop-outs were reported? ( <i>Wurden Daten- und/oder Patientenverluste dokumentiert?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
16. Conclusions were appropriate given? ( <i>Waren die Schlussfolgerungen den Ergebnissen der Studie angemessen?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
Total score	16/16	16/16	16/16	16/16	

Tabelle 11: Beurteilung der deskriptiven Querschnittsstudien

(nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“ von Law, N., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorlang, M., 1998. McMaster University)

Beurteilungskriterien	Deskriptive Querschnittsstudien				Kommentare
	4.	5.	6.	7.	
1. Was the purpose stated clearly? ( <i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
2. Was relevant background literature reviewed? ( <i>Wurde die relevante Hintergrundliteratur gesichtet?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	
3. Was the design appropriate for the study question? ( <i>Entsprach das Design der Studienfrage?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	Das Design wurde in keiner dieser Studien explizit erwähnt, sondern durch die Abwesenheit einer Kontrollgruppe herausgelesen.
4. Was the sample described in detail? ( <i>Wurde die Stichprobe genau vorgestellt?</i> )	Nein	Ja	Nein	Ja	Studie 4 und 6: mangelhafte Beschreibung der Ein- und Ausschlusskriterien und/oder der Vergleichbarkeit der Probanden.
5. Was there similarity between the groups? ( <i>Waren die Gruppen/ Probanden vergleichbar?</i> )	?	Ja	Nein	Ja	Studie 4 und 7: mangelhafte Beschreibung der Ein- und Ausschlusskriterien und/oder der Vergleichbarkeit der Probanden.
6. Was informed consent obtained? ( <i>Wurde wohl informierte Zustimmung eingeholt?</i> )	Ja	Ja	Ja	?	
7. Were the outcome measures reliable? ( <i>Waren die Messungen reliabel?</i> )	Ja	Ja	Ja	Ja	- Bei EMG-Messungen wurde das Crosstalk-Phänomen vernachlässigbar klein gehalten - Studie 4: Es wurde keine Biofeedback-Manschette verwendet. Diese hätte eine bessere Reproduzierbarkeit der Messungen gewährleistet.

8. Were the outcome measures valid? (Waren die Messungen valide?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
9. Intervention was described in detail? (Wurden die Interventionen detailliert beschrieben?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
10. Contamination was avoided? (Wurde eine Kontaminierung vermieden?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
11. Cointervention was avoided? (Wurde eine Co-Intervention vermieden?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
12. Results were reported in terms of statistical significance? (Wurden die Ergebnisse anhand statistischer Signifikanzniveaus angegeben?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
13. Were the analysis method(s) appropriate? (War die Methode der Datenanalyse angemessen?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
14. Clinical importance was reported? (Wurde die klinische Bedeutung der Studie erläutert?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
15. Drop-outs were reported? (Wurden Daten- und/oder Patientenverluste dokumentiert?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
16. Conclusions were appropriate given? (Waren die Schlussfolgerungen den Ergebnissen angemessen?)	Ja	Ja	Ja	Ja	
Total score	15(1?)/16	16/16	14/16	15(1?)/16	

? = unbekannt

Mit dieser Bachelorthesis wurde angestrebt, einen Überblick über den gegenwärtigen evidenzbasierten Wissensstand zum Thema LBP und dessen konservative Behandlung mit spezifischen oder globalen Stabilisationsübungen zu verschaffen. Trotz der sorgfältigen, methodologischen Literaturrecherche kann in diesem begrenzten Rahmen das Risiko eines Selektionsbias nicht ausgeschlossen werden.

## 2.8 Diskussion

### 2.8.1 Aktivierungsstrategien

Bei gesunden Probanden hat der TrA keine Richtungsabhängigkeit und beweist eine vorprogrammierte, antizipatorische Steuerungseigenschaft! Diese bedeutet, dass seine Rekrutierungsantwort unter 50 msec liegt und er somit nicht reflexartig gesteuert, sondern im ZNS vorprogrammiert vorhanden ist (Hodges et al., 1996 & 1999). Diese Vorprogrammierung könnte erklären, wieso in der Studie von Hodges et al. (1996) der LM bei einer Schulterflexion vorher anspannt als bei einer Extension. Nämlich um das Alignment bei gegenseitiger Bewegung aufrecht zu erhalten. Diese assoziierten reaktiven Kräfte können nicht als Erklärung für den TrA verwendet werden, da dieser keine Bewegung in der Sagittalebene macht! Die Voranspannung des TrA dient zur Kontrolle der Stabilität der LWS durch Erhöhung des intraabdominalen Drucks und der Spannung der thorakolumbalen Faszie während einer Bewegung der oberen Extremität! Er limitiert die intersegmentale Translation und Rotation gegen externale Störungen.

Die antizipatorische Wirkung nimmt im Normalfall bei langsameren Bewegungen ab. Hodges et al. (1996) ergänzten die eigenen Erkenntnisse 1999, dass bei Patienten mit LBP v.a. der TrA diese Eigenschaft verliert und nicht nur bei schnellen, sondern auch bei mittelschnellen Bewegungen und auch während schmerzfreier Phasen. Bei langsamen Bewegungen haben alle Probanden, ob mit oder ohne LBP, keine Aktivität in den Rumpfmuskeln vor dem eigentlichen Hauptbeweger erwiesen. Hodges et al. (1999) fanden eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass bei langsamen Bewegungen die passiven Strukturen und die Aktivität des ES in beiden Gruppen ausreichen um gegen die reaktiven Kräfte der Beschleunigung zu wirken, da der ES u.a. auch in der Kontrolle des Körperschwerpunktes tätig ist. Das passt zum Ergebnis, dass die Antwortfrequenz des ES im EMG in beiden Gruppen am höchsten war und dass er bei LBP als einziger die antizipatorische Stabilisierung übernahm. Die Ergebnisse, dass auch bei LBP die zur Bewegungsrichtung gegensinnigen Rumpfmuskeln eine vorprogrammierte Steuerungseigenschaft aufweisen, unterstützen die These, dass bei LBP die Kontrolle des Körperschwerpunktes nicht beeinträchtigt ist!

### 2.8.2 Ausgangsstellungen

Das Fazit der Studie von Beith et al. (2001) lautet, dass es einfacher ist, den OI im Vierfüsslerstand gezielt zu rekrutieren als in BL. Diese Untersuchung wurde allerdings an asymptotische, junge Physiotherapeuten durchgeführt, die von sich aus schon eine gute Körperwahrnehmung und Hintergrundwissen zur Umsetzung einer isolierten Anspannung haben. Zusätzlich leiden sie nicht unter Schmerzen, die bereits die Einnahme einer Neutralposition in dieser ASTE problematisch gestalten und die Muskulatur reflektorisch hemmen könnten.

In ihrer Studie kamen Chanthapetch et al., 2009 zu einem anderen Ergebnis. Nämlich, dass die einfachste ASTE für die isolierte Anspannung des OI während des AHM eben in BL ist und so auch am stärksten aktiviert werden kann. Die nebst der Berufsgattung ansonsten befriedigende Vergleichbarkeit der Probanden beider Studien und die standardisierte Instruktion des AHM nach Richardson et al. (1999) könnte daraus schliessen lassen, dass es für Menschen mit schlechterer Körperwahrnehmung es anfänglich einfacher sein könnte das AHM in BL zu erlernen. In beiden Studien sind sie sich aber einig, dass die ASTE im Vierfüsslerstand und im Liegen nur angewandt werden soll, wenn eine isolierte Kontraktion des OI vom RA im Sitz oder Stand, d.h. mit Körpergewichtsübernahme und einer funktionelleren Position, nicht möglich ist.

Es stellt sich also die Frage ob die praxisetablierte Instruktion und Kontrollpalpation, den RA beim AHM nicht anzuspannen, überhaupt ein Kriterium sein soll. Diese Bachelorarbeit empfiehlt, das Augenmerk v.a. auf die Substitution des OE zu richten, da aus beiden Studien durchschnittlich 69% der Probanden es nie schafften, den OI isoliert von diesem zu rekrutieren und die RA-Aktivität dabei sogar unter 1% der Maximalkraft war! Die Berücksichtigung der Atmung bei diesem Manöver soll helfen, die Aktivität der globalen Muskeln zu reduzieren. Es wäre sehr angebracht, in der Praxis bei der Instruktion des AHM im Liegen eine Biofeedback-Manschette zu benutzen, um die Überprüfung reproduzierbarer zu gestalten.

### 2.8.3 Effektivität AHM vs. Bracing

Wie die Studie von O'Sullivan et al. (1998) belegt, konnten spezifische Stabilisationsübungen wie das AHM die Aktivierung des TrA/OI bei Patienten mit einer Spondylosis oder Spondylolisthesis signifikant verbessern, ohne die des RA zu beeinflussen. Spezifische

Stabilisationsübungen haben also die Aktivierungsgeschwindigkeit der lokalen Abdominalmuskeln gesteigert, ohne die Kraft der globalen zu reduzieren. Auch die Schmerzen und die funktionelle Behinderung konnten damit sogar nach 30 Monaten noch als signifikant verbessert bestätigt werden. Somit deklarierten sie spezifische Stabilisationsübungen als effektive konservative Massnahmen um eine Verbesserung der dynamischen Stabilität der LWS zu erzielen. Dies bestätigt Panjabis Hypothese von 1992, dass die Stabilität der LWS nicht nur von der Morphologie der Wirbelsäule abhängig ist, sondern auch von der Funktion und Koordination des neuromuskulären Systems. Das Integrieren der Co-Kontraktion im Alltag und in Situationen wo sich die Patienten „instabil“ fühlen ist besonders wichtig für die Reprogrammierung des Vorgangs, so dass diese Co-Kontraktion mit der Zeit nicht mehr willkürlich, sondern unbewusst wieder vollzogen wird. Die Tatsache, dass die Patienten durch diese absichtliche Co-Kontraktion in heiklen Situationen die Schmerzen unter Kontrolle halten können, steigert deren Motivation und Disziplin, diese auch regelmässig einzusetzen. Die daraus folgende Änderung im Aktivierungsmuster zwischen den tiefen und den globalen Abdominalmuskeln kann so automatisiert werden. Deshalb dauern die Erfolge wohl längerfristig an!

→***Es ist wichtig das zu trainieren, was auch wirklich verbessert werden soll!!***←

Bei Patienten mit CLBP und mangelhafter dynamischer Kontrolle und Stabilisierung des Rückens sollen deshalb auch spezifische Stabilisationsübungen instruiert werden! Die Spezifität der Übungen ist sehr wichtig, um auch innerhalb dieses synergistischen Komplexes die Rekrutierungsgeschwindigkeit bestimmter Muskeln (TrA, OI, LM) zu trainieren. Dies wird bereits in der Studie von O'Sullivan et al. (1997) auch damit bekräftigt, dass die spezifische Übungsgruppe eine Reduzierung der Symptome und eine Verbesserung der funktionellen Mobilität gegenüber der Kontrollgruppe aufzeigte.

Wie schon im Theorieteil erwähnt, werden globale Rumpfübungen verpönt, eine bereits gestörte Koordination der Abdominalmuskeln weiter zu beeinträchtigen. Dies kann nun mit den Erkenntnissen dieser Arbeit erklärt werden, dass bei diesen Übungen Muskeln wie der OI und TrA in den Hintergrund geraten. Im Alltag, wo dieser Synergismus sowieso aktiv ist, wird dieses antrainierte Muster hervorgerufen und auch dann der OI und TrA in den Hintergrund gestellt, was die Stabilisierung der Wirbelsäule nicht begünstigt.

Vera-Garcia et al. (2007) spekulierten hingegen, dass die konkave Fläche des RA beim AHM ungünstig ist um einen Dehnungsreflex der Gamma-Spindeln hervorzurufen, weil sein Hebelarm durch das Einsinken der Bauchdecke bereits verkürzt wird. Deshalb soll die Voraktivierung des RA beim AHM kleiner als beim Bracing sein. Werden diese Aussagen

in einen Zusammenhang gebracht, zeigt sich die Wichtigkeit einer zügigen funktionellen Umsetzung des neuen Rekrutierungsmusters im Alltag. So kann sich das Gleichgewicht der Koordination der Rumpf- und Abdominalmuskeln rechtzeitig wieder einpendeln ohne einzelne zu benachteiligen.

Die zuletzt erwähnten Autoren haben an gesunden Probanden die Wirksamkeit des Bracings gegen externale Störungen am Rumpf untersucht. Obwohl das Bracing gegenüber dem AHM signifikanter ausgefallen ist was die Reduzierung der AWB der LWS in Extension und ein adäquates Aktivierungslevel angeht, muss deutlich festgehalten werden, dass diese Untersuchung, wie auch die von Hodges et al. (1999) in einem nicht funktionellen Rahmen und bei gesunden Probanden, ohne genauere Erklärung der Ein- und Ausschlusskriterien durchgeführt wurde.

Akbari et al. (2008) stellten fest, dass durch spezifische Stabilisationsübungen bei Patienten mit NSLBP nebst einer signifikanten Schmerzreduktion auch die TrA- und LM-Muskeldicke effektiv zunahm, die sonst bei LBP-Patienten im Vergleich zu Gesunden zu schwächlich ausfällt. Obwohl Ferreira et al. (2004) erwiesen, dass ein Defizit der Muskeldicke keinen Einfluss auf die Schmerzen oder die funktionelle Behinderung hat, könnte es das betroffene Segment anfälliger machen für weitere Verletzungen.

Wie Hides et al. (2001) erschliessen konnten, sind spezifische Stabilisationsübungen auch deutlich effizienter als globale um das Risiko eines Rückfalls nach einer akuten Episode innerhalb des ersten Jahres signifikant zu reduzieren. Dieser Vorteil hält sogar bis zu drei Jahren an. Dies obwohl beide Trainingsmethoden auf die Schmerzlinderung gleich reagierten und die globalen Übungen anfänglich einen positveren Effekt auf die Selbsteinschätzung und die Bewegungsangst hatten.

Autoren wie Colle et al. (2002; zit. nach Hicks et al., 2005, S. 1758) und Koumantakis et al. (2005) behaupten, dass spezifische Stabilisationsübungen bei akuten LBP effektiv sind, aber nicht bei CLBP. Dieser Aussage konnte mit dieser Thesis widersprochen werden, was zukünftig anhand weiterer Studienvergleiche u.a. mit der von Hides et al. (2001) bekräftigt werden müsste.

### **3. Schlussteil**

#### **3.1 Schlussfolgerungen**

Bei LBP fällt die Voraktivierung des TrA aus! Zusätzlich wird er von der Bewegungsrichtung der Extremitäten beeinflusst! Das spricht für eine Dysfunktion der motorischen Kontrolle und Koordination des TrA bei LBP! Spezifische Stabilisationsübungen wie das AHM haben sich sowohl bei diagnostizierten Instabilitätsproblematiken als auch bei beeinträchtigter lokaler, stabilisierender Muskulatur als effektiv herausgestellt.

Es wäre zu gewagt zu behaupten, dass alle Patienten, egal welcher Subgruppe von LBP, von spezifischen Stabilisationsübungen profitieren können, auch wenn die Wahrscheinlichkeit relativ hoch ist, dass bei abgeschwächter Rumpfmuskulatur Instabilitätssymptome auftauchen könnten.

Tatsache ist, dass alle hier analysierten Studien an Patienten mit LBP dem AHM eine grössere Effektivität zur Reduzierung von Schmerzen, funktioneller Behinderung und Rückfallsrisiko zuschreiben als einem Bracing!

Das AHM soll nicht als Kräftigungsübung für die lokale Muskulatur, sondern als Training zum Wiedererlangen eines korrekten Aktivierungsmusters verwendet und somit Patienten mit diesem neuromuskulären Defizit instruiert werden. Dabei soll v.a. die Substitution des OE als die des RA korrigiert werden!

Es bedarf einer Innovation der Progression dieser Übung, so dass von der adäquaten, anfänglichen ASTE schnell auf ein funktionelles, alltagsorientiertes Training umgestellt wird, um das neu erlernte Muster zu automatisieren. Das Bracing wird zu einem späteren Zeitpunkt seine Wichtigkeit erlangen, wenn es um die Kräftigung der Rumpfmuskulatur und Haltungsschulung geht.

#### **3.2 Weitere Anregungen für die Zukunft**

Auf „anatomischer“ Ebene bedarf es wegen der weiterhin bestehenden Uneinigkeit wie stark der TrA (%MVC) während des AHM aktiviert werden soll, genauerer Untersuchungsmethoden z.B. anhand von Nadelelektroden direkt in den TrA um seine isolierte Aktivität explizit registrieren zu können und so den Kompromiss eines Crosstalk-Phänomens zwischen dem OI und TrA zu umgehen. Dieses Phänomen entsteht, weil der

TrA und OI oft zu einem Muskel zusammengefasst werden, da deren Fasern in die gleiche Richtung verlaufen. Und weil der OI oberflächlicher liegt, wird wohl v.a. seine Aktivität gemessen. Die Autoren rechtfertigen dies, indem der OI auch als lokaler, stabilisierender Muskel gezählt wird.

Auf „wissenschaftlicher“ Ebene werden zukünftige Modelle und Einteilungen in Subgruppen Klarheit in das Problem der Heterogenität bei LBP bringen, so dass Anwendungen und Massnahmen an gleichen Probanden verglichen werden können. Dies wird die Ein- und Ausschlusskriterien der Effektivitätsstudien genauer definieren und eine saubere Selektion der Probanden ermöglichen. Die in der Studie von Hicks et al. (2005) erörterten Variablen zur Vorhersage einer erfolgreichen Behandlung mittels spezifischer Stabilisationsübungen könnten einen ersten Schritt in diese Richtung machen. Aber nur durch entsprechende RCT's und andere Effektivitätsstudien werden sie ihre Gültigkeit beweisen können.

*Nur wenn wir genau wissen, wo das Problem liegt, werden wir in der Lage sein es an seinem Ursprung zu bekämpfen!*

*Irene Caruso, 2009*

## 4. Verzeichnisse

### 4.1 Abkürzungsverzeichnis und Glossar

**ADL:** *Activities of daily life*; Alltagsaktivitäten, Alltag

**AHM:** Abdominal Hollowing Manöver

**Alignment:** Aufrichtung der Körperabschnitte

**Assessment:** Messinstrument

**AWB:** Ausweichbewegung

**Bias:** Systematischer Fehler, der zur Verzerrung von Studienresultaten führt.

**BL:** Bauchlage

**BPS:** Back Performance Scale

**CI:** *Confidence interval*; Konfidenzintervall: Das 95%-Konfidenzintervall ist derjenige Bereich, in dem der wahre Messwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegt. Der wahre Wert ist eigentlich unbekannt und würde sich nur durch „unendlich“ viele Messungen bestimmen lassen. Der wahre Messwert wird aber approximiert durch den sogenannten „Point estimate“ (=aktueller Messwert), der im Zentrum des Konfidenzintervalls liegt. Je grösser die eingeschlossene Anzahl Probanden in einer Studie und je geringer die Standardabweichung, desto enger wird das Konfidenzintervall. Der Vorteil, die Genauigkeit von Messresultaten mit Hilfe von Konfidenzintervallen anzugeben, liegt darin, dass die Verlässlichkeit der Resultate quantifiziert werden kann. Der p-Wert besagt lediglich, ob ein Resultat statistisch signifikant ist oder nicht, lässt aber keine Aussage über die quantitativen Unterschiede zu.

**CLBP:** *Chronic Low Back Pain*; Chronische lumbale Rückenschmerzen

**Crosstalk-Phänomen:** Beeinflussung der Elektrodenmessung durch benachbarte Muskeln

**CSLBP:** *Chronic Specific Low Back Pain*; Chronische spezifische lumbale Rückeschmerzen

**Deltoideus:** Musculus Deltoideus

**Doppelblind:** Dies bedeutet, dass weder der Patient noch der Untersucher wissen, welche Behandlung durchgeführt wird. Durch die Verblindung sollen systematische Verzerrungen (Bias) verhindert werden, die durch die Erwartungen der Patienten aber auch der Studienuntersucher entstehen können.

**Double leg raise:** Aus der Rückelage werden beide Beine bis 90° Hüft flexion angehoben

**EMG:** Elektromyogramm, Elektromyographie

**ES:** Erector spinae, Musculus

**FABQ:** Fear Avoidance Beliefs Questionnaire

**Feedforward:** Die Rumpfmuskelaktivität wird als „vorprogrammiert“ bezeichnet, wenn sie zwischen 100 msec vor und max. 50 msec nach dem Hauptbeweger einsetzt. Ein monosynaptischer Reflex dauert länger! So kann eine reflexartige Steuerung ausgeschlossen werden.

**Follow-up:** Nachuntersuchung (Folgeergebnisse) nach einer bestimmten Zeit

**Gamma-Spindel:** Mit Hilfe der an den intrafusalen motorischen Endplatten endenden Gamma-Fasern wird die Vorspannung der Muskelspindel reguliert: Bei geringer Vorspannung lösen nur kräftige Dehnungen einen Reflex aus.

**Gütekriterien:** Sie dienen in der Wissenschaft zur Bestimmung der Güte (Qualität) von Forschungsergebnissen (s. Validität, Praktikabilität, Reliabilität, Responsivität)

**Intention-to-treat-Analyse:** Der Begriff wird im Zusammenhang mit randomisierten kontrollierten Studien verwendet. Dabei wird das Studienergebnis so berechnet, wie es der „ursprünglichen Absicht, wie man behandeln wollte“ entspricht. Die Resultate der jeweiligen Patienten werden in derjenigen Gruppe analysiert, der sie zu Studienbeginn zugeteilt wurden (Interventions- oder Kontrollgruppe). Diese Gruppenzuteilung wird beibehalten, unabhängig davon, ob die Patienten eine andere Behandlung erhielten als ursprünglich geplant (z.B. wegen Patientenwunsch) oder für Verlaufsuntersuchungen verloren gingen. Durch die Intention-to-treat-Analyse ist die durch die Randomisierung geschaffene Vergleichbarkeit der Gruppen (bei Studienstart) sichergestellt.

**k. A. :** keine Angaben

**Keywords:** Schlüsselwörter, Suchwörter

**Kohortenstudie:** Eine definierte Patientengruppe (eine Kohorte) wird über einen bestimmten Zeitraum beobachtet um zu untersuchen, wie viele Personen eine gewisse Erkrankung entwickeln.

**LBP:** *Low Back Pain*; Lumbale Rückenschmerzen

**LD:** Latissimus dorsi, Musculus

**LM:** Multifidus Lumbalis, Musculus

**Long-term effect:** Langzeiteffekt

**LR:** *Likelihood Ratio*; Die Likelihood Ratio gibt an, um wie viel Mal häufiger ein positives Testresultat bei Personen mit Erkrankung vorkommt im Vergleich zu Personen ohne Erkrankung (Auch Personen ohne Erkrankung können einen positiven Test aufweisen.). Eine

„gute“ Likelihood Ratio für positive Testresultate (positive Likelihood Ratio), mit der die Posttestwahrscheinlichkeit deutlich erhöht werden kann, ist  $>10$ . Eine „gute“ Likelihood Ratio für negative Testresultate (negative Likelihood Ratio), mit der die Posttestwahrscheinlichkeit deutlich erniedrigt werden kann, ist  $<0.1$ .

**LSI:** Lumbale segmentale Instabilität

**Lumbar spring test:** Verhalten der lumbosakralen Wirbelsäule während passiver lumbaler Extension

**LWS:** Lumbale Wirbelsäule

**MVC:** *Maximum voluntary contraction*; Maximum der willkürlichen Kontraktion

**n:** Anzahl Personen

**NMES:** Neuromuskuläre Elektrostimulation

**NPR:** *Numeric Pain rate*; Numerische Schmerzskala

**NSLBP:** *Non-specific Low Back Pain*; Nicht-spezifische lumbale Rückenschmerzen

**ODQ/ ODI:** Oswestry Disability Questionnaire/ Oswestry Disability Index

**OE:** Obliquus externus, Musculus

**OI:** Obliquus internus, Musculus

**Outcome:** Ergebnis, Ereignis

**p:** Die statistische Signifikanz (p-Wert) sagt aus, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der gemessene Unterschied dem Zufall entspringt.  $p < 0.05$  bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit kleiner als 5% ist, dass der gemessene Unterschied zwischen den zwei Vergleichsgruppen nur auf Zufall beruht. Die statistische Signifikanz ist von der Grösse der untersuchten Population abhängig. Wenn die Population genügend gross ist, erlangen schon kleine Unterschiede zwischen zwei Gruppen statistische Signifikanz. Der p-Wert ist ein rein statistischer Ausdruck und sagt nichts über die klinische Relevanz des Ergebnisses aus.

**PDS:** Pain descriptor score

**PARQ:** Physical Activity Readiness Questionnaire

**Performance Bias:** Gewisse Patienten erhalten im Rahmen einer Studie eine bessere medizinische Versorgung, werden engermaschiger überwacht oder zusätzlich unterstützt. Ein Performance Bias kann z.B. zu Stande kommen, wenn das Studienpersonal nicht verblindet ist und Patienten in einer Gruppe (bewusst oder unbewusst) eine bessere Behandlung bekommen.

**PLC:** Pain Locus of Control

**Posttestwahrscheinlichkeit:** Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung nach Vorliegen von Testergebnissen.

**Praktikabilität:** praktischer Nutzen, Handhabung und Durchführung eines Assessments

**Prätestwahrscheinlichkeit:** Die geschätzte Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient an einer gewissen Krankheit leidet, bevor Zusatzinformationen aus einem diagnostischen Test vorliegen.

**Prone instability test:** Der Oberkörper des Patienten liegt mit der Vorderseite auf einer erhöhten Fläche. Der Patient hebt die Beine gegen die Schwerkraft hoch. Der Physiotherapeut übt passiven Druck von posterior nach anterior auf die Wirbelsegmente und achtet auf eine Schmerzprovokation.

**PSEQ:** 10-item Pain Self-Efficacy Questionnaire

**RA:** Rectus abdominis, Musculus

**RCT:** *Randomized controlled trial*; Randomisierte kontrollierte Studie. Der grosse Vorteil der randomisierten kontrollierten Studie liegt darin, dass systematische Unterschiede zwischen den Gruppen durch die Zufallszuteilung der Personen zur einen oder anderen Gruppe weitgehend ausgeschlossen werden. Die Randomisierung gewährleistet, dass die Gruppen so identisch wie möglich sind und nicht bekannte Unterschiede möglichst gleich verteilt sind. Der Begriff kontrolliert bezieht sich darauf, dass die Resultate in der Interventionsgruppe mit denen der Kontrollgruppe und damit mit einem Referenzwert ohne Intervention verglichen wurden.

**Reliabilität:** Zuverlässigkeit → Wiederholte Messungen kommen zum gleichen Ergebnis

**Responsivität:** Empfindlichkeit → Sensitivität für Veränderung; Fähigkeit eines Assessments in einer bestimmten Situation relevante Veränderungen zu messen

**RL:** Rückenlage

**RMDQ:** Roland and Morris Disability Questionnaire

**ROM:** *Range of motion*; Bewegungsumfang

**Selektionsbias:** Durch eine ungewollte Selektion von Patienten können bereits bei Studienbeginn systematische Unterschiede zwischen den Gruppen, die miteinander verglichen werden sollen, entstehen. So kann ein Unterschied im Outcome lediglich darauf beruhen, dass in der einen Gruppe z.B. Patienten mit schwereren Erkrankungsformen oder ausgeprägterem Risikoprofil beobachtet wurden. Der gemessene Unterschied ist dann lediglich ein scheinbarer Unterschied. In Systematic Reviews bezieht sich der Begriff Selektionsbias auf den selektiven Einschluss von Studien (Selektion bei der Studienausswahl).

**Sensitivität:** Die Sensitivität gibt die Wahrscheinlichkeit eines positiven Testbefundes bei erkrankten Personen an: Die Sensitivität ist eine Masszahl für den Anteil Patienten mit einer gewissen Erkrankung, die durch Anwendung des Tests erkannt werden, also ein positives Testresultat haben. Ein Test mit einer hohen Sensitivität erfasst nahezu alle Erkrankten. Ein negatives Testresultat kann bei hoher Sensitivität die gesuchte Erkrankung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschliessen, weil die Anzahl Probanden, die trotz negativem Test die gesuchte Erkrankung haben (falsch negatives Testresultat), klein ist.

**SF-MPQ:** Short Form McGill Pain Questionnaire

**SIG:** Sakroiliakalgelenk

**Signifikant:** s. unter „p“

**SL:** Seitenlage

**SLBP:** *Specific Low Back Pain*; Spezifische lumbale Rückenschmerzen

**SLR:** Straight leg raise

**Spezifität:** Die Spezifität gibt die Wahrscheinlichkeit eines negativen Testbefundes bei nicht erkrankten Personen an: Die Spezifität ist eine Masszahl für den Anteil Personen ohne Erkrankung, die einen (richtig) negativen Test haben. Ein Test mit einer hohen Spezifität ist nützlich um eine gesuchte Erkrankung auszuschliessen.

**Studiendesign:** Methodologischer Aufbau einer Studie

**Systematic Review:** Systematische Übersicht. Unter einem „Systematic Review“ versteht man die kritische Interpretation und Zusammenfassung möglichst aller Informationen zu einem bestimmten Thema. „Systematisch“ bezieht sich dabei auf das systematische Identifizieren aller Informationen zu einem bestimmten Thema sowie auf die systematische kritische Beurteilung der Qualität der ausgewählten Arbeiten. Sorgfältig durchgeführte „Systematic Reviews“ liefern die sichersten und genauesten Informationen zu einem bestimmten Thema.

**Th:** Thorakaler Wirbelkörper

**TrA:** Transversus abdominis, Musculus

**Trunk curl up:** Rumpfbeugen → Von Rückenlage mit dem Oberkörper hochkommen

**TSK:** 17-item Tampa Scale of Kinesiophobia

**Validität:** Gültigkeit → Das Assessment misst, was es messen soll!

**VAS:** *Visual Analogue Scale*; Visuelle Schmerzskala

**VZ:** Verlaufszeichen

**ZNS:** Zentrales Nervensystem

## 4.2 Bilderverzeichnis

- Titelbild: Leonardo da Vinci
- Abb. 1 : The neutral zone (0-R1) and the elastic zone (R1-R2).  
Panjabi 1992 aus Vleeming et al., 2007, p 629.

## 4.3 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1 : Die erfolgreichsten Keywords der unterschiedlichen Datenbanken
- Tabelle 2 : Ein- und Ausschlusskriterien der Literaturrecherche
- Tabelle 3 : Das lokale und globale Muskelsystem
- Tabelle 4 : Einteilung und Charakterisierung der Muskeln
- Tabelle 5 : Einteilung der LBP nach deren Symptombdauer
- Tabelle 6 : Studie 13, Outcome der Behandlung; Verlaufszeichen: ODQ
- Tabelle 7 : Studie 13, 4 Variablen zur Vorhersage einer erfolgreichen Behandlung
- Tabelle 8 : Studie 13, 4 Variablen zur Vorhersage einer fehlgeschlagenen Behandlung
- Tabelle 9 : Beurteilung der RCT's nach PEDro  
*Formular:* PEDro. Physiotherapy Evidence Database (2009). [On-Line]. Available: [http://www.pedro.org/au/scale\\_item.html](http://www.pedro.org/au/scale_item.html) (ab August 2008).  
*Delphi-Liste:* Verhagen, A.P., De Vet, H.C.W., De Bie, R.A., Kessels, A.G.M., Boers, M., Knipschild, M.G. (1998). The Delphi list: A criteria list for quality assessments of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi Consensus. *Journal of clinical epidemiology*, 51, pp 1235-1241.
- Tabelle 10: Beurteilung der analytischen Querschnittsstudien nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“
- Tabelle 11: Beurteilung der deskriptiven Querschnittsstudien nach der „Critical Review Form for Quantitative Studies“  
*Formular:* Law, N., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorlang, M. (1998). *Critical Review Form for Quantitative Studies (McMaster University)*. [On-Line]. Available: [http://www.srs.mcmaster.ca/Portals/20/pdf/ebp/quantreview\\_form1.doc](http://www.srs.mcmaster.ca/Portals/20/pdf/ebp/quantreview_form1.doc) (Ab August 2008).

#### 4.4 Internetverzeichnis

- Horten Zentrum für praxisorientierte Forschung und Wissenstransfer Universitätsspital Zürich (2009). *Glossar* [On-Line]. Available: <http://www.evimed.ch/glossar/index.html> (03.06.2009).
- Interpharma. Gesundheitswesen Schweiz (2007). [On-Line]. Available: [http://www.interpharma.ch/de/pdf/gws\\_d07.pdf](http://www.interpharma.ch/de/pdf/gws_d07.pdf) (17.11.2008).
- PTR – Interessengemeinschaft Physiotherapie Rehabilitation (2009). [On-Line]. Available: <http://www.igptr.ch> (Ab Februar 2009).
- Swiss Federal Office of Statistics. Swiss Health Survey (2002). [On-Line]. Available: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/publ.Document.65197.pdf> (17.11.2008).
- Swiss Federal Social Insurance Office (2007). *IV-Statistik*. [On-Line]. Available: <http://www.iv.bsv.admin.ch> (17.11.2008).

#### 4.5 Fachliteraturverzeichnis

- Bogduk, N. (2005). *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum (4th ed.)*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Lippert, H. (2003). *Lehrbuch Anatomie (6. Aufl.)*. München: Urban&Fischer Verlag.
- Norris, C.M. (2008). *Back Stability – Integrating science and therapy (2nd ed.)*. United Kingdom: Human Kinetics.
- Oesch, P., Hilfiker, R., Keller, S., Kool, J., Schädler, S., Tal-Akabi, A., Verra, M., Widmer Leu, C. (2007). *Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Richardson, C., Hodges, P., Hides, J. (2004). *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization – A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain (2nd ed.)*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Richardson, C.A., Jull, G.A., Hodges, P.W. (1999). *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Valerius, K.P., Frank, A., Kolster, B., Hirsch, M.C., Hamilton, C. & Lafont, E.A. (2006). *Das Muskelbuch (2. Aufl.)*. Marburg: KVM- Verlag.
- Van den Berg, F. (2003). *Angewandte Physiologie – Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen (2. Aufl.)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Vleeming, A., Mooney, V., Stoeckart, R. (2007). *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain – Integration of research and therapy (2nd ed.)*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Waddell, G. (2004). *The Back Pain Revolution (2nd ed.)*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

#### 4.6 Studienverzeichnis

- Akbari, A., Khorashadizadeh, S. & Abdi, G. (2008). The effect of motor control exercise versus general exercise on lumbar local stabilizing muscles thickness: Randomized controlled trial of patients with chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 21, pp 105-112.
- Beith, I.D., Synnott, R.E. & Newman, S.A. (2001). Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions. *Manual Therapy*, Vol 6, Nr. 2, pp 82-87.
- Chanthapetch, P., Kanlayanaphotporn, R., Gaogasigam, C. & Chiradejnant, A. (2009). Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. *Manual Therapy*, doi:10.1016/j.math.2008.12.009 (article in press).
- Ferreira, P.H., Ferreira, M.L. & Hodges, P.W. (2004). Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain. *Spine*, Vol 29, Nr. 22, pp 2560-2566.
- Grenier, S.G. & McGill, S.M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol 88, January, pp 54-62.
- Hicks, G.E., Fritz, J.M., Delitto, A. & McGill, S.M. (2005). *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol 86, September, pp 1753-1762.
- Hides, J.A., Jull, G.A., & Richardson, C.A. (2001). Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine*, Vol 26, Nr. 11, pp 243-248.
- Hodges, P.W. & Richardson, C.A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol 80, September, pp 1005-1012.
- Hodges, P.W. & Richardson, C.A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, Vol 21, Nr. 22, pp 2640-2650.

- Kasai, Rie (2006). Current trends in exercise management for chronic low back pain: Comparison between strengthening exercise and spinal segmental stabilization exercise. *Journal of Physical Therapy Science*, 18, pp 97-105.
- Koumantakis, G.A., Watson, P.J. & Oldham, J.A. (2005). Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only. RCT of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy*, Vol 85, Nr. 3, pp 209-225.
- May, S. & Johnson, R. (2008). Stabilisation exercise for low back pain: A systematic review. *Physiotherapy*, 94, pp 179-189.
- O'Sullivan, P.B. (2000). Lumbar segmental „instability”: Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy*, 5 (1), pp 2-12.
- O'Sullivan, P.B. (2005). Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy*, 10, pp 242-255.
- O'Sullivan, P.B., Twomey, L.T. & Allison, G.T. (1998). Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol 27, Nr. 2, pp 114-124.
- O'Sullivan, P.B., Twomey, L.T. & Allison, G.T. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, Vol 22, Nr. 24, pp 2959-2967.
- Panjabi, M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction adaptation and enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques*, 5, pp 383-389.
- Rackwitz, B., De Bie, R., Limm, H., Von Garnier, K., Ewert, T. & Stucki, G. (2006). Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 20, pp 553-567.
- Richardson, C.A., Snijders, C.J., Hides, J.A., Damen, L, Pas, M.S. & Storm, J. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*, Vol 27, Nr. 4, pp 399-405.
- Vera- Garcia, F.J., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M. & McGill, S.M. (2007). Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17, pp 556-567.

## **5. Eigenständigkeitserklärung**

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe.“

Datum:

Unterschrift:

## **6. Anhang**

## Anhang A

Tabelle 3: Das lokale und globale Muskelsystem

Muskelsystem	Muskel <sup>a</sup>	Funktion <sup>b</sup>	Ansatz <sup>b</sup>	Ursprung <sup>b</sup>	Innervation <sup>b</sup>
Die wichtigsten lokalen Muskeln (tiefe Schicht)	Mm. multifidi, LM (Pars lumbalis)	- Extension, Lateralflexion und Rotation der Wirbelsäule - Sie sorgen für die segmentale Festigkeit (stiffness) und kontrollieren die Bewegung in der neutralen Zone	- Processi spinosi C2-T5 - Laminae arcuum vertebra-rum	- Os sacrum - Crista iliaca - Fascia thoracolumbalis - Processi transversi T1-T12 - Processi articulare C4-C7	Rr. posteriores dorsales C1-L5
	M. transversus abdominis, TrA	„Bauchpresse“	- Linea alba - Os pubis	- Rippen 7-12 - Fascia thoracolumbalis - Crista iliaca	Rr. anteriores ventrales T7-L1
	Mm. interspinales	Extension der Wirbelsäule	Nächsthöherer Processus spinosus	Processi spinosi	Rr. posteriores dorsales C2-L4
	Mm. intertransversarii	Lateralflexion der Wirbelsäule	Nächsthöherer Processus transversus	Processi mammillares, accessorii und transversi	Rr. posteriores dorsales C2-L4
	M. obliquus internus abdominis, OI(Pars posterior)	Einseitig: Lateralflexion des Rumpfes Beidseitig: Längsverspannung der vorderen Bauchwand	- Rippen 10-12 - Linea alba - Os pubis	- Fascia thoracolumbalis - Crista iliaca	Rr. anteriores ventrales T10-L2
	Diaphragma (Zwerchfell)	Mitwirkung bei der „Bauchpresse“ oder Inspiration	Centrum tendineum	- Processus xiphoideus - Rippen 7-12	N. phrenicus aus Plexus cervicalis
	Beckenbodenmuskulatur (Diaphragma pelvis)	- Schliesst Bauchraum trichterförmig nach unten ab - Trägt Beckenorgane	- Os coccygis - Os sacrum	- Os pubis - Os ilium	- Äste des Plexus sacralis - N. pudendus
	M. quadratus lumborum	- Längsverspannung der hinteren Bauchwand - Lateralflexion der Wirbelsäule	- 12. Rippe - 12. Brustwirbel - Processi costales L1-L4	Crista iliaca	Rr. anteriores ventrales T12-L3

<b>Die wichtigsten globalen Muskeln (oberflächliche Schicht)</b>	M rectus abdominis, RA	- Längsverspannung der vorderen Bauchwand - Flexion des Rumpfes	- Os pubis - Symphysis pubica	- Cartilagine costales 5-7 - Processus xiphoideus	Nn. intercostales= Rr. anteriores ventrales der Nn. thoracici T7-T12
	M. obliquus externus abdominis, OE	Einseitig: Lateralflexion des Rumpfes Beidseitig: Längsverspannung der vorderen Bauchwand	- Crista iliaca - Linea alba - Tuberculum pubicum	Rippen 5-12	Rr. anteriores ventrales T5-T12
	M obliquus internus abdominis (ausser Pars posterior!)	Einseitig: Lateralflexion des Rumpfes Beidseitig: Längsverspannung der vorderen Bauchwand	- Rippen 10-12 - Linea alba - Os pubis	- Fascia thoracolumbalis - Crista iliaca	Rr. anteriores ventrales T10-L2
	M. erector spinae	Extension und Lateralflexion der Wirbelsäule	Processi costale, transversi, spinosi über die ganze Wirbelsäule	- Crista iliaca - Os sacrum - Fascia thoracolumbalis - Processi transversi und spinosi	Rr. posteriores dorsales

<sup>a</sup> Quelle: Richardson, C., Hodges, P., Hides, J. (2004). Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization.

<sup>b</sup> Quelle: Lippert, H. (2003). Lehrbuch Anatomie

Tabelle 4: Einteilung und Charakterisierung der Muskeln  
(Valerius, Frank, Kolster, Hirsch, Hamilton und Lafont, 2006)

<b>Merkmal</b>	<b>Lokale Muskeln (lokale Stabilisatoren)</b>	<b>Globale Muskeln, ein- gelenkig (globale Stabilisatoren)</b>	<b>Globale Muskeln, mehrgelenkig (globale Mobilisatoren)</b>
Anatomie	gelenknah, segmental <sup>c</sup>	Überspannt ein Gelenk	Überspannt mehrere Gelenke
Muskelgrösse	Klein	Gross	Sehr lang
Verlauf	Tief, kurz	Höher, länger	Oberflächlich, lang
Lage im Verhältnis zur Bewegungsrichtung	Schräg, quer	Parallel	i.R. parallel, variabel
Verbindung zu benachbarten Strukturen	Eng verbunden mit Gelenkkapsel und Faszie	Mittlere Schicht	Eng verbunden mit neuronalen Strukturen
Funktion	Segmentale Stabilität	Gleichgewicht	Bewegungseinleitung
Steuerung	Sehr frühe Vorprogrammierung, unabhängig von der Bewegungsrichtung	Frühe Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung	Frühe Vorprogrammierung, abhängig von der Bewegungsrichtung

<sup>c</sup> Haben einen intervertebralen Ansatz und sind somit besser gelegen, um intersegmentale Stabilität zu gewährleisten gegenüber den langen Rumpfmuskeln, die für die Bewegungsgenerierung verantwortlich sind (Studie 9).

Tabelle 5: Einteilung der LBP nach deren Symptombdauer  
(Rackwitz, De Bie, Limm, Garnier, Ewert und Stucki, 2006)

<b>Akute LBP</b>	<b>Dauer der Symptome: &lt; 6 Wochen Dauer</b>
	In den meisten Fällen vergehen die Schmerzen bei einem akuten Fall nach 2-4 Wochen. 2-3% entwickeln allerdings CLBP nach einer akuten Episode. 60%-86% erleiden im ersten Jahr nach einer akuten Episode einen Rückfall (Hides, Jull und Richardson, 2001).
<b>Subakute LBP</b>	<b>Dauer der Symptome: 6-12 Wochen Dauer</b>
	Es besteht eine fundierte Evidenz, dass bei subakuten und CLBP ein aktives Rehabilitationsprogramm zu guten Ergebnissen führt. Es ist aber weiterhin ungeklärt, ob eine bestimmte Art Übungen geeigneter ist als eine andere (Koumantakis, Watson und Oldham, 2005).
<b>Chronische LBP</b>	<b>Dauer der Symptome: &gt;12 Wochen Dauer</b>
	Nach O'Sullivan, Twomey und Allison (1997) ist die lumbale Instabilität ein wichtiger Faktor bei Patienten mit CLBP. Beinahe 10-20% der LBP-Fälle entwickeln sich allerdings zu chronischen Rückenschmerzen (Akbari, Khorashadizadeh und Abdi, 2008).

# Indirekt die Transversusaktivität messen

Um die Aktivität des M. transversus abdominis zu messen, können Physiotherapeuten den sogenannten Abdominal-Hollowing-Test einsetzen. Mithilfe der Pressure Biofeedback Unit, einem handlichen Druckmessgerät, misst man indirekt die Muskelaktivität. In einer Literaturübersicht zeigt dieser Artikel die Praktikabilität des Tests. Gewisse Einschränkungen muss man allerdings berücksichtigen.

\*\* Neben den tiefen Rückenmuskeln sind auch die tiefen Bauchmuskeln für Physiotherapeuten wichtig, wenn es um die Diagnose und Therapie von Rückenschmerzen geht. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass die Rekrutierung des M. transversus abdominis bei Patienten mit Rückenschmerzen reduziert ist [1]. Die Forscher stellten fest, dass das Training dieser Muskulatur bei Dysfunktionen in Verbindung mit Rückenbeschwerden wichtig ist [1].

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Muskelprüfung die direkte Messung mittels eines EMGs und die indirekte Messung. Letztere ist in der Praxis einfacher anzuwenden und kann für verschiedene Muskeln unterschiedlich aussehen. Für die Messung der Aktivität des M. transversus abdominis können Physiotherapeuten den Abdominal-Hollowing-Test einsetzen, der auch als Transversus-Abdominis-Formal-Test bekannt ist. Sinnvoll ist dies beispielsweise bei Patienten mit spezifischen und unspezifischen lumbalen Rückenbeschwerden [2] oder um die funktionelle Lenden-Becken-Stabilisation, zum Beispiel bei Spondylolisthesis und Spondylolysis, zu messen [3]. Zudem können Physiotherapeuten den Test sowohl bei Haltungsdefiziten als auch bei Fuß-, Hüft- oder Kniebeschwerden einsetzen, welche sekundär, aufgrund mangelnder Beckenstabilität, auftreten.

**Die Druckreduktion bestimmt die Funktion des Muskels** ▶ Für den Test legt sich der Patient in Bauchlage. Seine Arme sind seitlich am Körper angelegt, die Füße reichen über die Kante des Behandlungstisches. Der Therapeut platziert das Druckmessgerät, die Pressure Biofeedback Unit (PBU), unter den Bauch des Patienten (☛ Abb.). Der Bauchnabel liegt in der Mitte des aufblasbaren Kissens, und die distale Kante des Kissens ist in der Linie der beiden Spinae iliaca anterior superior positioniert [4].

Der Therapeut pumpt nun die PBU auf 70 mmHg als Ausgangswert auf. Ohne die Wirbelsäule oder das Becken zu bewegen und die umliegende Muskulatur anzuspannen, soll der Patient dann den Unterbauch nach innen und oben ziehen („den Bauchnabel zur Wirbelsäule hinziehen“) [5]. Er spannt den Muskel während der Expiration an [4] und hält die Spannung dann während kontinuierlicher Atmung für zehn Sekunden [2]. Dies

soll der Patient dreimal wiederholen. Anhand der messbaren Druckveränderungen kann der Therapeut die funktionelle Leistung der tiefen Bauchmuskulatur interpretieren. Je mehr der Patient den Druck reduzieren kann, desto besser ist die Anspannung. Physiotherapeut Paul Hodges und seine Mitarbeiter vom Prince of Wales Medical Research Institute in Sydney haben die Ergebnisse verschiedener Studien 1996 zusammengetragen und eine standardisierte Einstufung der Druckveränderungen veröffentlicht (☛ Tab.). Aus der Tabelle geht hervor, dass Patienten dann die tiefen Bauchmuskeln adäquat aktivieren können, wenn sie den Druck auf der PBU um mindestens 4 mmHg reduzieren können.

**Wissenschaftliche Gütekriterien nicht optimal** ▶ Ob ein Test gut ist, kann man anhand sogenannter Gütekriterien bestimmen. Die wichtigsten Kriterien sind Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Validität (Gültigkeit). Aus den meisten Studien geht hervor, dass der Abdominal-Hollowing-Test nicht besonders zuverlässig ist,

**Abb.** Die Pressure Biofeedback Unit hilft, die Aktivität der tiefen Bauchmuskeln indirekt zu messen.



Foto: Oesch P. et al. Assessments in der muskuloskeletalen Rehabilitation. Bern: Verlag Hans Huber; 2007

wenn der gleiche Untersucher den Test mehrmals durchführt – er hat eine geringe Intratester-Reliabilität. Die Reliabilität fiel sowohl bei Probanden ohne als auch bei jenen mit Rückenschmerzen gering aus [2, 5, 6]. Bei Patienten mit Schmerzen erklärt man sich dies damit, dass Patienten mit Rückenbeschwerden grundsätzlich Probleme bei der Aktivierung der tiefen Bauchmuskulatur haben. Das wiederum kann sich als Fehlerquelle bezüglich der Reproduzierbarkeit auswirken. Nur in einer Pilotstudie prüften Wissenschaftler die Reliabilität an fünf asymptomatischen Probanden und befanden in diesem Fall den Test als reliabel [7]. Wichtig ist hierbei zu erwähnen, dass bei dieser Studie die Probanden die Transversusspannung vorher in der Vierfüßler-Position übten, um Kompensationen durch den M. rectus abdominis zu vermeiden. Die Rekrutierung der abdominalen Muskulatur scheint also durch das dem Test vorangehende Training beeinflusst zu sein.

**Zusammenhang zwischen Muskelaktivität und Koordination** ▶ Neben der Reliabilität betrachtet man bei Tests und Assessments die Validität. Ist diese gut, dann misst der Test, was er messen soll. Die Validität des Abdominal-Hollowing-Tests wurde nie direkt untersucht. Allerdings konnten Hodges und seine Mitarbeiter 1996 anhand von EMG-Messungen am M. transversus abdominis eine gute Anscheinsvalidität (face validity) aufzeigen. Bei der Messung während des Tests wiesen sie einen Zusammenhang hinsichtlich verminderter Bauchmuskelspannung und einer veränderten Koordination des Muskels nach.

Carolyn Richardson beschrieb den Abdominal-Hollowing-Test als zuverlässig bei der Evaluation einer Dysfunktion des M. transversus abdominis im Zusammenhang mit Rückenschmerzen. Weitere Studien stellten fest, dass Unterschiede in der Testdurchführung zwischen Rückenschmerzpatienten und Gesunden bestehen (diskriminative Validität) [1, 2].

**Umgang mit dem Gerät birgt Fehlerquellen** ▶ Trotz der Tatsache, dass die Zuverlässigkeit nicht optimal ist, befürworten Forscher die Indikation des Abdominal-Hollowing-Tests bei Patienten mit Rückenschmerzen. Denn neben anderen Punkten, wie der

Handhabung der PBU, der Instruktion sowie dem vorangegangenen Training, spielen die Schmerzen eine zentrale Rolle für die geringe Intra- und Intertester-Reliabilität des Assessments. Die Forscher geben zu bedenken, dass der Umgang mit der Pressure Biofeedback Unit sowie die eigentliche Instruktion der Aufgabe mögliche Fehlerquellen bergen.

**Was es bei der Anwendung zu berücksichtigen gibt** ▶ Zu diskutieren ist, ob die Patienten mit der vorgegebenen Instruktion, „den Bauchnabel nach innen und oben ziehen“, die tiefe Bauchmuskulatur isoliert aktivieren können. Falls die Patienten nämlich aufgrund dieses Auftrags eine globale Muskelkompensation einsetzen, wäre die Testinterpretation abwegig. Außerdem muss geklärt werden, was die Patienten am Ende tatsächlich anspannen – den M. transversus abdominis oder den M. rectus abdominis? So kann es beim Test vorkommen, dass beispielsweise nicht eine Dysfunktion des Transversus, sondern ein inkorrekt erlerntes Kompensationsmuster des Rectus zur Druckreduktion führt. Das sollten Physiotherapeuten berücksichtigen, wenn sie den Abdominal-Hollowing-Test einsetzen oder die Bauchmuskeln trainieren.

**Test teilweise empfehlenswert** ▶ Der Abdominal-Hollowing-Test ist ein einfach einzusetzendes Assessment. Mit ihm können Therapeuten zum einen indirekt kontrollieren, ob der Patient die tiefen Bauchmuskeln anspannen kann. Zum anderen können sie mit ihm Trainingserfolge kontrollieren.

Man sollte beachten, dass mit der Pressure Biofeedback Unit nur eine indirekte Messung der Muskulatur möglich ist und dass das Testgerät sowie die Durchführung selbst Fehlerquellen und Abweichungen enthalten können. Diese Aspekte und die bis heute bekannten wissenschaftlichen Erkenntnisse führen dazu, dass man den Test nur teilweise empfehlen kann.

Sonja Keller

■ Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis. Dieses finden Sie unter [www.thieme.de/physioonline](http://www.thieme.de/physioonline) > „physiopraxis“ > „Literatur“.

Tab. Interpretation des Abdominal-Hollowing-Tests: Je weniger Druck der Patient reduzieren kann, desto schlechter ist die Aktivität des M. transversus abdominis.

Druckveränderung	Interpretation	Studien
≥ -5.82	Normale Antwort	[6] Hodges PW, Richardson C, Jull GA. Evaluation of the relationship between laboratory and clinical test of transversus abdominus function. <i>Physiother Res Int</i> 1996;1 (1):30–40.
≥ -4	Normale Antwort	[4] Richardson CA, Jull GA. Muscle control – pain control. What exercises would you prescribe? <i>Man Ther</i> 1995a;1:2–10. Und: [8] Richardson CA, Jull GA, Richardson BA. A dysfunction of the deep muscles exists in low back pain patients. In <i>Proceedings of the World Confederation for Physical Therapy, Washington, WCPT, London; 1995b.</i>
-2 bis -4	Mittelmäßige Antwort	ohne Referenzangabe
< -2	Abnormale Antwort, zusammenhängend mit dem Vorkommen lumbaler Rückenschmerzen	[8] Richardson CA, Jull GA, Richardson BA. A dysfunction of the deep muscles exists in low back pain patients. In <i>Proceedings of the World Confederation for Physical Therapy, Washington, WCPT, London; 1995b.</i>

Abb. in Anlehnung an Hodges PW, Richardson C, Jull GA. Evaluation of the relationship between laboratory and clinical test of transversus abdominus function. *Physiother Res Int* 1996;1 (1):30–40.

physiopraxis 10|07

## Anhang C

### Globalmatrix der in dieser Bachelorthesis analysierten Studien

Studie	Design	Sample (Drop-out)	Merkmal	Wichtige Ein- u. Ausschlusskriterien	Behandlungsmethode	Messinstrumente <sup>a, b</sup>	Mängel
1. Ferreira 2004	Querschnitts- studie (Kontrollgruppe vorhanden)	n= 20	- Rekrutierung der abdominalen Musku- latur während Flexi- on/Extension Knie in RL - Vergleich Messun- gen Ultrasound und EMG	- Min. 1 Episode LBP in letzten 18 Monaten, die Arbeit oder ADL beeinträchtigte - Episode in den letzten 6 Mona- ten	- <i>LBP- Gruppe</i> - <i>Kontrollgruppe</i>	- Ultrasonographie - EMG - Nadelelektroden - Valydine	
2. Hodges 1996	k.A. - Kontrollgruppe ≈Querschnittsst udie	n= 30		- LBP unbekanntem Ursprungs seit 18 Monaten - Min. 1 Episode pro Jahr - Minimale oder keine Schmer- zen zum Zeitpunkt des Tests - keine neurologische Symptome - kein Abdominal- oder Rücken- training in den 3 Monaten vor Test	- <i>LBP- Gruppe</i> - <i>Non LBP- Gruppe</i>  - Proband steht auf Balance Performance Monitor - Nadelelektroden oder Oberflächenelektro- den TrA, OI, OE, Deltoid, RA, LM - Nach visuellem Stimulus Schulterflexion, - abduktion oder -extension	- Baecke: physische Aktivität - EMG - Nadelelektroden - Balance Performan- ce Monitor	
3. Hodges 1999	k.A. - Kontrollgruppe ≈Querschnittsst udie	n= 28	Untersuchen der Aktivierung der Rumpfmuskulatur bei langsamen, mittleren und schnellen Bewe- gungen.	- LBP seit mind. 18 Monaten - Mind. 3 Tage AUF - Mind. 1 Episode pro Jahr oder semikonstante LBP - Durchschnittliche Dauer der Symptome 8.3 Jahre - Beim Test schmerzfrei - Keine neurologischen Sympto- me, Wirbelsäulendeformitäten - Kein Abdomen- oder Rücken- training in den vergangenen 3 Monaten	- <i>LBP- Gruppe</i> - <i>Kontrollgruppe</i>	- Baecke: physische Aktivität - EMG - Nadelelektroden - Position velocity transducer	

<sup>a</sup> Nähere Angaben zu diesen Assessments und deren Gütekriterien sind im Buch „Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation“ zu finden (Fachliteraturverzeichnis S. 47 f)

<sup>b</sup> Die Erklärungen zu den Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis/Glossar S. 41 ff zu finden

4. Beith 2001	k.A.	n= 20	- Physiotherapiestudenten - gesunde Probanden	- keine vorangehenden Eigenerfahrungen mit Rückenschmerzen - keine muskuloskelettalen Probleme - keine vorangehenden Operationen am Rumpf	- EMG- Messung während des AHM im Vierfüßlerstand und in Bauchlage	- EMG	
5. Chantha- petch 2009	k.A.	n= 32	- gesunde Probanden	- keine Erfahrungen mit Rückenschmerzen!	- EMG- Messung des RA, OE, OI, TrA in 4 ASTE	- EMG	k.A. bzgl. Design und Drop-out bei der Selektion
6. Vera- Garcia 2007	k.A. - Keine Kontrollgruppe - Randomisierte Abfolge der Manöver	n= 12 (-1)	- gesunde Probanden	- keine LBP im vergangenen Jahr	- ASTE: Halbsitz - Posteriore Gewichtsübernahme von 6.8 kg - EMG- Messungen des RA, OE, OI, LD und ES - Untersuchung der LWS- Abweichung in Extension während versch. Levels von Voraktivierung (10%, 15%, 20% OI-MVC) bei erwarteter oder unerwarteter, schneller, externaler Störung.	- EMG	- keine konkreten Ausschlusskriterien - Vergleichbarkeit der Gruppen auf Aktivitätsebene fraglich - Testverfahren nicht funktionell - keine Erklärung, weshalb die Gewichtsübernahme 6.8 kg beträgt
7. Richardson 2002	k.A. - keine Kontrollgruppe - Randomisierte Zuordnung Übungen	n= 13	Gesunde Probanden	- müssen das Bracing und AHM ausführen können - keine Episoden von gravierenden LBP - kein AZ↓ - nicht mehr als 3d/ Woche Sport	Wirkung des AHM und Bracing auf die Laxität des SIG	- EMG - Real time ultrasound - Vibrationen/ Dopplermonitoring des SIG	Die Beckenbodenmuskulatur, die die Stabilität des SIG beeinflussen könnte, wurde nicht berücksichtigt.
8. Hides 2001	RCT	n= 39 (-3)	Erste, akute LBP-Episode	- 1. Episode von unilateralem LBP - Aufkommen seit weniger als 3 Wo	<i>Spez. Übungsgruppe:</i> Medizin. Betreuung, AUF, Medikamentation +stabilisierende Übungen <i>Kontrollgruppe:</i> Medizin. Betreuung, AUF, Medikamentation	- Ultraschall - SF-MPQ <sup>a</sup> - VAS <sup>a</sup> - RMDQ <sup>a</sup> - Hydrogoniometer (Inklinometer) <sup>a</sup>	
9. Koumantakis 2005	RCT	n= 55 (-17)	Unspezifische, wiederholte LBP	- wiederholte LBP - Keine Spondylolysis oder Spondylolisthesis	<i>Spez. Übungsgruppe:</i> v.a. TrA und LM ohne Substitution <i>Glob. Übungsgruppe:</i> Bauch-und Rückentraining	- SF-MPQ <sup>a</sup> - RMDQ <sup>a</sup> - PSEQ - TSK - PLC	

<sup>a</sup> Nähere Angaben zu diesen Assessments und deren Gütekriterien sind im Buch „Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation“ zu finden (Fachliteraturverzeichnis S. 47 f)

<sup>b</sup> Die Erklärungen zu den Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis/Glossar S. 41 ff zu finden

10. O'Sullivan 1998	RCT	n= 44 (-2)	Spezifische CLBP	- Chronische LBP (>3 Monaten) - radiologisch diagnostizierte Spondylolysis oder Spondylolisthesis - haben keine spez. Stabilisationsübungen	<i>Spez. Übungsgruppe:</i> - TrA/ OI ohne RA-Aktivität - TrA/ OI mit Co-Kontraktion der LM <i>Kontrollgruppe:</i> a) Globale Übungen + Trunk curl up b) Nur globale Übungen	- VAS <sup>a</sup> - ODQ <sup>a</sup> - Double leg raise	- k.A. bzgl. Design - keine Biofeedbackmanschette - Geschulte Körperwahrnehmung durch den Beruf
11. Akbari 2008	RCT	n= 63 (-14)	Nicht-spezifische LBP	- Nicht-spezifische LBP mit oder ohne Beinschmerzen, ohne Instabilitätszeichen	<i>Spez. Übungsgruppe:</i> - AH in 4-Füßlerstand, RL. Sitz und Stand - Übungsprogramm wie Studie 2 <i>Kontrollgruppe:</i> - Globale Kraftübungen für paravertebrale und abdominale Muskulatur	- Ultrasonographie - BPS <sup>a</sup> - VAS <sup>a</sup> - PARQ - Palpation	Trotz strenger Selektion viele Drop-outs; keine genauen Angaben zu den globalen Übungen
12. O'Sullivan 1997	RCT	n= 44 (-10)	CLBP mit Spondylolysis oder Spondylolisthesis	chronischer LBP mit radiologisch diagnostizierter Spondylolysis oder Spondylolisthesis ohne Verbesserung seit 3 Monaten	<i>Spez. Übungsgruppe:</i> 1. AH ohne Substitution 2. Co-Kontraktion LM 3. Integration in ADL <i>Kontrollgruppe:</i> - Globales Trainingsprogramm - z.T. Tunk curl-up	- SF-MPQ <sup>a</sup> und VAS <sup>a</sup> - ODQ <sup>a</sup> - Cybex Inklinometer (elektronischer Hydrogoniometer) - EMG - Pressure Biofeedback	Keine genaueren Angaben zum globalen Trainingsprogramm
13. Hicks 2005	Prospektive Kohorten-Studie	n= 54	Ziel: Variablen aufdecken, die eine bestimmte Subgruppe von LBP ausmachen würde, die durch ein Stabilisationstraining eine erfolgreiche Genesung erzielen würde.	- LBP mit oder ohne Beinschmerzen - Nicht mehr als 1 Nervenwurzelzeichen	- Subjektiver und objektiver Befund - 8 Wochen lang betreutes, standardisiertes, submaximales Stabilisationsprogramm 2x/ Woche - VZ: Unterschied der Punkteanzahl des ODQ vor und nach 8 Wochen	- NPR (~VAS) <sup>a</sup> - Hydrogoniometer <sup>a</sup> - SLR - Prone instability test - FABQ <sup>a</sup> - work - phys. activity - ODQ <sup>a</sup> (VZ!)	

<sup>a</sup> Nähere Angaben zu diesen Assessments und deren Gütekriterien sind im Buch „Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation“ zu finden (Fachliteraturverzeichnis S. 47 f)

<sup>b</sup> Die Erklärungen zu den Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis/Glossar S. 41 ff zu finden

## Anhang D

## Matrizen der einzelnen Studien

Studie 1	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain. Ultrasound measurement of muscle activity. Spine Vol 29, 22, pp 2560-2566
Erscheinungsjahr	2004
Autor(en)	Ferreira, P.H., Ferreira, M.L., Hodges, P.W.
Studientyp/ Studiendesign	Querschnittsstudie (Cross-sectional study) Kontrollgruppe vorhanden Randomisierte Reihenfolge der Bewegungsrichtungen und Kraftgrad
Dauer	Keine Angaben; wahrscheinlich alles am gleichen Tag
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Vergleich der Rekrutierung der abdominalen Muskulatur während Flexion und Extension der Knie in Rückenlage bei Patienten mit oder ohne LBP (Änderung der Muskeldicke gemessen mit Ultrasound)</li> <li>2) Vergleich der Messungen mit Ultrasound und mit EMG</li> </ol> Hypothese: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der TrA nimmt bei Patienten ohne LBP bei Flexion und Extension zu.</li> <li>- Bei Patienten mit LBP wird der TrA nicht oder nur bei einer bestimmten Bewegungsrichtung rekrutiert.</li> </ul>
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	20
Männlich / Weiblich	Keine Angaben
Alter	32.7 ± 10.6 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	LBP- Gruppe (n= 10) Kontrollgruppe (n=10)
Assessments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultrasonographie: TrA</li> <li>- EMG (Nadelelektroden): TrA, OI, OE</li> <li>- Valydine: Kraftmessung der Knieflexoren und –extensoren an den Fussgelenken</li> </ul>
Einschlusskriterien	Für LBP- Gruppe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Min. 1 Episode von LBP, die in den letzten 18 Monaten Arbeit oder ADL beeinträchtigte</li> <li>- Episode in den letzten 6 Monaten</li> </ul>
Ausschlusskriterien	Für Kontrollgruppe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- LBP beeinträchtigen die Patienten in ihrer Aktivität</li> <li>- Absenz bei der Arbeit wegen LBP</li> </ul> Für beide Gruppen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atmungsprobleme</li> <li>- Neurologische Probleme</li> <li>- Schmerzen sonst an der WS oder der unteren Extremität</li> <li>- Schwangerschaft in den letzten 2 Jahren</li> </ul>
Verblindung	k.A.
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTE: In RL mit 50° Hüftflexion und 90° Knieflexion, Arme über den Brustkorb gekreuzt, Kniekehlen und Fersen an Schlingen aufgehängt (→ Keine Haltearbeit der Beine, keine Reibungskräfte).</li> <li>- Isometrische Knieflexion und –extension gegen Kraft von 7.5% und 15% des eigenen Körpergewichts (→ Vorangehende</li> </ul>

	<p>Studien: Patienten ohne LBP aktivieren TrA auf diesem Level)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Randomisierte Reihenfolge der Bewegungsrichtungen und Kraftgrad</li> <li>- MVC jedes gemessenen Muskels zur Normalisierung des EMG</li> <li>- 2 Wiederholungen der Messungen in Ruhe, bei isometr. Knieflexion und –extension am Ende der Expiration.</li> </ul> <p>→ Die Probanden werden nicht instruiert die abdominalen Muskeln zu rekrutieren sondern sich auf die Beinbewegung zu konzentrieren.</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	20
Drop-out	-
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	-
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	<p>Alter: 32.7 ± 10.6 Jahre          Körpergröße: 159.5 ± 37.8 cm          Körpergewicht: 68.2 ± 12.6 kg          Beide Gruppen gute Vergleichbarkeit!</p>
Ergebnisse	<p>Sign. p&lt;0.05          1)  <i>Ultrasonographie:</i>  <b>Kraftgrad 7.5% des eigenen Körpergewichts:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign. Unterschied zwischen den Gruppen und den Muskeln bzgl. Dickenzunahme der abdominalen Muskeln.</li> <li>- Durchschn. (Beide Bewegungen zusammen) Zunahme an Dicke des TrA bei LBP-Gruppe sign. kleiner als bei Kontrollgruppe (p&lt;0.01)</li> <li>- Kein sign. Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. OE (p=0.85) und OI (p=0.31)</li> <li>- Schwankungen bei der Bewegungsrichtung und der Dickenzunahme:</li> </ul> <p>→Grössere Dickenzunahme bei Flexion bei 50% (n=5) der Kontrollgruppe und 40% (n=4) der LBP- Gruppe          →Durchschnittlich 70% (n=14) der Kontrollgruppe und nur 15% (n=3) der LBP- Gruppe Dickenzunahme des TrA um 10%.</p> <b>Kraftgrad 15% des eigenen Körpergewichts:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign. grössere Dickenzunahme des TrA (beide Bewegungen zusammen) bei Kontrollgruppe als bei der LBP- Gruppe p&lt;0.01</li> <li>- Kein sign. Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. OE (p=0.82) und OI (p=0.37)</li> <li>- Schwankungen bei der Bewegungsrichtung und der Dickenzunahme</li> </ul> <p>→Grössere Dickenzunahme bei Flexion bei 50% (n=5) der Kontrollgruppe und 60% (n=6) der LBP- Gruppe          →Durchschnittlich 75% (n=15) der Kontrollgruppe und nur 40% (n=8) der LBP- Gruppe Dickenzunahme des TrA um 10%.</p> <i>EMG:</i>  <b>Kraftgrad 7.5% des eigenen Körpergewichts:</b>          Ähnlich wie Ultrasonographie!  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign. grössere Amplitude des TrA (beide Bewegungen zusammen) bei Kontrollgruppe als bei der LBP- Gruppe p=0.04.</li> <li>- Kein sign. Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. OE (p=0.23) und OI (p=0.14)</li> </ul> <b>Kraftgrad 15% des eigenen Körpergewichts:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchschn. (Beide Bewegungen zusammen) Zunahme der Amplitude des TrA bei LBP-Gruppe sign. kleiner als bei Kontrollgruppe (p&lt;0.01)</li> </ul> </p>

	<p>2)                  Gute Validität, Reliabilität und Validität der Ultrasonographie                  Zur Validität: In dieser Studie gute Übereinstimmung zwischen EMG und Ultrasound                  Andere Studien besagen, dass es wenig Übereinstimmung gibt zwischen EMG- Aktivität des OE und seiner Muskeldicke.                  Erklärung, wieso kein sign. Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. OE (und OI).                  Ultrasonographie kann also auch benutzt werden, um die Rekrutierung von Muskeln zu eruieren.                  Vorteil von Ultrasonographie: keine Nadelelektrode, nicht invasiv.</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b></p>	
<p>Limitations</p>	<p>Auch wenn ASTE nicht funktionell, haben vorangehende Studien besagt, dass die Organisation der posturalen Kontrolle bei Kräfteinflüssen in verschiedenen Positionen ähnlich ist.</p>
<p>Fazit der Autoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das automatische Rekrutieren des TrA ist bei LBP-Patienten verändert.</li> <li>- LBP- Patienten haben ein anderes Aktivierungsmuster der Rumpfmuskulatur bei isometrischer Beinarbeit im Vergleich zu gesunden Patienten.</li> <li>- Vorangehende Studien haben erwiesen, dass LBP- Patienten eine verspätete Aktivierung des TrA haben. Diese Studie besagt zusätzlich, dass sich auch die EMG- Aktivität (Amplitude) verändert.</li> <li>- Im Gegensatz zu anderen Studien (Armbewegung), die besagten, dass die Aktivierung des TrA nicht Richtungsabhängig ist, ergab sich in dieser Studie, dass die Probanden individuell eine bevorzugte Richtung hatten.</li> </ul> <p>Zusätzlich konnte untersucht werden, dass die Schwelle für die Aktivierung des TrA bei LBP- Patienten höher liegt.                  ABER: Kontrollgruppe aktivierte TrA in beide Richtungen wenn auch mit unterschiedlicher Amplitude.                  Für die Validität des Testverfahrens spricht, dass es unabh. vom Lerneffekt und der Motivation des Probanden ist und dass die Rekrutierung der Rumpfmuskulatur nicht absichtlich hervorgerufen wird, so wird die automatische Strategie des ZNS zur Rumpfkontrolle untersucht.                  Weitere Massnahmen sollen die Reliabilität, Sensitivität und Spezifität dieses Verfahrens untersuchen.</p>

- Ultrasound nur bei unter 30% MVC reliabel, nur dann lineares Verhältnis zur Kraft

Studie 2	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. Spine Vol 21(22) pp 2640-2650
Erscheinungsjahr	1996
Autor(en)	P.W. Hodges, C.A. Richardson
Studientyp/ Studiendesign	- Keine Angaben! - Beschreibung eines Testverfahrens mit einer Kontrollgruppe - Randomisierte Zuteilung der Abfolge der getesteten Bewegungsrichtungen → Cross-study?
Dauer	Keine Angaben
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	1) Der TrA aktiviert vor dem Hauptbeweger und den anderen Rumpfmuskeln 2) Die Aktivierung des TrA wird nicht von der Bewegungsrichtung beeinflusst 3) Bei Probanden mit LBP kann der TrA nicht vorher anspannen
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	30
Männlich / Weiblich	Pro Gruppe 8 Männer und 7 Frauen
Alter	Durchschnitt 30 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	- LBP-Gruppe n=15 - Non-LBP-Gruppe n=15
Assessments	- Baecke: physische Aktivität
Einschlusskriterien	- LBP unbekanntes Ursprungs seit 18 Monaten - Schmerzintensität beeinträchtigt ihre Aktivität - Min. 3 Tage AUF, durchschnittlich 9 Tage - Min. 1 Episode pro Jahr - Minimale oder keine Schmerzen zum Zeitpunkt des Tests - Schmerzdauer durchschnittlich 8.6 Jahre
Ausschlusskriterien	- neurologische Symptome - spinale Deformitäten (z.B. Skoliose) - vorangehende Rückenoperationen - neuromuskuläre KH oder Gelenkskrankheiten - Abdominal-oder Rückentraining in den 3 Monaten vor Test
Verblindung	-
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	Proband steht auf einem Balance Performance Monitor Nadelelektroden im linken TrA, OI, OE Oberflächenelektroden auf allen 3 Anteilen des rechten Deltoids, RA bds., LM links Nach einem visuellen Stimulus müssen die Probanden entweder eine schnelle Schulterflexion, -abduktion oder -extension machen. Untersuchungen der Armgeschwindigkeit und der Postur (Lordose und pelvic tilt) zeigten keine sign. Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auf! Die Reihenfolge der zu testenden Bewegungen wurde randomisiert zugeteilt. Beim Wechsel einer Bewegungsrichtung mussten die Probanden sich hinsetzen und 5 Minuten pausieren
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	30
Drop-out	-

Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	-
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergröße, Körpergewicht und Aktivitätsindex (Arbeit, Sport, Freizeit)
Ergebnisse	<p>→ Bis zu 50 msec nach Kontraktion des Hauptbewegers kann dem jeweiligen Rumpfmuskel eine antizipatorische Eigenschaft zugeteilt werden.</p> <p><b>Non-LBP-Gruppe:</b>  Schulterflexion ca. 60°</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TrA (38.9 msec vor dem anterioren Anteil des Deltoids!)</li> <li>2. Anteriorer Anteil des Deltoids (Reaktionszeit 188 msec)</li> <li>3. OI 28.1 msec und LM 9.3 msec nach Deltoid! (OI und LM kein sign. Unterschied)</li> <li>4. OE erst 56.5 msec und RA 84.0 msec nach Deltoid!!!</li> </ol> <p>→ OE und RA keine antizipatorische Eigenschaft</p> <p>Schulterabduktion ca. 60°</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TrA (24.17 msec vor dem mittleren Anteil des Deltoids!)</li> <li>2. OI (kein sign. Unterschied zum TrA)</li> <li>3. Mittlerer Anteil des Deltoids (Reaktionszeit 171 msec)</li> <li>4. OE (18.7 msec nach dem mittleren Anteil des Deltoids; kein sign. Unterschied)</li> <li>5. RA (29.9 msec nach dem mittleren Anteil des Deltoids)</li> <li>6. LM (56.8 msec nach dem mittleren Anteil des Deltoids; kein sign. Unterschied zum RA)</li> </ol> <p>→ LM keine antizipatorische Eigenschaft</p> <p>Schulterextension ca. 40°</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TrA (24.8 msec vor dem posterioren Anteil des Deltoids!)</li> <li>2. RA (10.1 msec vor dem posterioren Anteil des Deltoids!)</li> <li>3. Posteriorer Anteil des Deltoids (Reaktionszeit 171 msec)</li> <li>4. OI (5.5 msec nach dem posterioren Anteil des Deltoids)</li> </ol> <p>→ kein sign. Unterschied zwischen TrA, RA und OI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. OE (30.3 msec nach dem posterioren Anteil des Deltoids)</li> <li>6. LM (74.1 msec nach dem posterioren Anteil des Deltoids; kein sign. Unterschied zum OE)</li> </ol> <p>→ LM keine antizipatorische Eigenschaft</p> <p><b>LBP-Gruppe:</b>  Schulterflexion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keiner der Rumpfmuskeln ist vor dem Hauptbeweger aktiv!</li> <li>- TrA, OI, OE und RA unterscheiden sich nicht sign. voneinander</li> <li>- Einzig der LM aktiviert sign. früher als die anderen und hat auch eine antizipatorische Eigenschaft!</li> <li>- Reaktionszeit des anterioren Anteils des Deltoids 188 msec</li> </ul> <p>Schulterabduktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keiner der Rumpfmuskeln ist vor dem Hauptbeweger aktiv!</li> <li>- TrA, OI, OE und RA unterscheiden sich nicht sign. voneinander</li> <li>- Reaktionszeit des mittleren Anteils des Deltoids 212 msec</li> <li>- Alle Rumpfmuskeln besitzen eine antizipatorische Eigenschaft!</li> </ul>

	<p>Schulterextension:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keiner der Rumpfmuskeln ist vor dem Hauptbeweger aktiv!</li> <li>- TrA, OI, OE und RA unterscheiden sich nicht sign. voneinander</li> <li>- TrA sign. später als OI</li> <li>- LM sign. später als RA und OI</li> <li>- Reaktionszeit des hinteren Anteils des Deltoids 212 msec</li> <li>- OI, OE und RA besitzen eine antizipatorische Eigenschaft</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kein sign. Unterschied bzgl. der Reaktionszeit der Hauptbeweger je nach Richtung für beide Gruppen</li> <li>- In der Non-LBP-Gruppe unterscheidet sich die Aktivierung des RA signifikant je nach Richtung <ul style="list-style-type: none"> <li>→ In der Non-LBP-Gruppe wird die Aktivierung des TrA nicht von der Bewegungsrichtung beeinflusst!</li> <li>→ In der LBP-Gruppe wird die Aktivierung des TrA von der Bewegungsrichtung beeinflusst! Er aktiviert bei der Schulterflexion und -abduktion als letzter der Rumpfmuskeln und bei der Extension als zweitletzter. Die Verspätung wird bei der Schulterflexion signifikant!</li> </ul> </li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch die Untersuchung der Postur und der Armgeschwindigkeit ergab sich, dass diese Parameter nicht limitierend sind.</li> <li>- Die Autoren halten einen möglichen Einfluss einer Reflexinhibition wg. Schmerzen bei der Bew., Überdehnung der Kapsel und Kompression für vernachlässigbar, sowie das Crosstalk-Phänomen, die Elektrodenplatzierung und die Ermüdung.</li> <li>- Es besteht die Möglichkeit, dass andere Beeinträchtigungen des ZNS die Verlangsamung der Aktivierung des TrA beeinflussen haben</li> <li>- Unklar ist auch, ob die Verspätung eine Art Schmerzkomensation darstellt</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei LBP-Patienten wird die Aktivierung des TrA von der Bewegungsrichtung beeinflusst!</li> <li>- Bei LBP-Patienten fällt die vorangehende Aktivierung des TrA vor einer Bewegung aus!</li> <li>→ Dysfunktion der motorischen Kontrolle der TrA bei Patienten mit LBP!</li> <li>- In bisherigen Studien wurde untersucht, dass die Rumpfmuskeln vor einer Extremitätenbewegung anspannen. Diese Studie zeigt auf, dass diese Eigenschaft v.a. dem TrA zuzuschreiben ist!</li> <li>- Die Anspannungen unter den 50 msec bedeuten, dass diese nicht reflexartig gesteuert sind, sondern dass sie vorprogrammiert im ZNS vorhanden sind.</li> <li>- Mit dieser Vorprogrammierung lässt sich auch erklären, wieso die LM bei einer Schulterflexion vorher anspannen als bei einer Extension. Nämlich um das Alignment gegen die reaktiven Kräfte bei gegensinniger Bewegung aufrecht zu erhalten.</li> <li>- Diese assoziierten reaktiven Kräfte können nicht als Erklärung für den TrA verwendet werden, da dieser keine Bewegung in der Sagittalebene macht!</li> <li>- Die Voranspannung des TrA dient zur Kontrolle der Stabilität der LWS, der Erhöhung des intraabdominalen Drucks und der Spannung der thorakolumbalen Faszie während einer Bewegung der OE! Er limitiert die intersegmentale Translation und Rotation, die bei externalen Störung entstehen.</li> <li>- Die Verspätung der Aktivierung des TrA verursacht eine verminderte Stabilität in der LWS während der Bewegung und der Wirkung der reaktiven Kräfte → Risiko einer Wirbelsäulenverletzung steigt! Bereits bei 2° intersegm. Rotation können Mikrotraumata entstehen!</li> </ul>

- es dauert mind. 30 msec, bis nach Aktivierung des Hauptbewegers die Extremität auch wirklich bewegt wird (wg. Elektromechanischer Verspätung).
- d.h. jede Aktivität, die vor oder kurz nach diesen 30 msec geschieht, kann nicht reflexartig gesteuert sein.
- d.h. alles nach 50 msec könnte reflexartig gesteuert sein

Studie 3	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. Arch Phys Med Rehabil Vol 80, September
Erscheinungsjahr	1999
Autor(en)	Hodges, P.W., Richardson, C.A.
Studientyp/ Studiendesign	Keine genauen Angaben Randomisierte Zuteilung der Bewegungsgeschwindigkeit
Dauer	Mehrere Tage, keine genaue Angabe
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Untersuchen der Aktivierung der Rumpfmuskulatur bei langsamen Bewegungen. Hypothese: Bei LBP- Patienten ist das Aktivierungsmuster verändert.
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	28
Männlich / Weiblich	Pro Gruppe 7 Männer und 7 Frauen
Alter	30 ± 2 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	LBP- Gruppe n= 14 Kontrollgruppe n= 14
Assessments	Baecke: physische Aktivität EMG, Nadelelektroden Position velocity transducer
Einschlusskriterien	LBP- Gruppe: - Heimtückische Anfälle von LBP seit mind. 18 Monaten - Med. oder anderweitige Behandlungen nötig - Mind. 3 Tage AUF - Mind. 1 Episode pro Jahr oder semikonstante LBP - Durchschnittliche Dauer der Symptome 8.3 Jahre (range 2-30 Jahre) - Beim Test schmerzfrei - LBP wegen nicht-muskuloskelettalen Ursprungs ausgeschlossen  Kontrollgruppe: - keine LBP, die sie beeinträchtigt hätten oder für die sie med. oder anderweitige Behandlungen gebraucht hätten
Ausschlusskriterien	- Neurologische Symptome - Wirbelsäulendeformitäten (z.B. Skoliose) - Vorangehende lumbale OP - Neuromuskuläre KH oder Gelenkskrankheiten - Abdomen- oder Rückentraining in den vergangenen 3 Monaten
Verblindung	-
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	EMG: Anteriorer Anteil M. deltoideus rechts M. rectus abdominis links M. erector spinae links (L4-5)  Nadelelektroden: TrA, OI und OE

	<p>Die Geschwindigkeit wurde anhand von 5 randomisiert ausgewählten Probanden geeicht. (Kabel auf Höhe Akromion ausziehen, Widerstand wurde geeicht mit Geschwindigkeit).</p> <p>Die Probanden machen eine Schulterflexion rechts mit drei verschiedenen Geschwindigkeiten und stehen dabei auf einer Plattform. Das Kommando geben zuerst ein akustisches Warnsignal und dann ein visueller Stimulus.</p> <p>3 Geschwindigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnell: Bewegung wird so schnell wie möglich ausgeführt. Probanden werden von den Untersuchern angefeuert.</li> <li>- Mittel: Gewöhnliche Geschwindigkeit für den Probanden.</li> <li>- Langsam: 60° in 2 Sek. Diese Geschwindigkeit wird den Probanden von den Untersuchern vorgezeigt.</li> </ul> <p>10 Wiederholungen für jede Bewegung. Randomisiert zugeordnet.</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	28
Drop-out	-
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	-
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	<p>LBP- Gruppe:</p> <p>Alter: 30 ± 2 Jahre  Körpergröße: 1.71 ± 0.02 m  Körpergewicht: 63 ± 8 kg</p> <p>Kontrollgruppe:</p> <p>Alter: 29 ± 2 Jahre  Körpergröße: 1.72 ± 0.03 m  Körpergewicht: 66 ± 3 kg</p> <p>Baecke score (Arbeit, Sport, Freizeit): Kein sign. Unterschied. Bei beiden Gruppen relativ hoch  → Gute Vergleichbarkeit der Gruppen</p>
Ergebnisse	<p>Die Rumpfmuskelaktivität wird als „Steuerung“ bezeichnet, wenn sie zwischen 100 msec vor und max. 50 msec nach dem Deltoid einsetzt. Ein monosynaptischen Reflex dauert länger! So kann eine reflexartige Steuerung ausgeschlossen werden.</p> <p>Sign. p=0.05</p> <p><b>Kontrollgruppe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Größere Reaktionszeit der Rumpfmuskeln und Deltoid (ex. RA) bei „langsam“ im Gegensatz zu „schnell“ und „mittel“</li> <li>- „schnell“ und „mittel“ kein Unterschied in Reaktionszeit für alle Muskeln.</li> <li>- Unterschiedliche Reaktionszeit von Deltoid zu den Rumpfmuskeln „langsam“ zu „schnell/ mittel“</li> <li>- Bei „langsam“ hat das EMG die niedrigste (sign.) Antwortfrequenz. „mittel“ und „schnell“ kein sign. Unterschied untereinander.</li> </ul> <p>„schnell“</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TrA (39 msec vor dem anterioren Anteil des Deltoids!)</li> <li>2. Anteriorer Anteil des Deltoids (Reaktionszeit 188 msec)</li> <li>3. ES (8 msec nach dem anterioren Anteil des Deltoids)</li> <li>4. OI (28 msec nach dem anterioren Anteil des Deltoids)</li> <li>5. OE (58 msec nach dem anterioren Anteil des Deltoids)</li> </ol>

6. RA (83 msec nach dem anterioren Anteil des Deltoids)  
 → TrA, ES, OI vorprogrammierte Steuerungseigenschaft (antizipatorisch/ „feedforward“)

„mittel“

1. Deltoideus (Reaktionszeit 177 msec)
2. ES (27 msec nach Deltoid)
3. TrA (25 msec nach Deltoid)
4. OI (83 msec nach Deltoid)
5. OE (148 msec nach Deltoid)
6. RA (283 msec nach Deltoid)

→ TrA, ES vorprogrammierte Steuerungseigenschaft

„langsam“

Keine Rumpfmuskulatur mit vorprogrammierter Steuerungseigenschaft!  
 Reaktionszeit Deltoid 309 msec.

### Angaben Studie 2:

Non-LBP-Gruppe:

Schulterflexion ca. 60°

5. TrA (38.9 msec vor dem anterioren Anteil des Deltoids!)
  6. Anteriorer Anteil des Deltoids (Reaktionszeit 188 msec)
  7. OI 28.1 msec und LM 9.3 msec nach Deltoid! (OI und LM kein sign. Unterschied)
  8. OE erst 56.5 msec und RA 84.0 msec nach Deltoid!!!
- OE und RA keine antizipatorische Eigenschaft

### **LBP- Gruppe:**

- Die Reaktionszeit des Deltoids, TrA, OE und ES nimmt mit abnehmender Geschwindigkeit zu. (ähnlich wie bei Kontrollgruppe)
- „schnell“ und „mittel“ Unterschied in Reaktionszeit für alle Muskeln ausser für Deltoid.
- Im Gegensatz zur Kontrollgruppe hat nur der ES in „schnell“ und „mittel“ eine vorprogrammierte Steuerungseigenschaft.
- TrA immer verspätet in „schnell“ und „mittel“. „langsam“ k.A. weil nur bei einem Probanden Kontraktion.
- Im Gegensatz zur Kontrollgruppe ist die Antwortfrequenz des EMG sign. niedriger für „mittel“ und „schnell“ bei allen Muskeln.
- Die Antwortfrequenz aller Rumpfmuskeln (ex. ES) bei „schnell“ und „mittel“ ist bei der LBP- Gruppe sign. niedriger als bei der Kontrollgruppe.
- In beiden Gruppen ist die höchste Antwortfrequenz bei „schnell“ und ist nicht sign. unterschiedlich zwischen LBP- und Kontrollgruppe.

„schnell“

1. Deltoid (Reaktionszeit 188 msec)
2. ES (12 msec nach Deltoid)
3. OI (82 msec nach Deltoid)
4. OE (103 msec nach Deltoid)

	<p>5. RA (119 msec nach Deltoid)          6. TrA (125 msec nach Deltoid!)          → nur ES vorprogrammierte Steuerungseigenschaft</p> <p>„mittel“</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. RA (34 msec vor dem Deltoid!)</li> <li>2. Deltoid (Reaktionszeit 257 msec)</li> <li>3. ES (42 msec nach Deltoid)</li> <li>4. OE (157 msec nach Deltoid)</li> <li>5. OI (170 msec nach Deltoid)</li> <li>6. TrA (219 msec nach Deltoid)</li> </ol> <p>→ RA und ES vorprogrammierte Steuerungseigenschaft.          → Die antizipatorische Eigenschaft des RA nur bei 4% der „mittel“</p> <p>„langsam“</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deltoid (Reaktionszeit 417 msec)</li> <li>2. RA (nur bei einem Proband Kontraktion messbar)</li> <li>3. TrA (nur bei einem Proband Kontraktion messbar)</li> <li>4. ES (163 msec nach Deltoid)</li> <li>5. OI (178 msec nach Deltoid)</li> <li>6. OE (420 msec nach Deltoid)</li> </ol> <p><b><u>Angaben Studie 2:</u></b>  <b>LBP-Gruppe:</b>          Schulterflexion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keiner der Rumpfmuskeln ist vor dem Hauptbeweger aktiv!</li> <li>- TrA, OI, OE und RA unterscheiden sich nicht sign. voneinander</li> <li>- Einzig der LM aktiviert sign. früher als die anderen und hat auch eine antizipatorische Eigenschaft!</li> <li>- Reaktionszeit des anterioren Anteils des Deltoids 188msec</li> </ul> <p>- kein Unterschied zwischen den Gruppen bzgl. der Armgeschwindigkeit bei „schnell“ und „mittel“          - TrA und OI verspätet in der LBP- Gruppe bei „schnell“          - TrA verspätet in der LBP- Gruppe bei „mittel“          - Kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen bei „langsam“</p>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um das cross-talk-Phänomen vernachlässigbar klein zu halten, wurde die Einführung der Nadelelektroden mit Ultrasonographie sichtbar gemacht und Elektroden mit kleiner Area gewählt.</li> <li>- Die Eichung der Geschwindigkeit (n=5) wurde an einem anderen Tag gemacht. Es wurde darauf geachtet, dass die Untersucher die gleichen Instruktionen verwendeten.</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rekrutierung der Rumpfmuskulatur mit Bewegung der OE bei LBP verändert.</li> <li>- Verspätete Aktivierung des TrA und OI bei schnellen Bewegungen</li> <li>- Keine vorprogrammierte Steuerungseigenschaft der Abdominalmuskeln bei der „mittleren“ Geschwindigkeit</li> </ul> <p>→ Evidenz für eine Änderung des Aktivierungsmusters bei LBP als Schutz und Kontrolle der Wirbelsäule</p>

	<p>Normal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frühe vorprogrammierte Steuerung des ES, TrA und OI → Kontrolle der reaktiven Kräfte durch die Armbewegung, Kontrolle von AWB und der Verschiebung des Körperschwerpunktes.</li> <li>- Kleine Rumpfextension (&lt;2°) bei der antizipatorischen Wirkung des ES gegensinnig zur Schulterbewegung und Verschiebung des Körperschwerpunktes.</li> <li>- TrA nicht richtungsabh. Stabilisierung der WS und Becken durch Zunahme des abdominalen Drucks oder durch Spannung der thorakolumbalen Faszie.</li> <li>- Bei unterschiedlicher Armgeschwindigkeit variiert die Grösse der reaktiven Kräfte wegen der Beschleunigung. Dass der TrA und die anderen abdominalen Muskeln bei „langsam“ nicht aktiviert werden, könnte sein, weil die passiven Strukturen bei „langsamer“ Geschwindigkeit ausreichen um gegen diese reaktiven Kräfte zu wirken. (s. Studie 2)</li> <li>- Die Tatsache, dass die Antwortfrequenz bei ES am häufigsten war, kann damit erklärt werden, weil der ES auch für die Kontrolle des Körperschwerpunktes verantwortlich ist.</li> <li>- Bei „langsamer“ Armbewegung reicht der ES oft aus um die Stabilität zu gewährleisten. Bei schneller Geschwindigkeit besitzt der ES antizipatorische Eigenschaften, indem er gegensinnig zur Armbewegung arbeitet.</li> </ul> <p>Abnormal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TrA und OI verspätete Aktivierung bei LBP bei „schnellen“ Bewegungen.</li> <li>- Der ES übernimmt als einziger die antizipatorische Stabilisierung. Weil er auch die Verschiebung des Körperschwerpunktes kontrolliert, ist die Kontrolle des Körperschwerpunktes bei LBP nicht beeinträchtigt, wenn auch vielleicht nicht so exakt.</li> <li>- Bei LBP ist also v.a. die Kontrolle auf reaktive Kräfte gestört.</li> <li>- Die Vorbereitung des Aktivierungsmusters findet im ZNS statt.</li> <li>- Bei „mittlerer“ Geschwindigkeit fehlt bei LBP die Aktivität der abdominalen Muskeln. Wahrscheinlich wurde dabei die Geschwindigkeitsschwelle für deren Aktivierung hochgesetzt. Normalerweise umso langsamer man wird umso später kommen sie.</li> </ul> <p>→ Veränderte Koordination der Rumpfmuskulatur v.a. bei „schnellen“ und „mittleren“ Bewegungen → Trainieren die Übungen auch wirklich dieses Problem?</p> <p>→ Diese Koordination auch gestört, wenn LBP- Patienten schmerzfrei sind.</p> <p>→ Grössere Verletzungsgefahr bei LBP, weil Stabilisation mangelhaft.</p>
--	--

- Lee et al. und Horak et al. fanden heraus, dass es eine Schwelle für die Geschwindigkeit gibt, bei der eine posturale Kontrolle auf Armbewegungen folgt. Diese liegt bei 70°/sec und 100°/sec für den ES, also zwischen dem „mittel“ und „langsam“ dieser Studie.

- Studie 12 vergleichen!

Studie 4	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions. Manual Therapy (2001) 6(2), 82-87
Erscheinungsjahr	2001
Autor(en)	I.D. Beith, R.E. Synnott, S.A. Newman
Studientyp/ Studiendesign	Wird nicht explizit erklärt! <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Zuordnung der Pat.</li> <li>- Keine Kontrollgruppe</li> </ul> →Beschreibende Studie; Keine Intention-to-treat
Dauer	keine Angaben, wahrscheinlich alles am gleichen Tag.
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Untersuchen (EMG), welche abdominalen Muskeln während des „Abdominal Hollowings“ (AHM) im 4-Füsslerstand und in Bauchlage aktiviert werden und wie stark.
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	20
Männlich / Weiblich	8 Männer 12 Frauen
Alter	19-30
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	Physiotherapiestudenten des Kings College London und 1 qualifizierter Physiotherapeut
Assessments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMG- Elektrodenpositionierung auf OI (MTA), oberer und unterer Anteil RA, OE</li> <li>- ANOVA zur Berechnung des prozentualen Anteils an Maximalkraft bei den 3 Messungen</li> </ul>
Einschlusskriterien	Keine Angaben
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorangehende Eigenerfahrungen mit Rückenschmerzen</li> <li>- Muskuloskelettale Probleme</li> <li>- Vorangehende Operationen am Rumpf</li> </ul>
Verblindung	Keine Verblindung! <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einer der Autoren beantwortete aufgetretene Fragen beim Lesen des Instruktionsblattes.</li> <li>- Ein Gutachter begleitete die Instruktion des AHM und entschied, wann die Ausführung als korrekt galt, bevor mit den Messungen begonnen wurde.</li> <li>- Dieser Gutachter wurde wiederum von 2 Gutachtern beobachtet, ob seine Korrekturen und Analysen korrekt waren.</li> </ul>
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilnehmer erhielten ein Informationsblatt und aufgetretene Fragen wurden von einem der Autoren beantwortet.</li> <li>- 1. Messung der Maximalkraft der untersuchten Muskeln nach Muskelkrafttests, um dann in den vorgeschriebenen ASTE den Prozentualanteil berechnen zu können.</li> <li>- 2. Die Probanden übten unter Aufsicht einer der Autoren das AHM in beiden ASTE, bis dieser es für korrekt ausgeführt befand, d.h. auch ohne Substitution. Erst dann wurde mit der Messung begonnen.</li> <li>- 3 Messungen für jede ASTE. Dazwischen immer 1 min Pause.</li> </ul>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	20
Drop-out	-
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Keine Angaben
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Keine Aufteilung in Behandlungsgruppen!
Ergebnisse	<b>4-Füsslerstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein signifikanter Unterschied in EMG-Aktivität für OI und OE innerhalb der 3 Messungen</li> <li>- Sign. Höhere Aktivität vom OI als EO beim AHM <math>p=0.047</math></li> <li>- 11 Pers. (=55%) konnten in allen 3 Messungen OI isoliert anspannen; ohne Aktivität in OE</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 Pers. (=15%) konnten OI wenigstens 1x isoliert anspannen</li> <li>- 6 Pers. (=30%) konnten OI nie isoliert anspannen</li> </ul> <p><b>In Bauchlage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutlich mehr Schwankungen innerhalb der 3 Messungen in der Aktivierung des OI</li> <li>- EMG-Aktivität von OI signifikant höher als OE</li> <li>- 5 Pers. (=25%) konnten in allen 3 Messungen OI isoliert anspannen; ohne Aktivität in OE</li> <li>- 3 Pers. (=15%) konnten OI wenigstens 1x isoliert anspannen</li> <li>- 12 Pers. (=60%) konnten OI nie isoliert anspannen</li> </ul> <p>→Nur 2 der 20 Probanden zeigten eine minimale Aktivität im RA (&lt;0.9% Maximalkraft) während des AHM!!          →Sei im 4-Füsslerstand als auch in BL ist bei den Probanden die Aktivierung des OI signifikant höher als OE          →Es ist anscheinend einfacher, den OI im 4-Füsslerstand isoliert anzuspannen als in BL          →Obwohl Unterschied nicht signifikant, wird der OI in BL mehr aktiviert als im 4-Füsslerstand          →Kein signifikanter Unterschied in der Aktivierung des OE in beiden ASTE          →Alle Probanden konnten den OI in jeder Messung anspannen (wenn auch nicht immer isoliert).          →Nur 20% der Probanden konnten den OI konsequent isoliert vom OE in beiden ASTE anspannen.          →25% der Probanden konnten den OI in keiner Messung und in beiden ASTE nicht isoliert vom OE anspannen, obwohl der Instruktor die Ausführung für korrekt befand (Palpation, Beobachtung, Korrektur)          →In nur 4% aller Messungen wurde der RA mit aktiviert, doch sogar unter 1% der Maximalkraft.</p>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studie bezieht sich nur auf die Aktivität der abdominalen Muskeln, nicht auf die Mm. multifidi</li> <li>- es wurde keine Biofeedback- Manschette benutzt um das AHM in BL zu instruieren. Das hätte die Instruktion sehr vereinfachen können, reproduzierbarer und hätte so weniger Unübereinstimmungen innerhalb der 3 Messungen in der Aktivierung des OI aufweisen können.</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Schwierigkeit des AHM besteht nicht darin, den OI ohne den RA anzuspannen, sondern den OI isoliert vom OE anzuspannen.</li> <li>- <b>Obwohl die Ausführung von einem hoch qualifizierten Gutachter (der selbst nochmals von 2 Gutachtern beobachtet wurde) als korrekt beurteilt wurde, wurde der OE in über 50% (!) aller Ausführungen mit angespannt, so dass es fraglich ist, ob das überhaupt ein Kriterium sein soll!</b></li> <li>- Wenn ein isoliertes Anspannen des OI erwünscht ist, gelingt das einfacher im 4-Füsslerstand.</li> <li>- In der Praxis sollte bei der Instruktion des AHM im Liegen die Biofeedback- Manschette benutzt werden. Nachteil: Schwierig, ausserhalb der Therapie zu reproduzieren.</li> <li>- Beim AHM Atmung berücksichtigen, um die Aktivität der globalen Muskeln zu reduzieren.</li> <li>- ASTE 4-Füsslerstand und BL geeigneter für Patienten, die Schwierigkeiten haben RA auszuschalten, als den OE.</li> <li>- Die Schwankungen innerhalb der 3 Messungen im Liegen in der Aktivierung des OI beruhen wohl darauf, dass während der Testphase, das objektive Feedback zum Aktivierungsausmass zu kurz kam.</li> </ul>

- Es wäre interessant zu vergleichen, wie die Ausführung des AHM mit und ohne Biofeedback in BL ausfallen würde
- O'Sullivan (2000): ASTE 4-Füsslerstand und Liegen nur anwenden, wenn eine isolierte Kontraktion des OI im Sitz oder Stand (Körpergeweicht übernehmen) nicht möglich ist.
- Nach Hodges 1999 verhalten sich die Muskeln OI und MTA bzgl. Aktivierung gleich, da ihre Fasern parallel verlaufen. Deshalb wurde in O'Sullivan (2000) die Elektrode auf den OI platziert, da dieser oberflächiger liegt als der MTA, doch die Angaben sollen sich auf beide Muskeln beziehen. Ihr Unterschied beläuft nur auf ihre Funktion.
- Im Gegensatz zum alltäglichen Gebrauch des AHM in der Praxis bei CLBP, wurde widerlegt, dass bei dieser Übung nur der MTA und OI anspannen. So kamen sie zur Zielformulierung dieser Studie. Im Gegensatz zur alltäglichen Palpation und Instruktion den RA nicht anzuspannen, sollte das Augenmerk v.a. auf den OE gerichtet werden!
- Nachteil der Studie: Probanden Physiostudenten→gute Körperwahrnehmung; Hintergrundwissen verhilft womöglich bei der Umsetzung einer isolierten Anspannung; Keine Schmerzen vorhanden, die die Muskulatur reflektorisch hemmen könnten.

Studie 5	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. Manual Therapy (2009) 1-5
Erscheinungsjahr	2009
Autor(en)	P. Chanthapetch, R. Kanlayanaphotporn, C. Gaogasigam, A. Chiradejnant
Studientyp/ Studiendesign	Wird nicht explizit erklärt! <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Zuordnung der Pat.</li> <li>- Keine Kontrollgruppe</li> </ul> →Beschreibende Studie; Keine Intention-to-treat
Dauer	Keine Angaben, wahrscheinlich alles am gleichen Tag
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Besteht ein signifikanter Unterschied in der EMG-Aktivität der drei abdominalen Muskeln (Rectus abdominis (RA), Obliquus Externus (OE) und Transversus abdominis/ Obliquus internus (TrA/OI)) in den 4 Ausgangsstellungen (RL mit aufgestellten Beinen 90° Knieflexion, Bauchlage, 4-Füsslerstand, An Wand angelehnt)?</li> <li>2) Verhält sich die Aktivität jedes einzelnen der 3 Muskeln je nach ASTE anders?</li> <li>3) Besteht ein Unterschied in der Fähigkeit, die Muskeln isoliert voneinander zu aktivieren je nach ASTE?</li> </ol>
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	32
Männlich / Weiblich	14 Männer 18 Frauen
Alter	21.3 ± 0.8 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	Gruppeneinteilung <i>nach</i> der Datenerhebung
Assessments	One-sample Kolmogorov-Smirnov-Test, ANOVA, Wilcoxon EMG-Messunterschiede: p<0.05
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Rückenschmerzen</li> <li>- 1. Auswahl nur Probanden, die das AH korrekt ausführen.</li> </ul>
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vorangehende Erfahrungen mit LBP</li> <li>- haben das AH schon einmal ausgeführt</li> <li>- Anormalitäten der Wirbelsäule und des Abdomen, z.B. Frakturen, Operationen, Verbrennungen, Krebs.</li> <li>- Adipositas (Hautdicke &gt;20 mm im abdominalen und suprailiacalen Bereich)</li> </ul>
Verblindung	Keine Verblindung
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es wurden nur diejenigen Probanden ausgewählt, die das AH korrekt ausführen konnten.</li> <li>- Messung der willkürlichen Maximalkraft (MVC) der 3 Abdominalmuskeln via Rumpfflexion, Rumpfflexion + Linksrotation, Rumpfflexion + Rechtsrotation in Bauchlage und im Sitz</li> <li>- Ausführung des AH für 10 sec, 3x in jede der 4 ASTE</li> <li>- Instruktion des AH nach Richardson, Sullivan, Jull = 25% der MVC</li> <li>- LWS in Neutralstellung</li> <li>- Übungssession zwischen 10 und 40 Minuten</li> <li>- Messung via EMG- Elektroden auf RA, OE, TrA/OI</li> <li>- Einteilung in 3 Gruppen, je nachdem wie konsequent sie während der 3 Wiederholungen des AH den TrA/OI kontrahieren konnten ohne den RA und OE zu aktivieren <ul style="list-style-type: none"> <li>→ „immer“ – keine RA/OE- Aktivierungsgruppe</li> <li>→ „nie“ – keine RA/OE- Aktivierungsgruppe</li> <li>→ „manchmal“ – keine RA/OE- Aktivierungsgruppe</li> </ul> </li> </ul>
ERGEBNISSE	
Zahl der ausgewerteten Patienten	32

Drop-out	Keine Angaben dazu, wie viele Personen bei der Selektion ausgeschlossen werden mussten, weil sie das AH nicht korrekt durchführen konnten. Studie begann mit 32 Probanden, die das AH korrekt durchführen konnten.
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Keine Angaben
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Alter: $21.3 \pm 0.8$ Jahre Gewicht: $50.2 \pm 8.2$ kg Körpergröße: $1.64 \pm 0.08$ m BMI: $18.6 \pm 1.8$ kg/m <sup>2</sup>
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- signifikante Unterschiede in der EMG-Aktivität zwischen den 3 Muskeln in allen 4 ASTE (<math>p &lt; 0.001</math>)</li> <li>- Während des AH ist die Aktivität des TrA/OI am höchsten! (20-30% MVC; OE und RA 6.5% MVC)</li> <li>- Die EMG-Aktivität des TrA/OI ist in Bauchlage am höchsten!</li> <li>- Signifikante Unterschiede der Aktivität des TrA/OI in BL und 4-Füßlerstand (<math>p &lt; 0.001</math>)</li> <li>- In allen 4 ASTE konnten mehr Probanden die Aktivität des RA reduzieren, als die des OE.</li> <li>- &gt;40% konnten „manchmal“ das AH ohne RA-Aktivität durchführen</li> <li>- &gt;75% konnten „nie“ das AH ohne OE-Aktivität durchführen</li> <li>- Die Anzahl Probanden, die während des AH den TrA/OI isolieren konnten, war in allen 4 ASTE durchschnittlich gleich.</li> <li>- &gt;80% der Probanden konnten den TrA/OI „nie“ isoliert von RA und OE anspannen.</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der TrA und der OI wurden zu einem Muskel zusammengefasst, da dessen Fasern in die gleiche Richtung verlaufen. Da der OI oberflächlicher liegt, wurde wohl v.a. seine Aktivität gemessen. Die Autoren rechtfertigen dies, indem der OI auch als lokaler, stabilisierender Muskel gezählt wird.</li> <li>- Crosstalk- Phänomen: Beeinflussung der Elektrodenmessungen durch benachbarte Muskeln.</li> <li>- Probanden asymptomatisch!! Schmerzen könnten die Ausführung des AH beeinflussen und somit auch die Resultate je nach ASTE. (Beeinflussende Faktoren)</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Aktivität der Abdominalmuskeln variiert je nach ASTE.</li> <li>- In Bauchlage und Rückenlage mit aufgestellten Beinen lässt sich der TrA/OI am besten aktivieren.</li> <li>- Der TrA/OI wird in BL am stärksten aktiviert.</li> <li>- Die Schwierigkeit besteht mehr darin, die Co-Kontraktion des OE zu reduzieren, als die des RA.</li> <li>- Die OE-Aktivität zeigt innerhalb der 4 ASTE knapp keinen signifikanten Unterschied (<math>p = 0.053</math>).</li> <li>- Die ASTE an der Wand angelehnt, zeigt die höchste OE-Aktivität und eine eher niedrige TrA-/ OI-Aktivität.</li> </ul> <p>→ Der TrA/OI kann in allen 4 ASTE fasziliert werden, allerdings mit Co-Kontraktionen des RA und OE!</p>

Vgl. mit Studie 4!! TrA/OI in BL 34.7% der MVC; im 4-Füßlerstand 18.5% der MVC

Studie 6	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. Journal of electromyography and kinesiology 17, pp 556-567
Erscheinungsjahr	2007
Autor(en)	Vera Garcia, F.J., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M., McGill, S.M.
Studientyp/ Studiendesign	Keine Angaben Keine Kontrollgruppe Randomisierte Abfolge der getesteten Manöver
Dauer	Keine Angaben
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Untersuchen der Effektivität des Bracings und AHM bei der Kontrolle der Wirbelsäulenstabilität bei unerwarteter, schneller, externaler Störung.
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	12
Männlich / Weiblich	Männliche Unistudenten (freiwillig)
Alter	27.67 ± 7.19 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	Gesunde Probanden!
Assessments	EMG Two way (4x3) ANOVA für die Analyse der jeweiligen 3 Wiederholungen pro Manöver
Einschlusskriterien	- Keine LBP im vergangenen Jahr
Ausschlusskriterien	Keine Angaben
Verblindung	-
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<p><u>Vorbereitung</u> EMG OI rechts, RA rechts Während Bracing und AHM 3 verschiedene Anspannungslevel in Prozentanteil der MVC des OI: 10%, 15%, 20% der OI-MVC LWS soll in Neutralposition gehalten werden! AHM: Co- Aktivierung der tiefen Abdominalmuskeln mit minimal RA- Aktivität. Der Bauchnabel wird zur Wirbelsäule eingesaugt. Bracing: Globale, isometrischen Anspannung aller Rumpfmuskeln ohne Lageveränderung</p> <p><u>Testphase</u> EMG RA, OE, OI, LD, EST9; ESL3, ESL5 Eichung: MVC der jeweiligen Muskeln</p> <p>ASTE: Halbsitz in einer Apparatur. Hüfte fixiert, Rumpf frei beweglich. Auf Höhe Th7 horizontales Kabel mit 6.8 kg Gewicht dran.</p> <p>3 Testmanöver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne Voraktivierung; Störung unerwartet</li> <li>• Während Bracing oder AHM mit 10%, 15% oder 20% der OI-MVC</li> </ul> <p>→ Während 12 sec löst Untersucher pro Proband 3x eine unerwartete, externaler Störung auf (Gewicht sinkt um 5 cm)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natürliche Voraktivierung wenn Störung erwartet wird (expectation condition)</li> <li>→ 3 Wiederholungen um festzustellen, welche spontane Strategie die Probanden für die Stabilisierung der WS bei erwarteter, externaler Störung wählen. Untersucher Countdown 3,2,1 Gewicht sinkt um 5 cm.</li> <li>→ „Voraktivierung“ wird bei 50 msec vor Störungseinfluss gemessen!</li> <li>→ 250 msec nach Störungseinfluss war in allen Übungsvarianten der Peak der LWS- Abweichung in Extension.</li> </ul>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	11
Drop-out	1 wegen anderer „Artefakte“ (keine genaueren Angaben)
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Die Datenerhebung begann mit den 11 auserwählten Probanden. Drop out keinen Einfluss.
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Alter: 27.67 ± 7.19 Jahre Körpergröße: 180.38 ± 5.53 cm Körpergewicht: 78.58 ± 9.88 kg
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei OI kein sign. Unterschied zwischen Brace und AHM auf den versch. Levels</li> <li>Bei ESL5 kein sign. Unterschied zwischen Brace und AHM auf den versch. Levels</li> <li>All die anderen Muskeln werden beim Bracing sign. stärker voraktiviert als beim AHM (% MVC) (p&lt;0.05)</li> <li>Bei erwarteter Störung (expectation) werden die Rumpfmuskeln ähnlich stark aktiviert wie beim Brace und AHM auf 10%-Level.</li> <li>Die Ratios OI/RA und OI/OE sind beim AHM statistisch auf jedem Level von Bracing und AHM höher. → OI/RA-Ratio= Kontrolle des AHM.</li> <li>Obwohl die Probanden zwischen den 3 verschiedenen Levels sei es des Brace als auch des AHM via EMG unterscheiden konnten, schaffte kein Proband das AHM ohne Aktivierung des OE und OI durchzuführen.</li> <li>Auf jedem Voraktivierungslevel war der Kompressions- und Stabilitätsindex beim Brace statistisch höher als beim AHM.</li> <li>Bei der posterioren Gewichtsübernahme war stets eine Extension der LWS zu beobachten.</li> <li>Je höher das Voraktivierungslevel des Brace, umso weniger Grad LWS- Abweichung in Extension! (p&lt;0.02)!!</li> <li>Die LWS- Abweichung bei der spontanen Voranspannung bei erwarteter Störung ist vergleichbar mit der erwarteten 20%-Brace-Voranspannung. Niedrigster aller Werte!!</li> <li>Die Voraktivierung 20%-Brace kann die LWS- Abweichung um 43% gegenüber keiner Voraktivierung reduzieren!</li> <li>Es besteht kein sign. Unterschied zwischen all den AHM-Levels und keiner Voraktivierung!!</li> <li>Die LWS- Abweichung war während 10% und 15% AHM sign. höher als alle Brace-Levels!!</li> <li>Die LWS- Abweichung des 20% AHM entspricht der des 10%-Brace!!</li> </ul> <p>→ Eine Voraktivierung reduziert die relative Antwort (= Antwortsamplitude/ Voraktivierungsratio)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wenn keine Voraktivierung vorhanden ist, ist die Antwort des LD und EST9 höher!</li> <li>Beim AHM ist die relative Antwort des RA, OE, LD, EST9 und ESL3 höher als beim Brace!</li> <li>Die absolute Antwort (= Antwortsamplitude-Voraktivierung) des RA ist beim Brace höher als beim AHM!</li> <li>Die relative und absolute Antwort ist bei spontaner Anspannung bei erwarteter Störung höher als beim Brace oder AHM 15% und 20%!</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine natürlichen Umstände! Nicht funktionell!</li> <li>Gesunde Probanden! Ergebnisse können nicht auf Patienten mit LBP übertragen werden!</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Bracing ist effektiver bei der Stabilisierung der Wirbelsäule gegen Verschiebung der LWS bei schnellen Störungen als das AHM.</li> <li>Beim AHM ist die Aktivität des RA und OE signifikant kleiner als beim Bracing.</li> </ul>

	<p>→ O'Sullivan et al. 1997, 1998: AHM effektive Technik um das gestörte Aktivierungsmuster der tiefen Abdominalmuskeln zu trainieren, was für die Stabilität wichtig ist!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In dieser Studie: AHM ist keine effektive Technik um die kinematische Antwort auf posteriore, schnelle, externale Störungen zu reduzieren!</li> <li>- Das AHM gewährleistet nicht direkt Stabilität und ist keine geeignete Technik um den Rumpf während Hebearbeiten, Sprünge, Pressen und Stossen, Sport und ADL zu stabilisieren!</li> </ul> <p>→ Vezina and Hubley-Kozey 2000: AHM rekrutiert die tiefen Muskeln nicht auf einem adäquaten Level um diese bei gesunden Menschen zu stärken!</p> <p>→ Vera-Garcia 2006: Bracing aktiviert OI und Antagonisten um die „Steifigkeit“ und Stabilität des Rumpfes zu gewährleisten!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In dieser Studie: Bracing 20% reduziert die LWS- Abweichung sign. um 43% gegenüber keiner Voraktivierung!</li> <li>- Das AHM zeigt das schlechteste „Kosten-Ertrag-Verhältnis“ beim Schutz gegen Instabilität, da es die Kompression zunehmen lässt ohne die LWS- Abweichung bei Störungen zu reduzieren!</li> <li>- Die spontane Voraktivierung bei erwarteter Störung hatte das beste Kosten-Ertrag-Verhältnis! = am wenigsten LWS- Abweichung mit am wenigsten Kompression.</li> <li>- Der wichtigste Faktor beim Schutz gegen mögliche Verletzungen ist also Kenntnis über den Zeitpunkt der Störung!!</li> <li>- Alle Muskeln haben auf die Störung reagiert, deshalb sollten auch alle Muskeln für die Stabilisierung der Wirbelsäule eine wichtige Rolle spielen!</li> <li>- Eine Voraktivierung ob durch Bracing oder AHM reduziert die absolute und relative Antwort der Rumpfmuskeln!</li> </ul> <p>→ Spekulation: Die konkave Fläche des RA beim AHM ist ungünstig um einen Dehnungsreflex der Gamma-Spindeln hervorzurufen, weil sein Hebelarm bereits verkürzt ist. Deshalb ist die Voraktivierung des RA beim AHM kleiner als beim Bracing.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Probanden hatten mehr Mühe das AHM zu performen, als das Bracing!</li> </ul> <p>→ O'Sullivan et al. 1997,1998: Patienten mit lumbarer Instabilität brauchten 4 bis 5 Wochen um das AHM zu erlernen! In dieser Studie: Patienten brauchten 20 min um das AHM korrekt durchzuführen. Dabei spielte das EMG- Biofeedback eine wichtige Rolle!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bracing effektiver um LWS- Abweichungen zu reduzieren und so eine Stabilität zu gewährleisten, ohne zu hohen Kompressionskräfte!</li> </ul>
--	--

- Cholewicki and McGill 1996, Vera-Garcia et al. 2006: 10-15% der MVC können für ADL ausreichend sein, um die Stabilität der LWS ohne grosse Einbüßen einer zu hohen Kompression zu gewährleisten!!

Studie 7	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine Vol 27, Number 4, pp 399-405
Erscheinungsjahr	2002
Autor(en)	Richardson, C.A., Snijders, C.J., Hides, J.A., Damen, L., Pas, M.S., Storm, J.
Studientyp/ Studiendesign	k.A. keine Kontrollgruppe Randomisierte Zuordnung der Reihenfolge der Übungen
Dauer	1 Tag Vorselektion, 1 Tag Datenerhebung
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Aufzeigen es sign. Effekts einer submaximalen Anspannung des TrA alleine, um einer Laxität des SIG entgegenzuwirken.
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	13
Männlich / Weiblich	8 Männer und 5 Frauen
Alter	26 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	- gesunde Probanden!
Assessments	- EMG - Real time ultrasound
Einschlusskriterien	- Proband muss flach auf den Bauch liegen können - Muss das Bracing und AHM ausführen können
Ausschlusskriterien	- Episoden von gravierenden LBP - Vorangehende grössere Traumata - AZ↓ (Atembeschwerden) - OP am Rumpf - Schwangerschaft - Obesität - Skoliose - Sport auf Wettkampfniveau (d.h. mehr als 3 Tage die Woche)
Verblindung	- 2 Untersucher nicht verblindet
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	Messung der Laxität des SIG: Das Sakrum und Ilium wurden jeweils mit Vibrationen versehen, die auf dem Monitor als farbiges Dopplerbild erschienen. Wurde das Bild grau, hatte man die Schwellenwerte der jeweiligen Vibrationen gefunden. Weil der Schwellenwert der Vibrationen direkt proportional zur Vibrationsgeschwindigkeit der Knochen steht, bedeutet eine grosse Differenz zwischen dem Schwellenwert Ilium und dem Schwellenwert Sakrum eine grosse Differenz zwischen der Vibrationsgeschwindigkeit der jeweiligen Knochen → Gelenk ist nicht steif, d.h. es ist lax. Eine kleine Differenz bedeutet ein „steifes“, nicht laxes SIG.  Messung der Muskelaktivität: Während des AHM → Real time ultrasound TrA → grosse Aktivität → EMG Obliqui und ES → minime Aktivität  Während des Bracing (allg. isometrische Kontraktion aller Rumpfmuskeln) → Real time ultrasound Abdomen → EMG Obliqui und ES → Rumpfmuskeln grössere Aktivität als beim AHM EMG- Oberflächenelektroden OE bds., ES bds. (Th12)

	<p>Eichung durch 3 Mal max. Expiration</p> <p>ASTE: BL. 2 Untersucher.</p> <p>Während der Übung wird die Muskelaktivität mit den o.e. EMG gemessen und die Laxität des linken Teils des SIG. 2 Messungen Bracing mit jeweils 2 min Pause in BL. Dann 2 min Pause im Stehen und Armlockern. Dann 2 Messungen AHM mit jeweils 2 min Pause in BL. Randomisierte Zuordnung ob zuerst AHM oder Bracing.</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	13 (zu Beginn 30 Probanden, nach Vorselektion 13. Die Datenerhebung begann mit diesen 13 Probanden)
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Die Probanden mussten für die Teilnahme an der Studie das Bracing und AHM korrekt ausführen können. Dies wurde 1 Tag vor der Datenerhebung anhand eines Real time ultrasound untersucht. Beim AHM sollte auch der Multifidus mit dem TrA anspannen. 30 Probanden wurden zu dieser Voruntersuchung eingeladen. 17 davon erfüllten dieses Einschlusskriterium nicht. Die 13 auserwählten Probanden wurden darauf hingewiesen, diese beiden Übungen bis zum nächsten Tag NICHT durchzuführen und einen ruhigen Tag zu verbringen.
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Alter: $26 \pm 4.3$ Jahre Körpergewicht: $74 \pm 13$ kg; Körpergröße: $1.78 \pm 0.08$ m Baecke score (Sport, Freizeit, Arbeit) vergleichbar
Ergebnisse	<p>Die Aktivität der OE und ES war während AHM grösser als in Ruhe, und während Bracing grösser als während AHM. Bis doppelt so gross!</p> <p>Angaben in prozentuaem Anteil des Wertes bei max. Expiration</p> <p>OE in Ruhe: ca. 8% in AHM: ca. 13% in Bracing: ca. 30%</p> <p>ES in Ruhe: ca. 8% in AHM: ca. 11% in Bracing: ca. 19%</p> <p>Laxität: Je niedriger die Differenz, umso steifer das SIG! → Die Laxität des SIG nimmt bei beiden Übungen ab. → Die Laxität des SIG nimmt beim AHM mehr ab als beim Bracing.</p>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absichtliche, willkürliche Aktivierung der Muskulatur</li> <li>- Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass nebst dem TrA auch noch andere Muskeln, wie die des Beckenbodens, für die Abnahme der Laxität verantwortlich sein könnten.</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der TrA, Hauptakteur bei Stabilisationsübungen, kann die Laxität des SIG signifikant vermindern!</li> <li>- Die angewandte Messtechnik der SIG-Laxität hat eine zufriedenstellende Sensitivität. Die Reproduzierbarkeit der Tests war überzeugend.</li> <li>- Die transversal verlaufenden Abdominalmuskeln, v.a. der TrA kann die SIG- Laxität signifikant reduzieren, da diese auch schon Schwerkraftbedingt das Sakrum zwischen die 2 Ilium-Flügel presst und so die Stabilität des SIG gewährleistet.</li> <li>- Diese Studie unterstützt die Haltung, dass für das Trainieren der Stabilisation ein spezifisches Programm für den TrA effektiver ist als ein globales.</li> </ul>

- Studie 12: spezifische Übungen für den TrA reduzieren Schmerz und Behinderung bei chronischen LBP und reduzieren auch das Risiko eines Rückfalls. Diese Studie liefert dafür die mögliche Erklärung,
- Hodges und Richardson fanden mit Nadelelektroden heraus, dass der TrA unabhängig von den anderen Rumpf- und Rückenmuskeln kontrolliert wird

Studie 8	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Long-Term Effects of Specific Stabilizing Exercises for First-Episode Low Back Pain. Spine; Vol 26, Nr. 11, pp E243-E248
Erscheinungsjahr	2001
Autor(en)	J.A. Hides, G.A. Jull, C.A. Richardson
Studientyp/ Studiendesign	RCT with 1-year and 3-year telephone questionnaire follow-ups
Statistisches Verfahren	ANOVA (Datenanalyse); $\chi^2$ (Signifikanz der Intervention)
Dauer	4 Wochen (6 Monate Rekrutierung von Patienten aus Unfall- und Notfallstation)
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Untersuchen, ob spezifische Übungen einen Einfluss haben auf den Langzeiteffekt und der Wahrscheinlichkeit eines Rückfalls nach einer ersten, akuten LBP-Episode
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	39
Männlich / Weiblich	Gruppe 1: 9 Männer, 10 Frauen Gruppe 2: 7 Männer, 13 Frauen
Alter	18- 45 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	<b>Gruppe 1= Kontrollgruppe n=19</b> - medizin. Betreuung, AUF, Medikamentation, Bettruhe und normale körperliche Aktivität empfohlen <b>Gruppe 2= Spezifische Übungsgruppe n=20</b> - medizin. Betreuung, AUF, Medikamentation, spezifische isometrische Übungen für Mm. multifidi (Co-Kontraktion des M. transversus abdominis) - 2 Mal/ Woche zur Konsultation
Assessments	Schmerz: McGill Pain Questionnaire und Visual Analogue Scale Behinderungen: Roland Morris Disability Index Beweglichkeit ROM: Inklinometer Gewöhnliches Aktivitätslevel Muskeldicke: Ultraschall
Einschlusskriterien	- <b>1. Episode</b> von unilateralem LBP - Aufkommen seit weniger als 3 Wochen - Meldeten sich deswegen auf der Unfall- oder Notfallstation
Ausschlusskriterien	- Keine Erreichbarkeit für das Telefoninterview - Keine Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergröße, Körpergewicht, Dauer der Symptome (Anz. Tage), Prä-morbides Aktivitätslevel, Möglichkeit und Fähigkeit zum Telefoninterview (Outcome measure)
Verblindung	2 Untersucher für die Assessments 1 Assistent für die Erstellung der Telefoninterviews
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	Sehr allgemein erfasst! Gruppe 1: - medizin. Betreuung, AUF, Medikamentation, Bettruhe und normale körperliche Aktivität empfohlen Gruppe 2: - Zusätzlich zur Handhabung wie Gruppe 1, Übungen zur Aktivierung und zum Trainieren der isometrischen Haltefunktion der Mm. multifidi auf Höhe des betroffenen Segments (in Co-Kontraktion mit dem M. transversus abdominis). - Überprüfung der Kontraktion der erwünschten Muskulatur mit Ultraschall

ERGEBNISSE	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	36 3 Patienten, alle aus der Kontrollgruppe, nur bis und mit 1-year-follow-up dabei
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Genaue Dokumentation von Patientenverlusten (wann und warum Patienten aus der Studie ausgeschieden sind)
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergrösse, Körpergewicht, Dauer der Symptome (Anz. Tage), Prämorbidetes Aktivitätslevel, Ergebnismessungen
Ergebnisse	<p><b>Short-term follow-up= Woche 1 bis 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- deutliche Unterschiede bzgl. Muskeldicke der Mm. multifidi zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2.</li> <li>- Bei 90% der Patienten beider Gruppen Schmerzen und Behinderungen nach 4 Wochen weg</li> </ul> <p><b>Long-term follow up= 1-year</b></p> <p><u>Gruppe 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12.4 Mal wahrscheinlicher, einen Rückfall zu erleiden als Gruppe 2.</li> </ul> <p><math>\chi^2= 12.41, p&lt;0.001</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese Patienten wiederum 9 Mal wahrscheinlicherer Rückfall auch im 2.-3. Jahr. <math>\chi^2= 9.31, p&lt;0.01</math></li> <li>- 84% der Patienten erleiden einen Rückfall, davon sind 56% gleich stark und beeinträchtigend wie die 1. Episode</li> </ul> <p><u>Gruppe 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30% der Patienten erleiden einen Rückfall, davon sind 33% gleich stark und beeinträchtigend wie die 1. Episode</li> </ul> <p><b>Long-term follow-up= 2-3 years</b></p> <p><u>Gruppe 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5.9 Mal wahrscheinlicher, einen Rückfall zu erleiden als Gruppe 2; Wahrscheinlichkeit 10:3. <math>\chi^2= 5.92, p=0.015</math></li> <li>- 75% der Patienten erleiden einen Rückfall, davon sind nur noch 17% gleich stark und beeinträchtigend wie die 1. Episode</li> </ul> <p><u>Gruppe 2:</u></p> <p>Wahrscheinlichkeit 2:5 einen Rückfall zu erleiden</p>
SCHLUSSFOLGERUNGEN	
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleines Sample</li> <li>- Begrenzte Möglichkeiten zur Überprüfung der Outcomes (Telephoninterview)</li> <li>- In den ersten 4 Wochen nach dem Ereignis wurde die Muskeldicke analysiert. Dies war nach 1 Jahr aus logistischen Gründen (Patienten Übersee umgezogen) nicht mehr möglich → keine Aussagen über den Wiederaufbau der Muskeldicke</li> </ul>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Wahrscheinlichkeit nach einer 1. akuten Episode einen Rückfall zu erleiden ist allgemein hoch.</li> <li>- Ein Defizit am Muskeldicke der Mm. multifidi hat keinen Einfluss auf die Schmerzsymptomatik und die Behinderung, allerdings kann es das betroffene Segment anfälliger machen für weitere Verletzungen.</li> <li>- Spezifische Übungen reduzieren die Wahrscheinlichkeit, einen Rückfall zu erleiden nach einer ersten akuten Episode.</li> <li>- Besonders während des ersten Jahres ist die Wahrscheinlichkeit gross, ohne spezifische Übungen einen Rückfall zu erleiden!</li> <li>- Eine frühe, spezifische Intervention ist wichtig um langfristig Rückfälle zu reduzieren</li> <li>- Plötzlich auftretende, traumatische Ereignisse in diesen 3 Jahren hatten bei beiden Gruppen oft mit „Verhebben“ zu tun.</li> </ul>

Studie 9	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Trunk Muscle Stabilization Training plus general exercise versus general exercise only: Randomized Controlled Trial of patients with recurrent low back pain. Phys Ther.2005;85:209-225
Erscheinungsjahr	2005
Autor(en)	G.A: Koumantakis, P.J. Watson, J.A. Oldham
Studientyp/ Studiendesign	RCT
Dauer	8 Wochen; 2x/ Woche 45-60 min (+3 Monate follow-up)
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Hypothese, dass ein zusätzliches, spezifisches Stabilisationstraining zu einem globalen Rumpftraining bei Patienten mit subakuten oder chronischen, nicht-spezifischen Rückenschmerzen effektiver ist in der Minderung des subjektiven Schmerzempfindens, der Behinderung und der psychischen Komponenten (Angst, Selbstvertrauen/ Selbstverantwortung, Kontrolle) indem ein spezifisches Muskelstabilisationstraining gekoppelt an globalen Übungen mit nur globalen Übungen verglichen wird.
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	55
Männlich / Weiblich	Keine Angaben
Alter	Gruppe 1: $\bar{x}$ 39.2 $\pm$ 11.4 Gruppe 2: $\bar{x}$ 35.2 $\pm$ 9.7
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	<p><b>Gruppe 1= Spezifische Übungsgruppe n=29</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Warm-up-Übungen (Dehnungen und Velo) 10-15 Minuten</li> <li>- 8-level-Übungsprogramm mit Progression</li> <li>- Training zur isolierten Anspannung des M. transversus abdominis und Mm. multifidi</li> <li>- Schwierigkeitssteigerungen bzgl. Dynamische Übungen, Hebelwirkungen, Labile Unterstützungsflächen, Co-Kontraktion und Isometrischen Haltefunktionen</li> <li>- Instruktionen zur Vermeidung von Substitutionsstrategien</li> </ul> <p><b>Gruppe 2= Globale Übungsgruppe n=26</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleiche Warm-up-Übungen (Dehnungen und Velo) 10-15 Minuten</li> <li>- 8-level-Übungsprogramm mit Progression</li> <li>- Globales Bauch- und Rückentraining</li> <li>- Hubvolle Aktivierung der paraspinalen Extensoren und abdominalen Flexorengruppe</li> </ul> <p>Die Dosierung der Übungen und die Dauer einer Trainingssession wurden den physiologischen Anforderungen an die Muskulatur in diesen unterschiedlichen Trainingsmethoden angepasst.</p>
Assessments	<p>Schmerz: McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ) Behinderungen: Roland Morris Disability Index (RMDQ) Selbsteinschätzungen/ Kognitiver Befund: Pain self-efficacy Questionnaire(PSEQ), Tampa Scale of Kinesiophobia(TSK)=Fear of movement, Pain Locus of Control Scale (PLC) inkl. Pain control und pain responsibility</p> <p>Diese Assessments wurden unmittelbar vor Beginn der Studie, danach und 3 Monate nach Ende der Studie durchgeführt. Zusätzlich erhielten die Studienteilnehmer das Buch „The back book“ und ein 8-wöchiges Übungsprogramm</p>
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wiederholte lumbale Rückenschmerzen im vergangenen Jahr, die zusammen weniger als 6 Monate betragen</li> <li>- unspezifische Natur der Schmerzen, d.h. keine diagnostizierten anatomischen oder neurophysiologischen Veränderungen</li> <li>- Beginn</li> <li>- Pat. müssen unabhängig ins Spital fahren können</li> </ul>

Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgehende Rückenoperationen</li> <li>- „red flags“</li> <li>- Zeichen oder Symptome einer radiologisch diagnostizierten Spondylolysis oder Spondylolisthesis wie „catching“, „locking“,</li> <li>- „giving way“ oder „Instabilitätsgefühl in eine oder mehrere Richtungen“</li> <li>- Herzkrankheiten, Schwangerschaft, entzündliche Arthritis</li> </ul>
Verblindung	<p>1 Therapeut für die Voruntersuchung, Befragung und Datenanalyse verblindet</p> <p>1 Therapeut für die Übungsprogramme verantwortlich nicht verblindet</p>
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	Vor Studienbeginn wurden alle Teilnehmer von einem Therapeuten untersucht und anhand eines Fragebogens befragt. Dasselbe am Ende der Studie nach 8 Wochen und 3 Monate nach Studienabschluss. Die Teilnehmer sollten während dieser 3 Monate die Übungen 3x/ Woche für max. 30 min weiter durchführen und anhand eines Tagebuchs protokollieren. Während der 8 Trainingswochen im Spital (2x/ Woche) wurden die Teilnehmer von einem spezialisierten Therapeuten betreut und von ihm auf den nächsten Trainingslevel befördert.
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	<p>38</p> <p>Drop-out aus Gruppe 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 aus zeitl. Gründen</li> <li>- 2 wegen zunehmender Schmerzen. Dafür konnten nicht mit Sicherheit die Übungen verantwortlich gemacht werden, da die Schmerzzunahme nicht während der Ausführung der Übungen war.</li> <li>- 3 schickten den Fragebogen trotz 2facher schriftl. Aufforderung nicht zurück</li> </ul> <p>Drop-out aus Gruppe 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 aus zeitl. Gründen</li> <li>- 4 schickten den Fragebogen trotz 2facher schriftl. Aufforderung nicht zurück</li> </ul>
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Genaue Dokumentation von Patientenverlusten (wann und warum Patienten aus der Studie ausgeschieden sind)
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergröße, Körpergewicht, BMI, Dauer der Symptome (Anz. Wochen), Zeitdauer seit der ersten Episode (Anz. Monate), Arbeitstätigkeit
Ergebnisse	<p>Werden die Daten der 3 Zeitpunkte (Vor der Intervention- Nach 8 Wochen- nach 20 Wochen) miteinander verglichen (ANCOVA), besteht kein signifikanter Unterschied in der Entwicklung/ Veränderung der Selbsteinschätzungen.</p> <p>Werden die beiden follow-up (8 Wochen/ 20 Wochen) separat angeschaut, ergibt sich das globale Training als effektiver (bzgl. Selbsteinschätzung) unmittelbar nach der Intervention. Dieser Unterschied ist 3 Monate später allerdings nicht mehr vorhanden.</p> <p>Eine Verzerrung ergab sich bei der Trainingsfrequenz zu Hause (Mann-Whitney u test). Die Teilnehmer, die das ganze Programm (inkl. Follow-up-Fragebogen) vollendeten, waren die, die auch eine hohe Trainingsfrequenz zu Hause angaben. Da besteht kein Unterschied zwischen den Gruppen.</p>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<p>Bei der spezifischen Übungsgruppe konnte die Aktivierung der stabilisierenden Muskulatur (Multifidi und transversus) nur durch Palpation festgestellt werden. Bis zur 2. der 8 betreuten Wochen gab es noch immer Probanden in Gruppe 1, die dabei korrigiert und instruiert werden mussten.</p> <p>Gruppe 2 konnte die Übungen dank eines Prospektes und kleiner Instruktion auf Anhieb korrekt ausführen.</p> <p>Es ist unklar, inwiefern die verbesserten Selbsteinschätzungen und das verbesserte Eigenverantwortungsgefühl der Probanden sich dann auch wirklich auf die LBP-Problematik bezog, oder ob, wie in anderen Studien festgestellt, eine reduzierte Bewegungsangst und ein gesteigerter Optimismus bzgl. der Fähigkeit, selbst etwas für ein Problem tun zu können, die Schmerzbewältigung und Überwindung von funktionellen Einschränkungen allgemein beeinflusst.</p>

Fazit der Autoren	<p>Es stellte sich heraus, dass globale Rumpfübungen ohne zusätzlich spezifische Stabilisationsübungen, die Selbsteinschätzung der Patienten bzgl. Behinderung, Bewegungsangst und Selbstverantwortung unmittelbar nach einem 2-monatigen Interventionsprogramm effektiver reduzieren konnten (mean difference RMDQ=2.55 (klinisch relevant ab 2.5), p=0.027) Dieser Unterschied war im follow-up 3 Monate nach Studienabschluss nicht mehr vorhanden.</p> <p>In all den anderen Assessments konnten über den ganzen Zeitraum innerhalb der Gruppen Verbesserungen festgestellt werden, aber nicht zwischen den Gruppen. Die Entwicklungen verliefen also parallel. (ex. Behinderung/RMDQ). Nur beim Punkt Schmerzkontrolle gab es keine Verbesserung.</p> <p>Die Nullhypothese der Studie kann nach diesen Angaben verworfen werden.</p>
-------------------	---

In dieser Studie geht es darum, ob spezifische Stabilisationsübungen nur für Patienten mit einer diagnostizierten lumbalen Instabilität geeignet sind, oder ob auch Patienten mit unspezifischen LBP von einem spezifischen Training mehr profitieren können als von einem globalen.

Die Autoren schliessen aus diesen Ergebnissen heraus, dass spezifische Stabilisationsübung wohl eher bei diagnostizierten Instabilitätsproblematiken effektiver sind, oder wo ein Unterschied in der stabilisierenden Muskulatur festzustellen ist. Was bei diesen Probanden mit unspezifischen LBP Ausschlusskriterium war.

Es geht darum, die neu auf gekommenen Trainingsmethoden nicht nur wissenschaftlich auf ihre Effektivität zu untersuchen, sondern auch herauszufinden, für welche Untergruppen von Patienten mit LBP welche Übungen effektiver sind.

Einige Autoren gehen davon aus, dass wenn bei der stabilisierenden, lokalen Muskulatur ein Defizit besteht, ein Training der globalen Muskulatur dieses Defizit kompensiert. Dies jedoch auf längere Zeit die Koordination und das Zusammenspiel dieser zwei Gruppen stört, so dass das Risiko einer erneuten Verletzung erhöht wird.

Alle Patienten, egal welcher Untergruppe von LBP, können von spezifischen Stabilisationsübungen profitieren, wenn man davon ausgeht, dass die Wahrscheinlichkeit relativ hoch ist, dass Instabilitätssymptome auftauchen, wenn die Rumpfmuskulatur abschwächt.

Zu O'Sullivan (2000) Es bleibt weiterhin unklar, ob ein spezifisches Stabilisationstraining ein instabiles Segment auch mechanisch betrachtet wieder „stabil“ machen kann. Studie 1 konnte zwar feststellen, dass mittels eines spezifischen Stabilisationstrainings auch 3 Jahre später das Risiko eines Rückfalls geringer ist, allerdings kann dies nicht auf die Eigenschaft der Mm. multifidi zurückgeführt werden, da diese in Studie 1 im follow-up von 3 Jahren nicht wiederuntersucht wurden. Aber es wurde noch kein Langzeiteffekt der spezifischen Stabilisationsübungen untersucht (Tipp für Zukunft)!

Studie 10	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. JOSPT Vol 27 Nr 2 Feb 1998
Erscheinungsjahr	1998
Autor(en)	P.B. O'Sullivan, L. Twomey, G.T. Allison
Studientyp/ Studiendesign	Randomized controlled test-retest
Dauer	10 Wochen
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Können Patienten mit chronischen Rückenschmerzen nach einem spezifischen Training für die tiefen Abdominalmuskeln diese besser isoliert aktivieren?
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	44
Männlich / Weiblich	27 Männer 15 Frauen
Alter	Kontrollgruppe: 33.38 ± 10.41 Spez. Übungsgruppe: 28.76 ± 9.31
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	Gruppe 1= spezifische Übungsgruppe n=22 10 Wochen; Betreuung durch jeweils 1 von 4 qualifizierten Manualtherapeuten mit Erfahrung in LBP  Gruppe 2= Kontrollgruppe n=22 10 Wochen; Betreuung durch den Hausarzt
Assessments	Schmerzen: VAS Behinderung: Oswestry functional disability scores  Für Double leg raise und Abdominal drawing in manœuvre (AHM) ANOVA: - Reliabilität zwischen den 3 trials - Unterschied der Aktivierung des RA und OI innerhalb der einzelnen Gruppen - Unterschied der Aktivierung des RA und OI zwischen den Gruppen je nach Übungslevel (preintervention score – postintervention score= Change score) <b>RATIO: OI/ RA</b> <b>Double leg raise:</b> Hohe Reliabilität, Hohe Reproduzierbarkeit, Gute ICC →"Normalization" des EMG
Einschlusskriterien	- chronische Rückenschmerzen (seit mehr als 3 Monaten keine Verbesserung) - radiologisch diagnostizierte Spondylolysis oder Spondylolisthesis
Ausschlusskriterien	- keine radiologisch diagnostizierte Spondylolysis oder Spondylolisthesis - VAS in den letzten 2 Wochen durchschnittlich weniger als 2/10 - haben bereits spezifische Stabilisationsübungen - Psychische Krankheiten - Rückenoperationen - Diagnostizierte entzündliche Gelenkskrankheiten - Neurologische Zeichen (sensorische Parästhesien, motorische Paresen) - Persistierende Exazerbationen der Symptome
Verblindung	Untersucher verblindet
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	- Aktivitätsmessung des OI und RA mittels EMG während des Double leg raise exercise und des AH - Double leg raise als „normalization-procedure“ (submaximale Kontraktion aller Abdominalmuskeln) - 3x Abdominal drawing in manœuvre 10 sek. Hold, pressure biofeedback von 40mmHg auf 10mmHg

	<p>Gruppe 1= spezifische Übungsgruppe                  1. spezifische Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln ohne RA-Aktivität                  2. spezifische Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln mit Co-Kontraktion der LM                  Wenn Voraussetzung 10 Kontraktionen mit 10 sek. Hold erfüllt, dann Trainingsprogramm:                  -RL mit angew. Beinen → Progression: dynam. F/E eines Beins                  -4-Füssler → Progression: F/E einer Extremität                  -BL → Progression: Knie-F oder Hüft-E</p> <p>Tägliches Training, 15 Minuten, schriftl. Protokoll, Umsetzung im ADL</p> <p>Gruppe2= Kontrollgruppe                  2a) Globale Übungen + Trunk curl-up                  2b) Nur globale Übungen</p> <p>Regelmässig globale Übungen: Schwimmen, Walking, Gymnastik                  KEINE spezifischen Stabilisationsübungen, KEIN double leg raise</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	42 1 Patient aus der Übungsgruppe wegen mangelnder Compliance 1 Patient aus der Kontrollgruppe hat Follow-up-Assessment nicht abgegeben
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	s.o.
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergrösse, Körpergewicht, Dauer der Symptome (Anz. Monate), Schmerzintensität in den letzten 2 Wochen (VAS), Behinderungslevel und Verhältnis der Muskelaktivität während des AH.
Ergebnisse	<p>Statistische Signifikanz: CI 95%; p&gt;0.05</p> <p><b>Double leg raise:</b></p> <p>Gruppe 1= spezifische Übungsgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine signifikante Verbesserung in der Aktivierung des RA vor und nach der Intervention</li> <li>- Signifikante Verbesserung (p=0.037) in der Aktivierung des OI vor und nach der Intervention</li> </ul> <p>Gruppe 2= Kontrollgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine signifikante Verbesserung in der Aktivierung des OI vor und nach der Intervention</li> <li>- Signifikante Verbesserung (p=0.014) in der Aktivierung des RA vor und nach der Intervention</li> </ul> <p>2a) Globale Übungen + trunk curl-up: signifikante Verbesserung des RA, keine sign. Verbesserung des OI                  2b) Nur globale Übungen: keine sign. Verbesserung weder des RA noch des OI</p> <p>→ Signifikanter Unterschied (p=0.046) in der Aktivierung des RA nach der Intervention zwischen den beiden Gruppen</p> <p><b>Abdominal drawing in maneuver:</b>  <i>Non-normalized:</i></p> <p>Gruppe 1= spezifische Übungsgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserung der Aktivierung des OI (p=0.013)</li> </ul> <p>→ Signifikanter Unterschied (p=0.047) in der Aktivierung des RA nach der Intervention zwischen den beiden Gruppen</p>

	<p>Ratio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign. Unterschied in der spez. Übungsgruppe (p=0.0002)</li> <li>- Sign. Unterschied (p&lt;0.0001) zwischen den beiden Gruppen</li> </ul> <p>Normalized: Keine signifikanten Unterschiede!</p> <p>Ratio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sign. Unterschied (p=0.029) in der spez. Übungsgruppe!</li> <li>- Keine sign. Unterschiede in der Kontrollgruppe oder zwischen den Gruppen</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
<p>Limitations</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hautbeschaffenheit, Gleiche Platzierung der Elektroden, Veränderungen des Körperfettanteil → konnten vernachlässigbar niedrig gehalten werden</li> <li>- direkte Beeinflussung der Übung</li> </ul>
<p>Fazit der Autoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Aktivierung der Abdominalmuskeln kann mittels spezifischer Übungen gesteigert werden</li> <li>- Auch Patienten mit chronischen Rückenschmerzen können erlernen, die tiefen Abdominalmuskeln ohne Substitution des RA zu aktivieren</li> <li>- Je nach Übung werden später bei Rumpfbelastungen entsprechende Muskeln mehr gebracht als die anderen, die nicht in der Übung einbezogen waren.</li> </ul> <p>→ Trainieren was auch wirklich verbessert werden soll!!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soll bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen die dynamische Kontrolle und Stabilisierung des Rückens verbesserte werden, sollen auch spezifische Stabilisationsübungen instruiert werden!</li> <li>- Da es sich um ein synergistisches Komplex handelt, können die Muskeln, die bei der bestimmten Übung im Hintergrund stehen, ihre Aktivität auch im ADL, wo Synergismus sowieso aktiv, auch ihre Funktion reduzieren (z.B. RA-Übungen, OI im Hintergrund → ADL- Rumpftaktivitäten, mangelndes Mitwirken des OI, da zu wenig trainiert → mangelnde Stabilisierung)</li> <li>- Verbesserte Aktivität des RA in der Kontrollgruppe nur in 2a) (trunk curl!)</li> <li>- Spez. Übungsgruppe verbesserte Aktivität des OI, nicht des RA</li> <li>- Trotz funktioneller Unterschiede, arbeiten die Abdominalmuskeln als Synergisten und nicht isoliert voneinander. Deshalb ist es sinnvoll, Ratio zu berechnen</li> <li>- Die Ratio-Unterschiede zwischen den beiden Gruppen werden durch normalized ausgeglichen.</li> </ul>

- Die isolierte Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln ohne RA-Aktivität war bei GESUNDEN Patienten gut
- Keine differenzierten Angaben bzgl. der verschiedenen ASTE: wie viele Pat. welche ASTE? Wieso? Einfluss auf das Outcome?
- Normalized/ non-normalized?!?: Kritik an Studien, die isolierte Muskeln und deren Aktivierung untersuchen, wenn ein Synergismus vorhanden ist. Es wird eine Normalized-Prozedur empfohlen. Ist allerdings schwierig, eine gut reproduzierbare zu finden.
- Cresswell: spezifische Stabilisationsübungen haben die Kraft und v.a. die Aktivierungsgeschwindigkeit der anterolateralen Abdominalmuskeln gesteigert, ohne die Kraft der grossen Movers (RA) zu reduzieren. → d.h. die Spezifität der Übungen ist sehr wichtig, um auch innerhalb eines synergistischen Komplexes die Rekrutierungsgeschwindigkeit bestimmter Muskeln zu trainieren. Deshalb ist es wichtig, bei mangelnder Stabilität den TrA und LM zu trainieren, da diese bei LBP ihre Rekrutierungsfähigkeit vermindern. Dies wird in Studie 12 auch damit bekräftigt, dass die spezifische Übungsgruppe eine Reduzierung der Symptome und eine Verbesserung der funktionellen Mobilität aufzeigte und die Kontrollgruppe nicht.

Studie 11	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	The effect of motor control exercise versus general exercise on lumbar local stabilizing muscles thickness: Randomized controlled trial of patients with chronic low back pain. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation 21 (2008) 105-112
Erscheinungsjahr	2008
Autor(en)	A. Akbari, S. Khorashadizadeh, G. Abdi
Studientyp/ Studiendesign	RCT
Dauer	8 Wochen; 2x/ Woche individuelle, betreute halbe Stunde= 16 Trainingseinheiten pro Person. (beide Gruppen)
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Die spezifischen Rumpfstabilisationsübungen (motor control) Verbessern die Dicke des TrA (Transversus abdominis) und des LM (lumbal multifidus) effektiver als globale Rumpfübungen. Auch die Aktivitätseinschränkungen und Schmerzen werden in der spezifischen Übungsgruppe stärker abnehmen als in der globalen Übungsgruppe.
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	63
Männlich / Weiblich	Keine Angaben
Alter	19-79 Jahre (Gruppe 1: 39.6 ± 3.5; Gruppe 2: 40 ± 3.6)
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	<b>Gruppe 1= Spezifische Übungsgruppe (motor control) n=25</b> <b>Gruppe 2= Globale Übungsgruppe n=24</b>
Assessments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolmogorov- Smirnov test (normalverteilte Daten)</li> <li>- Independent t-test (Vergleichbarkeit zwischen den 2 Gruppen)</li> <li>- Paired t-test (Vergleichbarkeit innerhalb 1 Gruppe)</li> <li>- Mann-Whitney U (nicht-parametrische Daten wie bei Wilcoxon)</li> <li>- Wilcoxon test (Vergleichbarkeit der jeweiligen BPS-Untergruppen)</li> <li>- BPS (Back performance scale): Gute Validität, Gute Responsivität (Sock-Test, Pick up-Test, Roll up-Test, Finger tip to Floor-Test, Lift-Test)</li> <li>- VAS (Visual analog scale): Gute Reliabilität, Gute Validität</li> <li>- PARQ (Abdominal Hollowing + Multifidi-Rekrutierung)</li> </ul>
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicht-spezifische LBP mit oder ohne Beinschmerz Mindestdauer 3 Monate</li> <li>- Sprachkenntnisse (persisch)</li> </ul>
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ernste, spinale Pathologie</li> <li>- Schwangerschaft</li> <li>- Nervenwurzelkompression</li> <li>- Rückenoperationen</li> <li>- Kontraindikationen gemäss S.42 der ACSM-Guidelines und Physical Activity Readiness Questionnaire (PARQ)</li> </ul>
Verblindung	Doppelte Verblindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiologe, der die Muskeldicke misst ist verblindet</li> <li>- Untersucher, der die Daten analysiert und die Patienten untersucht ist verblindet</li> <li>- Die Patienten sind verblindet</li> <li>- Der Physiotherapeut, der die Übungsprogramme erstellt ist nicht verblindet</li> </ul>
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	Gruppe 1= spezifische Übungsgruppe (motor control) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instruktion des Abdominal Hollowing (nach O'Sullivan et. al) im 4-Füsslerstand, RL, Sitz und Stand</li> <li>- Danach Übungsprogramm wie Studie 2 (Koumantakis)</li> <li>- Korrekte Ausführung des Abdominal Hollowing und der Rekrutierung der Multifidi via Inspektion und Palpation eruiert.</li> </ul>

	<p>Gruppe 2= globale Übungsgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Globale Kraftübungen für die paravertebrale und abdominale Muskulatur (keine genaueren Angaben!)</li> </ul> <p>→Messung der Muskeldicke des TrA und LM mit Ultrasound</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	<p>49</p> <p>5 der 63 Probanden erfüllten nicht die PARQ-Voraussetzungen</p> <p>58 Probanden wurden randomisiert</p> <p>Drop-out aus Gruppe 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 aus zeitl. Gründen</li> <li>- 3 Behandlung abgebrochen</li> </ul> <p>Drop-out aus Gruppe2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 aus zeitl. Gründen</li> <li>- 1 Behandlung abgebrochen</li> <li>- 1Schmerzzunahme</li> </ul>
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Dokumentation von Patientenverlusten (wann und warum Patienten aus der Studie ausgeschieden sind)
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmungen in Bezug auf Altersdurchschnitt, Körpergrösse, Körpergewicht, BMI, Zeitdauer seit der ersten Episode (Anz. Monate), Dauer der Symptome (Anz. Wochen)
Ergebnisse	<p>(statistische Signifikanz: <math>p &lt; 0.05</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innerhalb der jeweiligen Gruppen besteht im Vergleich zu vor und nach der Studie ein signifikanter Unterschied in allen Merkmalen (.Schmerz, TrA-Dicke, LM-Dicke, Aktivitätseinschränkungen, BPS= „sock“, „pick up“, „roll up“, „finger tip to floor“, „lift“)</li> <li>- Vor Beginn der Studie besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bzgl. der oben aufgezählten Merkmalen“→ Gute Vergleichbarkeit vor-vor und nach-nach</li> <li>- Nach Ende der Studie besteht weiterhin kein signifikanter Unterschied bzgl. dieser Merkmale, ausser der Schmerz hat in der spezifischen Übungsgruppe signifikant abgenommen (<math>p=0.015</math>)</li> <li>- Die spezifische Übungsgruppe weist gegenüber der globalen Übungsgruppe einen signifikanten Unterschied bzgl. der TrA-Dicke und LM-Dicke vor und nach der Studie auf (improvement ratio)→Vergleich vor-nach</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	<p>Bzgl. der eigenen Studie keine Angaben.</p> <p>Es wird aber auf das Problem der Vergleichbarkeit der Studien zu diesem Thema eingegangen, wegen der Heterogenität der Parameter.</p>
Fazit der Autoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beide Übungsstrategien sind effektiv, um die Muskeldicke des M. transversus abdominis und der Mm. multifidi zu erhöhen und Schmerzen sowie Aktivitätseinschränkungen zu reduzieren bei Patienten mit chronischen LBP ohne Instabilitätszeichen.</li> <li>- Die spezifischen Übungen sind effektiver um Schmerzen zu reduzieren als die globalen.</li> <li>- Vereinfachte Übungen alleine, können die Koordination der Rumpfmuskulatur nicht wiederherstellen. Deshalb ist es wichtig, den Trainingsaufbau bei den tiefen Muskeln zu beginnen, da diese bei LBP abschwächen.</li> <li>- Die Ergebnisse, dass die spezifischen Übungen eine grössere Verbesserung aufbringen als die globalen, könnten so erklärt werden, dass durch spezifische Stabilisationsübungen die Patienten ihre Haltung ändern indem sie sich im positiven Sinne „versteifen“, also stabiler machen.</li> </ul>

- Negativ: AH durch Palpation überprüft→ Gütekriterien?
- Problem der Heterogenität der Parameter der verschiedenen Studien erschwert einen Vergleich
- Studie 9 (Koumantakis): - Globale Übungen sind kurzzeitig effektiver um Behinderungen und Schmerz zu reduzieren als spezifische Stabilisationsübungen. Obwohl diese Studie 9 ähnlich ist wie Studie 11, wurden unterschiedliche Parameter untersucht und verschiedene Schmerzskaalen verwendet.
- Im Unterschied zu Studie 9 ist in Studie 11 der Schmerz in der spezifischen Übungsgruppe effektiver reduziert worden als in der globalen!!

- Im Unterschied zu Studie 8 ist in Studie 11 kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bzgl. Behinderung und Muskeldicke des TrA und LM!!!
- Wie in Studie 9 sind sie in Studie 11 auch der Meinung, dass spezifische Stabilisationsübungen bei Patienten ohne Instabilität keinen zusätzlichen positiven Effekt aufbringen könnten!!! In der Studie von O'Sullivan (Studie 12) ergab sich, dass spezifische Stabilisationsübungen effektiver sind und der Reduzierung von Behinderung und Schmerz als globale Übungen!!!
- In der Studie 8 ergibt sich, dass spezifische Stabilisationsübungen zusätzlich zur medizinischen Versorgung effektiver sind um LBP-Rückfälle zu verhindern, als nur eine medizinische Versorgung mit normaler Aktivität bei Patienten mit akuten, erstmaligen LBP.
- Die Haltung einiger Studien, spezifische Stabilisationsübungen könnten allen LBP-Patienten, egal welcher Subgruppe, von positivem Nutzen sein, könnte sich damit erklären lassen, dass die stabilisierende Muskulatur gegen die Schwerkraft arbeiten muss, und diese bei LBP beeinträchtigt werden könnte ob durch disuse, oder schmerzbedingter reflektorischer Hemmung. Deshalb könnten stabilisierende Übungen den Schmerz allg. reduzieren. Nach Biedermann haben die Mm. multifidi von LBP-Patienten eine raschere Ermüdung als der Rest der Erector spinae!

Studie 12	
ALLGEMEINE ANGABEN	
Studientitel/ Quelle	Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine Vol 22 (24) pp2959-2967
Erscheinungsjahr	1997
Autor(en)	P.B. O'Sullivan, L.T. Twomey, G.T Allison
Studientyp/ Studiendesign	RCT mit 3-, 6- und 30 Monate follow-up
Dauer	10 Wochen
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Effektivität spezifischer Stabilisationsübungen für die tiefen Abdominalmuskeln bei der Behandlung chronischer LBP mit radiologisch diagnostizierter Spondylolysis oder Spondylolisthesis
STUDIENMETHODIK	
Anzahl Studienteilnehmer	44
Männlich / Weiblich	27 Männer 15 Frauen
Alter	16-49 Jahre
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	<p>Gruppe 1= spezifische Stabilisationsübungsgruppe n= 22</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betreuung durch jeweils einer von 4 Manualtherapeuten erfahren in spez. Stabilisationsübungen</li> <li>- Tägliches Training, 10-15 Minuten, schriftl. Protokoll</li> </ul> <p>Gruppe 2= Kontrollgruppe n= 22</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betreuung durch den Hausarzt</li> <li>- Keine genaueren Angaben bzgl. Trainingssessionsdauer, Protokoll o.ä.</li> </ul>
Assessments	Schmerz: McGill pain questionnaire → VAS, pain descriptor scale, pain body chart Funktions/ Aktivität: Oswestry disability questionnaire Beweglichkeit LWS und Hüfte: Cybex Electronic digital Inklinometer Muskelrekrutierung: EMG, Pressure Biofeedback
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wiederkehrende LBP (mit oder ohne Ausstrahlung in die Beine)</li> <li>- länger als 3 Monate ohne Verbesserung</li> <li>- radiologisch diagnostizierte Spondylolysis oder Spondylolisthesis</li> </ul>
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine radiologisch diagnostizierte Spondylolysis oder Spondylolisthesis</li> <li>- psychische Krankheiten</li> <li>- mangelndes Sprachverständnis englisch</li> <li>- vorangehende Rückenoperationen</li> <li>- entzündliche Gelenkskrankheiten</li> <li>- sensorische oder motorische Paralysis</li> <li>- Mangelnde Kooperation oder Motivation</li> <li>- Andauernde Exazerbation der Symptome</li> </ul>
Verblindung	Untersucher verblindet
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<p>10 Wochen lang 1x/ Woche mit Betreuung</p> <p><i>Gruppe 1= spezifische Stabilisationsübungsgruppe</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. spezifische Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln ohne Substitution des RA und OE während des AH</li> <li>2. spezifische Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln mit Co-Kontraktion der LM</li> </ol>

	<p>10 Kontraktionen mit 10 sec-Hold; Pressure Biofeedback Sobald saubere Ausführung, ohne Substitution:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusätzliche Hebel der Extremitäten</li> <li>- Umsetzung in den Alltag, v.a. bei vorangehend schmerzauslösenden Bewegungen</li> </ul> <p><i>Gruppe 2= Kontrollgruppe</i> Individuelles Programm: Regelmässig globale Übungen: Schwimmen, Walking, Gymnastik und/ oder passive Massnahmen wie Thermotherapie, Massage und Ultrasound. KEINE spezifischen Stabilisationsübungen 9 Probanden zusätzlich noch trunk curl-up!</p> <p>Fragebogen per Post nach 3, 6 und 30 Monaten</p>
<b>ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten Drop-out	<p><i>Beendeten die 10-wöchige Intervention: 42</i> 1 Kontrollgruppe: erschien nicht zur Nachuntersuchung 1 Übungsgruppe: wegen mangelnder Compliance <i>Versäumten das 30-Monate-follow-up:</i> 2 Übungsgruppe 4 Kontrollgruppe <i>Versäumte das 3-Monate-follow-up:</i> 1 Kontrollgruppe <i>Versäumte das 6-Monate-follow-up:</i> 1 Kontrollgruppe</p>
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	Genauere Dokumentation von Patientenverlusten (wann und warum Patienten aus der Studie ausgeschieden sind)
Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Übereinstimmung in Bezug auf Alter, Körpergrösse, Körpergewicht, Dauer der Symptome (Anz. Monate), Symptombereich, vorangehende Behandlungen, „degree of slip“
Ergebnisse	<p>Statistische Signifikanz: 95% CI → <math>p &lt; 0.05</math> Kein sign. Unterschied zwischen den Gruppen zu Beginn der Intervention</p> <p><i>Spezifische Stabilisationsübungsgruppe:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikanter Unterschied vor/nach der Intervention bzgl. Schmerz (<math>p &lt; 0.0001</math>), pain descriptor scores (<math>p &lt; 0.0001</math>), funktioneller Behinderungsgrad (<math>p &lt; 0.0001</math>)</li> <li>- Vor Intervention 9 Pat. wöchentliche Schmerzmittel, nach Intervention nur noch 2</li> <li>- Vor Intervention 2 Pat. NMES, nach Intervention keine</li> <li>- Verbesserung in Schmerz (VAS), funktionelle Behinderung und pain descriptor score in Übungsgruppe sign. grösser als in Kontrollgruppe.</li> <li>- Sign. Verbesserung der Hü-Flex (<math>p = 0.0215</math>) und Hü-Ext (<math>p = 0.0165</math>) vor/nach der Intervention</li> <li>- Verbesserung der Hü-Flex im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant (<math>p = 0.0066</math>)</li> <li>- kein sign. Unterschied in beiden Gruppen bzgl. LWS-Mobilität (sagittal) (3)</li> </ul> <p>Follow-up-data:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung bzgl. Schmerzen blieb während der folgenden 30 Monate signifikant!!</li> <li>- Verbesserung bzgl. Pain descriptor score blieb 3 und 6 Monate follow-up signifikant, Unterschied im 30 Monate gg. Kontrollgruppe aber etwas kleiner geworden</li> <li>- Verbesserung bzgl. Funktioneller Behinderung blieb während der folgenden 30 Monate signifikant!!</li> <li>- 30 Monate: 2 Pat. erhielten Behandlungen 3 Pat. erhielten regelmässig Schmerzmittel in den vergangenen 12 Monaten</li> </ul>

	<p><i>Kontrollgruppe:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein sign. Unterschied nach der Intervention bzgl. Schmerz und funktioneller Behinderungsgrad</li> <li>- Statistisch, <b>aber nicht klinisch</b>, signifikanter Unterschied bzgl. pain descriptor scores (<math>p=0.0316</math>)</li> <li>- Vor Intervention 9 Pat. wöchentliche Schmerzmittel, nach Intervention 9 Pat.</li> <li>- Keine sign. Verbesserung der Hü-Flex und Ext.</li> </ul> <p><i>Follow-up-data:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine sign. Verbesserung bzgl. Schmerz im Follow-up</li> <li>- Keine sign. Verbesserung bzgl. Pain descriptor score im Follow-up.</li> <li>- Keine sign. Verbesserung bzgl. Funktioneller Behinderung im Follow-up.</li> <li>- 30 Monate: 9 Pat. erhielten Behandlungen 8 Pat. erhielten regelmässig Schmerzmittel in den vergangenen 12 Monaten</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
<p>Limitations</p>	<p>- Alle Patienten hatten Mühe mit der isolierten Kontraktion der tiefen Abdominalmuskeln und der Co-Kontraktion des LM wegen zu starker Substitution der globalen Muskeln. Hatten somit auch Mühe die Atmung zu integrieren. Bei einigen Probanden dauerte es 4-5 Wochen, bis sie das AH sauber durchführen konnten. Erst wenn diese Voraussetzungen erfüllt waren, wurden die Extremitäten als Hebel eingesetzt und später dann in den ADL integriert.</p>
<p>Fazit der Autoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- spezifische Stabilisationsübungen der tiefen Abdominalmuskeln und LM sind effektiv um Schmerzen und funktionelle Behinderung zu reduzieren bei Pat. mit chron. Spondylolysis oder Spondylolisthesis</li> <li>- spezifische Stabilisationsübungen sind effektiver als andere konservative Massnahmen um eine Verbesserung der dynamischen Stabilität der LWS zu erzielen. (1)</li> <li>- Bei Ausführung der Co-Kontraktion während ADL-Aktivitäten, die sonst Schmerzhaft waren, konnten die Patienten der spezifischen Stabilisationsübungsgruppe während dieser die Schmerzen kontrollieren/ausschalten (2)</li> <li>- Es gab keine Unterscheide bzgl. Spondylolysis oder Spondylolisthesis</li> <li>- Diese Massnahme kann eine sinnvolle alternative zu einer OP sein.</li> <li>- Dieser Ansatz kann nicht nur für Spondylolisthesis- und Spondylolysispatienten genutzt werden sondern allg. wenn Zeichen einer „Instabilität“ vorhanden sind.</li> </ul> <p>→ Die Verbesserungen bzgl. Schmerzen und funktioneller Behinderung hielten über 3-, 6- und 30 Monate follow-up an!!</p> <p>→ Die Patienten der Übungsgruppe konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe in den 12 Monaten vor dem 30-Monate-follow-up die Medieneinnahme und die Behandlungen reduzieren</p> <p>→ Viele Patienten der Übungsgruppe konnten nach 30 Monaten die Übungen aufhören und behielten nur noch die Co-Kontraktion im ADL bei. (4)</p>

- Das ist das erste RCT, das spezifische Stabilisationsübungen bei einer Population mit CLBP untersucht, bei der die Stabilität der Wirbelsäule beeinträchtigt ist.
- (1) Dies bestätigt Panjabis Hypothese, dass die Stabilität der LWS nicht nur von der Morphologie der Wirbelsäule abhängig ist, sondern auch von der Funktion und Koordination des neuromuskulären Systems. Bei Spondylolysis und Spondylolisthesis ist diese Morphologie beeinträchtigt. Deshalb ist es umso wichtiger das neuromuskuläre System so aufzutrainieren, dass es im ADL diese dynamische Stabilität gewährleisten kann.
- Das Integrieren der Co-Kontraktion im ADL in Situationen wo sich die Patienten „instabil“ fühlen ist besonders wichtig, für die Reprogrammierung des Vorgangs, so dass diese Co-Kontraktion mit der Zeit nicht mehr willkürlich, sondern unbewusst wieder vollzogen wird. Die Tatsache, dass durch diese absichtliche Co-Kontraktion in heiklen Situationen die Schmerzen unter Kontrolle halten können, konnten die Patienten als „biofeedback“ wahrnehmen und steigerte die Motivation und Disziplin, dies auch regelmässig einzusetzen.
- Cholewicki and McGill: Nur submaximale Kontraktionen der tiefen Segmentmuskeln garantieren eine Stabilisierung. Bei diesen Übungen steht also nicht der Aspekt des Krafttrainings im Vordergrund, sondern das Muster und die Fähigkeit zur Inhibition der Motoneuronen unnötiger Muskeln und Aktivierung anderer, essentieller Motorunits.
- (2) Panjabi: Die lumbale Instabilität beeinflusst v.a. die Neutralzone und nicht die ganze range of motion der Wirbelsäule. So haben Patienten mit Instabilitätsproblemen oft ROM-Schmerzen und nicht EOR. Ihr Bewegungsausmass ist oft schmerzbedingt eingeschränkt und gar nicht vom Bewegungsumfang her (3)
- (4) Erklärung: Änderung im Aktivierungsmuster zwischen den tiefen Abdominalmuskeln und den globalen konnte automatisiert werden, deshalb dauern die Erfolge längerfristig an.

Studie 13	
<b>ALLGEMEINE ANGABEN</b>	
Studientitel/ Quelle	Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. Arch Phys Med Rehabil Vol 86 September
Erscheinungsjahr	2005
Autor(en)	G.E. Hicks, J.M. Fritz, A. Delitto, S.M. McGill
Studientyp/ Studiendesign	Prospektive Kohorten-Studie
Dauer	8 Wochen
Fragestellung in der Studie/ Hypothese/ Ziel	Eine Regelung festlegen, die die Wirkung von Stabilisationsübungen bei Patienten mit LBP vorhersagen kann, anhand von Demographie-, Geschichts- und Befundsdaten. Als Verlaufszeichen gilt die Veränderung in der Behinderung (ODQ). Fazit aus anderen Studien (s. unten): spez. Stabilisationsübungen nur für bestimmte Subgruppen von LBP effizient.
<b>STUDIENMETHODIK</b>	
Anzahl Studienteilnehmer	54
Männlich / Weiblich	57.4% Frauen
Alter	42.4±12.7
Charakteristik der Gruppen/ Patienten	Genauere Angaben über die demographische Verteilung, die Schmerzgeschichte und den objektiven Befund
Assessments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NPR (~VAS)= numeric pain rate</li> <li>- FABQ= Fear avoidance beliefs questionnaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- work</li> <li>- physical activity</li> </ul> </li> <li>- ODQ= Oswestry low back pain disability questionnaire (VZ!)</li> </ul>
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LBP mit oder ohne Beinschmerzen</li> <li>- Alter über 18</li> </ul>
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vorangehende Rückenoperationen (Fusionen)</li> <li>- Schwangerschaft</li> <li>- Frakturen</li> <li>- Tumore</li> <li>- Infekte</li> <li>- 2 oder mehr Nervenwurzelzeichen</li> </ul>
Verblindung	Therapeuten nicht verblindet Patienten nicht verblindet Untersucher des reference standard verblindet
Beschreibung der Therapiemethoden / Übungen / Behandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 untersuchende und behandelnde Physiotherapeuten (vorangehend explizit geschult)</li> <li>- Zuerst subjektiver und objektiver Befund: Besonders noch ROM der LWS mit Inklinometer mit Augenmerk auf „instability catch“, painful arc, „tigh climbing“ (gower's sign) und lumbopelvische Arrhythmien</li> <li>- 8 Wochen lang betreutes, standardisierte Stabilisationsprogramm 2x/ Woche</li> <li>- Täglich zu hause, inkl. Protokoll</li> <li>- Submaximales Stabilisationsprogramm: RA, TrA, Oi, Erector spinae, LM, QL</li> <li>- VZ: Unterschied der Punkteanzahl des ODQ vor und nach 8 Wochen (ODQ vorher – ODQ nachher) Prozentunterschied vor und nachher (ODQ vorher – ODQ nachher): ODQ vorher x 100</li> </ul>
<b>- ERGEBNISSE</b>	
Zahl der ausgewerteten Patienten	54
Drop-out	-
Umgang mit Patientenverlusten in der Analyse	1 Pat. brach das Training nach 2 Wochen ab. Wurde als „fehlgeschlagen“ eingestuft und in der Datenanalyse beibehalten.

Vergleichbarkeit der Behandlungsgruppen	Genau Angaben über die Zusammenstellung des Samples
Ergebnisse	<p><b>ODQ</b>                  →Klinische Signifikanz in ODQ- Unterschied ab 5 bis 6 Punkte!                  - ODQ am Anfang: 29.7±13.7                  Werden die Ergebnisse nicht innerhalb der 8 Wochen erreicht, gilt die Behandlung als fehlgeschlagen.  <b>Prozentunterschied &gt; 50% = Erfolgreiche Stabilisationsbehandlung</b>                  18 Pat. (33%)                  Punktunterschied vorher/nachher: 18.1±7.3                  Prozentunterschied vorher/nachher: 74.8±18.5</p> <p><b>Prozentunterschied &lt; 50% aber mehr als 6 Punkte Differenz = Verbesserung durch Stabilisationsbehandlung</b>                  21 Pat. (38.9%)                  Punktunterschied vorher/nachher: 11.3±4.8                  Prozentunterschied vorher/nachher: 30.0±10.7</p> <p><b>Prozentunterschied &lt; 50% und weniger als 6 Punkte Differenz = Fehlgeschlagene Stabilisationsbehandlung</b>                  15 Pat. (27.8%)                  Punktunterschied vorher/nachher: -2.4±7.4                  Prozentunterschied vorher/nachher: -10.0±33.7</p> <p><b>Demographie, Geschichte, objektiver Befund</b>  <b>4 Variablen zur Vorhersage einer erfolgreichen Stabilisationsbehandlung</b>                  → <b>Alter ist der stärkste Prädiktor</b>                  → <b>Höchste Vorhersagequote wenn 3 von 4 Variablen vorhanden</b>                  - Alter&lt;40 Jahre (3.8 höhere Wahrscheinlichkeit, dass Stabilisationsbehandlung erfolgreich ist)                  - SLR&gt;91°                  - AWB während LWS ROM                  - positiver prone instability test</p> <p><b>4 Variablen zur Vorhersage einer fehlgeschlagenen Stabilisationsbehandlung</b>                  → <b>FABQ physische Aktivität ist der stärkste Prädiktor</b>                  → <b>Höchste Vorhersagequote wenn 2 oder mehr von 4 Variablen vorhanden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FABQ&gt;9 Punkte</li> <li>- Keine AWB</li> <li>- Negativer Prone instability test</li> <li>- Keine Hypermobilität während Lumbar spring test</li> </ul>
<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	
Limitations	- Genau Angaben über Bias-Vermeidung
Fazit der Autoren	Erklärung der auserwählten Variablen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter&lt;40 Jahre: Abnahme der Muskelmasse mit fortschreitendem Alter. Ab 39 J. würden die Patienten mehr als 8 Wochen benötigen um die gleichen Ergebnisse zu erzielen.</li> <li>- SLR: wenn SLR hoch, auch höhere Stabilisationsfähigkeit vorhanden</li> <li>- Prone instability test: Wenn bei passiver segmentaler Bewegung Schmerzen vorhanden, und bei aktiver Anspannung der Extensoren Schmerzen weg→Hinweis, dass Stabilisationstraining effizient sein kann</li> <li>- Aberrant movements: Mangelnde Fähigkeit, die LWS-Bewegung zu kontrollieren</li> </ul>

	<p>Individuelle Variablen, die das Outcome einer Behandlung beeinflussen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Alter</li><li>- FABQ</li><li>- Schmerzintensität</li><li>- Anzahl vorangehender Schmerzepisoden</li></ul> <p>Physische Variablen, die das Outcome einer Behandlung beeinflussen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- SLR</li><li>- LWS-Mobilität</li><li>- Aberrant movements</li><li>- Prone instability test</li></ul> <p>Zukunft: RCT, um diese Annahmen zu bekräftigen!</p>
--	---

- Colle et al. 2002 (review): exercise therapy nicht effektiv bei Patienten mit akuten LBP, aber hilfreich für Pat. mit chronischen LBP
  - O'Sullivan 1997 (RCT): stat. sign. Verbesserung der Schmerzen und Behinderung bis im 30-Monate-follow-up
  - Hides et al. 2001: kein sign. Unterschied in Behinderung und Schmerz nach 4 Wochen bei der Behandlung akuter, first-episode LBP mit spez. Stabilisationsübungen
- Fazit: Spezifische Stabilisationsübungen nur für bestimmte Subgruppen von LBP effizient.

Anhang E

DISPOSITION

**Lumbale segmentale Instabilität**

—

**Die Rolle des**

**Musculus Transversus Abdominis bei**

**deren konservativen**

**Behandlung**

PT06\_B\_Caruso\_Irene

HS 2008

Datum: 08. September 2008

## **Thema: Lumbale segmentale Instabilität – Die Rolle des Musculus Transversus Abdominis bei deren konservativen Behandlung**

In den 90er Jahren wurde die aktive Rehabilitation mit neuen Erkenntnissen zum Training der lokalen Muskulatur bereichert (PhysioScoop, 2008).

Hodges, Hides und Richardson lieferten neue Erklärungsmodelle, nach denen ein direkter Zusammenhang zwischen der Dysfunktion des Musculus Transversus Abdominis und lumbaler Rückenschmerzen bestehe. Seither hat das Trainieren des Musculus Transversus Abdominis bei einer lumbalen segmentalen Instabilität grosse Bedeutung (Hodges, Richardson, 1999; Richardson, Snijders, Hides, Damen, Pas, Storm, 2002). Deshalb wird im Praxisalltag meistens das „Abdominal Hollowing“ instruiert, eine aktive Übung, die diesen Muskel isoliert ansprechen soll. Der Patient wird geschult, diesen Muskel selektiv anzuspannen, d.h. ohne das Miteinbeziehen der globalen Bauchmuskulatur (Beith, Synnott, Newmann, 2001). Genau da entstehen zahlreiche Fragen: Kann der Patient auch im Alltag von dieser feinkalibrierten, instruktionsabhängigen Übung profitieren? Ist es wichtig und überhaupt möglich, die globale Bauchmuskulatur auszuschalten? Wieso stehen das „Abdominal Hollowing“ und das „Abdominal Bracing“ im Zweikampf? Welche der beiden Übungen ist wirksamer bei einer lumbalen segmentalen Instabilität? (Vera-Garcia, Elvira, Brown, McGill, 2006)

Die Arbeit richtet ihr Fokus auf die hohe Priorität, die das Auftrainieren des Musculus Transversus Abdominis, v.a. mit der Übung des „Abdominal Hollowings“, bei einer lumbalen segmentalen Instabilität im Praxisalltag hat, und soll diese kritisch hinterfragen. Dieser Muskel wird v.a. auf anatomischer und funktioneller Ebene im Zusammenhang mit dieser Rückenproblematik durchleuchtet. Die oben erwähnte Übung soll in ihrer Wirksamkeit mit anderen Massnahmen der aktiven Therapie, wie z. B. dem „Abdominal Bracing“, verglichen werden (Grenier, McGill, 2007).

Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen der Physiotherapie dienen, um ein im Praxisalltag etabliertes Behandlungsvorgehen bei einer lumbalen segmentalen Instabilität faktisch zu belegen und als Folge davon, altbekannte Übungen kritisch zu betrachten und entsprechend der erlangten Ergebnisse anzupassen.

Daraus ergibt sich die Fragestellung: Hat das selektive Auftrainieren des Musculus Transversus Abdominis berechtigterweise die oberste Priorität im Praxisalltag um konservativ einer lumbalen Instabilität entgegenzuwirken, oder gibt es andere Methoden in der aktiven Rehabilitation, die wirksamer sind?

In der Einleitung werden die Beweggründe, die zu diesem Thema geführt haben, erläutert. Einige Angaben zu dem in der Population weit verbreiteten Problem der lumbalen Instabilität, sollen auch das Interesse eines Laien wecken.

Der Hauptteil geht auf die unterschiedlichen Aspekte des Musculus Transversus Abdominis ein. Zu Beginn soll die Anatomie und Funktion beschrieben werden. Die Entstehung möglicher Dysfunktionen dieses Muskels sollen bereits anhand wissenschaftlicher Studien erklärt werden. Im Vordergrund wird die Problematik der lumbalen Instabilität stehen. Die Abschnitte zur aktiven Therapie und dem Verhalten im Alltag sollen dann gezielt Bezug zur Fragestellung nehmen. Im letzten Teil soll nach einer kurzen Zusammenfassung auf den heutigen Forschungsstand eingegangen und die zwei Übungen in ihrer Wirksamkeit miteinander verglichen werden. Ein abschliessendes Fazit wird erneut auf die Fragestellung eingehen, die neuen Erkenntnisse verdeutlichen und mögliche Ausblicke für die Zukunft anbringen.

Die Datenbanken wie Pubmed, Ovid, Cinahl, PEDro und Science direct werden beigezogen, um die notwendige Literatur zu finden. Dabei werden Mesh-Begriffe wie „low back pain“, „joint instability“, „trunk“ und „abdominal muscles“ miteinander verknüpft. In diesem Zusammenhang kommt man vor allem zu allgemeinen Informationen über die lumbale Instabilität. Die Keywords „rehabilitation“, „specific stabilization“ und „exercise“ richten dann die Suche vermehrt auf die aktiven Aspekte der Behandlung. Als Grundlagenliteratur zur Definition der lumbalen Instabilität und zur Anatomie des Musculus Transversus Abdominis werden auch Orthopädie- und Anatomiefachbücher konsultiert.

## Literaturverzeichnis

- Beith, I.D., Synnott, R.E., Newman, S.A (2001). Abdominal Muscle Activity During the Abdominal Hollowing Manoeuvre in the Four Point Kneeling and Prone Positions. *Manual Therapy*. 2001 May;6(2):82-7.
- Grenier, S.G., McGill S.M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2007 Jan;88(1):54-62.
- Hodges, P.W., Richardson C.A.. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1999;80:1005-12.

PhysioNetzwerk GmbH. PhysioScoop Ausgabe Mai 2008 [On-Line]. Available: <http://www.physionetwerk.de/therapeuten/scoop.php?PHPSESSID=a232ba680f2789d2058d117dac33ed25>

Richardson C.A., Snijders C.J., Hides J.A., Damen L., Pas M.S., Storm J. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*. 2002 Feb 15;27(4):399-405

Vera-Garcia, F.J., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M., McGill, S.M. (2006). Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2007 Oct;17(5):556-67. Epub 2006 Sep 2



## Anhang B

Budgetplan 08. September 200815. Juni 2009


---

Literatur (inkl. zahlungspflichtiger Studien)	80.- Sfr	12.-
Kopien	30.-	50.-
Druckerpatronen	80.-	160.-
Binden	100.-	560.- (4 Exemplare)

---

Voraussichtliche Gesamtkosten	290.-	782.-
-------------------------------	-------	-------

## Anhang C

Gliederung

## Abstract

## 1. Einleitung

## 1.1. Aktuelle Fakten zur Rückenschmerzproblematik

## 1.2. Wie ich zu diesem Thema kam

## 1.3. Literatursuche

## 2. Theoretische Hintergründe

## 2.1. Die lumbale Instabilität

## 2.2. Der Musculus Transversus Abdominis

## 2.2.1. Evolutionäre Hintergründe, Anatomie und Funktion

## 2.2.2. Dysfunktion

## 2.2.3. Rolle in der aktiven Therapie – Das „Abdominal Hollowing“

## 2.2.4. Bezug zum Alltag

## 3. Methodik

## 4. Resultate

## 5. Diskussion

## 5.1. Zusammenfassung

## 5.2. Wirksamkeitsvergleich zwischen „Abdominal Hollowing“ und „Abdominal Bracing“

## 5.2. Schlussfolgerung

## 5.3. Blick in die Zukunft

## 6. Anhang

## **7. CD-ROM**

Inhalt:

- PDF-Version dieser Bachelorarbeit
- Word-Version dieser Bachelorarbeit