

# Hope in Isolation?

Die Debatte um den M. transversus abdominis  
bei chronischen Rückenschmerzen

Dominik Knobel  
S15 558 570

Stephan Stüssi  
S15 559 032

Departement: Gesundheit  
Institut für Physiotherapie

Studienjahr: PT15  
Eingereicht am: 19.04.2018  
Begleitende Lehrperson: Jeanette Saner

**Bachelorarbeit  
Physiotherapie**



## Abstract

Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten diskutieren seit Jahren über den Nutzen und den Effekt des isolierten Trainings des M. transversus abdominis bei Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Viele Studienresultate widersprechen sich, denn es können komplett unterschiedliche Behandlungsansätze gefunden werden und Experten haben Werke herausgegeben, die sich teils widersprechen. Allerdings geben diese Experten auch gemeinsame Werke heraus. Das Clinical Reasoning als Grundlage allen Handelns in der Physiotherapie setzt unter anderem wissenschaftlich fundiertes Wissen, zusammengesetzt aus Fachliteratur und Expertenmeinung, voraus.

In dieser Bachelorarbeit wird die Entstehung zweier Paradigmen in Bezug auf die Behandlung des M. transversus abdominis besprochen. Sie behandelt die Frage, weshalb trotz intensiver Forschung weiterhin Uneinigkeit besteht und beschäftigt sich mit der Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse in der Praxis.

Es zeigte sich, dass die Meinungsverschiedenheiten der Experten grösstenteils verschwunden sind. Dieser Konsens wird sich aber möglicherweise grösstenteils noch nicht bis in die Praxis verbreitet haben.

Auch in nächster Zukunft wird die Ungewissheit um das optimale Behandlungskonzept des M. transversus abdominis bestehen bleiben. Die Fragen, wie Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten ihr Wissen auf den aktuellen Stand halten und wie aktuelle Guidelines und Empfehlungen in der Praxis umgesetzt werden, sollten auch in Zukunft kritisch betrachtet werden.

**Keywords:** Kreuzschmerzen, Bauchmuskulatur, Wirbelsäulenstabilität, Lendenwirbelsäule

## Abstract - English

Physiotherapists have been discussing the effects and uses of isolated training of the transverse abdominals in patients with chronic low back pain for years. Some milestone studies directly contradict the results of others, as there is a wide variety of treatment concepts. There are experts who sometimes contradict one another, however, they have also published books together on another occasion. In physiotherapy, the foundation of all actions should be one's clinical reasoning. Prior knowledge in science and in expert opinions are required for a successful clinical reasoning.

This bachelor thesis retells the emergence of two paradigms in managing the transverse abdominals. It attempts to answer the question, why differing opinions remain despite intense scientific studies and how findings translate to physiotherapeutic practice.

Most experts currently appear to agree on their former disputes. This new consensus does not seem to have translated into practice.

Uncertainty regarding optimal management of transverse abdominals will remain for the time being. Future studies should attempt to answer questions regarding how physiotherapists update their scientific knowledge and how current guidelines and recommendations are applied in practice.

**Keywords:** low back pain, abdominal muscles, spine stability, lumbar spine

## Vorwort

Für das Verständnis dieser Arbeit wird grundlegendes medizinisches Fachverständnis vorausgesetzt. Einzelne Begriffe werden zusätzlich im Glossar in Anhang A erläutert. Bei der ersten Verwendung werden Abkürzungen ausgeschrieben. Diese Abkürzungen werden in Klammern nachgestellt. Der Begriff *Autorin* oder *Autor* bezieht sich jeweils auf die Autorinnen und Autoren von Fachliteratur; die Autoren dieser Arbeit werden jeweils als *Verfasser* bezeichnet.

In dieser Arbeit wurden in Anlehnung an den *Leitfaden sprachliche Gleichbehandlung von Frau und Mann* (Rektorat ZHAW - Stabstelle Diversity, 2015) Paarformen (z.B. Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten), Umformulierungen und geschlechtsneutrale Bezeichnungen (z.B. Fachperson) verwendet. Die Verfasser sind sich bewusst, dass unsere Sprache die Realität prägt. Deshalb ist es ihnen ein Anliegen, geschlechtergerechte Sprache umzusetzen. Zusätzlich soll die Verwendung gendergerechter Sprache die Qualität dieses Textes erhöhen und seine Verständlichkeit verbessern.

## Inhaltsverzeichnis

Abstract	iii
Abstract - English	iv
Vorwort	v
Inhaltsverzeichnis	vi
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Darstellung des Themas	1
1.2 Relevanz für das Berufsfeld	2
1.3 Zielsetzung	3
1.4 Fragestellung	3
1.5 Gliederung	3
1.6 Abgrenzung	4
<b>2 Methode</b>	<b>5</b>
2.1 Form der Arbeit	5
2.2 Vorgehen bei der Literaturrecherche	5
2.3 Ein- und Ausschlusskriterien	6
2.4 Expertenmeinung	6
<b>3 Theoretischer Hintergrund</b>	<b>7</b>
3.1 Stabilität der Wirbelsäule	7
3.1.1 Subsysteme	8
3.1.2 Physikalische Modelle	8
3.1.3 Stabilität in Abhängigkeit des Kontexts	10
3.1.4 Feedbackmechanismus und Feedforward-Kontrolle	11
3.2 Globale und Lokale Stabilisatoren der Wirbelsäule	12
3.3 M. transversus abdominis	14
3.4 Empfehlung für die Praxis 1999	19
3.5 Empfehlung für die Praxis 2013	20
3.6 Die Debatte um den M. transversus abdominis	22
3.7 Wiederholung der Studie von Hodges & Richardson (1996)	27

4	Resultate	28
5	Diskussion	37
5.1	Entstehung der zwei Paradigmen in Bezug auf den TvA	37
5.2	Theorien zur Erklärung der Wirkung des Trainings des TvA	39
5.3	Umsetzung der Empfehlungen für die Praxis	40
5.4	Statistische Signifikanz	43
5.5	Schlussfolgerung	44
	Literaturverzeichnis	46
	Abbildungsverzeichnis	57
	Tabellenverzeichnis	57
	Wortzahl	58
	Danksagung	58
	Eigenständigkeitserklärung	58
	Anhänge	59
	Anhang A: Glossar	59
	Anhang B: Detailliertes Literaturrechercheprotokoll	61
	Anhang C: Interviews mit Fachexperten	63
	Anhang D: «Blind Men and the Elephant»	67



# 1 Einleitung

## 1.1 Darstellung des Themas

Chronische Schmerzen sind ein weit verbreitetes Leiden. In Europa sind 19% der Bevölkerung davon betroffen (Reid et al., 2011) und daraus leiden etwa die Hälfte an Rückenschmerzen. Die meisten Betroffenen werden sowohl medikamentös als auch nicht-medikamentös behandelt. Trotzdem beklagen sich 40% der Betroffenen, ein inadäquates Schmerzmanagement zu erhalten (Breivik, Collet, Ventafridda, Cohen & Gallacher, 2006). Damit verbunden sind enorme Kosten im Gesundheitswesen. Jährliche Ausgaben von geschätzten 5.6 Milliarden Franken in der Schweiz machen chronische Rückenschmerzen zum Spitzenreiter der kostenverursachenden Krankheiten (Oggier, 2007)<sup>1</sup>. Zu dieser sozioökonomischen Belastung kommt das Leid der Betroffenen und das ihres Umfeldes dazu (Wachter, 2014, S. 17).

Gemäss der WHO, handelt es sich bei «low back pain» weder um eine Krankheit, noch um eine Diagnose; trotzdem wird der Begriff oft so verwendet. In 80% der Fälle ist keine spezifische Ursache zu finden. Wenn die Schmerzen zusätzlich über die normale Wundheilungsdauer hinaus bestehen, also üblicherweise länger als drei Monate, werden diese als «chronic non-specific low back pain» (CNSLBP) definiert (Ehrlich, 2003). In älteren Dokumenten und teils auch in neueren Studien werden teils andere Begriffe verwendet. In dieser Arbeit wird grundsätzlich der Begriff übernommen, den die Autorinnen und Autoren der Quellenliteratur verwendet haben.

Für die Diagnostik und Behandlung dieser nicht-spezifischen chronischen Rückenschmerzen (CNSLBP) gibt es diverse Guidelines, die sich grösstenteils stark ähneln (Koes, van Tulder, Lin, Macedo, McAuley & Maher, 2010). Der Physiotherapie bleibt innerhalb der Empfehlungen ein Handlungsspielraum. Die physiotherapeutischen Interventionen werden in den Guidelines oft nicht näher spezifiziert und liegen somit tendenziell im Ermessen der Therapeutinnen und Therapeuten.

---

<sup>1</sup> Obwohl sich die Studie von Oggier mit chronischen Schmerzen allgemein befasst dient als Berechnungsbasis eine Studie, die sich nur auf chronische Rückenschmerzen bezieht.

Um die Jahrtausendwende erschienen Studien, die bei Patienten mit CNSLBP Einschränkungen der motorischen Kontrolle von gelenknahen Muskeln feststellten. Beispielsweise wurde ein verspätetes Einsetzen des M. transversus abdominis (TvA) bei Armbewegungen beobachtet (Hodges & Richardson, 1996). Die Wiederherstellung eines physiologischen Aktivierungsmusters dieses Muskels nahm daraufhin in physiotherapeutischen Behandlungen einen hohen Stellenwert ein. Das Ziel der oft genutzten Übung und Intervention des *Abdominal Hollowings* ist ein isoliertes Anspannen des TvA (O'Sullivan, Twomey & Allison, 1997). Noch im Jahr 2009 zeigte eine Bachelorarbeit (Caruso, 2009) einen positiven Nutzen von *Abdominal Hollowing* bei der Schmerzlinderung (O'Sullivan, Twomey, & Allison, 1997; Akbaria, Khorashadizadeha, & Abdib, 2008) und eine Verbesserung der funktionellen Einschränkung (O'Sullivan, Twomey & Allison, 1997) bei Patienten mit CNSLBP. Parallel dazu erschienen Studien (Gubler et al., 2010), welche den ursprünglichen wegweisenden Resultaten von Hodges & Richardson (1996) widersprachen. In der Folge entstand eine Vielzahl von Meinungen und Behandlungskonzepten zur Relevanz des TvA in Bezug auf chronische Rückenschmerzen.

## 1.2 Relevanz für das Berufsfeld

Ziel aller Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten ist es, ihre Patienten auf Basis des *Clinical Reasoning* optimal zu behandeln. Eine wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches *Clinical Reasoning* ist ein fundiertes Wissen, womit sowohl biomedizinische Fakten als auch persönliche Erfahrung gemeint sind (Klemme & Siegmann, 2014, S. 33-35). Dabei sollten beide Wissenskategorien im Verlauf der Karriere in der Physiotherapie permanent erweitert werden. Einen wichtigen Faktor zur Erweiterung des biomedizinischen Faktenwissens stellen Forschungsergebnisse und damit Studienpapiere dar. Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem Fall, in dem widersprüchliche Forschungsergebnisse vorliegen. Nachdem die Aussage des früher erschienenen Artikels als Kanon akzeptiert wurde, stellte die Veröffentlichung des Folgeartikels mit entgegengesetzter Aussage die Physiotherapie vor ein Problem. Wie erfahren diejenigen Therapeutinnen und Therapeuten, die den älteren Artikel in ihr Wissen aufgenommen haben, von den neuen Ergebnissen? Wie kommt es zur Entscheidung, dass sie ihre Wissensbasis aktualisieren wollen? Dieses Fachwissen basiert im besten Fall auf aktueller Literatur, kann aber aufgrund der hohen Turnover-Rate nicht immer auf dem neusten Stand sein.

Aufgrund der hohen Prävalenz von Rückenschmerzen treffen Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten auf viele Betroffene. Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten sollen in der Lage sein, im *Clinical Reasoning* die Entscheidung für den optimalen Behandlungsansatz zu treffen. Dafür müssen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten bekannt sein. Diese Arbeit soll Licht auf die Entstehung von Mehrspurigkeiten wie den unterschiedlichen Behandlungskonzepten und der Relevanz des TvA bei chronischen Rückenschmerzen werfen. Dadurch könnten ursächliche Faktoren erkannt und in Zukunft vermieden werden.

### 1.3 Zielsetzung

Ausgehend von der Bachelorarbeit von Irene Caruso (2009) und den Studien von Hodges & Richardson (1996) und Gubler et al. (2010) wird betrachtet, wie in Bezug auf die Relevanz des TvA bei Patientinnen und Patienten mit CNSLBP so unterschiedliche Sichtweisen entstehen konnten. Der Stand der Forschung wird mit der Anwendung in der Praxis verglichen. Es wird beschrieben, inwiefern die verschiedenen Behandlungsansätze voneinander divergieren.

### 1.4 Fragestellung

Wie kann die Entstehung zweier unterschiedlicher Paradigmen in Bezug auf das isolierte Training des TvA bei Patientinnen und Patienten mit CNSLBP erklärt werden? Weshalb konnte für die beiden Ansätze trotz intensiver Forschung kein gemeinsamer Nenner gefunden werden?

### 1.5 Gliederung

Um die Fragestellung dieser Arbeit zu beantworten, wird zunächst der aktuelle Wissensstand zur Stabilisierung der Wirbelsäule mit der dazugehörigen Anatomie beschrieben. Die Forschung befasst sich seit mehreren Jahrzehnten damit, wie die Rumpfmuskulatur (und seit Mitte der 1990er-Jahre insbesondere der TvA) mit der Stabilität der Wirbelsäule zusammenhängt. Die Fragestellung lässt sich nicht alleine mit den Studien von Hodges & Richardson (1996) und Gubler et al. (2010) beantworten. Um ein umfangreicheres Bild dieser komplexen Thematik zu erlangen, wird im Kapitel «Theoretischer Hintergrund» beschrieben, wie sich das Wissen bezüglich dieser Thematik entwickelt hat und was dies für die Behandlung von Patientinnen und Patienten mit «*low back pain* (LBP)» bedeutet. Im Ergebnissteil werden die Schlüsselstudien dieser Thematik kurz zusammengefasst und

deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen dargestellt. In der Diskussion werden die zentralen Fragestellungen beurteilt. Zudem werden weitere, aus dem Text entstandene Punkte betrachtet. In der Folge werden Empfehlungen für die Zukunft abgegeben und potenzielle weiterführende Forschungsfragen aufgezeigt.

## 1.6 Abgrenzung

Die Inhalte dieser Arbeit sind primär für Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten relevant und wurden für diese Audienz angepasst. Einzelne Punkte können aber auch für Angehörige anderer Professionen, die sich mit der Behandlung von Patientinnen und Patienten mit CNSLBP befassen, relevant sein.

Da der Umfang dieser Arbeit limitiert ist, befasst sich diese Arbeit primär mit den Ansichten von Stuart M. McGill und Paul W. Hodges. Ziel dieser Arbeit ist es nicht, evidenzbasierte Behandlungsempfehlungen abzugeben. Es liegen diverse Reviews vor, die sich mit dieser Frage auseinandersetzen – beispielsweise die Arbeit von Caruso (2009).

## 2 Methode

Das folgende Kapitel beschreibt die Literaturbeschaffung. Es wird auf das Vorgehen bei der Recherche, bei der Auswahl und bei der Beurteilung der Literatur eingegangen.

### 2.1 Form der Arbeit

Diese Bachelorarbeit wurde als themengeleitete Arbeit verfasst. Die Fragestellung wird mithilfe von Fachzeitschriften und -büchern, Studien und Online-Quellen beantwortet. Im Folgenden wird sowohl das Vorgehen bei der Literaturrecherche, als auch die Auswahl und die Beurteilung der Quellen beschrieben.

### 2.2 Vorgehen bei der Literaturrecherche

Die Literaturrecherche für diese Arbeit fand zwischen April und September 2017 statt. Einzelne weitere Quellen wurden auch ausserhalb dieses Zeitraums beschafft.

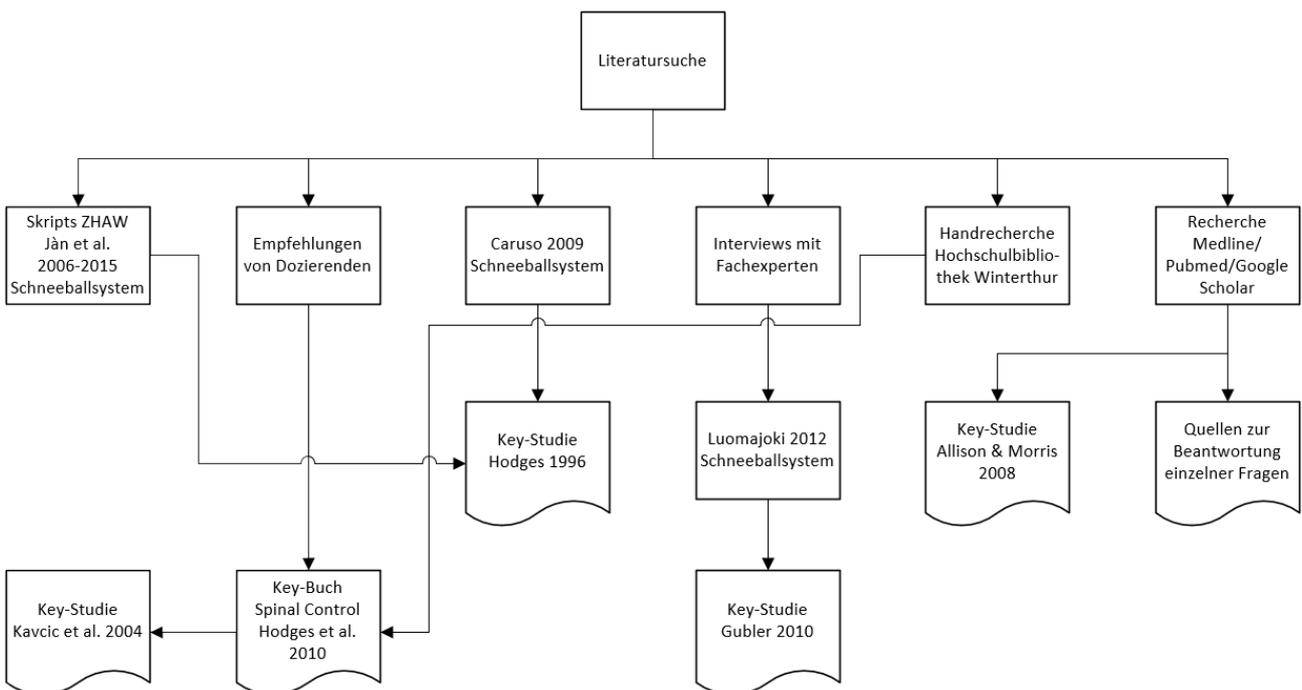


Abbildung 1: Grobdarstellung des Suchverlaufs.

Im Suchverlauf dargestellt sind zur Illustration drei Key-Quellen dargestellt. Alle für diese Arbeit verwendeten Quellen wurden mit einer dieser Recherchemassnahmen gefunden. Eigene Grafik.

Ausgangspunkt dieser Arbeit bildete die bestehende Bachelorarbeit von (Caruso, 2009). Die Key-Studien der Arbeit wurden erneut analysiert und auf weiterführende Quellen ausgewertet. Ein durch die ZHAW zu Verfügung gestellter Artikel (Luomajoki, 2012) führte zu weiteren Quellen. Weiter wurde die Basis für die Literatursuche durch das Literaturver-

zeichnis des Ausbildungsskripts der ZHAW (Ján et al., 2006-2015) erweitert, welches mehrmals die Arbeit von Paul Hodges referenziert. Zusätzliche Quellen wurden anhand Empfehlungen von Dozierenden einbezogen. Im Verlauf der Arbeit wurde eine Handrecherche in der Hochschulbibliothek der ZHAW durchgeführt. Ein Rechercheprotokoll mit den verwendeten Suchanfragen kann im Anhang B eingesehen werden. Um spezifische Fragen zu klären, wurden weitere einzelne Studien akquiriert. Diese wurden mit relevanten Keywords, kombiniert mit Boole'schen Operatoren, in verschiedenen Datenbanken gesucht.

Es fanden ausserdem kurze Interviews mit Fachexperten per E-Mail statt, die in Anhang C eingesehen werden können.

### 2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Alle Quellen sollten entweder in englischer oder deutscher Sprache verfasst sein. Sämtliche Arbeiten sollten einen Bezug zum TvA beinhalten. Die Arbeit befasst sich nicht mit Rückenschmerzen nach Traumata, Operationen, Krebs oder anderen bekannten Diagnosen. Darum wurden Studien und Bücher, die sich mit derartigen Themen befassen, nicht in die Arbeit einbezogen.

Studien, welche auf Basis dieser Kriterien einbezogen werden konnten, wurden gelesen und nach der Beurteilung in die Arbeit einbezogen.

### 2.4 Expertenmeinung

Um die Sichtweise von Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten aus der Praxis in die Arbeit einfliessen lassen zu können, wurde per Mail ein Interview mit offenen Fragen an zwei ausgewählten Personen verschickt. Es handelt sich bei diesen Fachexperten um Dozierende am Institut für Physiotherapie der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Die Aussagen dieser Personen wurden nicht qualitativ ausgewertet. Sie werden lediglich zur Illustration der behandelten Thematik verwendet. Die vollständigen Fragen und Antworten sind im Anhang C ersichtlich.

### 3 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird zunächst das Konzept der Stabilität in Bezug auf die Wirbelsäule beschrieben. Dafür werden ein statisches und ein dynamisches Modell erklärt. Zudem wird auf die Stabilität-generierenden Subsysteme der Wirbelsäule eingegangen.

Anschliessend wird auf das muskuläre Subsystem und insbesondere auf den M. transversus abdominis eingegangen. Die verschiedenen Funktionen des Muskels werden aufgezeigt. Empfehlungen für die Praxis sowohl aus 1999 als auch 2013 werden besprochen und abschliessend wird die Debatte über den M. transversus abdominis geschildert.

#### 3.1 Stabilität der Wirbelsäule

---

*Confusion arises when the static analyses of stability are used to study dynamic systems such as the spine.*

*Reeves, Narendra & Cholewicki (2007), S. 266*

---

In der Literatur wird oft über den Begriff Stabilität diskutiert. Es ist schwierig eine klare, einheitliche Definition für diesen Begriff in Bezug auf ein solch komplexes System wie die der menschlichen Wirbelsäule zu finden (Bergmark, 1989; Richardson, Hodges & Hides, 2004; Reeves et al., 2007). Selbst in solch etablierten Disziplinen wie der Mechanik gibt es keine absolute Definition von Stabilität (Reeves et al., 2007). In ihrem Artikel *Spine stability: The six blind men and the elephant* von 2007 erklären Reeves et al., wie sich das Verständnis der Stabilität in Bezug auf die Wirbelsäule im Laufe der Jahrzehnte entwickelt hat. Laut ihnen sind es Bergmark (1987) und Panjabi (1992), welche die Grundsteine für das heutige Verständnis der Stabilität der menschlichen Wirbelsäule gesetzt haben. Stabilität in der Wirbelsäule kann anhand von den folgenden zwei Modellen erklärt werden.

### 3.1.1 Subsysteme

Laut Panjabi (1992) wird die Stabilität der Wirbelsäule von drei Subsystemen gewährleistet (siehe *Abbildung 2*). Das Modell besteht erstens aus einem passivem Subsystem, welches aus der Bandscheibe, der Orientierung der Facettengelenke, der Gelenkkapsel und den Ligamenten besteht. Erstens, bietet es passive Subsystem Stabilität am Ende des Bewegungsausmasses eines

Bewegungssegments der Wirbelsäule. Zweitens,

besitzt das aktive Subsystem mit seinen Muskeln und Sehnen die Fähigkeit, einzelne Bewegungssegmente in ihrem Bewegungsausmass zu kontrollieren. Das neurale Subsystem übernimmt drittens die Aufgabe, die der Tätigkeit entsprechende Muskulatur anzusteuern und zu aktivieren. Dazu benötigt es einen sensorischen Input durch beispielsweise die Ligamente oder die Gelenkkapsel eines Bewegungssegments. Diese drei Subsysteme sind zwar voneinander abhängig, können aber Defizite eines Systems teilweise kompensieren. Laut Panjabi (1992) und Richardson, Jull, Hodges & Hides (1999) entstehen Rückenschmerzen, wenn ein Defizit eines der Subsysteme von keinem anderen Subsystem ausreichend kompensiert werden kann. Dabei käme es zu einer erhöhten intersegmentalen Bewegung eines Bewegungssegments und dadurch zu Kompression oder Dehnung neuraler oder anderen schmerzempfindlicher Strukturen.

### 3.1.2 Physikalische Modelle

Die im Folgenden beschriebenen physikalischen Modelle zeigen simplifiziert auf, wie die Stabilität in der Wirbelsäule betrachtet werden kann. Dabei arbeitet das statische Modell mit einem System in Ruhe, während das dynamische Modell einwirkende Störungen mit einbezieht.

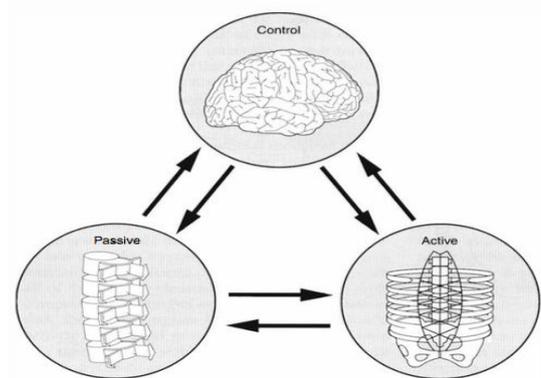


Abbildung 2: Subsysteme nach Panjabi.

Panjabi beschreibt die Subsysteme als passiv, aktiv und neural. Nach Richardson et al., 2004.

### Statisches Modell

Bergmark (1989) beschreibt als erstes die potenzielle Energie, welche auf die Wirbelsäule wirkt. McGill (2001) beschreibt auf eine verständliche Art und Weise das daraus resultierende Konzept der statischen Stabilität der Wirbelsäule. Um das Konzept zu veranschaulichen



Abbildung 3: Stabilität am Beispiel Kugel und Schüssel. a ist die stabilste und d die instabilste Form. Die Schüssel zu vertiefen oder die Wände steiler zu machen erhöht die Fähigkeit der Kugel, Störungen zu widerstehen und somit die Stabilität. Nach McGill, 2001.

benutzt er eine in diesem Zusammenhang beliebte Analogie einer Kugel in einer Schüssel (siehe *Abbildung 3*). Das System ist stabil, wenn die Kugel wieder an ihren Ursprungsort zurückkehrt, nachdem eine Kraft auf sie eingewirkt hat. Das System ist instabil, wenn die Kugel nach einer Störung nicht mehr an ihren ursprünglichen Ort zurückgekehrt. Das System wird demnach stabiler, wenn die Schüssel tiefer oder die Wände steiler werden.

McGill (2001) überträgt das Konzept in die Klinik und sagt, dass bei Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen ein nicht optimal funktionierender Muskel oder eine beschädigte passive Struktur das System beeinträchtigt. In der Analogie heisst das also: die Wand der Schüssel flacht ab und die Kugel kann bereits bei geringsten Störkräften nicht an den Ausgangsort zurückkehren.

Ein ergänzendes Konzept, das für muskuloskelettale Zusammenhänge oft zur Anwendung kommt, ist das Konzept von Steifheit und Speicherung von elastischer Energie. In einfachen Worten: je grösser die Steifheit, desto stabiler das System. Dies wird in der *Abbildung 4* verdeutlicht (McGill, 2001).

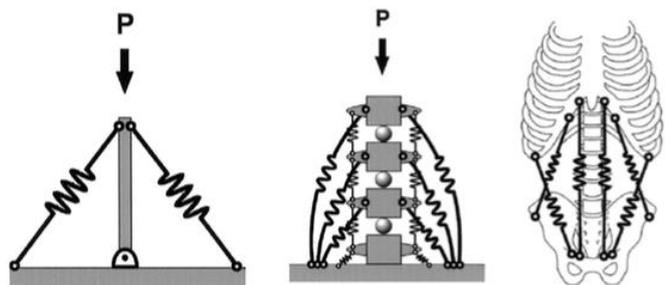


Abbildung 4: Steifheit und Stabilität. Gesteigerte Steifheit der Kabel (bzw. Muskeln) erhöht die Stabilität oder vertieft die Schüssel. Nach McGill, 2001.

Die Gelenkskapsel und Bänder gewährleisten eine Steifheit und somit Stabilität jeglicher Gelenke, insbesondere am Ende eines Bewegungsausmasses. Es sei ausserdem in der Literatur bekannt, dass moderate suffiziente Muskelaktivität stabile Gelenke zur Folge hat-

te. Klinisch gesehen kann somit die Störung eines Muskels wiederum zu potentielltem Schaden führen.

Diese Modelle von statischer Stabilität bildeten den Grundstein für physiotherapeutische Behandlungen von Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen. Die aktuelle Literatur ist sich aber heute einig, dass die statischen Modelle für die Erklärung der Stabilität der Wirbelsäule nicht ausreichen, da es sich um ein dynamisches System handelt (Richardson et al., 2004; Reeves et al., 2007; Hodges, Cholewicki & Van Dieën, 2013). Das dynamische Modell ergänzt das statische Modell um Störungen, die von aussen auf das System wirken.

### *Dynamisches Modell*

Reeves et al. (2007) ergänzen die statischen Modelle. Unabhängig davon, ob ein System statisch oder dynamisch ist, muss zuerst eine Störung appliziert und dann das neue Verhalten beobachtet werden. Verändert sich das Verhalten nach der Störung nicht, ist das System stabil. Verändert sich hingegen das Verhalten und kehrt nach einer hinreichenden Zeit in ihren ursprünglichen Zustand oder Bahnverlauf zurück, ist das System asymptotisch stabil. Unterscheidet sich das neue Verhalten vom Verhalten vor der Störung, ist das System instabil. Übertragen wir dies auf die Klinik: Wenn man sich bückt um etwas aufzuheben, folgt die Wirbelsäule einem gewünschten Bewegungsverlauf. Gleichermassen folgt auch jedes einzelne Bewegungssegment der Wirbelsäule einem Pfad innerhalb seines Bewegungsausmasses. Wird man nun grob angestossen, während man den Gegenstand aufhebt, bewegen sich die Bewegungssegmente einer stabilen Wirbelsäule als Reaktion in einem solchen Ausmass, sodass sie wieder an ihren Ursprungsort zurückkehrt. Bei einer instabilen Wirbelsäule könnte das Angestossenwerden zu einer Bewegung jenseits des physiologischen Bewegungsausmasses und dadurch zu strukturellen Schäden der passiven Strukturen oder gar einer plastischen Verformung führen. Die Stabilität der Wirbelsäule kann auch kontextabhängig betrachtet werden. Je nach Anforderung werden unterschiedliche Anforderungen an das System gestellt.

### 3.1.3 Stabilität in Abhängigkeit des Kontexts

In statischen Modellen wird also ein System mit erhöhter Steifheit gleichgesetzt mit erhöhter Stabilität. Reeves et al. (2007) bestätigen, dass dies in einigen Umständen zutrifft. Beispielsweise erscheint es sinnvoll, dass eine Eishockeyspielerin oder ein Eishockeyspieler

seine Wirbelsäule mittels willkürlicher Muskelkontraktion der Rumpfmuskulatur steifer macht, während er oder sie von einem Gegner gecheckt wird. Doch gibt es Aufgaben, bei welchen die Wirbelsäule ab einen gewissen Grad von Steifheit an Stabilität verliert. In einem Experiment von Reeves, Everding, Cholewicki & Morrisette (2006) mussten Probandinnen und Probanden auf einer labilen Unterstützungsfläche das Gleichgewicht halten. Eine gewisse Steifheit der Wirbelsäule war nötig um das Gleichgewicht zu halten, doch ab einen gewissen Grad wurde die Aufgabe durch eine erhöhte Steifheit erschwert. In einigen Fällen ging das Gleichgewicht durch erhöhte Steifigkeit verloren, was einem instabilen System entspricht. Somit führte eine erhöhte Steifheit zu weniger Stabilität. Die benötigte Muskelaktivität wird von Feedbackmechanismen und Feedforward-Kontrolle koordiniert.

#### 3.1.4 Feedbackmechanismus und Feedforward-Kontrolle

Feedbackmechanismus und Feedforward-Kontrolle sind relevant um zu verstehen, wie das Zentralnervensystem die Muskulatur koordiniert um die Wirbelsäule aufrecht zu halten. In Trepels *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (2008) wird die Aufgabe des Nervensystems mittels stark vereinfachter Funktionsprinzipien erklärt: periphere Sinnesreize werden von Rezeptoren wahrgenommen und über sensible Nervenfasern dem Zentralnervensystem zugeleitet. Rezeptoren befinden sich beispielsweise in Muskelspindeln. Diese liefern sensorische Informationen über Positions- und Geschwindigkeitsänderungen. Ein anderes Beispiel wären Gelenksrezeptoren, die sich in einer Gelenkkapsel befinden, welche den Lagesinn eines Gelenks ermöglichen. Das Zentralnervensystem entwickelt aufgrund dieser sensorischen Informationen eine passende Antwort, welche über motorische Nervenfasern wieder in die Peripherie geleitet wird. Ziel ist meist eine Muskelzelle und das Resultat zeigt sich in einer Muskelkontraktion. Bouisset & Zattara (1987) beschreiben erstmals den Feedbackmechanismus. Eine externe Störung löst eine sensorische Rückmeldung aus, wobei der Feedbackmechanismus eine automatische Anpassung und Wiederherstellung der posturalen Stabilität gewährleistet. Versucht man beispielsweise auf einer labilen Unterstützungsfläche das Gleichgewicht zu halten, dies zum Beispiel auf einem Fahrrad, liefern die verschiedenen Rezeptoren Informationen über die Lage des Körpers an das Zentralnervensystem. Ein seitliches Ausstrecken des Armes, um ein Abzweigen im Strassenverkehr zu signalisieren, stellt durch das Verschieben des Körperschwerpunktes und der daraus resultierenden Destabilisierung eine mögliche Form einer Störung dar. Das zentrale Nervensystem generiert automatisch eine passende Antwort in Form

von einer Muskelkontraktion, welches die Verschiebung des Körperschwerpunktes ausgleicht und wieder zu einem Gleichgewicht führt. Bouisset & Zattara (1987) beschreiben ausserdem den Mechanismus der Feedforward-Kontrolle. Die Feedforward-Kontrolle ist für eine antizipatorische posturale Anpassung verantwortlich. Diese Anpassung geht einer willkürlichen Bewegung voraus und wirkt einer Destabilisierung entgegen. Bouisset & Zattara (1981) erwiesen, dass im Rumpf reaktiv eine gleich grosse Gegenkraft entsteht, wenn eine Extremität aktiv bewegt wird. Gleichzeitig wirken die reaktiven Kräfte entgegengesetzt zur Richtung der Primärbewegung. Das bedeutet, dass beispielsweise der M. deltoideus, dessen Kontraktion zu einer Flexionsbewegung des Schultergelenks führt, gleichzeitig Kräfte auf die Wirbelsäule erzeugt, welche in die entgegengesetzte Richtung wirken. Das Heben des Armes führt ausserdem zu einer Verschiebung des Körperschwerpunktes, welche ebenfalls ausgeglichen werden muss (Bouisset & Zattara, 1981). Um die Wirbelsäule vor dieser Destabilisierung zu schützen, entsteht durch die Feedforward-Kontrolle noch vor dem M. deltoideus eine Kontraktion der Bauchmuskulatur (Hodges & Richardson, 1997).

### 3.2 Globale und Lokale Stabilisatoren der Wirbelsäule

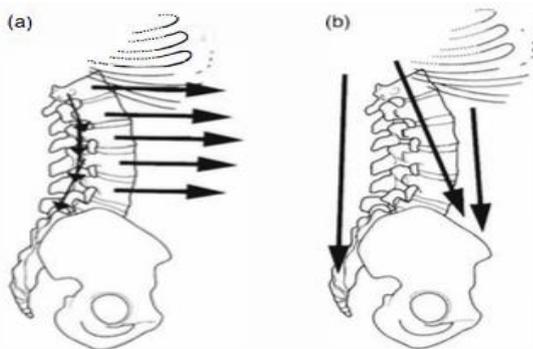


Abbildung 5: Muskelsysteme der Wirbelsäule.  
Muskelverlauf des lokalen (a) und globalen (b) Muskel-systems. Nach Richardson et al., 2004.

Bergmark (1989) kategorisierte die Muskulatur der Wirbelsäule aufgrund ihrer Lage und Rolle in der Stabilisation der Wirbelsäule in ein lokales und ein globales Muskelsystem. Die Muskulatur des lokalen Systems haben die Eigenschaft, dass sie ihren Ursprung oder Ansatz direkt an der Wirbelsäule haben (siehe *Abbildung 5*). Mit ihrer zentralen Lage direkt an der Wirbelsäule und ihrem kurzen Verlauf sind sie ideal dafür geeignet, die Bewegung der einzelnen Bewegungs-

segmente sowie die Steifheit und die Haltung der Wirbelsäule zu steuern. Die Mm. multifidi und deren Verlauf vom einem Wirbelkörper zum anderen sind ein gutes Beispiel für lokale Stabilisatoren. Vom Bauchraum aus zählen die posterioren Fasern des M. obliquus internus abdominis und der tiefste Bauchmuskel, der TvA, ebenfalls zum lokalen System, da ihre Fasern durch die thorakolumbalen Faszie direkt an der Wirbelsäule ansetzen.

Das globale System beinhaltet die grössere, oberflächlichere Muskulatur des Rumpfes wie Teile des M. obliquus internus abdominis, den M. obliquus externus abdominis, den M. rectus abdominis, den M. quadratus lumborum und Teile des M. erector spinae (siehe *Abbildung 6*). Nebst dem Bewegen der Wirbelsäule überträgt die Muskulatur des globalen Systems Kräfte zwischen Brustkorb und Becken. Die Hauptaufgabe ist aber die Begrenzung der Wirkung von externen Kräften auf den Rumpf, damit die resultierenden Kräfte auf die Wirbelsäule von den lokalen Stabilisatoren kompensierbar sind. Cholewicki & McGill (1996) entwickelten ein biomechanisches Modell, um die Stabilität der Wirbelsäule zu quantifizieren. Dieses Modell beinhaltete anatomische Analysen, Berechnungen von externen Kräften sowie den herrschenden Kräften von passiven Strukturen und der Muskulatur auf die Wirbelsäule. Das Modell zeigte, dass die globale Muskulatur signifikant zur Steifheit der gesamten Wirbelsäule beiträgt, die Kokontraktion der lokalen Muskulatur jedoch für deren segmentale Stabilität essentiell ist. Auch wenn die globale Muskulatur erhebliche stabilisierende Kräfte innerhalb der Wirbelsäule erzeugt wäre diese instabil, wenn die lokale Muskulatur inaktiv wäre. Mit ihrer Studie bekräftigten Cholewicki und McGill (1996) die Erkenntnisse von Bergmark (1989) und Panjabi (1992) und präsentieren eine mögliche Erklärung für Verletzungen an der Wirbelsäule auf Basis eines mechanischen Modells mit den Prinzip der Stabilität.

Local stabilizing system	Global stabilizing system
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intertransversarii</li> <li>● Interspinales</li> <li>● Multifidus</li> <li>● Longissimus thoracis pars lumborum</li> <li>● Iliocostalis lumborum pars lumborum</li> <li>● Quadratus lumborum, medial fibres</li> <li>● Transversus abdominis</li> <li>● Obliquus internus abdominis (fibre insertion into thoracolumbar fascia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Longissimus thoracis pars thoracis</li> <li>● Iliocostalis lumborum pars thoracis</li> <li>● Quadratus lumborum, lateral fibres</li> <li>● Rectus abdominis</li> <li>● Obliquus externus abdominis</li> <li>● Obliquus internus abdominis</li> </ul>

Abbildung 6: Einteilung des lokalen und globalen Muskelsystems. Nach Richardson et al., 1999.

### 3.3 M. transversus abdominis

Nachdem die Funktion der globalen und lokalen Stabilisatoren im letzten Kapitel geklärt wurde, befasst sich dieser Abschnitt insbesondere mit den Funktionen des M. transversus abdominis.

#### *Erhöhung des Intraabdominellen Drucks*

Schünke, Schulte, & Schumacher beschreiben in *Prometheus – LernAtlas für Anatomie* (2014),

dass der TvA als tieflegendster Bauchmuskel

die unteren sechs Rippen und die

thorakolumbalen Faszie mit der Rectusscheide

und der Symphyse verbindet (siehe

*Abbildung 7*). Bei einseitiger Kontraktion bewirkt

er eine Rotation der Wirbelsäule zur ipsilateralen

Seite, bei beidseitiger Kontraktion unterstützt er

die Ausatmung und die Bauchpresse. Unter Bauchpresse versteht man eine Verkleinerung

der Bauchhöhle durch Abflachung der Bauchwand und damit eine intraabdominale

Druckerhöhung. Die Wände der Bauchhöhle werden durch Knochen (Wirbelsäule,

Brustkorb und Becken) und Muskeln (Zwerchfell, Bauch- und Beckenbodenmuskeln)

gebildet. Die Verkleinerung der Bauchhöhle entsteht durch eine Kontraktion der beteiligten

Muskulatur, wobei aktiv Druck auf die Eingeweide ausgeübt wird. Dies unterstützt

beispielsweise die Entleerung des Enddarms, der Blase und des Magens. Die

hydrostatische Wirkung der Bauchpresse stabilisiert den Rumpf, entlastet insbesondere

die Lendenwirbelsäule und versteift die Rumpfwand wie eine Wand eines aufgeblasenen

Balls. Dieser Mechanismus wird beispielsweise automatisch beim Heben von schweren

Lasten eingesetzt. Die Druckbelastung der Bandscheiben wird in der oberen

Lendenwirbelsäule um ca. 50% und in der unteren um ca. 30% reduziert. Gleichzeitig wird

der Kraftaufwand des M. erector spinae um mehr als die Hälfte reduziert. Richardson et al.

verweisen in ihrem Buch *Therapeutic Exercise For Spinal Segmental Stabilisation in Low*

*Back Pain* (1999) auf Studien, die die Wichtigkeit des TvA in Bezug auf die Stabilität der

Wirbelsäule zeigen. So stellten DeTroyer, Estenne, Ninane, VanGansbeke, & Gorini

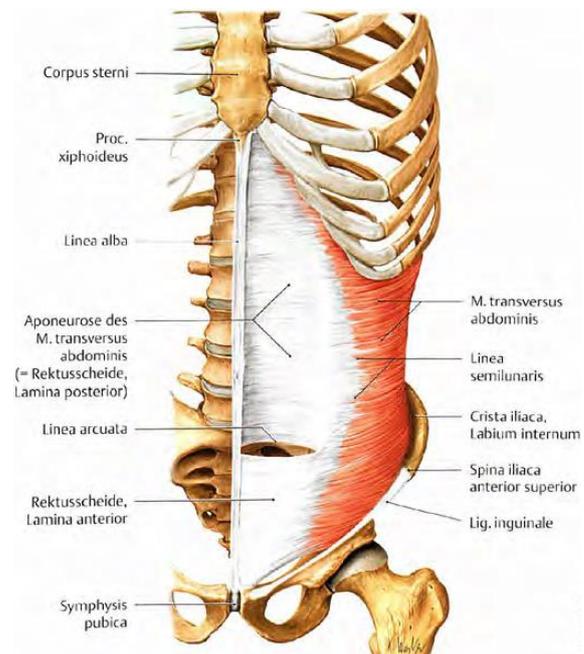


Abbildung 7: Der M. transversus abdominis.

Nach Schünke, Schulte, & Schumacher, 2014.

(1990) fest, dass der TvA verglichen mit der restlichen Bauchmuskulatur durch seinen zirkuläre Faserverlauf im Rumpf die besten Voraussetzung hat, die Bauchwand abzuflachen und damit den intraabdominellen Druck zu erhöhen. Cresswell & Thorstensson (1989) entdeckten ein Jahr zuvor eine Erhöhung des intraabdominellen Druck durch isometrische Flexions- und Extensionsmanöver der Wirbelsäule. Da die oberflächliche Bauchmuskulatur bei der isometrischen Extension nicht aktiv war schlussfolgerten sie, dass diese nicht für die Erhöhung des intraabdominellen Druck verantwortlich ist. Bei Cresswell, Grundström, & Thorstensson (1992) zeigte dasselbe Experiment mit zusätzlichen Feindraht-Elektromyographie-Aufnahmen der gesamten Bauchmuskulatur, dass lediglich der TvA bei Bewegungen in beide Richtungen aktiv war. Mit dieser Begründung sprachen sie dem TvA eine bedeutende Rolle für die Erhöhung des intraabdominellen Druck und somit auch der Stabilisierung der Wirbelsäule zu. Cholewicki, Juluru, & McGill (1999) entwickelten ein physikalisches Modell um zu bestätigen, dass der intraabdominelle Druck einen Einfluss auf die Stabilität der Wirbelsäule hat. In ihrer Studie simulierten sie ausserdem eine Kokontraktion der lokalen Muskulatur. Damit wollten sie die in der Literatur allgemein akzeptierte Auffassung, dass die Stabilität durch Kokontraktion der lokalen Muskulatur der Wirbelsäule entsteht, bestätigen (Cholewicki, Panjabi, & Khachatryan, 1997). Ihre Ergebnisse zeigten, dass sowohl die Kokontraktion als auch die Erhöhung des intraabdominellen Drucks zu einer Stabilisierung der Wirbelsäule führt. Beim Mechanismus der Kokontraktion müssen die Extensoren der Wirbelsäule aktiv werden, um dem Flexionsmoment, entstanden durch die Kontraktion der Bauchmuskulatur, entgegenzuwirken. Hingegen wird beim Mechanismus des intraabdominellen Drucks nur die Bauchmuskulatur aktiviert, welche gegen den hydrostatischen Druck der Bauchhöhle arbeitet (siehe *Abbildung 8*). Cholewicki et al. (1999) schlussfolgerten deshalb, dass bei Tätigkeiten wie Heben oder Springen, bei welchen in der Wirbelsäule ein

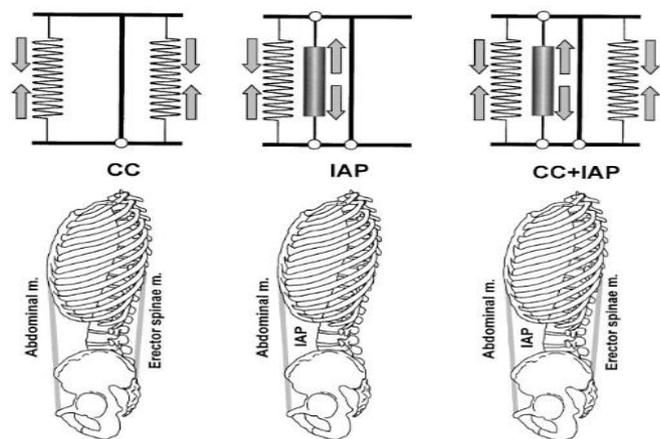


Abbildung 8: stabilisierende Mechanismen. Kontraktion der Bauchmuskulatur und des M. erector spinae (CC), Erhöhung des intraabdominellen Drucks (IAP) und die Kombination der Mechanismen (CC+IAP). Nach Cholewicki et al., 1999.

Extensionsmoment entsteht, der Mechanismus des intraabdominellen Drucks zu bevorzugen ist. Die Bauchmuskulatur kann die Wirbelsäule unabhängig von deren Extensoren stabilisieren. Die Extensoren haben somit volle Kapazität für die eigentliche Aufgabe des Hebens bzw. Springens. Somit bestätigt die Studie von Cholewicki et al. (1999), dass eine Erhöhung des intraabdominellen Drucks zu einer Erhöhung der Stabilität der Wirbelsäule führt. Die anatomischen Studien von DeTroyer et al. (1999) werden nach wie vor in aktuellerer Literatur (Schünke et al., 2014) bestätigt.

### *Spannung der thorakolumbalen Faszie*

Nebst der Erhöhung des intraabdominellen Drucks wird vermutet, dass der TvA durch das Straffen der thorakolumbalen Faszie eine stabilisierende Wirkung auf die Wirbelsäule hat. DeTroyer et al. (1990) argumentieren dass der TvA, verglichen mit der restlichen Bauchmuskulatur, durch seinen direkten Ansatz an der thorakolumbalen Faszie die besten

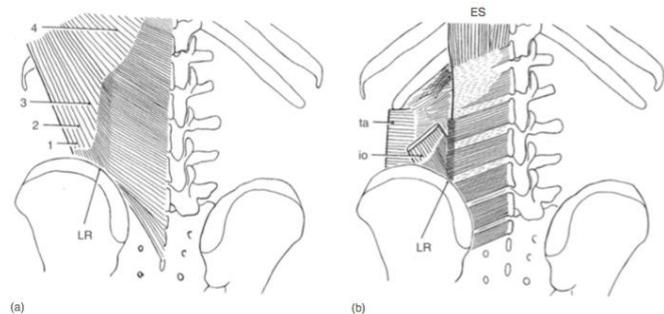


Abbildung 9: Die thorakolumbale Faszie.

Das oberflächliche (links) und tiefe (rechts) Blatt der thorakolumbalen Faszie mit ihrem direkten Ansatz an den Processi Spinosi der Lendenwirbelsäule und der Verbindung zum TvA.

Nach Richardson et al., 1999.

Vorraussetzungen hat, diese zu spannen. Der Zusammenhang zwischen der Stabilität der Wirbelsäule und der Spannung der thorakolumbalen Faszie entsteht aufgrund deren direkter Verbindung mit den Processi Spinosi der Lendenwirbelkörper (siehe *Abbildung 9*. Fairbank, O'Brien & Davis, 1980; Gracovetsky, Farfan & Helleur, 1985). Es gibt 2 Studien welche die Idee hervorbrachten, dass eine erhöhte Spannung der thorakolumbalen Faszie die segmentale Bewegung der Wirbelsäule beeinflusst indem sich der Widerstand gegen eine Flexionsbewegung erhöht (Barker et al., 2006). Tesh, Dunn & Evans (1986) untersuchten den Effekt von 20N Zug auf die thorakolumbale Faszie während einer Flexion mehrerer Bewegungssegmente der Lendenwirbelsäule. Die Flexion wurde mittels einer Distraction der Processi Spinosi simuliert. Der Zug auf die Faszie erzeugte einen erhöhten Widerstand gegen die Flexionsbewegung in allen Bewegungssegmenten der Lendenwirbelsäule. Hodges et al. (2003) lösten über Elektroden eine Kontraktion des TvA aus, was zu einem erhöhten Widerstand gegenüber der Kaudalbewegung des Processus Spinosus des dritten Lendenwirbelkörpers gegenüber dem Processus Spinosus des

vierten Lendenwirbelkörpers führte, was einer Flexionsbewegung gleichkommt. Beide Studien weisen darauf hin, dass eine erhöhte Spannung der thorakolumbalen Faszie zu einem Extensionmoment in der Wirbelsäule führt.

Diese Ergebnisse bestätigten diejenigen von Tesh et al. (1986) und Hodges et al. (2003). Barker et al. (2006) schlussfolgerten, dass die Erhöhung der Spannung der thorakolumbalen Faszie, welche eine moderate Kontraktion des TvA simuliert, die segmentale Stabilität der Lendenwirbelsäule erhöht.

#### *Feedforward-Kontrolle*

Richardson et al. (1999) erwähnen weitere Studien, in welchen die Aktivität des TvA, M. rectus abdominis, M. obliquus externus, M. obliquus internus und M. erector spinae mittels Feindraht-Elektromyographie-Aufnahmen gemessen wurden. Diese stellten fest, dass bei dynamischen Flexions- und Extensionsbewegungen der Wirbelsäule lediglich der TvA in beide Bewegungsrichtungen aktiv war (Cresswell et al., 1992). In einem weiteren Experiment wurde das Aktivierungsmuster des Zentralnervensystems für diese Muskulatur untersucht. Durch eine Vorrichtung an Testpersonen konnten Gewichte angebracht werden, welche die Wirbelsäule in dorsale oder ventrale Richtung forcierten. Unabhängig davon, ob das Gewicht die Wirbelsäule in ein Flexions- oder Extensionsmoment zwang, war der TvA stets der erste aktivierte Muskel (Cresswell, Oddsson & Thorstensson, 1994). In einem späteren Testdurchgang konnten die Probanden selbst den Zeitpunkt wählen, wann das Gewicht auf der Vorrichtung platziert wurde. Es folgte eine willkürliche Kontraktion der jeweils benötigten Muskulatur und wiederum wurde der TvA als Erstes aktiviert. Auf der Grundlage der Arbeit von Cresswell et al. (1994) suchten Hodges & Richardson nach einem Modell, das Tests ermöglichte, die untersuchen sollten, ob die vorgängige Aktivierung des TvA eine automatische Komponente des Zentralnervensystems ist, um die Wirbelsäule zu stabilisieren (Hodges & Richardson, 1997). Um die Wirbelsäule zu destabilisieren, wählten sie das Bewegen einer Extremität. In ihrem Beispiel waren es die Flexion, die Abduktion und die Extension der Schulter. Wenn sich eine Extremität bewegt, wirken reaktiv Kräfte auf den Rumpf. Die wirkenden Kräfte auf den Rumpf sind gleich stark und wirken auf die entgegengesetzten Richtung der Kräfte, die auf die zu bewegende Extremität wirken (DeTroyer et al., 1990).

Um diesen Kräften entgegenzuwirken, kontrahiert die Rumpfmuskulatur noch vor dem M. deltoideus, der die Bewegung der Schulter auslöst und somit die Wirbelsäule destabilisiert. Die Kontraktion der Rumpfmuskulatur wird in diesem Zusammenhang als Feedforward-Kontrolle bezeichnet. Die Messungen ergaben, dass der TvA vor der restlichen Rumpfmuskulatur aktiv war, unabhängig von der Bewegungsrichtung der Schulter. Diese Ergebnisse zeigten laut Hodges & Richardson (1997) dass der TvA eine einzigartige Rolle im Feedforward-Kontroll-Mechanismus, und somit in der Stabilisation der Wirbelsäule, hat.

#### *Patientinnen und Patienten mit LBP*

Die Studien von Cresswell et al. (1989, 1992 & 1994) und Hodges & Richardson (1997) gaben Aufschluss darüber, wie das Zentralnervensystem die Rumpfmuskulatur koordiniert und was für eine Rolle der TvA spielt, wenn die Wirbelsäule gestört wird. Hodges & Richardson untersuchten daraufhin, ob dieses Aktivierungsmuster bei Patienten mit LBP gestört ist. Sie verwendeten Bewegungen der Schulter, um Störkräfte auf die Wirbelsäule zu übertragen und es zeigte sich, dass Probandinnen und Probanden mit LBP eine verzögerte Aktivierung des TvA hatten. Die Schlussfolgerung der Autoren war, dass dieses verspätete Einsetzen ein Defizit in der motorischen Kontrolle zeigt, was zu einer ineffizienten Stabilisierung der Wirbelsäule führt. Für die Praxis wäre demzufolge in Zukunft wichtig im Auge zu behalten, wie der TvA befundet werden kann, wie und ob das motorische Defizit behoben werden kann und ob dies zu weniger Schmerzen und weniger Einschränkungen für die Patienten mit LBP führt (Hodges & Richardson, 1996).

#### *Abdominal Hollowing*

1981 wurde erstmalig das Manöver „drawing in the abdominal wall“, als eine Übung, welche den TvA isoliert von der restlichen Bauchmuskulatur aktiviert, beschrieben (Strohl, Mead, Banzett, Loring & Kosch, 1981). Im Laufe der Jahre wurde dieses Manöver unter dem Begriff *Abdominal Hollowing* bekannt (Kasai, 2006). 1999 wurde ein handliches Druckmessgerät eingeführt, die *Pressure Biofeedback Unit*, um die Qualität der Aktivierung des TvA zu untersuchen (Jull, Richardson, Toppenberg, Comerford & Bui, 1993). In einer Pilotstudie untersuchte ein erfahrener Therapeut mittels *Pressure Biofeedback Unit* die Aktivität des TvA bei einer Gruppe mit LBP und einer Gruppe ohne Symptome. Es zeigte sich, dass in der Gruppe mit LBP nur 10% der Probanden fähig waren, das *Abdominal Hollowing* auszuführen. Bei der Kontrollgruppe waren es 82%. Die

Studie bestätigte ein Defizit der Aktivität des TvA bei Patienten mit LBP (Richardson & Jull, 1995). Um die Effektivität eines Übungsprogrammes zu evaluieren, führten O'Sullivan, Twomey & Allison (1997) eine randomisierte, kontrollierte Studie an Patientinnen und Patienten mit der diagnostizierten Pathologie Spondylolyse oder Spondylolisthesis durch. Dabei verglichen sie ein Übungsprogramm welches das *Abdominal Hollowing* und dessen dazugehörenden Belastungsaufbau beinhaltete mit einem konventionellem Übungsprogramm. Es zeigte sich, dass die Gruppe mit *Abdominal Hollowing* nach einer zehnwöchigen Trainingsphase signifikant weniger Schmerzen und mehr Funktionalität im Alltag hatte. Bei der Kontrollgruppe wurde keine signifikante Verbesserung festgestellt. Die verbesserte motorische Kontrolle der segmentalen Stabilisatoren führte dazu, dass das Defizit der passiven Bandstrukturen wieder kompensiert und die Wirbelsäule somit stabilisiert werden kann (O'Sullivan et al., 1997; Richardson et al., 1999). Damit liegt Evidenz vor, dass Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten mit dem *Abdominal Hollowing* und der *Pressure Biofeedback Unit* ein Werkzeug haben, um den TvA bei Patientinnen und Patienten mit LBP zu untersuchen und zu behandeln.

### 3.4 Empfehlung für die Praxis 1999

Paul Hodges publizierte 1999 ein Review, das sich mit den aktuellen Praxisempfehlungen bezüglich des Trainings des TvA beschäftigte. Dabei fasste Hodges die folgenden Empfehlungen für die Praxis zusammen:

- Der TvA arbeitet unabhängig von der restlichen Bauchmuskulatur und sollte deshalb separat von dieser trainiert werden.
- Der TvA ist grundsätzlich der am meisten betroffene Bauchmuskel bei Patientinnen und Patienten mit LBP und sollte darum separat von der restlichen Bauchmuskulatur trainiert werden.
- Der TvA sollte so trainiert werden, dass er zwar tonisch kontrahiert, aber nicht konstant aktiviert bleibt.
- Der TvA verliert seine tonische Funktion bei Patientinnen und Patienten mit LBP und muss daher trainiert werden, um diese Funktion zurückzuerlangen.
- Die funktionelle Interaktion zwischen TvA, Diaphragma und der Beckenbodenmuskulatur sollte beim Training berücksichtigt werden.
- Der TvA hat eine ähnliche Funktion in verschiedenen Situationen, deshalb muss

anfangs keine Übung in einer funktionellen Position gewählt werden.

Somit verfügten Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten über eine Empfehlung zu Befund und Behandlung, die auf dem damals aktuellsten Wissen über den TvA basiert. In Paul Hodges Werk *Spinal Control* (2013) fassten die Autorinnen und Autoren den nun aktuellen Stand der Praxisempfehlungen zur Behandlung von Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen zusammen. Die neuen Empfehlungen werden im nächsten Kapitel besprochen.

### 3.5 Empfehlung für die Praxis 2013

Mittlerweile überwiegt in der Forschung die Einigkeit darüber, wie man Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen behandeln soll (Hodges et al., 2013). Professor Hodges erwähnte in seiner Publikation 2008, dass man seit längerem übereinstimmt, dass es nicht sinnvoll sei bei jeder Patientin und jedem Patienten mit Rückenschmerzen den TvA spezifisch zu trainieren. Er sieht in dieser Intervention bei einem Mangel an Stabilität der Wirbelsäule jedoch nach wie vor einen Nutzen und stützt sich dabei unter anderem auf die Evidenz von Hodges & Richardson (1996). Seiner Meinung nach besteht kein Zweifel, dass ein Zusammenspiel aller Rumpfmuskeln benötigt wird, um eine optimale Stabilität der Wirbelsäule zu erreichen. Uneinigkeit besteht nach wie vor darin, welches Vorgehen nun das Effektivste ist um die Stabilität der Wirbelsäule zu verbessern (Hodges et al., 2013). Meta-Reviews (Macedo, Maher, Latimer & McAuley, 2009) die dies untersuchten, konnten nicht feststellen, ob ein Vorgehen den anderen überlegen ist. Generell sei dies aufgrund der Heterogenität der verschiedenen Studien schwierig zu vergleichen – in der Auswahl von Übungen, Kontrollgruppen und Dauer von Interventionen liegen jeweils grosse Differenzen vor. Ein Metareview von van Middelkoop et al. (2013) verglich therapeutische Übungen mit keiner Behandlung, der Empfehlung, aktiv zu bleiben, medikamentöser Behandlung, Manualtherapie, Rückenschule/-edukation, Verhaltenstherapie, TENS/Lasertherapie/Ultraschall/Massage und Psychotherapie. Auf dieser Grundlage besteht laut Hodges et al. (2013) ein Konsens in den folgenden Punkten:

- Therapeutische Übungen sind nicht effektiv bei akuten Rückenschmerzen.
- Therapeutische Übungen sind effektiv bei chronischen Rückenschmerzen, doch bisher gibt es keine Evidenz dafür, dass eine Form von Training einer anderen überlegen ist.

- Untergruppen von Patientinnen und Patienten können auf die verschiedenen Formen von Therapeutischen Übungen unterschiedlich reagieren. Es ist aber immernoch unklar, welche Patientengruppe von welchen Übungen am meisten profitiert.
- Patientinnen und Patienten führen die verschiedenen therapeutischen Übungen meistens nicht mit hoher Qualität durch, weshalb die Supervision einer Therapeutin oder eines Therapeuten empfohlen ist.
- Werden Heimübungen verschrieben sollten Strategien benutzt werden, die deren qualitative Ausführungen verbessern können.
- Bei der Wahl der Therapeutischen Übungen sollte in Betracht gezogen werden, welche Bevorzugungen und Erwartungen die Patientinnen und Patienten haben.

Van Middelkoop et al. (2013) definierten therapeutische Übungen als eine Serie von regelmässig ausgeübten, spezifischen Bewegungen mit dem Ziel, den Körper zu trainieren oder zu entwickeln und um die physische Gesundheit zu fördern. Dies beinhaltet eine grosse Auswahl an Übungen, die über die Muskulatur des Rumpfes hinausgehen. Die Forschenden sind sich dabei einig, dass Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen davon profitieren.

### 3.6 Die Debatte um den M. transversus abdominis

---

*The days of contracting transversus abdominis as the primary exercise and then sending the patient away are over. Instead, training of transversus abdominis should be part of the intervention, when appropriate for the patient and the changes in their control system.*

*Hodges (2008), S. 942*

---

Parallel zu Hodges' Forschung bildete sich auf Basis biomechanischer Forschung eine alternative Ansicht. Um die bei der Stabilisierung involvierten Rumpfmuskeln und mögliche Mechanismen bei verschiedenen Formen der Beanspruchung der Wirbelsäule zu identifizieren, führten Kavcic, Grenier & McGill (1999) eine systemische biomechanische Analyse durch. Dabei wurden die Kinematik der Wirbelsäule, die externen Kräfte und die Aktivität des M. rectus abdominis, M. obliquus externus, M. obliquus internus, M. quadratus lumborum, M. latissimus dorsi, M. erector spinae und des TvA mittels Elektromyographie-Aufnahmen gemessen. Zehn Probandinnen und Probanden führten acht verschiedene Übungen aus (Rumpfbeugen, Seitstütz, auf einem Gymnastikball sitzen und weitere) während die Messungen ausgeführt wurden. Dabei stellte sich heraus, dass die grossen, multisegmentalen Muskeln (globale Muskulatur) eine richtungsabhängige stabilisierende Wirkung auf die Wirbelsäule hatten, während die intersegmentalen Muskeln (lokale Muskulatur) nur kleine Effektivität aufwiesen. Kavcic et al. (2004) widersprechen in ihrer Schlussfolgerung den Empfehlungen für die Praxis von Hodges (1999). Ihrer Meinung nach dominiert kein einzelner Muskel in der Verbesserung der Stabilität der Wirbelsäule. Die individuelle Rolle in dieser Funktion ändert sich kontinuierlich je nach Anforderungen an die Wirbelsäule und es sei somit empfehlenswert, Übungen zu wählen, die viele verschiedene Rumpfmuskeln involvieren. Kavcic et al. (2004) legen damit einen oft zitierten Grundstein für weitere Forschung in Richtung aufgabenspezifischer Stabilität.

Basierend auf den Studien Morris, Lay & Allison (2007) und Allison, Morris & Lay (2008) publizierten Allison & Morris 2008 das Review *Transversus abdominis and core stability: has the pendulum swung?*. Dabei unterstellen die Autoren der in der Literatur als anerkannte Meinung, dass die verzögerte Aktivierung des TvA zu schlechter Stabilität der Wirbelsäule führt, bei näherer Betrachtung einen Mangel an Evidenz. Sie stützen sich auf die Ergebnisse ihrer eigenen Studien: Die Literatur (Hodges & Richardson, 1996; Hodges & Richardson, 1997) generalisiere eine unilaterale Aktivität des TvA auf ein bilaterales Aktivierungsmuster. Dass daraus darauf geschlossen werden könnte, dass eine bilaterale Aktivierung des TvA zu einer verbesserten Stabilität der Wirbelsäule führte, zweifelten sie an. Morris et al. (2007) und Allison et al. (2008) fanden heraus, dass bei einer unilateralen Armbewegung der kontralaterale Anteil des TvA zwar vor dem ipsilateralen M. deltoideus aktiv ist, der ipsilaterale Anteil des TvA aber signifikant verzögert kontrahiert. Dies führte zum Schluss, dass eine bilaterale Aktivierung des TvA nicht das normale Aktivierungsmuster für eine unilaterale Armbewegung ist, was bis dahin die von der Literatur anerkannte Annahme war (Hodges & Richardson, 1996). Desweiteren wurde von Cresswell et al. (1992 & 1994) und Hodges & Richardson (1996 & 1997) die von der Bewegungsrichtung der Schulter unabhängige antizipatorische Aktivierung des TvA der posturalen Kontrolle der Wirbelsäule zugeschrieben. Morris et al. (2007) fanden heraus, dass der TvA bei beidseits alternierender Schulterflexion klar bewegungsrichtungsspezifisch aktiviert – der kontralaterale TvA weist bei Flexion und Extension des ipsilateralen Armes unterschiedliche Aktivierungsmuster auf. Morris et al. (2007) interpretieren dies eher als Teil des Bewegungsmusters der Schulter, statt als Strategie, die Wirbelsäule vor den entstehenden Kräften zu schützen. Allison & Morris (2008) führen die Ergebnisse von Hodges & Richardson (1996), die eine verzögerte Aktivierung des TvA bei Patienten mit LBP während einer unilateralen Armbewegung beschreibt, nicht auf eine weniger optimale Stabilität der Wirbelsäule zurück. Es läge lediglich ein Mangel an der Rumpfrotation während einer bilateralen Armbewegung vor, die durch anatomische Gegebenheiten der kleinen Gruppe an Probanden aufgetreten sei. Obwohl auch neuere Studien dem isolierten Training des TvA einen klinischen Nutzen zuschrieben (Ferreira, Maher, Herbert & Refshauge, 2006; Hauggaard & Persson, 2007), sei die Annahme, der TvA trage signifikant zur mechanischen Stabilität der Wirbelsäule bei, nicht auf Evidenz basiert (Allison & Morris, 2008).

Noch im selben Jahr antwortete Hodges (2008) als Autor der kritisierten Studie mit seiner Publikation *Transversus abdominis: a different view of the elephant* auf die Beobachtungen und Interpretationen von Allison & Morris (2008). Der Titel von Hodges Publikation bezieht sich auf die Studie von Reeves et al. (2007) namens *Spine stability: The six blind men and the elephant*. Hodges (2008) ist der Meinung, dass physiologische oder biomechanische Studien wie Morris et al. (2007) oder Allison et al. (2008) nicht den positiven Outcome des isolierten Trainings des TvA in der klinischen Forschung bezweifeln kann. Die Resultate würden lediglich zeigen, dass die motorische Kontrolle des TvA komplizierter als zuvor angenommen sei. Kritiker erwähnen oft, dass die Effektivität dieses Trainingsprogramms enttäuschend sei. Setzt man sich aber mit den aktuellen systematischen Meta-Reviews auseinander (Ferreira et al., 2006; Hauggaard & Persson, 2007) zeigen diese auf, dass das spezifische Training der tiefen Bauchmuskulatur einen signifikanten Effekt in den jeweiligen Populationen erreicht. In einer generellen Gruppe mit nicht-spezifischen Rückenschmerzen wird ein reduzierter, nicht signifikanter Effekt bei der Reduktion von Schmerzen und Invalidität erreicht. Allison & Morris (2008) haben festgestellt, dass die Aktivität des TvA vor unilateralen Armbewegungen aus der durch die Armbewegung ausgelöste Rotation im Rumpf resultiert. Diese Aktivität des TvA könne nicht auf einen Feedforward-Mechanismus bezogen werden. Hodges (2008) stellte jedoch fest, dass während einer Rotation der Wirbelsäule, der TvA je nach Bewegungsrichtung unterschiedlich aktiv ist. Die Rotationskräfte von M. obliquus externus und M. obliquus internus überwiegen deutlich (Urquhart & Hodges, 2004), weil die Beteiligung des TvA aufgrund des kurzen Hebelarms belanglos sei (Urquhart, Baker, Hodges, Story & Briggs, 2005). Der TvA zeige im Gangzyklus ein Aktivierungsmuster das darauf schliessen lasse, dass er mehrere Aufgaben gleichzeitig ausführe: tonische Aktivität während des Ganges mit einem Peak beim Heelstrike und phasische Aktivität in Verbindung mit der Atmung (Saunders, Rath & Hodges, 2004). Gemäss Hodges (2008) nehmen Allison & Morris fälschlicherweise an, dass ein Muskel jeweils nur eine Aufgabe auf einmal ausführen könne – in diesem Fall die Rotation der Wirbelsäule. Die Erkenntnisse zur Aktivität des TvA während des Ganges würden dies widerlegen. Bei einer unilateralen Armbewegung aktiviert, laut Allison & Morris (2008), die ipsilaterale Seite des TvA gegenüber der kontralateralen Seite signifikant verzögert. Daraus schliessen sie, dass eine antizipatorische bilaterale Aktivierung des TvA bei einer unilateralen Armbewegung nicht das normale Bewegungsmuster sei. Hodges

(2008) argumentiert, dass dieses Resultat von Allison & Morris (2008) doch ein Einsetzen des TvA im Sinne eines Feedforward-Kontroll-Mechanismus sei. Der Muskel aktiviere beidseits, bevor eine Bewegung in der Schulter einsetzt und bevor irgendwelche reaktiven Kräfte auf die Wirbelsäule wirken können. Dementsprechend sieht Hodges keinen Widerspruch zu seinen Erkenntnissen. Allison & Morris (2008) halten fest, dass Kavcic et al. (2004) erkannt haben, dass die multisegmentale Muskulatur aufgrund ihrer Möglichkeit, grössere Kräfte zu generieren, auch mehr Potenzial zur Stabilisierung habe als die intersegmentale Muskulatur. Somit habe der TvA ebenfalls wenig Potenzial, die Wirbelsäule zu stabilisieren. Hodges (2008) stellt hingegen fest, dass der TvA im Vergleich zur restlichen Bauchmuskulatur die besten Voraussetzungen habe, den intraabdominellen Druck zu erhöhen (Cresswell, Grundström & Thorstensson, 1992). Durch die Erhöhung des intraabdominellen Drucks werde, wie bereits bekannt sei, die Stabilität der Wirbelsäule verbessert (Cholewicki et al., 1999). Die Annahme, dass der TvA aufgrund eines kleinen Hebelarms wenig Einfluss auf die Stabilität habe, basiere auf der verfehlten Annahme, dass der TvA als Flexor arbeite. Die Rolle des TvAs in der Steigerung des intraabdominellen Drucks sei von Kavcic et al. (2004) ignoriert worden. Weiterhin argumentiert Hodges (2008), dass das Aktivierungsmuster des TvA bei Rumpfbewegungen, isometrischen Anforderungen an den Rumpf (Cresswell et al., 1992) und bei Störungen des Rumpfes in liegender (McCook, Vicenzino & Hodges, 2009) sowie sitzender Position (Eriksson, Crommert & Thorstensson, 2008) jeweils einzigartig sei. Allison & Morris würden das Aktivierungsmuster als Reaktion auf eine einzelne Anforderung an die Wirbelsäule, in diesem Fall die Bewegung eines Arms, generalisieren. Dadurch übersähen sie, dass es bereits eine breite Palette an Modellen gebe, die Einsicht in die vielfältigen Aktivierungsmuster des TvA geben. Dass das besprochene Aktivierungsmuster mit der Stabilität der Wirbelsäule zu tun habe, sei nicht erwiesen – es sei lediglich eine Hypothese, dass die Aktivierung des TvA zu einer verbesserten Stabilisierung führen könne (Hodges et al., 2003 & Barker et al., 2005). Allison & Morris (2008) machen tatsächlich keine Aussagen zu unterschiedlichen Aktivierungsmustern bei verschiedenen Ausgangsstellungen oder Anforderungen. Sie erwähnen jedoch, dass nicht erwiesen sei, dass eine veränderte Aktivierung des TvA zu einer Einschränkung der Stabilität der Wirbelsäule führe. Hodges (2008) gibt zu, dass es schwierig sei, diese Aussage zu evaluieren. Dies liege insbesondere daran, dass es nicht möglich sei, den TvA bei Menschen auszuschalten beziehungsweise Personen ohne diesen Muskel zu testen.

Laut Hodges (2008), gehe bei der Debatte um den TvA oftmals ein essentieller Punkt vergessen: Rückenschmerzen seien nicht auf einen einzelnen Muskel zurückzuführen. Es handelt sich um ein System von Veränderungen in einem komplexen System. Veränderungen der motorischen Kontrolle des TvA sind relativ leicht zu befunden, da sie bei Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen oft auftreten (Hodges & Richardson, 1996 & 1998), während die Veränderungen in anderen Muskeln variabel sind (van Dieen, Selen & Cholewicki, 2003 und Hodges, Cholewicki, Coppieters & MacDonald, 2006). Aus diesem Grund seien Veränderungen beim TvA ein effektiver Marker, um Dysfunktionen im System zu finden. Neuere Studien zeigen, dass Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen gar eine erhöhte Stabilität der Wirbelsäule aufweisen (Hodges, van den Hoorn, Dawson & Cholewicki, 2009). Laut Hodges & Cholewicki (2007) führe dieser Erkenntnis<sup>2</sup> zu neuen Perspektiven im Verständnis der optimalen Kontrolle der Wirbelsäule. Die Aufgabe bestehe nicht mehr in der Erhöhung der Stabilität, sondern im Finden einer optimalen Balance. Hodges (2008) betont, dass die Rehabilitation von Patientinnen und Patienten mit LBP sich nicht auf einen einzelnen Muskel beziehen könne, sondern dass eine genaue Evaluation eines ganzen Systems erfolgen müsse. Schliesslich stimmen Hodges (2008) und Allison & Morris (2008) in einem Punkt überein: Man weiss nicht, warum Interventionen, welche die motorische Kontrolle verbessern, effektiv sind. Erwiesen ist, dass das isolierte Training des TvA die motorische Kontrolle dieses Muskels bei anderen Tätigkeiten, beispielsweise dem Heben eines Armes (Tsao & Hodges, 2007) und im Gangzyklus (Tsao & Hodges, 2008) sowie die Organisation des motorischen Kortex (Tsao, Galea & Hodges, 2008) ändert. Die Resultate von Morris et al. (2007) und Allison et al. (2008) widersprechen der Ansicht nicht, welche die bisherige Literatur über die Funktionsweise des TvA vertritt – sie ergänzen diese und zeigen deren Komplexität auf. Aktuelle Literatur (Ferreira et al. 2006), Hauggaard & Persson (2007) zeigt, dass die klinische Anwendung dieses Wissens ein positives Outcome haben kann.

---

<sup>2</sup> Dies ist vermutlich auf eine erhöhte Aktivität der globalen Muskulatur zurückzuführen (Hodges, 2008).

### 3.7 Wiederholung der Studie von Hodges & Richardson (1996)

Aufgrund der Kontroverse um die klinische Relevanz des Aktivierungsmusters des TvAs führten Gubler et al. (2010) eine Studie in Anlehnung an Hodges & Richardson (1996) durch. Gubler et al. (2010) erhielten aber ganz andere Ergebnisse. Da die bisher übliche Methode der Feindraht-Elektromyographie-Aufnahmen um das einsetzen Muskulärer Aktivität zu messen invasiv und zeitintensiv ist, benutzten Gubler et al. (2010) die nicht-invasive Gewebedopplerechokardiographie (siehe Tabelle 2). Getestet wurde die Aktivität des *M. obliquus externus*, *M. obliquus internus* und des TvA während unilateraler Armbewegungen bei Patienten mit chronischen nicht-spezifischen Rückenschmerzen und bei schmerzfreien Personen. Während Hodges & Richardson (1996) für diese Untersuchung 30 Probanden in 2 Kontrollgruppen verteilten, nutzten Gubler et al. (2010) insgesamt 96 Probanden. Zusätzlich sollte die Korrelation zwischen des Zeitpunkts der Aktivierung der Bauchmuskulatur und verschiedenen klinischen Variablen wie Schmerz und Behinderung untersucht werden. Unabhängig der Gruppenzugehörigkeit der Probanden wurde festgestellt, dass der *M. obliquus externus*, *M. obliquus internus* und TvA vor dem *M. deltoideus* im Sinne der Feedforward-Kontrolle aktiviert wurde. Es gab keine signifikante Korrelation zwischen frühester Aktivierung der gemessen Bauchmuskulatur und den klinischen Variablen. Somit konnten die Ergebnisse von Hodges & Richardson (1996), nämlich dass der TvA bei Armbewegungen bei Patienten mit Rückenschmerzen verzögert aktiviert, nicht bestätigt werden. Gubler et al. (2010) folgern daraus, dass die Rolle des TvA im Bezug auf die Stabilität der Wirbelsäule und auf die Rückenschmerzen überbewertet wurde. Zwar zeigten die in der Klinik benutzten Stabilitätsübungen rund um den TvA einen klinischen Nutzen, doch ist dafür nicht eine verzögerte Aktivierung des Muskels verantwortlich. Die Ursache sei viel mehr bei anderen, noch unbekanntem Begründungen zu suchen.

## 4 Zusammenfassung wegweisender Literatur zum Thema

In diesem Kapitel wird auf sechs ausgewählte Studien näher eingegangen. **Tabelle 1** bietet einen Überblick über die untersuchten Studien mit deren Autoren, Titel und Jahr der Publikation. Es wurden drei Studien beurteilt, deren Resultate das isolierte Training des TvA unterstützen und drei, deren Resultate eine andere Richtung vorgeben. Die Begründung, warum diese 5 Studien gewählt wurden, das Studiendesign und eine kurze Zusammenfassung werden in **Tabelle 2** aufgeführt.

**Tabelle 1.** Übersicht über die beurteilten Studien.

Autoren	Titel	Jahr
Hodges, P. W., & Richardson, C. A.	Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis.	1996
Cholewicki, J., Juluru, K., & McGill, S. M.	Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine.	1999
Barker, P. J., Guggenheimer, K. T., Grkovic, I., Briggs, C. A., Jones, D. C., Thomas, C. D., & Hodges, P. W.	Effects of Tensioning the Lumbar Fasciae on Segmental Stiffness During Flexion and Extension.	2006
Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M.	Determining the Stabilizing Role of Individual Torso Muscles During Rehabilitation Exercises	2004
Gubler, D., Mannion, A. F., Schenk, P., Gorelick, M., Helbling, D., Gerber, H., Toma, V., & Sprott, H.	Ultrasound Tissue Doppler Imaging Reveals No Delay in Abdominal Muscle Feed-Forward Activity During Rapid Arm Movements in Patients with Chronic Low Back Pain	2010
Allison, G. T., Morris, S. L., & Lay, B.	Feedforward Responses of Transversus Abdominis Are Directionally Specific and Act Asymmetrically: Implications for Core Stability Theories	2008

**Tabelle 2.** Details zu den Studien.

Studie	Studiendesign	Begründung der Wahl	Zusammenfassung
Hodges & Richardson (1996)	Quasi-experimentelles Design	Die Studie zeigte erstmals ein Defizit des TvA und gab somit den Startschuss für Behandlungs- und Forschungsansätze für die kommenden Jahre.	<p><i>Ziel</i></p> <p>Das Aktivierungsmuster der Rumpfmuskulatur bei auftretender Störung der Wirbelsäule in Form von Armbewegungen soll evaluiert werden. Die Frage nach Dysfunktionen bei Patientinnen und Patienten mit LBP soll beantwortet werden.</p> <p><i>Methodik</i></p> <p>15 Patientinnen und Patienten mit LBP und eine Kontrollgruppe bestehend aus 15 Personen ohne Rückenschmerzen führten im Stehen auf einen visuellen Stimulus hin eine Flexion, Extension und Abduktion der Schulter aus. Die Aktivität der Bauchmuskulatur, des M. multifidii pars lumbaris und des kontralateralen M. deltoideus wurden mittels Feindraht- und Oberflächen- Elektromyographie gemessen.</p> <p><i>Ergebnisse</i></p> <p>Schulterbewegungen unabhängig von der Richtung resultierten in einer Kontraktion der Rumpfmuskulatur, kurz bevor oder kurz nachdem der M. deltoideus aktiviert wurde. Der TvA wurde immer als Erstes aktiv, unabhängig von der Bewegungsrichtung des Arms. Kontraktion des TvA war bei Patientinnen und Patienten mit LBP in jeder Bewegungsrichtung signifikant verzögert.</p> <p><i>Schlussfolgerung</i></p> <p>Die verzögerte Aktivierung des TvA zeigt ein Defizit in der motorischen Kontrolle, welches zu einer insuffizienten Stabilisation der Wirbelsäule führt.</p>

Cholewicki et al. (1999) Biomechanische Studie

Das von Cholewicki et al., (1999) entwickelte physikalische Modell lieferte erste Evidenz, dass die Erhöhung des intraabdominellen Drucks zu einer erhöhten Stabilität der Wirbelsäule führt. Wird in aktueller Literatur über Stabilität der Wirbelsäule und intraabdominellen Druck geschrieben, werden jeweils die Ergebnisse dieser Studie zitiert, was die Wichtigkeit und die Aktualität dieser Studie veranschaulicht.

*Ziel*

Die Stabilisation der Wirbelsäule durch intraabdominellen Druck soll mit einem vereinfachten physikalischen Modell und theoretischen Berechnungen illustriert werden.

*Methodik*

Das Modell beinhaltet ein umgekehrtes Pendel, das von linear angeordneten Federn umgeben ist, welche die Bauchmuskulatur und den M. erector spinae repräsentieren. Der intraabdominelle Druck wurde mittels eines pneumatischen Kolbens simuliert, welcher mit Kompressionsluft aktiviert wird. Das Modell wurde von den Federn und dem Kolben aufrecht gehalten und es wurde Gewicht auf das Modell appliziert bis eine kritische Belastung erreicht wurde (definiert durch den Moment, wenn sich das Modell verbiegt). Es wurden 2 Mechanismen unabhängig voneinander an diesem Modell getestet: der erste Mechanismus war eine Kokontraktion der Bauchmuskulatur und des M. erector spinae. Der 2. war die Kontraktion der Bauchmuskulatur zur Erhöhung des intraabdominellen Drucks.

*Resultate*

Die kritische Belastung und somit die Stabilität erhöhte sich bei beiden Mechanismen.

*Schlussfolgerung*

Der Mechanismus des intraabdominellen Drucks scheint bei Aktivitäten wie Heben und Springen, die in der Wirbelsäule ein Extensionsmoment erzeugen, die bessere Wahl zu sein um die Wirbelsäule zu stabilisieren, da dies ohne die Kokontraktion des M. erector spinae geschieht. Somit ist bei dieser Muskelgruppe die volle Kapazität für die eigentliche Aktivität vorhanden.

Barker et al., 2006

Biomechanische Studie an nicht einbalsamierten menschlichen Bewegungssegmenten der Lendenwirbelsäule

Die Studie liefert aktuelle Evidenz, dass die Erhöhung der Spannung der thorakolumbalen Faszie, welches eine moderate Kontraktion des TvA simuliert, die segmentale Stabilität der Lendenwirbelsäule erhöht.

#### *Ziel*

Der Effekt einer Spannungserhöhung der thorakolumbalen Faszie auf die Steifheit eines Bewegungssegments der Wirbelsäule während einer Flexions- oder Extensionbewegung soll untersucht werden.

#### *Methode*

Kompressionsbelastung mit einem Flexions- oder Extensionsmoment wurden auf 17 Bewegungssegmente der Lendenwirbelsäule aus 9 nicht einbalsamierten Kadavern appliziert. Belastung, axiale Verschiebung und Steifheit der Bewegungssegmente wurden gemessen. Währenddessen wurde 20N laterale Zugspannung über die thorakolumbale Faszie auf die Bewegungssegmente angewendet.

#### *Resultate*

Fasziale Spannung erhöhte den Widerstand der Bewegungssegmente während Kompressionsbelastung (<200N) mit Flexionsmoment um durchschnittlich 9.5N. Der Widerstand während der Kompressionsbelastung in Extension verringerte sich um durchschnittlich 6.6N. Fasziale Spannung verringerte die axiale Verschiebung der Bewegungssegmente in der Anfangsphase der Kompressionsbelastung mit Flexionsmoment (0-2N) um 26% und bei 450N Belastung um 2%. Beim Extensionsmoment erhöhte sich die axiale Verschiebung am Anfang der Belastung um durchschnittlich 23% und bei 450N Belastung um 1%. Steifheit der Bewegungssegmente erhöhte sich beim Flexionsmoment bei 25N Belastung um 44% und 8% beim Extensionsmoment.

#### *Schlussfolgerung*

Die Resultate unterstützen die Hypothese, dass der TvA durch die Spannung der thorakolumbalen Faszie signifikant zur Stabilität der Wirbelsäule beiträgt, besonders am Anfang der Bewegung eines Bewegungssegments, wobei initiale Verschiebungen hypothetisch komplett verhindert werden können.

Kavcic et al., 2004	Biomechanische Studie	Die Ergebnisse dieser Arbeit dienen als Inspiration vieler weiterer Studien, die sich mit dem Zusammenspiel der Rumpfmuskulatur zur Stabilisierung der Wirbelsäule bei verschiedenen Anforderungen beschäftigen. Diese Ansicht unterscheidet sich von derjenigen der Forschungsgruppe um Hodges bezüglich Stabilisierung der Wirbelsäule. Sie bestätigen zudem das directionspezifische Kokontraktionsmuster der globalen Rumpfmuskulatur, wovon bereits in früheren Studien berichtet wurde (McGill, 1991 & Thomas, Lavender, Corcos & Andersson, 1998 & Gardner-Morse & Stokes, 2001).	<p><i>Ziel</i> Es sollte identifiziert werden, welche Muskeln die Wirbelsäule während verschiedenartigen Beanspruchungen stabilisieren und welche möglichen Mechanismen bei den besagten Muskeln vorliegen.</p> <p><i>Methode</i> Zehn Probanden führten acht verschiedene Übungen aus (Rumpfbeugen, Seitstütz rechts, sitzen auf einem Stuhl und auf einem Gymnastikball, Vierfüssler mit Heben eines Armes und des kontralateralen Beines, Vierfüssler mit Heben eines Beines, Brücke, Brücke mit Heben eines Beines) während die Kinematik der Wirbelsäule, die externen Kräfte und die Aktivität des M. rectus abdominis, M. obliquus externus &amp; internus, M. quadratus lumborum, M. latissimus dorsi, M. erector spinae und des TvA mittels Elektromyographie-Aufnahmen gemessen wurde. Die Stabilität während den Rumpfübungen wurde evaluiert, indem Abweichungen des Rumpfes in der Frontal-, Sagittal- und Transversalebene gemessen wurden. Mit dieser Messmethode wurde es möglich, den Beitrag einzelner Muskeln zur Stabilität der Wirbelsäule in Relation zur restlichen Rumpfmuskulatur zu messen.</p> <p><i>Resultate</i> Bei den verschiedenen Anforderungen, welche durch die verschiedenen Rumpfübungen generiert wurden, wies kein Muskel ein konstantes Muster<sup>3</sup> auf, um die Wirbelsäule zu stabilisieren. Ausserdem führte bei keiner Rumpfübung die fehlende Aktivität eines einzelnen Muskels zu messbarer Instabilität der Wirbelsäule. Die intersegmentale Muskulatur wies eine wesentliche richtungsabhängig stabilisierende Funktion auf, während der Beitrag der kleineren, multisegmentalen Muskulatur nicht signifikant war.</p>
---------------------	-----------------------	--	---

---

<sup>3</sup> Kavcic et al. (2004) benennen den Zeitpunkt und die Intensität der Muskelaktivierung als Muster bzw. «pattern»

*Schlussfolgerung*

Die Hypothese der Forschungsgruppe Kavcic et al. (2004), warum die globale Muskulatur mehr zu der Stabilisierung der Wirbelsäule beitragen als die lokale, lautet: die globale Muskulatur hat mehr Potential Kräfte zu generieren, weil sie einen grösseren Querschnitt und längere Hebelarme aufweist. Dadurch kann sie eine stärkere Kompression in der Lendenwirbelsäule bewirken, was zu einer erhöhten Steifheit der Wirbelsäule führt. Betrachtet man die Wichtigkeit der Rumpfmuskulatur, Kräfte und Steifheit auf die Wirbelsäule generieren zu können, weist der TvA nur ein geringes Potential auf. Eine wichtige Schlussfolgerung dieser Studie ist, dass kein einzelner Muskel in jeder Situation die Wirbelsäule stabilisieren kann, denn das Ausbleiben von Aktivität eines Muskels führte in keinem Fall zu einer instabilen Wirbelsäule. Je nachdem wie die Wirbelsäule belastet wird braucht es eine Integration verschiedener Rumpfmuskeln, um ein optimales Gleichgewicht an Stabilität zu erhalten.

Gubler et al., 2010	Querschnittsstudie	Die Autoren wiederholten die Studie von Hodges & Richardson (1996) und widerlegten die damaligen Ergebnisse.	<p><i>Ziel</i></p> <p>Die früheste Aktivität der lateralen Bauchmuskulatur während rapiden Armbewegungen sollte mittels neuen Messmethoden an Patientinnen und Patienten mit CNSLBP und einer schmerzfreien Kontrollgruppe evaluiert werden. Zusätzlich sollte die Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der Aktivierung der Bauchmuskulatur und verschiedenen klinischen Variablen (Schmerz, Behinderung, etc.) untersucht werden.</p> <p><i>Methode</i></p> <p>48 Patientinnen und Patienten mit CNSLBP und eine gleich grosse schmerzfreie Kontrollgruppe nahmen an der Studie teil. Während rapider Flexion, Extension und Abduktion wurden die oberflächlichen, elektromyographischen Signale des M. deltoideus und der lateralen Bauchmuskulatur (M. obliquus externus, M. obliquus internus und TvA) mittels Gewebedopplerechokardiographie gemessen. Die Gewebedopplerechokardiographie ist eine Ultraschalltechnik, welche eine</p>
---------------------	--------------------	--	---

modifizierte Dopplertechnik benutzt um die Geschwindigkeit von Gewebsbewegungen zu quantifizieren (Moran, McDicken, Groundstroem, & Sutherland, 2013). Eine Studie, welche die beiden Messmethoden miteinander verglich erwies, dass die Gewebedopplerechokardiographie valide und reliabel ist (Mannion et al., 2008).

#### *Resultate*

Mit Ausnahme der Flexion der rechten Schulter tendierten die Patientinnen und Patienten mit CNSLBP dazu, eine frühere Aktivität der lateralen Bauchmuskulatur zu haben. Die Gruppenzugehörigkeit bezüglich Aktivität der lateralen Bauchmuskulatur erreichte jedoch keine statistische Signifikanz. Es gab keine Korrelation zwischen frühester Aktivierung der lateralen Bauchmuskulatur und Dauer von CNSLBP, durchschnittlichem Schmerz in der letzten Woche, schlimmstem Schmerz in der letzten Woche, Schmerzhäufigkeit, Gebrauch von Schmerzmedikamenten und Invalidität bei Aktivitäten des täglichen Lebens (erfasst mit dem Roland Morris Disability Questionnaire).

#### *Schlussfolgerung*

Beide Gruppen wiesen einen Feedforward-Kontroll-Mechanismus der lateralen Bauchmuskulatur auf. Es gab keine verzögerte Aktivität der lateralen Bauchmuskulatur bei rapiden Schulterbewegungen bei beiden Gruppen. Die Patientengruppe wies sogar eine leichte Tendenz zur früheren Aktivierung der kontralateralen Bauchmuskulatur auf. Die Schlussfolgerungen von Bergmark (1989), dass die Bauchmuskulatur antizipatorisch aktiviert wird um den durch Armbewegungen ausgelösten Belastungen auf die Wirbelsäule entgegenzuwirken, werden durch diese Studie bestätigt. Die Ergebnisse von Hodges & Richardson (1996), dass der TvA bei Armbewegungen bei Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen verzögert aktiviert, wurde widerlegt. Die klinische Relevanz des Aktivierungszeitpunktes der lateralen Bauchmuskulatur bei Belastungen der Wirbelsäule bleibt obskur.

Allison et al. 2008	Experimentelle Laborstudie	Die Ergebnisse dieser Studie und den daraus resultierenden Schlussfolgerungen führten zu Widersprüchen gegenüber den Ergebnissen von Hodges & Richardson (1996), worauf sich die Debatte zwischen Hodges und Allison & Morris bildete.	<p><i>Ziel</i></p> <p>Hodges &amp; Richardson (1996) und Hodges &amp; Richardson (1997) generalisierten eine unilaterale Feedforward-Aktivität des TvA bei kontralateralen Armbewegungen auf ein bilaterales Aktivierungsmuster. Diese Limitation macht die bisherige Annahme fragwürdig, dass die verzögerte Aktivierung des TvA zu einer schlechten Stabilität der Wirbelsäule führe. Aufgrund dessen untersuchten Allison et al. (2008) das bilaterale Aktivierungsmuster der Rumpfmuskulatur bei rapiden Armbewegungen.</p> <p><i>Methode</i></p> <p>Sieben gesunde Probanden führten auf einen auditiven Stimulus eine unilaterale Flexion, Extension und Abduktion der Schulter aus. Mittels Feindraht- und Oberflächen- Elektromyographie wurde die Aktivität des rechten und linken M. deltoideus und die darauffolgende bilaterale Aktivität des TvA, M. rectus abdominis, M. obliquus externus, M. obliquus internus, M. rectus abdominis, M. erector spinae und M. biceps femoris gemessen.</p> <p><i>Ergebnisse</i></p> <p>Bei rechten und linken unilateralen Bewegungen der Schulter aktivierte der TvA bewegungsrichtungsspezifisch, nämlich wies er ein unterschiedliches Aktivierungsmuster bei Flexion und Extension auf. Ausserdem kontrahierte der ipsilaterale Anteil des TvA signifikant verzögert gegenüber dem kontralateralen Anteil. Jedoch fand in jedem Fall der Aktivierungszeitpunkt des TvA im Sinne eines Feedforward-Mechanismus statt. Als Feedforward-Aktivität wurde eine Aktivierung der gemessenen Rumpfmuskulatur 50ms bevor der M. deltoideus kontrahiert, definiert.</p>
---------------------	----------------------------	--	---

*Schlussfolgerung*

Die Annahme von Hodges & Richardson (1996), dass die antizipative Aktivierung des TvA bei unilateralen Armbewegungen unabhängig von der Bewegungsrichtung stattfindet, konnte widerlegt werden. Ebenso stimmt ihre Annahme nicht, dass die Messungen des kontralateralen TvA bei rapiden Armbewegungen, auf ein bilaterales Aktivierungsmuster dieses Muskels übertragen werden kann. Denn es wurde ein signifikanter Unterschied im Zeitpunkt der antizipatorischen Kontraktion zwischen dem kontra- und ipsilateralen Anteil des TvA festgestellt. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass es nach wie vor unklar ist, wie und in welchem Masse der TvA zu der Stabilität der Wirbelsäule beiträgt.

---

## 5 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Entstehung der zwei grossen Paradigmen in Bezug auf den TvA aufzuzeigen. Es sollte aufgezeigt werden, weshalb in der Forschung kein gemeinsamer Nenner gefunden werden konnte und wie aktuell in der Praxis mit der Thematik umgegangen wird. Die Antworten auf diese Fragen und ihre Implikationen werden in dieser Diskussion erneut aufgegriffen. Mögliche Wirkmechanismen des Trainings des TvA werden aufgezeigt und begründet. Anschliessend werden die Ergebnisse reflektiert und Empfehlungen zur weiteren Forschung abgegeben.

### 5.1 Entstehung der zwei Paradigmen in Bezug auf den TvA

Die betrachteten Behandlungsansätze stellen einen Auszug einer grösseren Menge von Konzepten dar. Die Fokussierung auf zwei dieser Konzepte liess es zu, die Entstehung der beiden vertieft zu betrachten. Werden die Erkenntnisse dieser Arbeit in Zusammenhang mit der Entwicklung von Forschung und Praxis der letzten 20 Jahre gestellt, folgt die Frage, weshalb noch heute teils heftige Diskussionen geführt werden. Die Antwort liegt in den unterschiedlichen Forschungsgrundlagen der konkurrierenden Ansichten: während die Gruppe um Professor Hodges auf einer neurowissenschaftlichen Basis arbeitet, vertritt die Gruppe um McGill ein physiologisches beziehungsweise biomechanisches Vorgehen. Hodges Gruppe suchte nach einem Merkmal, mithilfe dessen schmerzfreie Personen von Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen unterschieden werden können und fand dies in der verzögerten Aktivierung des TvA. Der nächste Schritt bestand darin, Bewegungsengramme zu entwickeln, um diese Dysfunktion zu beheben. Hodges benutzte beim *Abdominal Hollowing* Kontraktionen des TvA auf niedrigem Niveau. Dabei stellt sich die Frage, ob dies die effektivste Methode zur Verbesserung des Aktivierungsmusters eines Muskels sei. Andere Forscher benutzen stärkere Kontraktionen, um Muskeln zu trainieren und um diverse Pathologien zu kurieren. Beispielsweise integriert Professor Janda den M. gluteus maximus ins Bewegungsengramm der Hüftextensoren, um das «crossed pelvic syndrome» zu behandeln. Dazu wählt er Übungen, die den M. gluteus maximus mit intensiven Kontraktionen isoliert trainieren (Janda, Frank & Liebenson, 2007). Die Forschungsgruppe in Prag um Dr. Kolar trainiert ebenfalls isoliert den TvA zur Behandlung von Rückenschmerzen, aber mit viel intensiveren Kontraktionen (Kolar, 2007). Die Forscher sind sich einig, dass für die Verbesserung eines Aktivierungsmusters isoliertes Training des

Muskels effektiv ist (Hodges et al., 2013 & McGill, 2013) und dass verbesserte Muster in Aktivitäten des täglichen Lebens integriert werden können (Tsao & Hodges, 2007 & 2008). Diese Beispiele zeigen, dass Forscher und Kliniker verschiedene Kontraktionsintensitäten wählen und bisher keine Evidenz vorliegt, welche die Effektivste ist. Entscheidet sich die Physiotherapeutin oder der Physiotherapeut somit dazu, das Aktivierungsmuster des TvA bei einer Patientin oder einem Patienten zu verbessern, liegt keine Evidenz vor, ob das isolierte Training des TvA auch wirklich auf niedrigem Kontraktionsniveau angewiesen ist. Das von der Forschungsgruppe rund um Professor McGill gewählte biomechanische Vorgehen betrachtet das Ganze aus einer anderen Perspektive. Sie untersuchen die Mechanik des TvA und die Anforderungen, welche durch die Aktivitäten im täglichen Leben und Sport an die Wirbelsäule und die an Rumpfmuskulatur gestellt werden. Deren Schlussfolgerungen sehen wie folgt aus: Der TvA als Bauchmuskel mit dem geringsten Querschnitt hat nur eine eingeschränkte Fähigkeit, Kräfte zu generieren (McGill, 2013) und wird durch grössere Muskeln wie M. obliquus externus, M. obliquus internus, M. latissimus dorsi, M. quadratus lumborum und M. erector spinae überlagert (Kavcic et al., 2004). Wird die Wirbelsäule mit viel Gewicht belastet, ist der Mechanismus des intraabdominellen Drucks von grosser Bedeutung und zweifelsohne hat der TvA durch seinen Faserverlauf eine optimale Lage, diesen zu erzeugen (Cholewicki et al., 1999). Ebenfalls ist evidenzbasiert, dass eine Erhöhung der Spannung der thorakolumbalen Faszie die Stabilität der Wirbelsäule erhöht. Der grössere, dickere M. obliquus internus teilt den Sehnenansatz an der thorakolumbalen Faszie mit dem TvA (Richardson et al., 2004 und Schulte & Schumacher, 2014). Er könnte dadurch jegliche Defizite des TvA in Bezug auf die Erhöhung des intraabdominellen Drucks und Spannung der thorakolumbalen Faszie kompensieren (McGill, 2013). Brown & McGill (2008) entdeckten, dass die zusammengesetzte Struktur der drei Schichten der Bauchmuskulatur die Stärke und Steifheit der Wirbelsäule erhöhen. Der TvA kann bei diesen Kraftentwicklungen aufgrund seiner geringen Masse mit der restlichen Bauchmuskulatur nicht mithalten. In diesem Zusammenhang muss beachtet werden, dass eine Erhöhung der Steifheit der Wirbelsäule nicht in jeder Situation mit einer Erhöhung der Stabilität der Wirbelsäule einhergeht. Dies zeigte das von Reeves et al. (2006) durchgeführte Experiment, bei welcher die Probanden auf einer instabilen Unterstützungsfläche das Gleichgewicht halten mussten. Durch erhöhte willkürliche Aktivität der Rumpfmuskulatur wurde die Stabilität der Wirbelsäule reduziert. Kavcic et al. (2004) zeigten, dass je nach Art der An-

forderung an die Wirbelsäule unterschiedliche Rumpfmuskeln aktiv sind und auch Unterschiede im Zeitpunkt und der Intensität deren Aktivierung auftreten. Beispielsweise spielt bei einer Rumpfbeuge der M. rectus abdominis eine klar dominante Rolle, wohingegen bei einem Seitstütz der M. quadratus lumborum sehr zentral ist. Reeves et al. (2006 & 2007) und Kavcic et al. (2004) verdeutlichen, dass die Anforderungen an die Wirbelsäule und deren Muskulatur klar Aufgabenspezifisch sind. Diese Erkenntnisse machen es fraglich, ob das Defizit eines Muskels, der ausserdem einen geringen Querschnitt aufweist, einen so enormen Fokus in der Rehabilitation von Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen haben soll. Es muss ausserdem beachtet werden, dass die Studien von Hodges & Richardson (1996) und Gubler et al. (2010) sich bezüglich eines Defizits des TvA bei Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen widersprechen. Betrachtet man die Unterschiede im neurowissenschaftlichen und biomechanischen Vorgehen und den daraus resultierenden Ergebnissen und deren Interpretation wird ersichtlich, wie es möglich wurde, dass sich solch unterschiedliche Paradigmen entwickelt haben und deren Interpretation schliesslich Anlass für die weiterbestehenden Differenzen sind.

## 5.2 Theorien zur Erklärung der Wirkung des Trainings des TvA

Angenommen, der TvA sei für die Stabilisierung der Wirbelsäule bei gewissen Bewegungen zuständig und die Behandlung des Muskels bewirke demzufolge eine erhöhte Stabilität. Dies würde die Frage aufwerfen, weshalb allen Patientinnen und Patienten der besprochenen Studien eine Instabilität zugeschrieben wird. Es wurden keine Assessments durchgeführt, die das belegen würden – aber dadurch stellt sich die Frage, wie trotzdem ein signifikanter positiver Effekt bei der Behandlung des TvA entsteht. Um den TvA zu trainieren, müsste den Patientinnen und Patienten zwingend erklärt werden, wie der Muskel funktioniert und wo er liegt – und diese *Patient Education* an sich könnte ebenfalls schon einen schmerzlindernden Effekt haben (Butler & Moseley, 2013). Die Prämisse von *Explain Pain* ist «Wissen ist Macht», was sich laut den Autoren auf Wissen über (neuro-) physiologische Vorgänge bezieht. Dieses Wissen habe einen deutlichen Effekt auf das Selbstmanagement von Schmerzen bei Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Die Verbindung zum Training des TvA und der erforderlichen Patient Education liegt auf der Hand. Die gleichen Fragen stellen sich, wenn die Rolle des TvA als minimal bis vernachlässigbar eingeschätzt wird. Auch dann könnte der Wirkmechanismus die durch *Patient Education* grössere Selbstwirksamkeit und das *Empowerment*, also das

Gefühl, selbst etwas an seiner Situation verändern zu können, sein. Aktuelle Studien beschäftigen sich mit dem Einfluss, den Aufmerksamkeit auf Schmerzen haben könnte. Während Schmerzen die Aufmerksamkeit automatisch auf sich ziehen und sich durch die dabei entstehenden Schmerzmuster perpetuieren können, kann bewusste Lenkung der Aufmerksamkeit auf das schmerzhafteste Körpergebiet die gleichen Schmerzen lindern (Lobanov, Quevedo, Hadsel, Kraft, & Coghill, 2013). Auch dieser Effekt könnte eine Rolle spielen, weil die Aufmerksamkeit für die Aktivierung des TvA in den unteren Rumpf gelenkt werden muss. Werden Trainingsprogramme mit generellen Rumpfübungen mit den gleichen Übungen plus TvA-spezifischen Stabilisierungsübungen verglichen, schneiden beide Programme positiv ab. Kurzfristig erzielt das Programm ohne stabilisierende Zusatzübungen bessere Resultate, jedoch war nach drei Monaten kein Unterschied mehr zu erkennen (Koumantakis, Watson, & Oldham, 2005). Während solche Studien die Effektivität von TvA-spezifischem Stabilitätstraining mit niedriger Belastung allein aufgrund des höheren Schwierigkeitsgrads in der Durchführung in Frage stellen, müssen die anderen beschriebenen Wirkungsmechanismen doch in Betracht gezogen werden. Das *Abdominal Hollowing* von der Forschungsgruppe rund um Professor Hodges, die oben erwähnte Methode von Dr. Kolar (Kapitel 5.1.1), die ebenfalls das Auftrainieren des TvA im Fokus hat, lediglich mit intensiveren Kontraktionen, ein klassisches Rumpftraining, wie bei der Studie von Koumantakis et al. (2005), oder das von Professor McGill benutzte *Abdominal Bracing*; alle diese Interventionen haben den Fokus, ein Defizit in der Stabilität der Wirbelsäule bei Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen zu behandeln. Die systematischen Meta-Reviews von Ferreira et al. (2006) und Hauggaard & Persson (2007) zeigten, dass das *Abdominal Hollowing* dabei einen klinischen Nutzen hat und unter anderem aus McGill (2013) ist ersichtlich, dass die anderen Interventionen keineswegs weniger Erfolge aufwiesen. Der Physiotherapeutin und dem Physiotherapeut stehen somit einige Werkzeuge zur Verfügung, um dieses Defizit zu behandeln.

### 5.3 Umsetzung der Empfehlungen für die Praxis

Das Kapitel «Theoretischer Hintergrund» beschreiben vorliegende valide Werkzeuge und Massnahmen für die Behandlung von Patientinnen und Patienten mit Rückenschmerzen. Daher stellt sich die Frage, wie diese in der Praxis eingesetzt werden. Es liegen keine Studien vor, welche die konkret eingesetzten Interventionen bei Patientinnen und Patienten mit CNSLBP betrachten. Zwar gibt es einige Studien, die sich mit der Umsetzung von

Guidelines in der Praxis beschäftigen (Liddle, Baxter & Gracey, 2009; Gracey, McDonough & Baxter, 2002; Foster, Thompson, Baxter & Allen, 1999; Swinkels, van den Ende, van den Bosch, Dekker & Wimmers, 2005) – der Fokus bleibt dabei aber auf dem groben Management und nicht auf detaillierten Interventionen. Es bleibt bei «Information», «Training», «McKenzie» oder «Maitland». Dadurch ist es schwierig, Aussagen zum Stand der Praxis bezüglich des Trainings des TvA zu machen. Die folgenden Ausführungen zur Adhärenz an Guidelines, zur Diagnostik und zur Behandlung von chronischen Rückenschmerzen sollen daher verdeutlichen, wie die Adaptation der Theorie in die Praxis vorangeht.

Es existieren diverse Guidelines verschiedener Organisationen, die sich mit der Behandlung chronischer Rückenschmerzen auseinandersetzen. Koes et al. (2010) verglichen dreizehn nationale und zwei internationale Guidelines, die zwischen 2000 und 2008 veröffentlicht wurden. Die Leitlinien an sich basieren üblicherweise auf Cochrane-Reviews und auf Literatur aus verschiedenen Datenbanken. In ihrer Arbeit halten die Autoren fest, dass sich die Richtlinien bezüglich Diagnostik, Einteilung und Behandlungsansätzen stark ähneln. Die Unterschiede sind primär der fehlende Bestand klarer Evidenzen oder die Unterschiede zwischen den nationalen Gesundheitssystemen. Es wird erwähnt, dass über die Umsetzung der Guidelines kaum Daten vorliegen (Koes et al., 2010).

In den Niederlanden existiert eine Datenbank des National Information Service for Allied Health Care. In ihr werden Daten zu Patientinnen und Patienten und deren physiotherapeutischer Behandlung erfasst. Auf Basis dieser Daten, die von 90 Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten in 40 Praxen erfasst werden, lässt sich die Einhaltung der niederländischen Guidelines zur Behandlung von Patientinnen und Patienten abschätzen (Swinkels, van den Ende, van den Bosch, Dekker & Wimmers, 2005). Dabei stellte sich heraus, dass es eine grosse Variation der Anwendungen der Guidelines gibt. Während eine knappe Mehrheit der Patientinnen und Patienten eine leitliniengerechte Behandlung erhielt, gab es andere, deren Behandlung sich überhaupt nicht nach den Leitlinien richtete. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass Leitlinien in den Niederlanden ein hoher Stellenwert beigemessen werden. Weiterhin werden die Daten ausschliesslich elektronisch erfasst, weshalb auf Basis dieser Therapeutinnen und Therapeuten möglicherweise nicht verallgemeinert werden können.

Eine Studie aus Kanada, die sich mit der Einhaltung der Guidelines von Seiten der Ärztinnen und Ärzte beschäftigt, deutet schon im Titel auf die Resultate hin: *Worsening Trends in the Management and Treatment of Back Pain* (Mafi, McCarthy, Davis & Landon, 2013) beschreibt zunehmend Abweichungen vom in Leitlinien empfohlene Verhaltensweisen bezüglich Diagnostik und Behandlung. Die Autoren versuchen dabei aber nicht, Ursachen für die Resultate zu beschreiben.

Eine mögliche Ursache für die inkonsequente Einhaltung der Guidelines wäre mangelndes Wissen über deren Inhalt: Learman, Ellis, Goode, Showalter & Cook (2014) gingen dieser Frage bei US-amerikanischen Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten nach. Sie stellten fest, dass jeweils über die Hälfte der befragten Therapeutinnen und Therapeuten in Fallbeispielen korrekte Antworten zu empfohlener Bildgebung (56%), Medikation (55%), Aktivität im Alltag (62%) und Weiterleitung bei Misserfolg der Therapie (93%) gaben, wobei ein Sechstel der Befragten alle Fragen korrekt beantworten konnte. Dabei wurden aber keine Fragen zu konkreten physiotherapeutischen Interventionen gestellt. Im Vergleich zur aktuellen Studienlage, die sich permanent ändert, sind Guidelines auch eher stabil und ändern sich kaum in neuen Versionen (Koes et al., 2010).

---

*Was sehen Sie für mögliche Gründe, warum Therapeuten Abdominal Hollowing anwenden?*

«Viele meinen, es sei evidenzbasiert. Dafür gibt es nur die eine Studie von Hodges von 1996, die längstens überholt ist.»

*Interview A: Dozent für Physiotherapie mit 30 Jahren Berufserfahrung*

---

Aus einer Befragung von Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten zu einer neu entwickelten Guideline in Kanada gingen vier zentrale Kriterien hervor, die die Adaptation von Guidelines in der Praxis beeinflussen: Verständnis, Kompatibilität, Relevanz und Zustimmung. Verständnis beschreibt dabei, ob die Inhalte so übermittelt werden, dass sie vom Empfänger verarbeitet und begriffen werden können. Kompatibilität bedeutet die Übereinstimmung zwischen dem bisherigen Verhalten der Therapeutinnen und Therapeuten und den Empfehlungen der Guideline. Relevanz ist in Bezug auf das Patientengut gemeint, ob

die Empfehlungen der Guideline zu den einzelnen Patientinnen und Patienten passen. Die Zustimmung zu Guidelines werde primär von der Einstellung der Therapeutinnen und Therapeuten und der genannten Effektivität der Behandlungsansätze beeinflusst (Côté, Durand, Tousignant & Poitras, 2009). Dabei muss aber in Betracht gezogen werden, dass es sich dabei um Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten handelte, welche die Guideline im Rahmen einer Studie beurteilen und einsetzen sollten. Selbst bei dieser Subgruppe lag eine variable Akzeptanz vor. Bei Therapeutinnen und Therapeuten, die sich nicht mit Guidelines auseinandersetzen, wäre jegliche Adherence selbstverständlich Zufall, denn wenn die Inhalte nicht bekannt sind, kann auch nicht bewusst nach ihnen gearbeitet werden. Das Gleiche gilt für Studien und Forschungsergebnisse: Wenn die neue Studienlage nicht bis zu den Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten gelangt, wie sollen sie dann ihre Behandlungsansätze anpassen können?

#### 5.4 Statistische Signifikanz

Quantitative wissenschaftliche Literatur basieren ihre Ergebnisse seit über neunzig Jahren auf statistischer Signifikanz. Dieses Konzept bestehe jedoch nicht ohne Kritik<sup>4</sup>, diese einerseits bezogen auf die Basis des Konzepts und auf die Qualifikationen der Personen, die statistische Auswertungen durchführen, andererseits bezogen auf die Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen. Der oft verwendete  $p$ -Wert von 0.05 stelle alleinstehend nur schwache Evidenz gegenüber der Nullhypothese dar und sagt auch nicht aus, ob die erforschte Hypothese wahr sei. Auch Hodges (1996) und Gubler et al. (2010) verlassen sich zur Beurteilung der Resultate auf diesen Wert. Er misst auch nicht die Grösse eines Effekts oder die Wichtigkeit eines Resultats (Wasserstein & Lazar, 2016). Der üblicherweise gewählte Grenzwert von 5% wird ebenfalls von vielen bedeutenden Statistikern in Frage gestellt, nicht zuletzt, weil er statt auf irgendwelchen statistischen Gesetzen oder Begebenheiten auf ökonomischen Überlegungen eines Übersetzers basiert. Auf Basis von statistischer Signifikanz allein kann keine Aussage zur Stärke eines gemessenen Effekts gemacht werden (McCloskey & Ziliak, 2008). Sowohl Hodges (1996) als auch die Folge-

---

<sup>4</sup> Beispielsweise *The Cult of Statistical Significance: How the Standard Error Costs Us Jobs, Justice and Lives* (McCloskey & Ziliak, 2008) oder *The ASA's Statement on  $p$ -Values: Context, Process, and Purpose* (Wasserstein & Lazar, 2016)

studie von Gubler et al. (2010) wiesen Abweichungen im Bereich von Tausendstel- bis Hundertstelsekunden bei der Aktivierungszeit der Bauchmuskulatur zwischen Personen mit und ohne Rückenschmerzen nach. Daraus resultiert die Frage, ob die gemessenen Abweichungen nicht nur ein statistisch signifikanter, sondern auch ein klinisch relevanter Effekt sind.

## 5.5 Schlussfolgerung

Zwei in dieser Arbeit zitierte Studien beziehen sich jeweils in ihren Titeln auf eine berühmte indische Fabel namens *Blind Men and the Elephant* (siehe Anhang D). In der Fabel treffen sechs blinde Reisende an verschiedenen Stationen ihrer Reise auf Teile eines Elefanten. Aus diesen bilden sie sich ihre Meinung darüber, wie ein Elefant denn nun aussieht. Beispielsweise stolpert der erste Reisende in die Seite eines Elefanten und schliesst daraus, dass der Elefant wie eine Mauer sei. Ein anderer bekommt den Rüssel zu fassen und schliesst daraus, dass Elefanten wie Schlangen sind. Sowohl Reeves als auch Hodges stellen in ihren nach der Fabel benannten Artikeln den TvA als einen derartigen Elefanten dar, der jeweils nur von einem einzigen Blickwinkel betrachtet und darum nicht in seiner Komplexität erfasst werden kann. Diese Arbeit versuchte nun, die Erfahrungen von verschiedenen Sichtweisen, die sich mit dem schwer erfassbaren Elefanten TvA beschäftigen, darzustellen. Allerdings liegt auch dieser Arbeit eine Beschränkung zugrunde. Neben den Ansichten der Gruppen um Hodges und McGill gibt es weitere, die andere Teile des Elefanten betrachten und somit ebenfalls zu eigenen Schlüssen über die eigentliche Form des Tiers gelangen. Angesichts der Komplexität, die den TvA umrankt, stellt sich auch die Frage, ob jemals Klarheit über den tatsächlich besten Behandlungsansatz herrschen wird. Die Verfasser dieser Arbeit hoffen, die wahre Gestalt des Elefanten etwas näher ans Licht der Wahrheit gerückt zu haben.

Auch die Frage nach der Anwendung in der Praxis lässt sich mit der Suche einer Gruppe Blinder umschreiben. Während *Abdominal Hollowing* an Fachhochschulen zum Curriculum gehört schenken einzelne Dozierende dem isolierten Training nicht weiter Beachtung. Während Professor McGill Kapitel zu *Spinal Control* von Professor Hodges (2013) beiträgt, scheint der Zwiespalt der Experten zumindest teilweise beigelegt. Trotzdem lebt er somit in den Meinungen der Auszubildenden weiter, was die Ansichten der zukünftigen Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten prägt. Da keine Studien existieren, die sich mit den

von Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten konkret angewendeten Behandlungsansätzen befassen, kann auch keine Bestandsaufnahme über die Verbreitung der verschiedenen Meinungen erfolgen. Die Motivation für diese Arbeit entsprang eben diesem Konflikt – es scheint jedoch auch nach ihrem Abschluss keine Einigung in Sicht zu sein.

Die Verfasser weisen erneut darauf hin, dass im Rahmen dieser Arbeit primär die Forschungsgruppen um die Professoren Hodges und McGill betrachtet wurden. Es existieren diverse weitere Konzepte, die sich auf anderen Ebenen mit chronischen Rückenschmerzen beschäftigen – beispielsweise *Motor Control* oder Neurophysiologie. Eine Analyse, die weitere Konzepte einbezieht, könnte durch zusätzliche Perspektiven auf den Elefanten TvA, die Komplexität des Themas beeinflussen. Nicht zuletzt lässt die Zusammenarbeit der Professoren Hodges und McGill in *Spinal Control* (2013) hoffen, dass durch die Verbindung des Wissensschatzes der Forschungsgruppen ein Konsens gefunden werden kann.

Wie sich gezeigt hat, liegen keine Studien oder Statistiken darüber vor, welche Interventionen von Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten in der Praxis angewandt werden. Eine derartige Aufstellung wäre zentral, um die effektive Verbreitung der einzelnen Ansätze vergleichen zu können. Forschung in diesem Gebiet würde es auch ermöglichen, qualitative Aussagen über die Begründungen der Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten der einzelnen Konzepte zu erfassen. Die Verfasser sind der Meinung, dass die Bedeutung der Fragestellung dieser Arbeit bei den praktizierenden Therapeutinnen und Therapeuten ins Bewusstsein gerufen werden könnte. Fragen wie „Worauf basiert ihr Wissen?“ oder „Wann wird es aktualisiert?“ sind hier zentral. Diese Reflexion im Arbeitsalltag von Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten zu verankern wäre ein wichtiger Schritt, die evidenzbasierte Physiotherapie zu fördern.

## Literaturverzeichnis

- Akbaria, A., Khorashadizadeha, S., & Abdib, G. (July 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(2), S. 105-112. doi:10.3233/BMR-2008-21206
- Allan, D. B., & Waddell, G. (1989). An historical perspective on low back pain and disability. *Acta Orthopaedica Scandinavia Supplementum*, 60(234), S. 1-23. doi:10.3109/17453678909153916
- Allison, G. T., & Morris, S. L. (2008). Transversus abdominis and core stability: has the pendulum swung? S. 930-931.
- Allison, G. T., Morris, S. L., & Lay, B. (2008). Feedforward responses of transversus abdominis are directionally specific and act asymmetrically: implications for core stability theories. S. 228-37.
- Barker, P. J., Guggenheimer, K. T., Grkovic, I., Briggs, C. A., Jones, D. C., Thomas, C. D., & Hodges, P. W. (2006). Effects of Tensioning the Lumbar Fasciae on Segmental Stiffness During Flexion and Extension. *Spine*, 31(4), S. 397-403.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. *Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum*, 60(230), S. 1-54.
- Bouisset, S., & Zattara, M. (1981). A sequence of postural movements precedes voluntary movement. *Neuroscience Letters*, 22(3), S. 263-270.
- Bouisset, S., & Zattara, M. (1987). Muscular Function in Exercise and Training. *Medicine and Sport Science*, 26, S. 163-173.
- Breivik, H., Collet, B., Ventafridda, V., Cohen, R., & Gallacher, D. (May 2006). Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *European Journal of Pain*, 10(4), S. 287-333. doi:10.1016/j.ejpain.2005.06.009
- Brendel, K. (2015). Kritische Evaluation von Literatur. *Unterrichtsmaterial*. Winterthur: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

- Brown, S., & McGill, S. M. (2008). How the inherent stiffness of the in vivo human trunk varies with changing magnitudes of muscular activation. *Clinical Biomechanics*, S. 15-22.
- Butler, D. S., & Moseley, G. L. (2013). *Explain Pain* (Revised and Updated, 2. Ausg.). Adelaide: Noigroup Publications.
- Caruso, I. (2009). Low back pain : die Rolle des Musculus Transversus Abdominis bei dessen konservativen Behandlung. *Bachelor Thesis*. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. doi:10.21256/zhaw-603
- Cholewicki, J., & McGill, S. M. (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics*, 11(1), S. 1-15.
- Cholewicki, J., Juluru, K., & McGill, S. M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* 32, S. 13-17.
- Cholewicki, J., Panjabi, M. M., & Khachatryan, A. (1997). Stabilizing function of trunk flexor/extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* 22, S. 2207-2212.
- Côté, A.-M., Durand, M.-J., Tousignant, M., & Poitras, S. (March 2009). Physiotherapists and Use of Low Back Pain Guidelines: A Qualitative Study of the Barriers and Facilitators. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 19(1), S. 94-105. doi:10.1007/s10926-009-9167-2
- Cresswell, A. G., & Thorstensson, A. (1989). The role of the abdominal musculature in the elevation of the intra-abdominal pressure during specified tasks. *Ergonomics*, 32(10), S. 1237-1246.
- Cresswell, A. G., Grundström, H., & Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man . *Acta Physiologica Scandinavica*, 144, S. 409-418.
- Cresswell, A. G., Grundström, H., & Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand*, S. 409-18.

- Cresswell, A. G., Oddsson, L., & Thorstensson, A. (1994). The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Experimental Brain Research*, 98, S. 336-341.
- DeTroyer, A., Estenne, M., Ninane, V., VanGansbeke, D., & Gorini, M. (1. März 1990). Transversus abdominis muscle function in humans. *Journal of Applied Physiology*, 68(3), S. 1010-1016.
- Egger, J. W. (2005). Das biopsychosoziale Krankheitsmodell. *Psychologische Medizin*, 16(2), S. 3-12.
- Ehrlich, G. E. (2003). Low back pain. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(9), S. 671-676.
- Eriksson Crommert, A. E., & Thorstensson, A. (kein Datum). Trunk muscle coordination in reaction to load-release in a position without vertical postural demand. *Exp Brain Res*, 2008, S. 383-390.
- Fairbank, J. T., O'Brien, J. P., & Davis, P. R. (1980). Intra-abdominal pressure rise during weight lifting as an objective measure of low-back pain. *Spine* 5, S. 179-184.
- Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., Maher, C. G., Herbert, R. D., & Refshauge, K. (2006). Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, S. 79-88.
- Foster, N. E., Thompson, K. A., Baxter, D. G., & Allen, J. (July 1999). Management of Nonspecific Low Back Pain by Physiotherapists in Britain and Ireland: A Descriptive Questionnaire of Current Clinical Practice. *Spine*, 24(13), S. 1332-1342.
- Gardner-Morse, M., & Stokes, I. (2001). Trunk stiffness increases with steady-state effort. *Journal of Biomechanics*, S. 457-463.
- Gracey, J. H., McDonough, S. M., & Baxter, G. D. (February 2002). Physiotherapy Management of Low Back Pain: A Survey of Current Practice in Northern Ireland. *Spine*, 27(4), S. 406-411.
- Gracovetsky, S., Farfan, H., & Helleur, C. (1985). The abdominal mechanism. *Spine* 10, S. 317-324.

- Gubler, D., Mannion, A. F., Schenk, P., Gorelick, M., Helbling, D., Gerber, H., . . . Sprott, H. (2010). Ultrasound Tissue Doppler Imaging Reveals No Delay in Abdominal Muscle Feed-Forward Activity During Rapid Arm Movements in Patients With Chronic Low Back Pain. *Spine*, 35(16), S. 1506-1513.
- Hauggaard, A., & Persson, A. L. (2007). Specific spinal stabilisation exercises in patients with low back pain - a systematic review. S. 233-48.
- Hengeveld, E. (2003). Biopsychosoziales Modell. In F. van den Berg, L. Arendt-Nielsen, A. Mohr Drewes, M. A. Giamberardino, E. Hengeweld, W. Jänig, . . . M. Zusman, & F. van den Berg (Hrsg.), *Angewandte Physiologie* (Bd. 4: Schmerzen verstehen und beeinflussen, S. 45-61). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Hodges, P. W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? (H. B. Ltd, Hrsg.) *Manual Therapy*, 4(2), S. 74-86.
- Hodges, P. W., & Cholewicki, J. (2007). Functional control of the spine. In A. Vleeming, V. Mooney, & R. Stoeckart, *Stability and Lumbopelvic Pain: Integration of Research and Therapy* (2. Ausg., S. 489-512). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- 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. 21, S. 2640-2650.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*, 114, S. 362-370.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord*, 11(1), S. 46-56.
- Hodges, P. W., Cholewicki, J., & Van Dieën, J. H. (2013). *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain: State of the Art and Science*. Churchill Livingstone/Elsevier.
- Hodges, P. W., Cholewicki, J., Coppieters, M., & MacDonald, D. (2006). Trunk muscle activity is increased during experimental back pain, but the pattern varies between

individuals. *Proceedings International Society for Electrophysiology and Kinesiology*.

- Hodges, P. W., Holm, A. K., Holm, S., Ekström, L., Cresswell, A., Hansson, T., & Thorstensson, A. (2003). Intervertebral Stiffness of the Spine Is Increased by Evoked Contraction of Transversus Abdominis and the Diaphragm: In Vivo Porcine Studies. *Spine*, 28(23), S. 2594-2601.
- Hodges, P. W., Kaigle, H. A., Holm, S., Ekström, L., Cresswell, A., Hansson, T., & Thorstensson, A. (2003). Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: in vivo porcine studies. *Spine*, 28(23), S. 2594-2601.
- Hodges, P. W., van den Hoorn, W., Dawson, A., & Cholewicki, J. (2009). Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. *Journal of Biomechanics*, S. 61-66.
- Ján, S., Lutz Keller, K., Saner, J., van Duijn, A., Verbay, A., & Schmidt, W. (2006-2015). Muskuloskelettal - MSK, Assessment & Intervention: Assessment & Intervention Lx. Winterthur: Departement Gesundheit, Institut für Physiotherapie; ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Janda, V., Frank, C., & Liebenson, C. (2007). Evaluation of muscular imbalance. In C. Liebenson, *Rehabilitation of the Spine*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Jull, G., Richardson, C., Toppenberg, R., Comerford, M., & Bui, B. (1993). Towards a measure of active muscle control for lumbar stabilisation. *Australian Journal of Physiotherapy*, S. 187-193.
- Kasai, R. (2006). Current trends in exercise management for chronic low back pain: Comparison between strengthening exercise and spinal segmental stabilisation exercise. *Journal of Physical Therapy Science*, S. 97-105.
- Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Determining the Stabilizing Role of Individual Torso Muscles During Rehabilitation Exercises. *Spine*, 29(11), S. 1254-1265.

- Klemme, B., & Siegmann, G. (2014). *Clinical Reasoning: Therapeutische Denkprozesse lernen* (2. Ausg.). Stuttgart: Thieme.
- Koes, B. W., van Tulder, M., Lin, C.-W. C., Macedo, L. G., McAuley, J., & Maher, C. (December 2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 19(12), S. 2075-2094. doi:10.1007/s00586-010-1502-y
- Kolar, P. (2007). Facilitation of agonist- antagonist co-activation by reflex stimulation methods. In C. Liebenson, *Rehabilitation of the Spine*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Koumantakis, G. A., Watson, P. J., & Oldham, J. A. (2005). Trunk Muscle Stabilization Training Plus General Exercise Versus General Exercise Only: Randomized Controlled Trial of Patients With Recurrent Low Back Pain. *Physical Therapy*, 85(3), S. 209-225. doi:10.1093/ptj/85.3.209
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (2007). Critical Review Form - Quantitative Studies. McMaster University.
- Learman, K., Ellis, A. R., Goode, A. P., Showalter, C., & Cook, C. E. (August 2014). Physical Therapists' Clinical Knowledge of Multidisciplinary Low Back Pain Treatment Guidelines. *Physical Therapy*, 94(7), S. 934-946. doi:10.2522/ptj.20130567
- Letts, L., Wilkins, S., Law, M., Stewart, D., Bosch, J., & Westmorland, M. (2007). Critical Review Form - Qualitative Studies (Version 2.0). McMaster University.
- Liddle, S. D., Baxter, G. D., & Gracey, J. H. (April 2009). Physiotherapists' use of advice and exercise for the management of chronic low back pain: A national survey. *Manual Therapy*, 14(2), S. 189-196. doi:10.1016/j.math.2008.01.012
- Lobanov, O. V., Quevedo, A. S., Hadsel, M. S., Kraft, R. A., & Coghil, R. C. (2013). Frontoparietal mechanisms supporting attention to location and intensity of painful stimuli. *Pain*, 154(9), S. 1758-68. doi:10.1016/j.pain.2013.05.030

- Luomajoki, H. (December 2012). Sechs Richtige: Mit der Testbatterie die lumbale Bewegungskontrolle untersuchen. *manuelletherapie*, 16(5), S. 220-225. doi:10.1055/s-0032-1331824
- Macedo, L. G., Maher, C. G., Latimer, J., & McAuley, J. H. (2009). Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. *Physical Therapy*, 89(1), S. 9-25.
- Mafi, J. N., McCarthy, E. P., Davis, R. B., & Landon, B. E. (September 2013). Worsening Trends in the Management and Treatment of Back Pain. *JAMA Internal Medicine*, 173(17), S. 1573-1581. doi:doi:10.1001/jamainternmed.2013.8992
- Mannion, A. F., Pulkovski, N., Gubler, D., Gorelick, M., O'Riordan, D., Loupas, T., . . . Sprott, H. (April 2008). Muscle thickness changes during abdominal hollowing: an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. 17(4), S. 494–501. doi:10.1007/s00586-008-0589-x
- Mannion, A. F., Pulkovski, N., Hodges, P. W., Gerber, H., Loupas, T., Gorelick, M., & Sprott, H. (2008). A new method for the noninvasive determination of abdominal muscle feedforward activity based on tissue velocity information from tissue Doppler imaging. *J Appl Physiol*, S. 1192-1201.
- McCloskey, D. N., & Ziliak, S. (2008). *The Cult of Statistical Significance: How the Standard Error Costs Us Jobs, Justice, and Lives*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- McCook, D. T., Vicenzino, B., & Hodges, P. W. (2009). Activity of deep abdominal muscles increases during submaximal flexion and extension efforts but antagonist co-contraction remains unchanged. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, S. 754-762.
- McGill, S. M. (1991). Electromyographic activity of the abdominal and low back musculature during the generation of isometric and dynamic axial trunk torque: Implications for lumbar mechanics. *Journal of Orthopaedic Research*, 9(1), S. 91-103.

- McGill, S. M. (2001). Low Back Stability: From Formal Description to Issues for Performance and Rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(1), S. 26-31.
- McGill, S. M. (2013). Opinions on the links between back pain and motor control: the disconnect between clinical practice and research. In P. W. Hodges, J. Cholewicki, & J. H. Van Dieën, *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain : State of the Art and Science* (S. 75-87). Churchill Livingstone/Elsevier.
- Moran, C. M., McDicken, M., Groundstroem, K. W., & Sutherland, G. R. (2013). Potential applications of color-Doppler imaging of the myocardium in assessing contractility and perfusion. In N. C. Nanda, & R. Schlieff, *Advances in Echo Imaging Using Contrast Enhancement* (S. 359-74). Springer Science & Business Media.
- Morris, S. L., Lay, B., & Allison, G. T. (2007). Factor analysis of trunk muscle activation patterns to rapid arm raising.
- Oggier, W. (July 2007). Volkswirtschaftliche Kosten chronischer Schmerzen in der Schweiz - eine erste Annäherung. *Schweizerische Ärztezeitung*, 88(30), S. 1265-1269. doi:10.4414/saez.2007.12854
- 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*, 22(24), S. 2959–2967.
- 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*, S. 2959-2967.
- Panjabi, M. M. (1992). The Stabilizing System of the Spine. Part 1. Function, Dysfunction, Adaption and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), S. 383-389.
- Poitras, S., Blais, R., Swaine, B., & Rossignol, M. (November 2005). Management of Work-Related Low Back Pain: A Population-Based Survey of Physical Therapists. *Physical Therapy*, 85(11), S. 1168-1181.

- Reeves, P. N., Everding, V. Q., Cholewicki, J., & Morrisette, D. C. (25. Mai 2006). The effects of trunk stiffness on postural control during unstable seated balance. *Experimental Brain Research*.
- Reeves, P. N., Narendra, K. S., & Cholewicki, J. (2007). Spine stability: The six blind men and the elephant. *Clinical Biomechanics*, 11(1), S. 266-274.
- Reid, K. J., Harker, J., Bala, M. M., Kellen, E., Bekkering, G. E., & Kleijnen, J. (January 2011). Epidemiology of chronic non-cancer pain in Europe: narrative review of prevalence, pain treatments and pain impact. *Current Medical Research & Opinion*, 27(2), S. 449-462. doi:10.1185/03007995.2010.545813
- Rektorat ZHAW - Stabstelle Diversity. (2015). Leitfaden sprachliche Gleichbehandlung von Frau und Mann. Winterthur. Abgerufen am 25. März 2018 von <https://www.zhaw.ch/de/linguistik/ueber-uns/diversity/>
- Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1995). Muscle Control - pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy*, S. 2-10.
- Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (2004). *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilisation: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain* (2. Ausg.). London: Churchill Livingstone.
- Richardson, C., Jull, G., Hodges, P., & Hides, J. (1999). *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach*. Edinburgh, London, New York, Philadelphia, Sydney & Toronto: Churchill Livingstone.
- Saunders, S. W., Rath, D., & Hodges, P. W. (2004). Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait and Posture*, S. 280-290.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2014). *PROMETHEUS Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem: LernAtlas der Anatomie* (4 Ausg.). Stuttgart, New York: Thieme.

- Strohl, K. P., Mead, J., Banzett, R. B., Loring, S. H., & Kosch, P. C. (1981). Regional differences in abdominal muscle activity during various manoeuvres in humans. *Journal of Applied Physiology*, S. 1471-1476.
- Swinkels, I. C., van den Ende, C. H., van den Bosch, W., Dekker, J., & Wimmers, R. H. (2005). Physiotherapy management of low back pain: Does practice match the Dutch guidelines? *Australian Journal of Physiotherapy*, 51(1), S. 35-41.
- Tesh, K. M., Dunn, S. J., & Evans, J. H. (1986). The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine*, 12(5), S. 166-349.
- Thomas, J. S., Lavender, S. A., Corcos, D. M., & Andersson, G. B. (1998). Trunk kinematics and trunk muscle activity during a rapidly applied load. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8(4), S. 215-225.
- Trepel, M. (2008). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion*. München: Elsevier, Urban & FischerVerlag.
- Tsao, H., & Hodges, P. W. (2007). Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res*, S. 537-546.
- Tsao, H., & Hodges, P. W. (2008). Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, S. 559-567.
- Tsao, H., Galea, M., & Hodges, P. W. (2008). Skilled motor training induces reorganisation of the motor cortex and is associated with improved postural control in chronic low back pain. *Proceedings World Congress on Pain*.
- Urquhart, D. M., & Hodges, P. W. (2004). Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *Eur Spine J*, S. 393-400.
- Urquhart, D. M., Barker, P. J., Hodges, P. W., Story, I. H., & Briggs, C. A. (2005). Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clinical Biomechanics*, S. 233-241.
- van Dieen, J. H., Selen, L. P., & Cholewicki, J. (2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, S. 333-351.

- van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A., Ostelo, R., Koes, B. W., & van Tulder, M. (2013). Effectiveness of exercise therapy for chronic non-specific low back pain. In P. W. Hodges, J. Cholewicki, & J. H. Van Dieën, *Spinal Control: The Rehabilitation of Back Pain: State of the Art and Science* (S. 171-181). Churchill Livingstone/Elsevier.
- Waddell, G. (December 1996). Low Back Pain: A Twentieth Century Health Care Enigma. *Spine*, 21(24), S. 2820-2825.
- Wasserstein, R. L., & Lazar, N. A. (2016). The ASA's Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose. *The American Statistician*, 70(2), S. 129-133.  
doi:10.1080/00031305.2016.1154108
- Willard, F. H., Vleeming, A., Schuenke, M. D., Danneels, L., & Schleip, R. (2012). The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *Journal of Anatomy*.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grobdarstellung des Suchverlaufs. Eigene Grafik. ....	5
Abbildung 2: Subsysteme nach Panjabi. Nach Richardson et al., 2004. ....	8
Abbildung 3: Stabilität am Beispiel Kugel und Schüssel. Nach McGill, 2001.....	9
Abbildung 4: Steifheit und Stabilität. Nach McGill, 2001.....	9
Abbildung 5: Muskelsysteme der Wirbelsäule. Nach Richardson et al., 2004. ....	12
Abbildung 6: Einteilung des lokalen und globalen Muskelsystems. Nach Richardson et al., 1999.....	13
Abbildung 7: Der M. transversus abdominis. Nach Schünke, Schulte, & Schumacher, 2014.....	14
Abbildung 8: stabilisierende Mechanismen. Nach Cholewicki et al., 1999. ....	15
Abbildung 9: Die thorakolumbale Faszie. Nach Richardson et al., 1999. ....	16

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1.</b> Übersicht über die beurteilten Studien. ....	28
<b>Tabelle 2.</b> Details zu den Studien. ....	29

## Wortzahl

Dokumentteil	Wortzahl
Abstract (Deutsch)	192
Abstract (Englisch)	180
Arbeit	10'432

Exklusive Titelblatt, Abstract, Abbildungen, Tabellen, Textboxen, Beschriftungen, Verzeichnisse, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge.

## Danksagung

Vielen Dank an Frau Jeanette Saner für die kompetente und motivierende Unterstützung in der Begleitung dieser Bachelorarbeit. Ausserdem gilt unser Dank unseren beiden geschätzten Interviewpartnern. Schliesslich danken wir unserer Korrekturleserin Thuy Chau.

## Eigenständigkeitserklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.

*Dominik Knobel*

Datum: 19.04.2018      Unterschrift:

*Stephan Stüssi*

Datum: 19.04.2018      Unterschrift:

## Anhänge

### Anhang A: Glossar

Begriff	Definition
Abdominal Bracing	Aktivierung aller Schichten der Bauchmuskulatur, um dadurch die Stabilität der Wirbelsäule zu erhöhen. Dabei werden auch umliegende Muskeln angespannt, um die Steifheit weiter zu steigern.
Abdominal Hollowing	Manöver, bei dem die Bauchwand eingezogen wird, um erhöhten Druck im Bauchraum aufzubauen und dadurch die Wirbelsäule zu stabilisieren. Im Unterschied zum Bracing wird dabei versucht, den TvA isoliert anzuspannen
Autochthone Rückenmuskulatur	Besteht aus denjenigen Rückenmuskeln, die direkt auf der Wirbelsäule aufliegt und bereits während der Embryonalentwicklung dort angelegt wurde (nicht eingewanderte Rückenmuskulatur). Wird von verschiedenen Subsystemen gebildet, deren Hauptfunktion aber insgesamt die Aufrichtung der Wirbelsäule und des Kopfes ist. Dazu kommt Lateralflexion oder Rotation bei einseitiger Kontraktion.
Bauchpresse	Abflachung der Bauchwand und dadurch Verkleinerung der Bauchhöhle und damit eine intraabdominelle Druckerhöhung
Bewegungssegment	Gelenkige und muskuläre Verbindung zwischen zwei benachbarten Wirbeln. Besteht aus Bandscheibe, Wirbelbogengelenken, Bandapparat sowie den Muskeln des entsprechenden Bereichs.
Biomedizinisches Modell	naturwissenschaftlicher Ansatz: der Mensch wird als komplexe Maschine und der Therapeut als Techniker betrachtet
Biopsychosoziales Modell	Erweiterung des biomedizinischen Modells um psychologische, soziale und Umweltfaktoren.
Clinical Reasoning	"Klinische Argumentation". Beschreibt Denkprozesse, welche die Behandlung eines Patienten optimal anpassen und dadurch optimale Diagnostik, Therapie und Planung ermöglichen.
CNSLBP	Chronic non-specific low back pain; chronische, nicht-spezifische Rückenschmerzen. Rückenschmerzen, die nicht auf eine bestimmte Ursache zurückführbar sind
Fascia thoracolumbalis	Bedeckt die autochthone Rückenmuskulatur. Besteht aus einem oberflächlichen (zwischen Crista iliaca und Processi Spinosi) und tiefen (zwischen Crista iliaca, den unteren Rippen und den Processi costales der Lendenwirbel) Blatt.
Feedback-Mechanismus	Eine externe Störung löst eine sensorische Meldung aus. Die daraus folgenden automatischen Anpassungen zur Wiederherstellung der posturalen Stabilität ist als Feedback-Mechanismus definiert.
Feedforward-Kontrolle	Antizipatorische posturale Anpassung auf eine potentiell bevorstehende Störung.
Fine Wire Electromyography	Feine Drahtelektroden werden im Muskelgewebe positioniert.
M. erector spinae	Siehe Autochthone Rückenmuskulatur.
M. obliquus externus	Gehört zur seitlichen Bauchmuskulatur und verbindet die Aussenflächen der 5.-12. Rippe mit der Crista iliaca, dem Ligamentum inguinale und dem Tuberculum pubicum sowie der Rectusscheide und der Linea alba. Funktion: Rotation, Lateralflexion und Flexion des Rumpfes sowie Anhebung des vorderen Beckenrandes und Mithilfe bei Bauchpresse und Expiration

M. obliquus internus	Gehört zur seitlichen Bauchmuskulatur und verbindet Fascia thoracolumbalis und Crista iliaca mit den Unterrändern der Rippenknorpel der 9.-12. Rippe, der Rectusscheide und der Linea alba. Funktion: Rotation, Lateralflexion und Flexion des Rumpfes sowie Anhebung des vorderen Beckenrandes und Mithilfe bei Bauchpresse und Expiration
M. quadratus lumborum	Gehört zur tiefen Bauchmuskulatur und verläuft von der Crista iliaca zur 12. Rippe und an die Lendenwirbel 1-4. Funktion: Lateralflexion des Rumpfes, Extension der Lendenwirbelsäule, Fixation der Rippen bei forcierter Expiration
M. rectus abdominis	Gehört zur vorderen Bauchmuskulatur und verläuft primär zwischen den Knorpeln der 5.-7. Rippe und der Linea alba, dem Os pubis und den Bändern der Beckensymphyse. Der Muskel wird von mehreren Zwischensehnen unterteilt und wird durch die Rectusscheide umschlossen. Funktion: Flexion des Rumpfes, Aufrichtung des Beckens und Mitwirkung bei der Bauchpresse
M. transversus abdominis (TvA)	M. transversus abdominis; "Querverlaufender Bauchmuskel". Tiefster der Bauchmuskeln. Funktionen: Rotation des Rumpfes, Expirationsunterstützung und Bauchpresse
Maitland	Konzept aus der Manualtherapie, entwickelt von Geoffrey D. Maitland
McKenzie	Auf Selbstbehandlung basierendes Behandlungskonzept, entwickelt von Robin McKenzie
Mm. multifidi	Segmentale Stabilisatoren der Wirbelsäule zwischen Processi transversi und Processus spinosi weiter kranial liegender Wirbel
Muskulatur, phasische	Muskulatur mit Bewegungsfunktion, die sich vorwiegend aus weissen Muskelfasern zusammensetzt und unter anderem schnell Ermüden und eine hohe Kraftentfaltung haben.
Muskulatur, tonische	Muskulatur mit Haltefunktion die sich vorwiegend aus roten Muskelfasern zusammensetzt und unter anderem eine lange Ausdauerfähigkeit und eine geringe Kraftentfaltung haben.
Pressure Biofeedback Unit	Gerät, dass Druckänderungen in einem Luftkissen registriert. Damit sollen Aussagen zur Qualität von Bewegungen und Aktivierung von Muskulatur gemacht werden können.

Anhang B: Detailliertes Literaturrechercheprotokoll

Datenbank	Suchalgorithmus	Einschränkungen	Weitere Schritte	Ergebnis
Google Scholar	<i>hodges 1996 transversus abdominis</i>	Keine Einschränkungen nötig, 2 Resultate	Titel und evtl. Abstracts lesen	1 Studie
Medline	<i>low back pain.kw. and management.ti. and guideline*.ti.</i>	2 Resultate: Titel gelesen, keine relevant.	Suchanfrage anpassen	Keine Resultate
Medline	<i>low back pain.kw. and guideline*.ti.</i>	11 Resultate: Titel gelesen, keine relevant.		Keine Resultate
Medline	<i>low back pain.kw. and management.ti.</i>	35 Resultate. Titel gelesen, 1 relevant.	Suchanfrage auf weitere Datenbanken ausweiten	1 Studie
Pubmed	<i>(low back pain[Title]) AND management[Title] AND guideline*[Title]</i>	50 Resultate. Titel gelesen, 2 relevant.		2 Studien
Google Scholar	<i>Kosten Rückenschmerzen Schweiz</i>	2'850 Resultate. Erste 10 durchgesehen: 1 relevant.		1 Artikel
Medline	<i>(chronic back pain and europe and prevalence).af.</i>	3 Resultate. Titel durchgesehen, keine relevant.	Suchanfrage anpassen	Keine Resultate
Medline	<i>(chronic pain and europe and prevalence).af.</i>	28 Resultate. Titel durchgesehen, vier relevant.	Abstracts lesen	4 Studien

Medline	<i>(chronic pain and epidemiology and europe).af.</i>	65 Resultate. Suchanfrage angepasst:  <i>(epidemiology and chronic pain).af. and europe.ti.</i>  9 Resultate.	Titel und ggf. Abstracts lesen	2 Studien
Google Scholar	<i>low back pain management physiotherapy practice</i>	81'000 Resultate. Titel der ersten 30 Resultate gelesen: 4 Resultate.	Abstracts lesen	1 Studie
Google Scholar	<i>"transversus abdominis" and stability</i>	26'600 Resultate. Titel der ersten 30 Resultate gelesen: 12 Resultate.	Bekannte Studien filtern; Abstracts lesen	3 Studien

### Anhang C: Interviews mit Fachexperten

Die Publikation der Interviews erfolgt im Einverständnis mit den befragten Personen.

**Interview A:** Dozent für Physiotherapie mit 30 Jahren Berufserfahrung.

*Welche Priorität geben Sie dem *M. transversus abdominis* in der Befundaufnahme und Behandlung bei Patienten mit LBP und weshalb?*

«Keine Grosse Priorität. Ein Muskel ist nie alleine wichtig. Evidenz ist sowohl gegenüber Reliabilität als auch Effektivität sehr schwach.»

*Üben Sie mit Ihren LBP-Patienten Abdominal Hollowing?*

«Eher selten.»

*Wann sehen Sie diese Übung als angebracht?*

«Bei sehr hypermobilen hypotonen Leuten, könnten z.B. hypermobile schwache Frauen nach Schwangerschaft sein. Auch bei instabilen ISG wichtig. Bei LWS Beschwerden weniger. Als Körperwahrnehmungsübung auch gut.»

*Was sehen Sie für mögliche Gründe, warum andere Therapeuten diese Übung benutzen?*

«Viele meinen, es sei evidenzbasiert. Dafür gibt es nur die eine Studie von Hodges von 1996, die längstens überholt ist. Es hatte einfach damals grosse Wellen gegeben und das hat dazu geführt, dass sich eine Art gemeinsamer Glaube entwickelte, dass dieser Muskel besonders wichtig sei. Natürlich könnte es aus biomechanischen Überlegungen so sein, aber der Muskel ist so dünn und schwach, dass er nicht so eine grosse Rolle spielen kann. Und eben, Evidenz spricht dagegen.»

**Interview B:** Dozentin für Physiotherapie mit 30 Jahren Berufserfahrung

«Vor 15 Jahren war es ein Hype mit dem TA (Transversus Abdominis). Man dachte, dass dieser Muskel die Lösung für alle Arten von LBP war, egal ob indiziert oder nicht... Es war wie eine Religion, ein Mantra :-). Leider wurde die Forschung von Paul Hodges missinterpretiert und falsche Schlüsse wurden daraus gezogen, dass der Grund eines LBP beim schwachen, „abgeschalteten“ TA zu suchen sei, dass der TA die Stabilität der LWS ausmache ... und die Lösung für LBP das „Abdominal Hollowing“ sei. (Weiter kamen andere Techniken und Begriffe dazu wie „Abdominal Bracing“, „Core Stability“ dazu ... und es entstanden weitere Mythen...).

Für eine gute Funktion der LWS braucht es nicht nur alleine den TA, sondern auch ein gutes Zusammenspiel aller Rumpfmuskeln und ein gutes Gleichgewicht zwischen den eher stabilisierenden und eher mobilisierenden Systemen.

Ich habe damals nur bei Patienten mit LBP und zusätzlichem Befund von Hypermobilität lumbal die Aktivierung des TA getestet und je nach Befund in die Rehabilitation einbezogen. (Die Therapie bestand selbstverständlich nicht nur aus "TA"..., und es gab einen klaren Aufbau der aktiven Rehabilitation, gemäss „Muscle Balance“). Erstaunlicherweise hat der Grossteil dieser Patienten auf die Therapie sehr gut angesprochen.»

*Welche Priorität geben Sie dem M. transversus abdominis in der Befundaufnahme und Behandlung bei Patienten mit LBP und weshalb?*

«Heute ist die Priorität des TA nicht mehr so gross (auch beeinflusst von der Evidenzlage). Der TA hat aber meinerseits trotzdem noch heute seine Berechtigung, v.a. wenn über den TA die Beschwerden oder das Bewegungsverhalten oder Bewegungsstrategien modifiziert werden können.

Aus meiner langjährigen Erfahrung bei Patienten mit LBP nehme ich mit, dass bei bestimmten Patienten die Wahrnehmungsschulung des TA eine positive Wirkung auf die Therapie hat. Es handelt sich um Patienten, welche bei bestimmten Testbewegungen (z.B. Extension) Schmerzen haben und bei gleichzeitiger Anspannung der Bauchdecke deutlich weniger Beschwerden bei der Testbewegung haben; oder der Patient hat Beschwerden beim Joggen und zeigt beim Gehen ei-

nen deutlichen „Give“ in z.B. RE-Rotation, und wenn der Patient den TA anspannt die Bewegungsqualität des Gehens verbessert.

Für mich macht es Sinn bei einigen Patienten mit LBP, die **Neutralstellung** ("lokale Stabilität") /die **Tiefensensibilität** /die **Wahrnehmung** zu testen und je nach Befund entsprechend zu schulen; bei der Wahrnehmungsschulung (Der Patient soll aber nicht nur einen Muskel (TA) wahrnehmen.) sollen die Patienten lernen, Muskeln **selektiv** zu spannen, z.B. über den TA - dies gibt auch **Stimulation auf höheren Ebenen**, im sensomotorischen Cortex, etc.

(In die Progression gehe ich ziemlich schnell: der Patient soll den „Give“ statisch kontrolliert halten können (je nach Clinical Reasoning-Ergebnis mit leichter TA-Aktivierung); wenn diese „Progressionsstufe“ möglich ist, geht es weiter zur nächsten Stufe (dynamisch kontrolliert in Richtung „Give“ zu bewegen, aufbauend bis zum vollen Bewegungsausmass.), etc.)

(Ich arbeite noch heute nach dem „Movement Control Impairment“ von Shirley Sahrmann; da geht es auch um „motor control und brain“)

Mit dem heutigen Hype über Fascien, gibt es wieder ein neues Erklärungsmodell, warum der TA doch berücksichtigt werden kann: Bei LBP können die Beschwerden aus Rissen/Verfaltungen in der Fascia thoracolumbalis entstammen (müsste genauer überprüft werden). Man weiss, dass der TA die Fascia thoracolumbalis spannt und dass die Fascie innerviert ist. Durch die Anspannung der Fascia thoracolumbalis über den TA können positive Stimuli auf die Fascie, auf die Beschwerden entstehen...?»

*Üben Sie mit Ihren LBP-Patienten Abdominal Hollowing?*

-Ich hoffe, dass ich unter dem Begriff „Abdominal Hollowing“ das Gleiche verstehe wie Sie...

-Ja, jedoch differenziert und gezielt, oft mit Beckenboden-Muskulatur und Diaphragma (Atemübungen).»

*Wann sehen Sie diese Übung als angebracht?*

«-siehe auch Antworten vorher (wenn über den TA die Beschwerden oder das Bewegungsverhalten die Bewegungsstrategien modifiziert werden können.)

-Als Input

-Als Wahrnehmungsschulung: lernen selektiv zu spannen, welche Muskeln gibt es um den Bauch? wie können diese angespannt werden? Was macht die Atmung? Kann die Neutralposition gehalten werden bei der Übung? Etc.»

*Was sehen Sie für mögliche Gründe, warum andere Therapeuten diese Übung benutzen?*

«-Vielleicht, weil einige Therapeuten immer noch an den Mythos glauben, dass der TA verantwortlich ist für die LWS-Stabilität und Beschwerdefreiheit....

-Einige Therapeuten haben damit gute Erfahrungen gemacht trotz der ungenügenden Evidenzlage»

Anhang D: «Blind Men and the Elephant»

---

*Blind men and the Elephant*

von John Godfrey Saxe (1816-1887)

It was six men of Indostan,  
To learning much inclined,  
Who went to see the Elephant  
(Though all of them were blind),  
That each by observation  
Might satisfy his mind.

The *Fifth*, who chanced to touch the ear,  
Said- "E'en the blindest man  
Can tell what this resembles most;  
Deny the fact who can,  
This marvel of an Elephant  
Is very like a fan!"

The *First* approach'd the Elephant,  
And happening to fall  
Against his broad and sturdy side,  
At once began to bawl:  
"God bless me! but the Elephant  
Is very like a wall!"

The *Sixth* no sooner had begun  
About the beast to grope,  
Then, seizing on the swinging tail  
That fell within his scope,  
"I see," -quoth he,- "the Elephant  
Is very like a rope!"

The *Second*, feeling of the tusk,  
Cried, -"Ho! what have we here  
So very round and smooth and sharp?  
To me 'tis mighty clear,  
This wonder of an Elephant  
Is very like a spear!"

And so these men of Indostan  
Disputed loud and long,  
Each in his own opinion  
Exceeding stiff and strong,  
Though each was partly in the right,  
And all were in the wrong!

MORAL,

The *Third* approach'd the animal,  
And happening to take  
The squirming trunk within his hands,  
Thus boldly up and spake:  
"I see," -quoth he- "the Elephant  
Is very like a snake!"

So, oft in theologic wars  
The disputants, I ween,  
Rail on in utter ignorance  
Of what each other mean;  
*And prate about an Elephant  
Not one of them has seen!*

The *Fourth* reached out an eager hand,  
And felt about the knee:  
"What most this wondrous beast is like  
Is mighty plain," -quoth he,-  
"'Tis clear enough the Elephant  
Is very like a tree!"

---