

**Welche therapeutischen Anwendungen sind bei
Patienten mit lumbalen Rückenbeschwerden und
diagnostizierter Spondylolyse oder
Spondylolisthesis effizient?**

Bachelorarbeit

Departement Gesundheit

Physiotherapie Jahrgang 2006

Abgabetermin: 19.6.2009

Autoren:

Daniel de Arriba Torres (S03-723-772)

Lägernstrasse 5, 8037 Zürich

Simon Hirsiger (S06-538-995)

Weiherstrasse 4, 8596 Scherzingen

Betreuende Lehrperson:

Hannu Luomajoki

Inhaltsverzeichnis

1 Abstract	3
2 Einleitung	4
2.1 Einführung in die Thematik.....	4
2.2 Fragestellung	5
2.3 Methode	5
2.3.1 Allgemeines Vorgehen.....	5
2.3.2 Key Words	6
2.3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien.....	6
2.3.4 Beurteilungskriterien	7
3 Hauptteil	9
3.1 Theorie.....	9
3.1.1 Anatomie der Wirbelsäule.....	9
3.1.2 Biomechanik der Lendenwirbelsäule und des lumbosakralen Übergangs.....	10
3.1.3 Stabilisierendes System der Wirbelsäule.....	10
3.1.4 Auswirkungen der Spondylolysis und Spondylolisthesis auf das stabilisierende System.....	12
3.1.5 Ätiologie und Ursachen.....	13
3.1.6 Klassifikation.....	14
3.1.7 Krankheitsverlauf und klinisches Bild.....	15
3.1.8 Konservative Therapie.....	17
3.1.9 Operative Versorgung.....	18
3.2 Ergebnisse	20
3.2.1 Matrix.....	20
3.2.2 Zusammenfassungen der Studien	21
3.3 Diskussion	33
3.3.1 Braces	34
3.3.2 Flexion/Extension (F/E)	36
3.3.3 Case Studies	37
3.3.4 Operativ vs. Konservativ.....	37
3.3.5 Stabilisierende Übungen.....	39
3.3.6 Reviews	40

4 Schlussteil	41
4.1 Schlussfolgerung.....	41
4.2 Limitierungen.....	42
4.3 Persönliche Note.....	42
4.4 Danksagung.....	42
5. Verzeichnisse	43
5.1 Literaturverzeichnis.....	43
5.2 Abbildungsverzeichnis.....	47
6 Eigenständigkeitserklärung	48

1 Abstract

Das Ziel der vorliegenden Literatuarbeit ist es, bestehende wissenschaftliche Literatur zu analysieren, um herauszufinden welche konservativen Behandlungsmöglichkeiten für Spondylolyse- und Spondylolisthesispatienten bestehen. Dafür werden 12 Studien miteinander verglichen und ausgewertet. Auch theoretische Inhalte zu Anatomie, Biomechanik und dem stabilisierenden System der Wirbelsäule sind darin enthalten. Die häufigsten konservativen Behandlungsmöglichkeiten sind: Bracing, Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur und spezifisches Training der M. Transversus Abdominis und Mm. Multifidi. Die meisten Studien sprechen sich für eine gute Wirksamkeit konservativer Massnahmen aus. Die Qualität der Studien lässt jedoch in vielen Fällen Zweifel an den Resultaten aufkommen.

Die Studie von Peter O'Sullivan, in der das erwähnte spezifische Training angewandt wurde, ist die qualitativ beste und zeigte bei den Patienten die erfolgversprechendsten Resultate. Daher sollte dieser Therapieansatz von P. O'Sullivan in weiteren Studien überprüft werden, um die Behandlungsform zu verifizieren und gezielter einsetzbar zu machen.

2 Einleitung

2.1 Einführung in die Thematik

Rückenbeschwerden sind in unserer heutigen industrialisierten Gesellschaft ein häufiges und weit verbreitetes Problem, welches im Gesundheitswesen und der Arbeitswelt enorme Kosten verursacht. Die Wahrscheinlichkeit im Leben einmalig oder öfter von Rückenbeschwerden betroffen zu sein, beträgt bis zu 84% (Airaksinen et al., 2004). Die Gründe für Rückenbeschwerden sind sehr vielfältig. Weiter ist die Diagnosestellung oft schwierig, weshalb laut Dillingham ungefähr 85% der Betroffenen in die Subgruppe „non specific low back pain“ eingeordnet werden (1995; zit. nach O’Sullivan, 2000, S.2).

Um bessere Behandlungsmöglichkeiten entwickeln zu können, ist es daher wichtig, innerhalb dieser grossen Menge an Patienten Subgruppen zu bilden. Eine Subgruppe bildet die lumbale Instabilität, zu welcher auch die Krankheitsbilder Spondylolyse und Spondylolisthesis gehören. Diese zwei Krankheitsbilder werden in Studien sowie in der Fachliteratur selten voneinander getrennt betrachtet, da sie meist in Kombination auftreten. So zeigte beispielsweise eine Studie, dass in 25% der Fälle von Spondylolyse auch eine Spondylolisthesis auftritt (Fredrickson, Baker, Mc Holick, Yuan und Lubicky, 1984).

Spondylolyse und Spondylolisthesis wurden das erste Mal im Jahre 1782 von einem belgischen Chirurgen und Geburtshelfer Namens Herbiniaux beschrieben (1782; zit. nach Fritsch, 2003, S.340). Die Worte Spondylos (Wirbel/Wirbelsäule), Lysis (Bruch/Defekt) und Olisthema (Gleiten/Bewegen) stammen aus dem griechischen und werden bis heute im gleichen Sinne verwendet. Unter dem Begriff Spondylolyse versteht man also die Spaltbildung in der pars interarticularis des Wirbelbogens. Dies ist die Vorstufe, die das Ventralgleiten des kranialen Wirbels begünstigt. Dieses Wirbelgleiten nennt man Spondylolisthesis.



Abb.1: Spondylolyse bds.

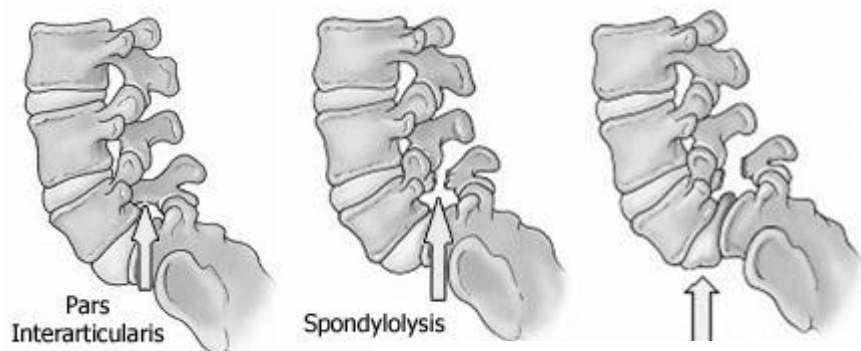


Abb. 2: Entstehung der Spondylolisthesis

Weiter wird unterschieden zwischen einer echten Spondylolisthesis und einer Pseudospondylolisthesis. Bei der Pseudospondylolisthesis handelt es sich um eine leichte Verschiebung der Wirbelkörper im Alter durch degenerative Veränderungen in den kleinen Wirbelbogengelenken, ohne Lyse zwischen den Gelenkfortsätzen. In seltenen Fällen findet eine Verschiebung des kranialen Wirbels nach dorsal statt, was als Retrolisthesis bezeichnet wird (Hüter-Becker und Dölken, 2005). Ein vollständiges Abgleiten vor den kaudalen Wirbel bezeichnet man als Spondyloptose.

Die Spondylyserate bei erwachsenen Europäern beträgt 5-7%, bei Japanern 7-10% und bei Eskimos 20-50%. Von diesem Vorgang ist in den meisten Fällen das Segment L5/S1 betroffen (83%), seltener das Segment L4/L5 (16%) und L3/L4 (1%) (Engelhardt, Reuter, Freiwald, Böhme und Halbsguth, 1997), dabei leiden Männer zwei Mal so oft daran wie Frauen (Beutler et al. 2003). In einer umfangreicheren Studie (Rossi und Dragoni, 2001) welche 4243 Athleten aus verschiedensten Sportarten untersuchte, wurden diese Zahlen bestätigt. Es waren 590 der Athleten von Spondylyse betroffen (13.9%), davon litten 280 an einer Spondylolisthesis. Am häufigsten trat die Spondylyse auch hier am 5. Lendenwirbel auf (81%). Am 4. Lendenwirbel (14.4%), am 3. Lendenwirbel (2.5%), am 2. Lendenwirbel (1.7%) und am 1. Lendenwirbel (0.3 %) wurden deutlich weniger Pathologien festgestellt.

2.2 Fragestellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, bestehende wissenschaftliche Literatur zu analysieren, um herauszufinden welche konservativen Behandlungsmöglichkeiten es für Spondylyse und Spondylolisthesis gibt und welche davon am erfolgversprechendsten sind.

2.3 Methode

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen während der Literatursuche und der Ausarbeitung beschrieben. Ebenfalls wird in diesem Teil der Arbeit die Beurteilung der Evidenzstufe der Studien behandelt.

2.3.1 Allgemeines Vorgehen

Die Literatursuche fand hauptsächlich in der Zeitspanne von September 2008 bis im Februar 2009 statt. Mit den weiter unten aufgelisteten Schlüsselwörtern wurde in den Onlinedatenbanken PubMed, Pedro, Ovid, Cinahl, Medline und Science Direct nach

geeigneten Studien gesucht. Auch elektronische Journals wie Spine, Journal of Neurosurgery und Journal of Chiropractic Medicine, wurden für die Recherche verwendet. Die Grundlagenliteratur zur Anatomie und Biomechanik stammt zu einem grossen Teil aus Bibliotheken wie der Zentralbibliothek Zürich, der Medizinbibliothek Careum Zürich und der Bibliothek des Departement G der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.

2.3.2 Key Words

Die folgenden Schlüsselwörter wurden zur Literatursuche verwendet: spondylolisthesis, spondylolysis, physiotherapy, rehabilitation, therapy, exercise, conservative, non-operative treatment, lumbar instability, spinal instability, motor control, stabilisation, isthmic, fusion, reposition.

2.3.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Die Literatursuche orientierte sich daran, möglichst aktuelle und in der Evidenzpyramide hoch eingeordnete Artikel zu finden. Dies wären also vor allem randomisierte kontrollierte Studien (RCT) gewesen. Es zeigte sich jedoch bald, dass zu diesem spezifischen Thema nur relativ wenig aktuelle und geeignete Literatur auffindbar ist. So wurden für die vorliegende Arbeit neben RCT's auch Fallstudien, Kohortenstudien und literarische Reviews verwendet. Auch musste das Kriterium - nur neuere Studien zu verwenden - relativiert werden. So wurde die älteste miteinbezogene Studie von Sinaki, Lutness, Ilstrup, Chu-Pin und Gramse im Jahre 1989 veröffentlicht.

Beispiel einer Suchstrategie für die Cinahl-Datenbank

	Suchbegriffe	Treffer
1.	((spondylolisthesis and conservative therapy) or physiotherapy).af.	19334
2.	limit 1 to (research and full text and yr="1997 - 2008")	2194
3.	randomized controlled trials.af.	5250
4.	3 and 2	87
5.	spondylolisthesis.ti.	131
6.	5 and 4	0
7.	spondylolisthesis.ab.	184
8.	7 and 5	82

Anhand der oben illustrierten Literatursuche auf der Cinahl-Datenbank, konnten 82 Studien zum engeren Themenkreis gefunden werden und wurden aufgrund ihrer Titel und Abstracts selektiert. Davon konnten schliesslich nur 25 als brauchbar eingestuft werden. Jedoch konnten mittels der Literaturverzeichnisse weitere relevante und geeignete Studien identifiziert werden. Daraufhin wurden zwölf Studien ausgewählt, um die eigentliche Fragestellung zu bearbeiten. Für die gesamte Arbeit wurden insgesamt 33 Artikel und vier Bücher verwendet.

2.3.4 Beurteilungskriterien

Um Schlüsse betreffend der alltäglichen Arbeit als Physiotherapeut zu ziehen, ist es wichtig die einzelnen Studien nach ihrer Evidenz zu beurteilen. Bei einer Beurteilung der Evidenzstärke oder Aussagekraft von Studien ist es daher unabdingbar, den Typ der Studie und deren Struktur und Methodik zu berücksichtigen. Diesbezüglich sind die Ergebnisse der Literatursuche nicht sehr homogen. Die 12 gefundenen und als geeignet eingestuften Studien unterscheiden sich betreffend Interventionen, Assessments sowie Outcomes und gehören verschiedenen Studientypen an. Dennoch wird versucht, eine nachvollziehbare, evidenzbasierte Rangliste der Studien zu erstellen. Um die 12 Studien zu bewerten, wird die Evidenzpyramide aus dem Unterricht „Wissenschaftliches Arbeiten“ verwendet. Weitere Kriterien für die erstellte Rangliste sind die Qualität der verwendeten Assessments und Outcomes, die Aktualität der Studie und die Anzahl Patienten/Studien.

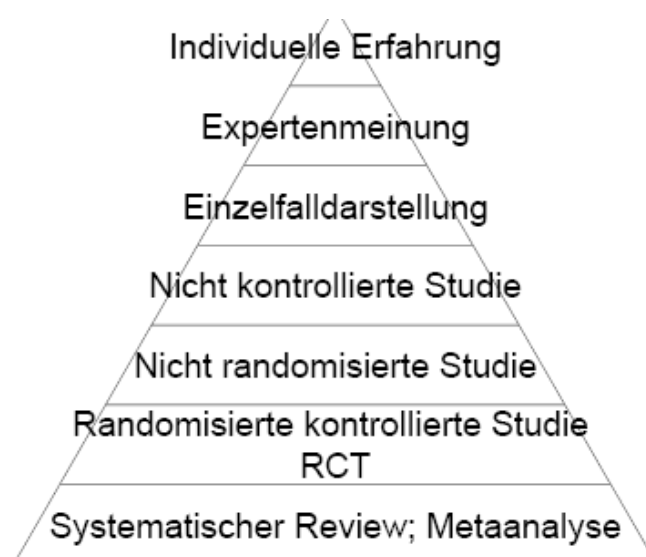


Abb. 3: Evidenzpyramide

Aufgrund dieser Einteilung kann folgende Rangliste der Studienevidenz aufgestellt werden:

1. Chorgherr (Systematic Review, 2008, 18 Studien)
2. Haun (Narrative Review, 2005, 68 Artikel)
3. McNeely (Systematic Review, 2003, 2 Studien)
4. O'Sullivan (RCT, 1997, 44 Patienten)
5. Spratt (RCT, 1993, 56 Patienten)
6. Fujii (Retrospective Study, 2003, 134 Patienten)
7. Möller (Prospective Study, 2000, 111 Patienten)
8. Sinaki (Retrospective Study, 1989, 84 Patienten)
9. Sys (Cohort Study, 2001, 28 Patienten)
10. Bell (Cohort Study, 1988, 28 Patienten)
11. Wong (Case Study, 2004, 1 Patient)
12. Excoffon (Case Study, 2006, 1 Patient, keine geeigneten Outcomes)

3 Hauptteil

3.1 Theorie

In diesem Teil der Arbeit werden theoretische Aspekte des Themas dargestellt. Dies beinhaltet anatomische und biomechanische Grundlagen, Ätiologie, klinisches Bild, Krankheitsverlauf und Therapieansätze.

3.1.1 Anatomie der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule des Menschen besteht aus 24 Wirbeln (sieben zervikale, zwölf thorakale und fünf lumbale), die durch Muskeln, Bandscheiben und Bänder miteinander in Verbindung stehen. Die Wirbelsäule kann funktionell als eine vielgliedrige Gelenkskette betrachtet werden, welche beim erwachsenen Menschen charakteristische Krümmungen aufweist. Die Krümmung nach vorne im Hals- und im Lendenbereich, wird Lordose, diejenige nach rückwärts im Brustbereich, Kyphose genannt. Die Wirbelsäule wird dadurch zu einem S-förmigen, elastischen Gebilde. Zwei benachbarte Wirbel bilden mit allen verbindenden Strukturen (Wirbelgelenke, Bandscheibe, Bänder, Muskeln, Spinalnervenpaar) ein Bewegungssegment.

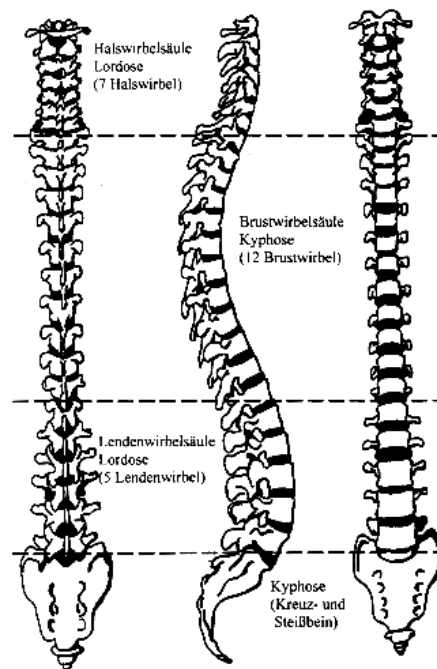


Abb. 4: knöcherner Aufbau der Wirbelsäule

Die Wirbelsäule bringt viel Stabilität in den menschlichen Körper, muss aber gleichzeitig auch eine gewisse Beweglichkeit aufweisen, da die oben genannten Wirbelsäulenabschnitte verschiedenen Aufgaben gerecht werden müssen. Die Beweglich-

keit eines Bewegungssegments, wird in erster Linie durch die Form der Gelenksflächen der processi artikulares und deren Ausrichtung sowie durch den Bandapparat vorgegeben. Die zervikalen Bewegungssegmente weisen eine grosse Beweglichkeit auf und sind eher zierlich gebaut. Die lumbalen Wirbelkörper wiederum sind weniger beweglich, dafür sehr belastbar und gross. Die unterschiedlichen Formen der Wirbel ergeben sich aus funktionellen Anpassungen, welche durch die zunehmende Belastung und Bewegungseinschränkung Richtung kaudal zu erklären sind (Appell, 2008).

3.1.2 Biomechanik der Lendenwirbelsäule und des lumbosakralen Übergangs

Die unteren Lendenwirbelsäulensegmente, insbesondere der lumbosakrale Übergang, stellen einen Schwachpunkt im Bereich der Wirbelsäulenstatik dar. Dafür ist neben der lumbalen Lordose die Neigung des Sakrumplateaus verantwortlich, da so die Tendenz des 5. Lendenwirbelkörpers nach kaudal zu rutschen vergrössert wird. Durch die spezielle Bauweise der Interartikularportion sowie durch die nahezu in der Frontalebene stehenden Gelenkfortsätze der lumbosakralen Artikulation, werden diese nach ventral gerichteten Scherkräfte reduziert.

Weitere Strukturen, die das Ventralgleiten des Wirbelkörpers verhindern, sind die ventralen und vor allem die dorsalen Ligamente. Auch die Bandscheiben verhindern ein Ventralgleiten durch ihre Struktur, welche Torsions-, Kompressions- und Scherkräfte reduziert. Durch diese Faktoren wird die Tendenz des 5. Lendenwirbelkörpers, nach ventral abzugleiten, im Normalfall weitgehend kompensiert. Dennoch kann die Wirbelsäule durch diese passiven Kompensationsmechanismen längerfristig nicht ausreichend stabilisiert werden. Es muss also eine Interaktion zwischen passiven und aktiven Strukturen stattfinden (Metz-Stavenhagen, Sambale, Völpel und von Stavenhagen, 1997).

3.1.3 Stabilisierendes System der Wirbelsäule

Laut Klein-Vogelbach (2007) sind Bewegung und Stabilität im Allgemeinen voneinander abhängig. Dabei nimmt die Muskulatur drei verschiedene Funktionen wahr: Erstens die Einleitung der Primärbewegung, zweitens den Erhalt des Körpergleichgewichts und drittens den Schutz der einzelnen Gelenke. Auf die Wirbelsäule übertragen ist dies sehr komplex, da Bewegung und Stabilität über 24 Segmente koordiniert werden müssen. Unkontrollierte Bewegungen zwischen den Wirbelsegmenten werden oft als Ursache für Rückenschmerzen betrachtet. Panjabi (1992; zit. nach Panjabi, 2003, S.372) hat sich mit den Zusammenhängen zwischen minimalen Fehlbewegungen einzelner Wirbelsäulen-

segmente und spinaler Instabilität befasst. Er definierte die Instabilität der Wirbelsäule und unterteilte die Stabilitätsfunktion der Wirbelsäule in drei Subsysteme. Um physiologische Bewegungsabläufe zu ermöglichen, müssen diese drei Systeme miteinander kommunizieren und funktionieren:

- *Das passive System*, bestehend aus Wirbelkörpern, Zygapophysealgelenken, Bandscheiben und Ligamenten, welche die intrinsische Stabilität gewährleisten.
- *Das aktive System*, bestehend aus Muskeln und Sehnen, welche die dynamische Stabilität gewährleisten.
- *Das neurale System*, bestehend aus peripheren Nerven und dem zentralen Nervensystem, welche das aktive System beim Aufrechterhalten der Wirbelsäulenstabilität kontrollieren und koordinieren.

Panjabi definierte die neutrale Zone eines Gelenkes als einen Bereich, in dem minimale, widerstandsfreie Gleitbewegungen der Gelenkspartner möglich sind. Somit ist die neutrale Zone also ein winziger Gelenksspielraum. Einige Untersuchungen von Panjabi konnten zeigen, dass die Grösse der neutralen Zone für den Grad der Instabilität der Wirbelsäule ausschlaggebend ist. Je mehr also die neutrale Zone eines Gelenkes von der Norm abweicht, desto instabiler ist das betroffene Wirbelsäulensegment. Bei Verletzungen und Veränderungen der Wirbelsäule kann sich die neutrale Zone eines Bewegungssegmentes vergrössern, was laut Panjabi mit einer gezielten Aktivierung von stabilisierenden Muskeln oft kompensiert wird.

Bergmark (1989) unterteilte die Rumpfmuskulatur in zwei Muskelsysteme, das globale und das lokale Muskelsystem:

- Das globale Muskelsystem, bestehend aus M. Rectus Abdominis, Mm. Abdomini Obliqui und M. Erector Spinae. Diese Muskeln entwickeln die Kraft für die Primärbewegungen und erhalten das Körpergleichgewicht. Obwohl sie die Wirbelsäule bewegen können, sind sie nicht direkt mit ihr verwachsen. Daher haben sie auch einen geringeren Einfluss auf die Stabilität der Wirbelsäule.
- Das lokale Muskelsystem, besteht aus M. Multifidus, M. Transversus Abdominis, M. Psoas Major, M. Quadratus Lumborum und dem lumbalen Anteil des M. Iliocostalis und M. Longissimus. Diese tief gelegenen Muskeln agieren direkt an der Wirbel-

säule. Sie dienen der Verbesserung der intersegmentalen Stabilität und sind laut Panjabi am effektivsten darin die neutrale Zone klein zu halten.

Einige weitere Studien lieferten Hinweise darauf, dass ein gezieltes Training dieser stabilisierenden Muskulatur bei Patienten mit Wirbelsäuleninstabilität wirksam ist (O'Sullivan, Twomey und Allison, 1997, Panjabi, 2003).

3.1.4 Auswirkungen der Spondylolysis und Spondylolisthesis auf das stabilisierende System

Durch die Unterbrechung der Interartikularportion ist die passive Verankerung des Wirbelkörpers durch die Zygapophysealgelenke, bei bestehender Spondylolyse nicht mehr vorhanden. So müssen zunächst die erhaltenen anatomischen Strukturen, die Bandscheibe und die stabilisierende Muskulatur die erhöhten Scherkräfte kompensieren. Eine ungünstige Schrägstellung des Sakrums bewirkt oft ein frühzeitiges Versagen der passiven Strukturen. Dadurch degeneriert die Bandscheibe schneller und das Ausmass der Gleitbewegung nimmt zu. Folglich ist das stabilisierende Muskelsystem überlastet und neigt zur Dekompensation.

Diese Vorgänge führen häufig zu einer Kyphosierung des Bewegungssegments, was zu einer Erhöhung der Scherkräfte und einer Ventralverschiebung des axialen Druckes führt. Unter dem so entstehenden pathologischen Druck und Bewegungsmuster kommt es zu einer Abrundung der Vorderkante des Sakrums sowie zu einer Veränderung im dorsalen Bereich der Grundplatte des fünften Lendenwirbelkörpers, weshalb L5 trapezförmig und die Sakrumoberfläche S-förmig erscheint (Niethard und Pfeil, 2005). Diese Effekte forcieren die Instabilität und es folgen weitere Abnutzungserscheinungen wie die Elongation des Bandapparates oder die Degeneration der Bandscheibe und der Zygapophysealgelenke (Metz-Stavenhagen et al., 1997).

Das muskuläre System weist aufgrund der veränderten Biomechanik meist einen Hypertonus auf, wodurch Schmerzen entstehen (Hüter-Becker et al. 2005). Einige Studien deuten darauf hin, dass die tiefe Bauchmuskulatur bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen veränderte Aktivierungsmuster aufweist (Hodges und Richardson, 1996 a). Dies äussert sich oft in einer Substitution durch den M. Rectus Abdominis beim Versuch die tiefe Bauchmuskulatur zu aktivieren (Hodges, Richardson und Jull, 1996 b). In Studien die sich mit dem M. Multifidus, dem tiefsten und medialsten Rückenstrecker

beschäftigten, zeigte sich bereits 24 Stunden nach erstmaligem Auftreten von Rückenschmerzen eine Atrophie des M. Multifidus (Hides, Stokes, Jull und Cooper, 1994).

3.1.5 Ätiologie und Ursachen

Für das Zustandekommen einer Spondylolisthesis gibt es vielfältige Erklärungsansätze und Ursachen. Eine Reihe von Autoren ist der Überzeugung, dass in erster Linie angeborene Schäden oder Schwachstellen zum Krankheitsbild führen. Dies können Zygapophysealgelenksasymmetrien, ein Verändertes Sakrumplateau und lumbosakrale Übergangsstörungen sein (Engelhardt et al., 1997). Gemäss Engelhardt (1980; zit. nach Jamiokowska, 1997, S.755) können weitere Faktoren eine Minderung des arteriellen Blutzufusses in der pars interarticularis und das Fehlen arterieller Anastomosen sein. Spondylolyse und das häufig damit verbundene Wirbelgleiten entsteht jedoch immer postnatal und wurde noch nie bei Säuglingen diagnostiziert (Niethard et al., 2005). Daher führt die Mehrzahl der Autoren die Entstehung der Spondylolyse, beziehungsweise der Spondylolisthesis, auf exogene Faktoren zurück (Engelhardt et al., 1997).

Es ist erwiesen, dass die Spondylolyserate in gewissen Sportarten um ein Vielfaches erhöht ist. Betroffen sind Sportarten mit extremer Extension/Hyperlordosierung, dies oft in Verbindung mit kraftvollen Torsionen oder starken axialen Lasten der Wirbelsäule wie beispielsweise beim Turmspringen, Gewichtheben, Segeln oder Turnen. (Rossi et al., 2001). „Obwohl es bezüglich der Ätiologie der Spondylolyse und der Spondylolisthese noch eine Vielzahl umstrittener Hypothesen gibt, besteht Einigkeit darüber, dass die Beanspruchung der Wirbelbögen aufgrund des Missverhältnisses zwischen verminderter Belastbarkeit und erhöhter Belastung die Spondylolyserate erhöhen und damit die Voraussetzung für die Spondylolisthese schaffen kann“ (Engelhardt et al., 1997).

3.1.6 Klassifikation

Die am häufigsten verwendete Klassifikation für den Schweregrad des Gleitens wurde 1932 von Meyerding entwickelt:

- Grad I: <25%
- Grad II: 25-50%
- Grad III: 51-75%
- Grad IV: >75%

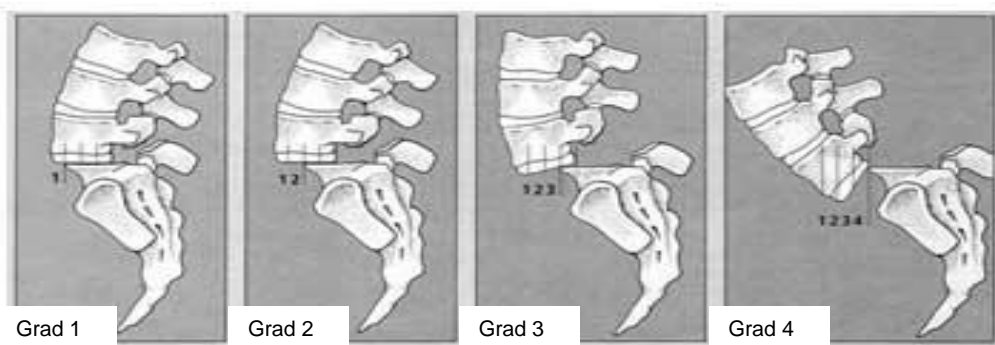


Abb. 5: Schweregrad 1-4 nach Meyerding

Die bekannteste Einteilung nach Ursachen der Spondylolisthesis wurde 1976 von Wiltse, Newman und McNab beschrieben:

- Typ 1: Dysplastisch
- Typ 2: Isthmisch/Spondylolytisch
- Typ 3: Degenerativ
- Typ 4: Traumatisch
- Typ 5: Pathologisch

Dysplastisch: Bei dieser Form von Spondylolisthesis handelt es sich um eine angeborene Anomalie. Es gibt Indizien dafür, dass dies genetisch weitervererbt wird. So zeigt sich bei erstgradigen Verwandten von Erkrankten eine Erhöhung der Spondylolyserate von 26%. Das Gleiten wird durch die sagittale Ausrichtung der Facettengelenke oder durch eine Missbildung des Sakrums mit Spina bifida begünstigt. Von dieser Form sind Frauen doppelt so häufig betroffen wie Männer (Dickson, 1998).

Isthmisch: Die häufigste Form von Spondylolisthesis (Earl, 2002), weist eine Läsion oder Veränderung der pars interarticularis des Wirbels auf. Die Läsion oder Elongation der pars interarticularis vermeidet die Verankerung der Wirbel gegeneinander und erlaubt somit ein Gleiten. Dabei werden folgende drei Subgruppen unterschieden: Stressfrakturen, eine Elongation ohne Fraktur und akute Frakturen der pars interarticularis. Bei dieser Form sind Männer zwei bis drei Mal häufiger betroffen als Frauen (Beutler et al., 2003).

Degenerativ: Von einer degenerativen Spondylolisthesis sind meistens Personen ab 40 Jahren betroffen. Das Gleiten kommt hier durch eine Kombination von degenerativen Veränderungen zustande. Dies durch die Arthrose von den Zygapophysealgelenken und durch die Degeneration der Bandscheibe. Ebenfalls möglich ist eine Hypomobilität in einem benachbarten Segment, welches zur Hypermobilität im Anderen führt. Diese Form tritt bei Frauen häufiger auf als bei Männern (Wiltse et al., 1976).

Traumatisch: Diese Form ist eher selten und kommt meist in Verbindung mit schweren Unfällen und Verletzungen zustande.

Pathologisch: Pathologische Erkrankungen wie Karzinome können die knöchernen Strukturen schwächen und dadurch das stabilisierende System in seiner Funktion hindern.

3.1.7 Krankheitsverlauf und klinisches Bild

Da es mehrere Typen der Spondylolisthesis gibt und diese auf mehreren Segmenten der Wirbelsäule mit unterschiedlich starken Ausprägungen auftreten, ist das klinische Bild äusserst vielfältig. Lediglich ein geringer Anteil der Patienten mit Spondylolyse oder Spondylolisthesis wird symptomatisch. So handelt es sich häufig um einen Zufallsbefund, da der Gleitprozess bei bestehender Spondylolisthesis bis zum frühen Erwachsenenalter symptomfrei verlaufen kann (Hüter-Becker et al., 2005).

Die Spondylolyse entwickelt sich laut Johnson bei Jugendlichen sehr oft während des Wachstumsschubes in der Pubertät, da in dieser Phase die Ossifikation der pars interarticularis noch nicht vollständig ist und die Äusseren Belastungen wie Sport und Arbeit zunehmen (1993, zit. nach McNeely, Torrance und Magee, 2003, S. 81-82). „Je jünger das Kind beim Auftreten einer Spondylolyse ist, desto grösser ist die Gefahr, dass sich eine hochgradige Spondylolisthesis entwickelt. Aus diesem Grunde sollte bei diesen

Kindern prophylaktisch eine physiotherapeutische Behandlung erfolgen“ (Hüter-Becker et al., 2005).

Häufige Symptome sind dumpfe Rückenschmerzen, mit oder ohne Ausstrahlungen in Gesäss und Beine, muskuläre Verspannungen des M. Erector Spinae und der Hamstrings. Bei massiver Ausprägung können die Spinalwurzeln L5 und S1 komprimiert werden. Dann treten Schmerzen und Sensibilitätsstörungen in den Dermatomen L5 und S1, eventuell auch motorische Störungen in den Kennmuskeln von L5 (M. Extensor Hallucis Longus) und S1 (M. Triceps Surae) auf. Allgemein kommt es zu einer Zunahme der Beschwerden unter Belastung und bei endgradigen Bewegungen.

Symptomprovozierend ist auch das längere Verharren im Sitz oder Stand. Die Zunahme der Schmerzen wird auch oft von einem Gefühl des „Abbrechens“ begleitet. Eine Entlordosierung, beispielsweise durch Aufstützen auf den Oberschenkel oder Lagerung mit angewinkelten Beinen, führt häufig zu einer Schmerzlinderung (Hüter-Becker et al., 2005). Derzeit ist noch nicht klar, welche Mechanismen bei manchen Personen eine Progredienz verursachen, während andere mit gleichem Ausgangsbefund weitgehend symptomfrei bleiben (Chorherr, 2008). Das Ausmass des Abgleitens scheint für die Schmerzintensität nicht von gleich grosser Bedeutung zu sein wie die funktionelle Instabilität des Segments (O’Sullivan et al., 1997).

Bei der klinischen Untersuchung findet sich eine vermehrte Lendenlordose. Bei stärkerem Gleiten ist eine Stufenbildung (Sprungschancenphänomen) zwischen den Dornfortsätzen zu palpieren. Bei hochgradigem Gleiten (Meyerding Grad IV), kann der Durasack, der über die Hinter-/Oberkante des Sakrums gespannt ist eingeengt werden. Dies zeigt sich bei der Untersuchung in Form der Hüftlendenstrecksteife (Niethard et al., 2005). In solchen Fällen ist auch eine Verschiebung des Rumpfes nach ventral zu beobachten. Um eine verlässliche Diagnose zu stellen, bedarf es jedoch einer seitlichen Röntgenaufnahme, da das Gleiten aus dieser Perspektive am besten sichtbar wird (Hüter-Becker et al., 2005).

Generell wird bei Spondylolysen und geringgradigen Spondylolisthesen eine konservative Therapie empfohlen. Insbesondere bei früh erkannten, inkompletten Spondylolysen, ist die Heilungsrate der knöchernen Elemente bei konservativer Therapie bis zu 73%. Die Chancen auf eine knöcherne Heilung reduziert sich jedoch bei hochgradiger Spondylolisthese auf 0% (Morita, Ikata, Katoh und Miyake, 1995). Bei der Feststellung einer progredienten Spondylolisthese, bei persistierenden, therapieresis-

tenten Schmerzen, neurologischen Defiziten und Ausfällen, kann eine operative Therapie erforderlich sein. In Fällen die in Grad III nach Meyerding eingestuft sind, wird eine operative Versorgung, je nach Ausprägung der Symptome häufiger empfohlen (Earl, 2002).

Die Belastbarkeit beim Vorliegen einer Spondylolyse/Spondylolisthesis ist abhängig von der Instabilität, der Progredienz des Wirbelgleitens und den Beschwerden. Da die physiologische Belastbarkeit persönlichkeitsbezogen ist, muss eine Entscheidung des Arztes individuell erfolgen (Engelhardt et al., 1997). Bei der Beurteilung und der Prognosestellung einer Spondylolisthesis sollten daher die Faktoren berücksichtigt werden, welche die Progredienz beeinflussen. Zu den positiven Faktoren gehören das Auftreten nach Wachstumsabschluss, ein unverändertes Sakrumplateau, eine Lordose im spondylolisthetischen Segment und eine geringe Ventraldislokation (Meyerding Grad I). Zu den negativen Faktoren gehören das Auftreten im Kindesalter, ein kuppelförmiges Sakrumplateau, eine Kyphose im spondylolisthetischen Segment und eine nachweisbare Progression (Meyerding II-IV) (Niethard et al., 2005).

Nach Hüter-Becker (1998) ist jedoch eine Progression des Wirbelgleitens allein durch konservative Therapie nicht wesentlich aufzuhalten. Die generelle Tendenz für eine Progression des Wirbelgleitens wird durch einige Studien als gering beurteilt. Bei Kindern wurde sie ausführlicher untersucht als bei Erwachsenen (Ohmori, Ishida, Takatsu, Inoue und Suzuki, 1995) und es konnte festgestellt werden, dass das Fortschreiten der Spondylolisthesis nach Abschluss des skelettalen Wachstums eher rar ist. Eine Studie zeigte bei Betroffenen eine Zunahme des Gleitens von 9-30% im dritten Lebensabschnitt. Dies wurde mit sekundären degenerativen Veränderungen der Bandscheibe und anderen passiven Strukturen in Verbindung gebracht (Floman, 2000).

3.1.8 Konservative Therapie

Bei der Behandlungsplanung der konservativen Therapie sind das Alter des Patienten, das Alter der Fraktur, die Progression der Spondylolisthesis und das Aktivitätsniveau des Patienten zu berücksichtigen. Daher wird bei der Beratung von Patienten darauf hingewiesen, dass Sportarten und Hobbies mit rückenbelastenden Übungen vermieden werden sollten. Generelle Sportverbote sollten aber nur in der Akutphase angeordnet werden (Hüter-Becker et al., 2005).

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl therapeutischer Ansätze, um die Spondylolyse und Spondylolisthesis zu behandeln. Ziel aller Ansätze ist es, Schmerzen zu lindern und

überlastete Strukturen zu entlasten, die Beweglichkeit in hypomobilen Wirbelsäulenabschnitten zu verbessern und instabile Wirbelsäulenabschnitte zu stabilisieren. Zu den schmerzlindernden Massnahmen gehören Entlastungslagerungen, Elektrotherapie, Thermotheapie, Triggerpunkttherapie, Massagen oder leichte manuelle Techniken wie hubfreie Bewegungen. Weiter können segmentale Mobilisationen der Wirbel und Dehnungen der verkürzten Muskeln vorgenommen werden, um die Beweglichkeit der hypomobilen Wirbelsäulenabschnitte zu verbessern. Ein wichtiger Aspekt bei der Behandlung der Spondylolisthesis ist die Stabilisation der hypermobilen Wirbelsäulenabschnitte, da gemäss O'Sullivan (1997) vor allem die Instabilität zu Schmerzen führt.

Mögliche therapeutische Ansätze bei der Behandlung sind Übungen, welche eine Kokontraktion von bestimmten Bauch- und Rückenmuskeln, ein koordiniertes konzentrisches und exzentrisches Arbeiten der Rumpfmuskulatur sowie die Beckenstabilität anstreben (Hüter-Becker et al., 2005). Dies beinhaltet das spezifische Training der Muskeln, welche für die dynamische Stabilität und segmentale Kontrolle der Wirbelsäule zuständig sind, nämlich der M. Transversus Abdominis, das Diaphragma und die Mm. Multifidi (O'Sullivan, 2000). Eine weitere Behandlungsmethode, welche vor allem bei akuten Frakturen der pars interarticularis und bei geringgradigen Spondylolisthesen (Grad I+II) angewendet wird, ist das Bracing. Bei dieser Methode wird die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule vermindert und die Hyperlordosierung von aussen mit einem Brace (Korsett) vermieden (Earl, 2002). Sollten die konservativen Massnahmen nicht den gewünschten Erfolg bringen, muss eine operative Versorgung in Betracht gezogen werden.

3.1.9 Operative Versorgung

Es gibt heutzutage viele verschiedene Operationstechniken zur Behandlung einer Spondylolisthesis wobei das Ziel die Wiederherstellung der physiologischen und anatomischen Stellung des instabilen Wirbelsäulensegments ist. Dabei werden eine völlige Reposition des Gleitwirbels, die Wiederherstellung der ventralen intersomatischen Distanz und die Wiederherstellung einer harmonischen Lordosierung sowie die exakte Horizontalisierung des fusionierten Bewegungssegments angestrebt.

(Metz-Stavenhagen et al., 1997).

Gemäss Fritsch (2003) können grundsätzlich zwei Operationsverfahren unterschieden werden:

- Die knöcherne Überbrückung und Stabilisation der Spondylolysezone (direct pars repair).
- Die Repositionsspondylodese des spondylolisthetischen Segments.

Eine Indikation zur „direct pars repair“ besteht bei symptomatischen Spondylolysen und geringgradigen Spondylolisthesen. Diese Operationsmethode zeigt nach Lenke sehr gute Ergebnisse mit einer Fusionsrate von über 90% (1997; zit. nach Fritsch, 2003, S.355). Eine Fusion des spondylolisthetischen Segments wird bei fortgeschrittenen degenerativen Veränderungen und bei höhergradigen Spondylolisthesen vorgenommen, da die Erfolgsrate der „direct pars repair“ -Methode dann niedriger ist (Dai, Jia, Yuan, Ni und Zhu, 2001). Die Möglichkeiten eine Fusion durchzuführen sind sehr vielfältig und variieren je nach Operateur und klinischer Präsentation.



Abb. 6: Spondylolisthesis Grad IV nach Meyerding bei einer 13-jährigen Patientin. Operation: monosegmentale Repositionsspondylodese mit Teilrestitution der Fehlstellung

3.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die verwendeten Studien tabellarisch dargestellt und zusammengefasst. Die Studien sind nach ihrer Evidenzstufe aufgelistet, welche anhand der im Methodikteil beschriebenen Kriterien bestimmt wurde.

3.2.1 Matrix

Autor	Jahr	Studientyp	Anzahl Patienten/ Studien	Outcomes
Chorherr	2008	Systematic Review	18 Studien, davon 6 RCT & CT	Hier sind keine spezifischen Outcomes vorhanden
Haun et al.	2005	Narrative Review	68 Artikel	Hier sind keine spezifischen Outcomes vorhanden
McNeely et al.	2003	Systematic Review	2 Studien O'Sullivan & Spratt	Hier sind keine spezifischen Outcomes vorhanden
O'Sullivan et al.	1997	RCT	44 Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - McGill pain questionnaire - Oswestry disability questionnaire - Beweglichkeit der LWS und Hüfte - Aktivierungsmuster der Bauchmuskulatur
Spratt et al.	1993	RCT	56 Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - VAS - Wirbelsäulenbeweglichkeit - Kraft der Rumpfmuskulatur
Fuji et al.	2003	Retrospectiv Study	134 Patienten unter 18 Jahren	<ul style="list-style-type: none"> - CT - Schmerzen
Möller et al.	2000	Prospectiv Study	111 Patienten	Konservativ vs Operation: <ul style="list-style-type: none"> - DRI (Disability Rating Scale), - Schmerzfragekatalog

Sinaki et al.	1989	Retrospectiv Study	48 Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Rückgang der Schmerzen - Arbeitsstatus - Benötigen von Rückenstützenden Hilfsmitteln - Benötigen einer Operation
Sys et al.	2001	Cohort Study	28 Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Knochenheilung - Schmerz - Brace Benötigung - Aktivitäten
Bell et al.	1988	Cohort Study	28 Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Wirbelgleiten - Lumbale Lordose - Sakrale Inklination
Wong	2004	Case Study	1 Patient	<ul style="list-style-type: none"> - Numerische Schmerz Skala - Oswestry Low Back Disability Score (OLBDQ)
Excoffon et al.	2006	Case Study	1 Patient	<ul style="list-style-type: none"> - Schmerzen - MFT (Muskelfunktionstest)

3.2.2 Zusammenfassungen der Studien

Chorherr 2008 (Systematic Review)

Irmgard Chorherr führte 2008 unter dem Titel „Is there evidence for conservative treatment interventions in spondylolysis or spondylolisthesis?“ eine systematische Review zum Thema konservative Behandlungsansätze bei Spondylolisthese durch. Das ursprüngliche Ziel ihrer Arbeit war ein Vergleich der Effektivität unterschiedlicher Übungen auf die Entwicklung der Spondylolisthese. Da sich aber zu diesem Thema kaum Literatur fand, wurde die Bandbreite auf Spondylolyse und aktiv konservative Behandlungsansätze erweitert. Um eine vollständigere Darstellung des Problembereichs zu erreichen, wurden auch Artikel miteinbezogen, die operative mit konservativen Massnahmen verglichen. Insgesamt wurden 18 Studien als geeignet erklärt, darunter waren ein systematischer Review, sechs RCT's und CT's, zwei Kohortstudien und neun Fallstudien.

Resultate: Der Diskussionsteil ist differenziert und behandelt einzelne Behandlungspopulationen wie beispielsweise operativ vs. konservativ, die Behandlung mit verschiedenen Braces, Flexions- vs. Extensionsübungen, Effektivität von Manipulationen, Symptomreduktion am Laufband oder stabilisierende vs. allgemeine Übungen. Doch auch hier konnten kaum signifikante und klinisch relevante Schlussfolgerungen gezogen werden. Daher kam die Review ebenfalls zu dem Ergebnis, dass weitere und differenziertere Forschung nötig ist, um diese Patientenpopulation in Zukunft besser behandeln zu können.

Haun et al. 2005 (Narrative Review)

Daniel W. Haun und Norman W. Kettner führten 2005 eine narrative Review zum Thema Spondylolysis/Spondylolisthesis und deren Ätiologie, Diagnose und konservatives Management durch. In dieser Zusammenfassung werden hauptsächlich die Erkenntnisse zum konservativen Management einer Spondylolyse wiedergegeben. Haun konnte dabei feststellen, dass die meisten Patienten mit Spondylolysis oder Spondylolisthesis gut auf konservative Therapiemethoden ansprechen. Haun unterteilt die Patienten in drei Subgruppen:

1. asymptotische Patienten mit Spondylolyse
2. junge Patienten mit akuter Spondylolyse
3. erwachsene Patienten mit Spondylolyse und chronischen Rückenschmerzen

Für die erste Subgruppe empfiehlt Haun, keine Behandlung durchzuführen, da die meisten Patienten mit Spondylolyse diese in der Kindheit entwickeln und oft asymptomatisch sind. Da bei asymptomatischen und nicht akuten Lysen/Frakturen der pars interarticularis die Aktivität der Osteoblasten keine Zunahme aufweist, ist eine Heilung der knöchernen Strukturen eher unwahrscheinlich. In dieser Subgruppe sollte die „Erkrankung“ laut Haun somit nicht als Grund für eine Reduktion der sportlichen Aktivität oder als Einschränkung in der beruflichen Tätigkeit betrachtet werden.

Resultate: Vor allem für die zweite Subgruppe bestehen gute, erfolgversprechende Behandlungsmöglichkeiten. In dieser Patientenpopulation ist der Grund für die Schmerzen höchstwahrscheinlich der Parsdefekt selbst. Die Patienten weisen im Bereich der Unterbrechung des Wirbelbogens eine erhöhte Aktivität der Osteoblasten und somit eine aktive Spondylolyse auf. Eine diesbezüglich sehr populäre Behandlungsmethode ist das Bracing. Sowohl lordoseerhaltende- wie auch antilordotische Braces zeigten in

verschiedenen Untersuchungen gute Ergebnisse. Ziel dieser Methode ist es, das Segment mit der Ermüdungsfraktur ruhig zu stellen und somit eine ossäre Heilung zu ermöglichen. Bei einigen Studien wurde die Aktivität der Patienten während der Behandlung mit dem Brace reduziert. In anderen Studien liess man volle Alltags- und Sportaktivität zu. Eine Wiederverbindung des Wirbelbogens konnte bei vielen, jedoch längst nicht bei allen untersuchten Patienten dokumentiert werden. Weiter zeigte sich, dass leichtere, akute Defekte des Wirbelbogens eine grössere Wahrscheinlichkeit haben zu heilen. Ausserdem haben Defekte auf Höhe L4 eine bessere Chance zu heilen als jene auf Höhe L5.

Für die dritte Subgruppe, den erwachsenen Patienten mit Spondylolyse und chronischen Rückenschmerzen, ist eine akute Parsfraktur sehr selten. Somit scheinen auch die Schmerzen durch andere Mechanismen zu entstehen. Bei dieser Subgruppe bestehen in der Regel seit längerem ein Spondylolyse und eine dadurch entstandene Spondylolisthesis. Durch diese instabile Situation der lumbalen Wirbelsäule kommt es zu Sekundärerscheinungen, welche Schmerzen verursachen können. Für diese Subgruppe lieferten die Forschungsarbeiten von Peter O'Sullivan gute Resultate. Dort wurde ein spezifisches Übungsprogramm zur Koordination und Kräftigung der tiefen abdominalen Muskeln und des M. Multifidus durchgeführt, welches vor allem gute Auswirkungen auf die Schmerzsymptomatik der Patienten hatte.

McNeely et al. 2003 (Systematic Review)

Margaret L. McNeely, G. Torrance und D.J. Magee führten 2003 eine systematische Review zum Thema Spondylolisthesis durch. Das Ziel war es, Beweise für die Effektivität von physiotherapeutischen Interventionen bei Rückenschmerzen zu untersuchen, die mit einer Spondylolysis oder einer Spondylolisthesis in Verbindung gebracht werden können. Ihre Ein- und Ausschlusskriterien liessen schliesslich nur zwei Studien (O'Sullivan 1997 und Spratt 1993) zur genaueren Betrachtung zu.

Resultate: Diese beiden Studien liefern Hinweise darauf, dass bei Rückenschmerzen aufgrund von Spondylolysis oder Spondylolisthesis mit spezifischen konservativen Massnahmen ein positiver Effekt erzielt werden kann. Genauere Informationen zu den Studien von O'Sullivan und Spratt werden im Verlauf dieses Kapitels ersichtlich. Da jedoch auch diese beiden Studien verschiedene Behandlungsansätze verwendeten, ist ein direkter Vergleich nur schwer möglich. Die Autoren sind sich daher einig, dass auf diesem

Gebiet noch zu wenig gute Forschungsergebnisse vorhanden sind um verlässliche Aussagen treffen zu können.

O'Sullivan et al. 1997 (Randomized Controlled Trial)

Peter O'Sullivan führte 1997 eine randomisierte, kontrollierte Studie durch. Dabei wurde die Effektivität einer spezifischen Intervention in der Behandlung von Patienten mit einer diagnostizierten Spondylolyse oder Spondylolisthesis mit chronischen Rückenschmerzen untersucht. O'Sullivans Studie war die erste, welche den Effekt der Kokontraktion des Transversus Abdominis und des M. Multifidus Lumbalis in einer Population mit einer anatomischen Instabilität untersuchte. Die 44 Patienten die an der Studie teilnahmen, waren beiderlei Geschlechts und zwischen 16 und 49 Jahre alt.

Das Einschlusskriterium war, dass die Rückenbeschwerden, mit oder ohne Ausstrahlungen in die Beine, nicht rückläufig waren und bereits länger als drei Monaten bestanden hatten. Die Ausschlusskriterien waren: keine eindeutig diagnostizierte Spondylolisthesis oder Spondylolyse, psychische Erkrankungen, schlechte Englischkenntnisse, frühere Operationen an der Wirbelsäule, entzündliche Gelenkserkrankungen und neurologische Symptome. Im Falle dass während der Studie mangelnde Compliance auftrat, welche man mit einem Fragebogen erfasste, wurden die betreffenden Patienten von der Studie ausgeschlossen.

Die Patienten wurden zufällig in zwei Behandlungsgruppen unterteilt. Eine erste Gruppe nahm an einem zehnwöchigen spezifischen Behandlungsprogramm teil, welches von einem erfahrenen und geschulten Physiotherapeuten begleitet wurde. Die Behandlung beinhaltete ein spezifisches Training der tiefen abdominalen Muskeln mit einer Koaktivierung des lumbalen Multifidus, proximal des Parsdefektes. Die spezifische Kokontraktion sollte ohne Substitution durch die globale Rumpfmuskulatur wie M. Rectus Abdominis und M. Obliquus Externus geübt werden. Dazu wurde mit Hilfe eines Biofeedbackmonitors gearbeitet um die Aktivierung der Muskeln zu visualisieren.

Sobald die Patienten fähig waren diese isometrische, geringgradige Aktivierung für zehn Mal zehn Sekunden mit normaler Atmung zu halten, wurde die Belastung langsam gesteigert. Daraufhin wurde die Kokontraktion in statischen Positionen und funktionellen Aufgaben geübt und möglichst in alltägliche Aktivitäten miteinbezogen. Das Übungsprogramm sollte von den Patienten täglich durchgeführt werden und ungefähr 10-15 Minuten dauern. Um die Compliance zu beurteilen, füllten die Patienten ebenfalls täglich

einen Fragebogen aus. Die Patienten der Kontrollgruppe durchliefen ein eher unspezifisches Übungsprogramm, das von einem „treating practitioner“ instruiert wurde.

Resultate: Zu Beginn der Studie waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen sichtbar. Dabei wurden folgende Outcomes verwendet: die Schmerzintensität und das „functional disability level“, die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule und der Hüfte sowie die Aktivierungsmuster der abdominalen Muskulatur, welche mit einem Oberflächenelektromyographen beurteilt wurde. Nach der eigentlichen Interventionsphase wurde nach drei, sechs und 30 Monaten ein Follow-Up mit Fragebogen durchgeführt.

Dabei wurde in der Interventionsgruppe mit dem spezifischen Trainingsprogramm eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität des „disability levels“ sichtbar. In der gleichen Gruppe hatten vor Beginn der Therapie neun Patienten regelmässig Schmerzmedikamente eingenommen - nach den Interventionen waren es nur noch zwei. Jene positiven Effekte konnten ebenfalls im Follow-Up bestätigt werden. Bei der Kontrollgruppe wurden nach den Interventionen und Follow-Up keine signifikanten Veränderungen in diesen Parametern festgestellt.

Spratt et al. 1993 (Randomized Controlled Trial)

Kevin F. Spratt, James N. Weinstein, Thomas R. Lehmann, Joyce Woody und Hutha Sayre führten eine Studie zur konservativen Behandlung von lumbalen Wirbelsäuleninstabilitäten durch. Diese wurde 1993 unter dem Titel „Efficacy of Flexion and Extension Treatments Incorporating Braces for Low-Back Pain Patients with Retrodisplacement, Spondylolisthesis, or Normal Sagittal Translation“ veröffentlicht. Das Ziel der Studie war es, herauszufinden ob eine konservative Behandlung, einschliesslich des Einsatzes von Braces, therapeutischen Übungen zur Bewegungskontrolle und Patient Education, erfolgreich ist. Des Weiteren sollten Unterschiede zwischen Retrolisthesis und Anterolisthesis bezüglich der Reaktion auf die verschiedenen Behandlungen festgestellt werden. Zusätzlich sollten objektivere Faktoren gefunden werden, um das Verschreiben eines Braces für Low-Back Pain Patienten zu vereinfachen.

An der Studie nahmen 56 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 36 Jahren teil, welche den Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen und bei denen radiologisch eine Instabilität der Lendenwirbelsäule feststellbar war. Diese Patientenpopulation bestehend aus 46% Männern und 54% Frauen, wurde in die folgenden drei Gruppen unterteilt:

Extensionsgruppe, Flexionsgruppe und Placebogruppe. Patienten in der Flexionsgruppe erhielten beispielsweise Instruktionen zu Übungen, welche vor allem Flexionsaktivität der Rumpfmuskulatur forderten und die Kontrolle flektierter Haltungen der Wirbelsäule trainierten. Weiter wurde für die Flexionsgruppe ein antilordotisches Brace verwendet. In der Extensionsgruppe wurden folglich ein Lordose erhaltendes Brace und extensorische Übungen angewendet. Den Patienten der Placebogruppe wurden weder Informationen noch therapeutische Übungen oder wirksame Braces gegeben. Wenn Patienten der Placebogruppe nach spezifischen Übungen fragten, wurde ihnen lediglich „gehen“ empfohlen.

Um eine homogene Verteilung der Patienten zu erreichen, wurde ein Randomisationsschema verwendet, welches jeder Behandlungsgruppe ungefähr gleich viele Patienten der verschiedenen Translationskategorien (retro, normal, spondy) zuteilte. Als Outcomes verwendete die Studie eine Schmerzskala (VAS), die Wirbelsäulenbeweglichkeit und die Kraft der Rumpfmuskulatur. Nach einem Monat wurde ein Follow-Up durchgeführt, um Veränderungen und mögliche Auswirkungen der Interventionen beurteilen zu können.

Resultate: Die Anwendung von Braces führte weder zu Bewegungseinschränkungen noch zu einer Schwächung der Rumpfmuskulatur. Im Vergleich zu der Placebokontrollgruppe, steigerte sich bei beiden, der Extensions- und der Flexionsgruppe, die flektorische Rumpfkraft signifikant. Die Autoren stellten weiter fest, dass es vor allem in der Extensionsgruppe, unabhängig des Typus der radiographischen Abnormalität, positive Veränderungen in der Schmerzsymptomatik gegeben hatte und das subjektive Empfinden der Patienten besser war. Die Autoren empfehlen daher, bei Wirbelsäuleninstabilitäten und chronischen Rückenschmerzen extensorische Behandlungen und Braces anzuwenden.

Fujii et al. 2003 (Retrospective Study)

K. Fujii, S. Katoh, K. Sairyo, T. Ikata und N. Yasui der Universität Tokushima in Japan, führten 2003 eine retrospektive Studie mit 134 Patienten unter 18 Jahren zum Thema „Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents“ durch. Das Ziel der Studie war es, Variablen zu identifizieren, welche signifikanten Einfluss auf die Heilung der Ermüdungsfraktur der pars interarticularis bei einer Spondylolyse haben. Bei den 134 Patienten, davon 109 männlich und 25 weiblich,

wurden insgesamt 239 defekte Wirbelbögen gefunden. Die Defekte traten bei 20 der Patienten in Höhe L4 und bei 114 der Patienten in Höhe L5 auf.

Die Behandlung bestand darin, sportliche Aktivitäten zu unterlassen und für mindestens drei Monate ein Korsett/Brace zu tragen. Des Weiteren wurden die Patienten instruiert, isometrische Kräftigungsübungen für die Rumpfmuskulatur durchzuführen. Wenn nach drei Monaten Anzeichen dafür bestanden, dass die Fraktur im Begriff war zusammen zu wachsen, wurde für weitere drei Monate ein Sportverbot ausgesprochen. In Fällen, in denen sich das Bild eher verschlechterte, erlaubte man zu den gewohnten Aktivitäten zurückzukehren sofern die Schmerzen geringer waren und ausreichende muskuläre Stabilität gewährleistet war. Sobald eine Wiederverbindung des Wirbelbogens im CT sichtbar wurde, konnten die Patienten ebenfalls wieder zu ihren sportlichen Aktivitäten zurückkehren, mussten dabei jedoch einen antilordotischen lumbosakralen „Support“ tragen.

Resultate: Die zwei wichtigsten Faktoren welche offenbar Einfluss auf die knöcherne Heilung einer Spondylolyse hatten, waren das Stadium der Spondylolyse und das betroffene Wirbelsäulensegment. Weitere Faktoren welche in dieser Studie einen signifikanten Einfluss aufwiesen, waren: ob der Defekt ein- oder beidseitig war, das Vorhandensein einer Spondylolisthesis, die lumbale Lordose, der Inklinationwinkel der Wirbelkörper und das Alter der Patienten. Je früher eine Spondylolyse erkannt wird, desto besser stehen die Chancen zu einer knöchernen Heilung. Wenn die Spondylolyse in L4 auftritt, verspricht diese Behandlungsmethode bessere Ergebnisse als bei einem Defekt in L5. So heilten im Frühstadium 17 von 19 Frakturen in L4, was 89% entspricht. Von den fortgeschrittenen Defekten in L5 waren es lediglich 5%, bei denen die Fraktur wieder zusammenwachsen konnte.

Möller et al. 2000 (Prospective Randomized Study)

Hans Möller und Rune Hedlund führten eine randomisierte Studie zum Thema isthmische Spondylolisthesis durch. Ihr Ziel war es, die konservative Therapie mit der operativen zu vergleichen. Da operative Behandlungsverfahren in dieser Arbeit nicht differenziert betrachtet werden, geht diese Zusammenfassung der Studie vor allem auf die Resultate der konservativen Massnahmen ein.

Einschlusskriterien waren eine diagnostizierte isthmische Spondylolisthesis, egal welchen Grades und mindestens ein Jahr Rückenbeschwerden mit Einschränkungen im

täglichen Leben. Ausgeschlossen wurden Patienten mit geringen Symptomen, einer vorhergehenden Operation am Rücken oder Patienten mit Alkohol- oder Drogenmissbrauch. An dieser Studie, nahmen 111 Patienten (54 Frauen und 57 Männer) im Alter zwischen 18-55 Jahren teil, von welchen 34 konservativ behandelt wurden. Diese 34 Patienten wurden randomisiert in diese Gruppe gewählt. Die anderen 77 Patienten wurden einer Operation unterzogen. Die Patienten mit der konservativen Therapie wurden einem Physiotherapeut übergeben, welcher ein spezielles Interesse in Spondylolisthesis hatte. Dieser entwickelte ein Übungsprogramm welches alle 34 Patienten durchführten.

Das Übungsprogramm beinhaltete vor allem Kraft- und Haltungstraining für die Rumpf-muskulatur. Zwölf unterschiedliche Übungen wurden instruiert, von welchen acht problemlos auch zu Hause ausgeführt werden konnten. Für die vier Übungen welche nicht zu Hause ausgeführt werden konnten, brauchte man eine „leg press“ -Maschine und eine „pull“ -Maschine. Die Patienten kamen in den ersten sechs Monaten drei Mal pro Woche zur Therapie und zwischen dem 6. Monat und dem 12. Monat zweimal pro Woche. Eine Therapiesitzung dauerte 45 Minuten. Nach einem Jahr wurden die Patienten gebeten, die acht Übungen zu Hause weiterzuführen. Es gab keine Kontrollen in wie weit die Patienten nach dem ersten Jahr die Übungen weiterführten.

Es gab zwei Assessments die zur Kontrolle genommen wurden. Erstens das DRI (Disability Rating Scale), ein Fragebogen um die Einschränkungen im Alltag festzuhalten. Dabei werden 12 Alltagsbereiche abgefragt, mit der Fragestellung in wie weit die Patienten diese Tätigkeiten bewältigen können. 100 Punkte bedeutet „unmöglich“ und 0 Punkte bedeutet „problemlos“ zu bewältigen. Das zweite Assessment war ein Schmerzfragekatalog, der nach dem momentanen Schmerz und den schlimmsten Schmerzen der letzten Woche fragte. Auch diese Skala ging von 0-100 Punkte. Beide Assessments wurden zu Beginn der Behandlung, nach einem Jahr und nach zwei Jahren durchgeführt.

Resultate: Der DRI veränderte sich nicht. Zu Beginn war der Durchschnitt bei 44 Punkten und nach zwei Jahren unverändert. Die Schmerzen verbesserten sich leicht von 65 auf 56, was jedoch nicht signifikant ist. Nach zwei Jahren wurden die Patienten gefragt, wie sich ihr Gesundheitszustand verändert hatte. 13 % empfanden es als viel besser, 30% als besser, 35% als unverändert und 22% als schlechter wie zu Beginn der Behandlung vor zwei Jahren. Als die Patienten gefragt wurden, ob sie der gleichen Behandlung erneut zusagen würden, antworteten 67% mit Ja. Zu erwähnen ist auch, dass bei drei Patienten während der konservativen Therapie die Schmerzen und Einschränkungen so gross

wurden, dass sie aus ethischen Gründen operiert wurden. Die anderen 87 Patienten, welche sich einer Operation unterzogen, zeigten signifikante Verbesserungen.

Sinaki et al. 1989 (Retrospective Comparison and Three-Year Follow-Up of Two Conservative Treatment Programs)

Sinaki et al. führten bis 1989 eine Studie zum Thema Spondylolisthesis und konservatives Management durch. Das Durchschnittsalter der 48 teilnehmenden Patienten betrug 44.4 Jahre. Alle litten an Rückenschmerzen welche als Begleiterscheinung einer Spondylolisthesis erklärt werden konnten. Es wurden zwei Patientengruppen gebildet. Es gab eine Flexionsgruppe mit 29 Patienten und eine Extensionsgruppe mit 19 Patienten. Diese Einteilung bezieht sich auf die Richtung der verwendeten Kräftigungsübungen für den Rumpf. Allgemeine Instruktionen für Alltagsverhalten, Rücken schonendes Heben und Wärmeanwendungen zur Minderung der Symptome erhielten beide Gruppen.

Resultate: Nach drei Monaten erklärten sich 58% der Flexionsgruppe und 6% der Extensionsgruppe für genesen. Nach drei Jahren, bei Abschluss der Untersuchungen, erklärten sich 62% der Flexionsgruppe und 0% der Extensionsgruppe für gesund. Als Outcomes wurden in dieser Studie der Rückgang der Schmerzen, der Arbeitsstatus, das Benötigen von rückenstützenden Hilfsmitteln und das Benötigen einer Operation verwendet. Nach drei Monaten hatten in der Flexionsgruppe nur noch 27% der Patienten starke Schmerzen, von anfänglich 100%. Bis zum Follow-Up nach drei Jahren verringerte sich dieser Wert weiter auf 19%. Die entsprechenden Werte der Extensionsgruppe betrugen zu Beginn 67% und veränderten sich auch bis zum Follow-Up nicht. Auf der Basis ihrer Erkenntnisse empfehlen die Autoren für das konservative Management der Spondylolisthesis Kräftigungsübungen für die Rumpfflexoren und isometrische Rückenkräftigungsübungen.

Sys et al. 2001 (Cohort Study)

J. Sys, J. Michielsen, P. Bracke, M. Martens und J. Verstreken führten eine Studie zum Thema konservative Therapie bei Spondylolyse durch. Ihr Ziel war es, herauszufinden wie sich das Knochenwachstum bei Ermüdungsbrüchen der pars interarticularis bei konservativer Therapie verhält und ob es Unterschiede zwischen bilateralen- und unilateralen Brüchen gibt. 28 Athleten mit der Diagnose „Fraktur der pars interarticularis“ wurden in die Studie aufgenommen. Ihr Durchschnittsalter betrug 17 Jahre (12-27 Jahre).

Die Durchschnittssportdauer pro Woche war fast elf Stunden. Die am häufigsten ausgeübten Sportarten waren Fussball, Tennis und Volleyball. Elf Athleten hatten einen unilateralen, neun einen bilateralen und acht einen pseudo-bilateralen Bruch. Unter pseudo-bilateralem Bruch definierten die Autoren einen bilateralen Bruch, welcher klar asymmetrisch war.

Alle Athleten mussten ein Boston Overlap Brace tragen. Die Tragedauer war von Patient zu Patient unterschiedlich. Die durchschnittliche Tragedauer betrug 16 Wochen (12-36 Wochen). Nachdem die Patienten schmerzfrei waren, begann man mit täglichen Hamstringsdehnungen, abdominalen Muskelaufbau- und „Beckenkipf“-Übungen. Am Ende der Behandlung wurde erneut ein CT gemacht und von einem unabhängigen Radiologen beurteilt. Die Patienten mussten bei Abschluss der Behandlung eine Einschätzung über ihr Befinden abgeben. Dafür wurden Schmerzen, Bracebenützung und Aktivitäten abgefragt. Am Ende gab es die Resultate: exzellent, gut, ausreichend und unzufrieden. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 13 Monate.

Resultate: Die Knochenheilung war bei allen Athleten mit einem unilateralen Bruch, bei fünf von neun mit einem bilateralen Bruch und bei keinem mit pseudo-bilateralen Bruch vollständig. Der Unterschied der Knochenheilung zwischen den unilateralen, bilateralen und pseudo-bilateralen Brüchen war statistisch signifikant. 23 Athleten (82.2%) schätzten das Ergebnis ihrer Behandlung als exzellent ein. Das heisst, sie hatten am Ende der Behandlung keine Schmerzen, brauchten kein Brace mehr und konnten wieder alle sportlichen und alltäglichen Aktivitäten frei ausüben. 25 Athleten (89.3%) konnten im Durchschnitt nach fünfeinhalb Monaten wieder im gleichen Level wie vor der Diagnose Sport betreiben.

Bell et al. 1988 (Cohort Study)

Deborah F. Bell, Michael G. Ehrlich und David J. Zaleske führten 1988 eine Studie zum Thema Braces bei Spondylolisthesis durch. Die Autoren untersuchten wie sich das Gleiten des Wirbels bei Spondylolisthesis verhält, wenn man die Patienten konservativ mit einem antilordotischen Brace behandelt. Dafür untersuchten sie 28 Jugendliche und Kinder. Darunter waren 14 Mädchen und 14 Knaben. Sie waren zwischen 5.7-15.2 Jahre alt. Die Einschlusskriterien für diese Studie waren, dass die Patienten eine Spondylolisthesis Grad I-II hatten, welche auch isthmischen Ursprungs war. Zu Beginn der Behandlung mussten die Patienten das Brace 23-24 Stunden am Tag tragen. Dies verringerte sich mit der Zeit,

wenn die Patienten asymptomatisch wurden. Nach 18 Monaten beispielsweise durften die Patienten das Brace für sechs Stunden ausziehen. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 25 Monate. Zusätzlich zum Brace instruierte man ihnen Übungen für die Dehnung der Hamstrings und für die Kraftverbesserung der abdominalen Muskulatur.

Resultate: Nach Beginn der Bracebehandlung konnte keine Steigerung des Wirbelgleitens festgestellt werden. Bei einem Patienten der die Behandlung mit dem Brace verweigerte, konnte jedoch eine Steigerung von 23% auf 35% gemessen werden. Alle 28 Patienten waren am Ende der Behandlung schmerzfrei. Darüber hinaus konnte während dem Tragen des Braces eine signifikante Verminderung der lumbalen Lordose und der sakralen Inklination nachgewiesen werden. Nach Entfernung des Braces verminderten sich diese positiven Veränderungen wieder und es konnten keine signifikanten Ergebnisse mehr gemessen werden.

Wong 2004 (Case Study)

Leong C. Wong machte eine Fallstudie über ein Rehabilitationsprogramm bei einem 26-jährigen Patienten, der eine multi-Level Spondylolisthesis hatte. Dieser Patient hatte eine lange Krankengeschichte. Zu Beginn wurde er mit leichten Massagen, Mobilisationen und Thermotheapie behandelt. Dies wirkte im ersten Moment schmerzlindernd. Jedoch klagte der Patient bereits nach drei Tagen über starke Schmerzen. Erst später wurde entdeckt, dass er bei L5 und L4 eine Spondylolisthesis Grad I hatte. Nach der Diagnosestellung wurde ein Rehabilitationsprogramm für ihn erstellt. Dieses beinhaltete zu Beginn vor allem Patient Education. Danach wurden stabilisierende Übungen mit ihm gemacht, welche auf die Aktivierung des M. Transversus Abdominis und M. Multifidus abzielten.

In dieser Fallstudie wurde dies mit Übungen der unteren und oberen Extremitäten und mit Rumpfrotationen gemacht. Später wurde auch mit einem Gymnastikball gearbeitet. Ausserdem wurde mit beweglichen Unterstützungsflächen viel an der Propriozeption des Patienten gearbeitet. Übungen mit Rumpfextension wurden vermieden. Des Weiteren wurden Kräftigungsübungen für die Glutealmuskulatur, die Abdominalmuskulatur und den M. Quadrizeps gemacht und ein Dehnungsprogramm für M. Iliopsoas, Hamstrings und die Hüftabduktoren instruiert. Er absolvierte auch ein kardiovaskuläres Training mit dem Fahrrad. Die ersten drei Wochen kam er drei Mal pro Woche zur Therapie, die nächsten vier Wochen nur noch zwei Mal.

Resultate: Es gab zwei Assessments die alle zwei Wochen beim Patienten durchgeführt wurden. Die „Numerische Schmerz Skala“ und der Fragekatalog „Oswestry Low Back Disability Score“, kurz OLBDQ. Die Numerische Schmerzskala verbesserte sich von acht auf drei in 61 Tagen. Der OLBDQ verbesserte sich ebenfalls stark von 78% auf 10%. Zwei Monate nach Austritt aus der Therapie verbesserte sich der OLBDQ weiter um 6%, was der Autor auf die Weiterführung der Übungen zu Hause zurückführt.

Excoffon et al. 2006 (Case Study)

Simon G. Excoffon und Harry Wallace führten eine Fallstudie zu chiropraktischen Rehabilitationsmassnahmen bei einem 57 jährigen Patienten mit Spondylolisthesis Grad IV und Degeneration der Bandscheibe durch. Die Vorgeschichte des Patienten beinhaltete drei Unfälle, die zu seinen Beschwerden geführt hatten. Er klagte über starke Rückenschmerzen, welche in den linken Oberschenkel ausstrahlten, Kraftverlust im linken M. Quadrizeps und Sensibilitätsverminderung links im Dermatome L3. Zur Behandlung verwendete der Chiropraktor einige manuelle Techniken (Thompson Drop) und justierte das Becken, das Sakrum und den Nacken. Die Behandlung führte der Chiropraktor zwei bis drei Mal pro Woche durch. Nebenbei wurde die Kraft im linken Bein mittels Elektrostimulation, Therabandübungen und Gehtraining verbessert. Des Weiteren wurden dem Patienten Dehnungsübungen des M. Quadrizeps und der Hamstrings instruiert, da Kontrakturen in diesem Bereich festgestellt wurden.

Resultate: Nach einer Sitzung war der Patient schmerzfrei, jedoch blieb der Kraft- und Sensibilitätsverlust. Dieser konnte aber nach 12 Wochen wieder von M3 auf M5 verbessert werden. Nach fünf Monaten konnte der Patient plötzlich den linken Fuss nicht mehr dorsal extendieren. Dieser wurde mit dem gleichen Prinzip behandelt und konnte nach 24 Wochen wieder bis M4 verbessert werden.

3.3 Diskussion

In diesem Teil der Arbeit werden die ausgewählten Studien miteinander verglichen und diskutiert. Anhand deren Beurteilung wird versucht, Schlussfolgerungen für den physiotherapeutischen Arbeitsalltag mit Patienten mit Spondylolyse oder Spondylolisthesis zu erarbeiten.

Die Literatursuche ergab eine Fülle an Material. Darunter viele Originalstudien und Bücher welche mehr oder weniger zum Thema passten. Rasch zeigte sich jedoch, dass zum engeren Themenkreis bisher nur wenige randomisierte, kontrollierte Studien (RCT) vorhanden sind. Dieser Studientyp weist aufgrund seiner Methodik generell ein hohes Evidenzniveau auf und wäre daher gut geeignet, um noch nicht evidenzbasierte Behandlungsmethoden zu untersuchen und zu etablieren. Da nur gerade zwei passende RCT's gefunden wurden, musste die Auswahl der verwendeten Studien breiter werden. So wurden auch systematische Reviews, Kohortenstudien und Fallstudien miteinbezogen. Somit ist die Homogenität der verwendeten Studientypen nicht gegeben. Des Weiteren sind die Outcomes und die dazu verwendeten Assessments in den jeweiligen Studien nicht einheitlich. Auch das Patientengut ist in den jeweiligen Studien unterschiedlich. Es unterscheidet sich bezüglich der Ausprägung des Krankheitsbildes und des Alters. Einzelne Studienergebnisse lassen sich deshalb nicht generell auf die ganze Population übertragen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Einige Studien weisen darauf hin, dass mit konservativen Massnahmen, bei bestimmten Patientengruppen, gute Erfolge erzielt werden können. Auf dem untersuchten Gebiet wurden sehr verschiedene Interventionsmöglichkeiten gefunden. Eine der häufigsten konservativen Massnahmen scheint bei Spondylolyse und Spondylolisthesis die Versorgung mit einem Brace (=Korsett/Mieder) zu sein. Diese werden oft in Kombination mit herkömmlichen Massnahmen wie Kräftigungen und Schulung für das Bewegen im Alltag angewendet. Daneben existieren weitere Behandlungsansätze wie Kräftigungsübungen der Rumpfmuskulatur mit Betonung der Extension oder der Flexion und stabilisierende Übungen mit Einbezug spezifischer Übungen für die M. Transversus Abdominis und M. Multifidus.

Trotz der niedrigen Homogenität der Studien wird im Folgenden versucht, ähnliche Studien zu einem Themenbereich miteinander zu vergleichen. Dadurch soll erkannt werden, welche Interventionen erfolgreich angewendet werden können.

3.3.1 Braces

Zu diesem Themenbereich gehören die Arbeiten von D. Bell, J. Sys und K. Fujii. Diese drei Autoren führten wissenschaftliche Untersuchungen durch, um die Auswirkungen von Braces bei der beschriebenen Patientenpopulation zu beurteilen. D. Bell, welche ihrer Untersuchungsgruppe antilordotische Braces verschrieb, konzentrierte sich in ihrer Arbeit vor allem auf die statischen und biomechanischen Gegebenheiten und Veränderungen, welche bei den Patienten vor, während und nach der Bracebehandlung gemessen wurden. Hauptaugenmerk lag dabei auf das Fortschreiten des Wirbelgleitens, welches röntgenologisch dokumentiert wurde. Die beiden Autoren J. Sys und K. Fujii konzentrierten sich hingegen spezifisch auf die knöcherne Heilung der pars interarticularis bei jüngeren Patienten. Dafür wurden zu Beginn und am Schluss der Behandlung CT-Bilder gemacht. Um Vergleiche anzustellen eignen sich die Studien von J. Sys und K. Fujii. Die Arbeit von D. Bell wird einzeln diskutiert, da sie die einzige ist, in der das Ausmass des Gleitens als Outcome verwendet wird.

D. Bell konnte in ihrer Untersuchung zeigen, dass bei einer Behandlung mit einem antilordotischen Brace, bei Patienten mit einem Durchschnittsalter von 11.4 Jahren, Erfolge nachweisbar sind. Das Ausmass des Wirbelgleitens vergrösserte sich während der Bracebehandlung in der Untersuchungsgruppe nicht. Es wird von der Autorin sogar eine Verminderung des durchschnittlichen Gleitens beschrieben, welche jedoch lediglich ein Prozent beträgt. Zahlenmässig äusserte sich dies in einer Verminderung des Gleitvorgangs von 25% (+/-) 6% auf 24% (+/-) 6%. Dieser sehr geringe Unterschied ist anhand der verwendeten Messmethoden nicht signifikant.

Es gibt aber durchaus Hinweise dafür, dass das Wirbelgleiten ohne eine Bracebehandlung fortschreiten würde. So gab es zum Beispiel bei Bells Studie einen Patienten, der die Bracebehandlung vorerst verweigerte und im weiteren Verlauf eine deutliche Zunahme des Gleitvorgangs aufwies. Die Progression betrug 12% was einer Zunahme des Gleitens von 23% auf 35% entspricht. Auch bei diesem Patienten konnte schliesslich mit einer Bracebehandlung das weitere Fortschreiten des Wirbelgleitens verhindert werden. Weitere Studien (Beutler, 2003 & Fredrickson, 1984) bestätigen diese Tendenz zur Progression des Wirbelgleitens mit der Zeit. Wie sinnvoll es jedoch ist, sich nur auf das Ausmass des Wirbelgleitens zu konzentrieren, kann in Frage gestellt werden, da es nicht völlig geklärt ist, in wie weit das Wirbelgleiten mit der Ausprägung der Symptome korreliert. Nach O'Sullivan (1997) korreliert vor allem die funktionelle Instabilität

mit der Schmerzsymptomatik und nicht das eigentliche Ausmass des Wirbelgleitens. Das subjektive Outcome für die einzelnen Patienten wird bei dieser Studie kaum berücksichtigt. Somit besteht auch eher wenig Relevanz für die Praxis. Die positiven Effekte der Bracebehandlung bei Kindern könnten aber dennoch von grosser Bedeutung sein, da gerade in diesem Alter die Progression des Wirbelgleitens am grössten ist. So könnten eventuelle Sekundärschäden, wie eine frühzeitige Degeneration der Bandscheibe vermieden werden (Hüter-Becker, 2005).

D. Sys und K. Fujii untersuchten die Effektivität von Bracebehandlungen auf die knöchernen Heilung. Während sich J. Sys auf die knöchernen Heilung einschränkte, versuchte K. Fujii Faktoren zu finden, welche signifikanten Einfluss auf die knöchernen Heilung haben. In beiden Studien wurde zur Darstellung jeweils zu Beginn und am Ende der Behandlungsdauer ein CT gemacht. Das Follow-Up wurde bei D. Sys durchschnittlich nach 13.2 Monaten und bei K. Fujii nach 3.4 Jahren durchgeführt. Bei D. Sys wurden 28 Patienten im Alter zwischen 12 und 27 Jahren mit dem das Boston Overlap Brace, Dehnung der Hamstrings, Kräftigung der Bauchmuskulatur und Beckenklipp-Übungen behandelt. Das Boston Overlap Brace wird zur postoperativen und posttraumatischen Fixierung bei verschiedenen Rückenerkrankungen wie Spondylolyse und Spondylolisthesis eingesetzt. Zur korrekten Lordoseeinstellung steht das Rumpforthesenmodell in einem 0°-, 15°- und einem 30°-Winkel zur Verfügung.

Bei K. Fujii wurden 134 Patienten im Alter zwischen sieben und 17 Jahren mit einem sogenannten „Damen corset“, isometrischen Kräftigungsübungen der Rumpfmuskulatur und Vermeidung von sportlichen Aktivitäten behandelt. Leider sind die genauen Beschaffenheiten dieses Korsetts nicht genauer beschrieben. Bei D. Sys betrug die durchschnittliche Tragedauer des Braces 16 Wochen und die durchschnittliche Behandlungsdauer 13 Monate. Bei K. Fujii betrug die Tragedauer mindestens drei Monate. Ein wesentlicher Unterschied der beiden Studien besteht darin, dass D. Sys nur aktive Brüche (aktive Osteoblasten vorhanden) untersucht hat, während K. Fujii die Heilungschancen der verschiedenen Brüche miteinander verglich, welche er in drei Stadien einteilte: early, progressive und terminal stage.

Bei aktiven Brüchen (early stage) wurden bei beiden Studien gute Ergebnisse erzielt. Bei unilateralen Brüchen betrug die Heilungsrate bei der Studie von D. Sys 100%. Bei der Studie von K. Fujii auf Höhe L4 100% und auf Höhe L5 53.8%. Bei bilateralen Brüchen betrug die Heilungsrate bei D. Sys 55% und bei K. Fujii auf Höhe L4 85.7% und

auf Höhe L5 53.8%. Bei der Studie von D. Sys wurde die Differenzierung nach der Heilungsrate der einzelnen Segmenthöhen leider nicht vorgenommen. In der folgenden Tabelle sind die Heilungsraten der verschiedenen Segmenthöhen von K. Fujii zusammengezählt. So ist gut ersichtlich, dass die bilateralen Frakturen geringere Heilungschancen haben, als die unilateralen. Zu beachten ist jedoch, dass die Zahlen von K. Fujii verlässlicher sind, da die Untersuchungsgruppe grösser war.

Early Stage	unilateral	bilateral
D. Sys	100% (11/11 Pat.)	55% (5/9 Pat.)
K. Fujii	66% (12/18 Pat.)	63% (19/30 Pat.)

Es liegen zu den Ergebnissen von K. Fujii's Untersuchung zu progressive und terminal stage keine vergleichbaren Zahlen von D. Sys vor. Daher kann an dieser Stelle kein Vergleich angestellt werden. Jedoch sei erwähnt, dass die Ergebnisse über progressive und terminal stage deutlich geringere Chancen für die knöchernen Heilung aufzeigen. Je älter und inaktiver die Fraktur, desto kleiner wird die Chance auf eine knöchernen Heilung. Für die terminal stage von K. Fujii beträgt die Heilungsrate 0%.

Es wurden in der Studie von K. Fujii einige Faktoren mit signifikantem Einfluss auf die Heilung der Fraktur gefunden, welche im Resultateteil erwähnt werden. Da beide Studien keine Kontrollgruppen hatten, bleibt die Frage offen, wie die Heilungschance ohne Brace aussehen und ob die hier gefundenen Werte überhaupt auf das Brace zurückzuführen sind.

3.3.2 Flexion/Extension (F/E)

Die beiden Autoren K. Spratt und M. Sinaki führten inhaltlich sehr ähnliche Studien zum Thema konservative Behandlung bei Spondylolisthesis durch. Beide Autoren gingen der Frage nach, ob Flexions- oder Extensionsübungen ein besseres Outcome bei dieser Zielgruppe erzielen würden. Vom Studiendesign her unterscheiden sich die beiden Studien. Während K. Spratt eine RCT durchführte, machte M. Sinaki nur eine retrospektive Studie, bei der keine Kontrollgruppe vorhanden war. Die Anzahl der teilnehmenden Patienten betrug bei K. Spratt 56 (Durchschnittsalter: 36 Jahre) und bei M. Sinaki 48 (Durchschnittsalter: 44.4 Jahre). Bezüglich der Interventionen ist hier der Vergleich ebenfalls schwierig. K. Spratt verwendete zu den F/E-Übungen auch Braces, während M. Sinaki sich auf die F/E-Übungen beschränkte. In M. Sinakis Studie erhielten alle Patienten

als Ergänzung zur Behandlung Informationen zur Schmerzlinderung mit Wärmebehandlung und zu rückschonenden Verhaltensweisen im Alltag. Die genaue Behandlungsdauer ist in beiden Studien nicht ersichtlich. Es könnte angenommen werden, dass die Behandlung jeweils mindestens bis zum Follow-Up vom Patienten fortgesetzt wurde. Die Compliance wurde bei K. Spratt mittels eines Wärmesensors am Brace verfolgt. Ob jedoch die Übungen regelmässig und korrekt durchgeführt wurden ist nicht dokumentiert. Bei M. Sinaki wird die Compliance der Patienten vorausgesetzt und nicht kontrolliert. Auch in der Diskussion ist die Compliance nie erwähnt.

Die Resultate der beiden Studien sind eher widersprüchlich. Während bei M. Sinaki die Flexionsgruppe nach der Behandlung weniger Schmerzen hatte, war es bei K. Spratt die Extensionsgruppe. Da in Spratt's Studie mehrere Behandlungsmassnahmen parallel verwendet wurden, sind die Auswirkungen der Behandlung nur schwer auf eine bestimmte Massnahme (Brace oder Übungen) zurückzuführen. Auch die Zeit bis zum Follow-Up von einem Monat, ist eher kurz gewählt, um längerfristige Auswirkungen zu erfassen. Bei M. Sinaki gab es ebenfalls mehrere Behandlungsmassnahmen. Hier unterschieden sich jedoch die beiden Gruppen nur in einem Faktor, nämlich der Richtung der Übungen, was es erleichtert, eine Aussage zu treffen. Das Fehlen einer Kontrollgruppe relativiert die Ergebnisse der Studie aber deutlich. Auch die Anzahl der Patienten ist klein, was die Übertragung der Ergebnisse auf die gesamte Population nicht ermöglicht.

3.3.3 Case Studies

In den Fallstudien von S. Excoffon und L. Wong wurden beide Patienten erfolgreich konservativ behandelt. S. Excoffon hat mit chiropraktischen Mitteln gearbeitet, während L. Wong vor allem mit Übungen für die Rumpfmuskulatur, Mobilisationen und Patient Education zum Erfolg gekommen ist. Da Fallstudien in der Evidenzpyramide aber sehr weit unten anzusiedeln sind, ist die Relevanz für diese Review von kleiner Bedeutung. Um aber das grosse Spektrum an Behandlungsmöglichkeiten zu zeigen, wurden diese Studien in diese Arbeit integriert.

3.3.4 Operativ vs. Konservativ

In der Studie von H. Möller wurde die konservative Therapie mit der operativen Versorgung verglichen. Da die operative Versorgung das Thema dieser Arbeit nur am Rande betrifft, wurden dazu keine weiteren Studien gesucht. Die Arbeit von Möller wurde ausgewählt, weil er einen direkten Vergleich zwischen Operation und konservativer

Behandlung zieht. An seiner Studie nahmen 111 Patienten teil, von denen 34 konservativ behandelt wurden. Das Durchschnittsalter dieser 34 Patienten betrug 39 Jahre. Die anderen beiden Gruppen wurden mit zwei unterschiedlichen Operationsverfahren behandelt. Die konservative Behandlung bestand aus Kraft- und posturalem Training der Rücken- und Bauchmuskulatur. Hier fehlt eine genaue Beschreibung der durchgeführten Übungen. Die Dosierung und die Behandlungsdauer sind hingegen nachvollziehbar aufgeführt.

Während eines Jahres wurden die 12 Übungen von den Patienten zwei bis drei Mal pro Woche in Begleitung eines Physiotherapeuten während 45 Minuten durchgeführt. Ausserdem sind die verwendeten Assessments von guter Qualität und alltagsbezogen. Die Patienten sind durchmischt was den Schweregrad der Spondylolisthesis und die Segmenthöhe angeht. Das macht es schwierig, Aussagen über die Effizienz der Behandlung zu machen, da es eventuell für einige Patienten mit einer leichten Spondylolisthesis Sinn macht, konservativ behandelt zu werden und einem Patienten mit einem höhergradigen Gleiten eher weniger. Das Follow-Up wurde nach einem und nach zwei Jahren durchgeführt.

Die Studie zeigt, dass die operative Versorgung bei den gewählten Assessments zum besseren Resultat führte als die konservative. Der durchschnittliche DRI (Disability Rating Scale) blieb bei der konservativen Gruppe gleich. Die VAS-Werte (0-100), welche die Schmerzintensität beschreiben, verbesserten sich leicht von 65 auf 56, was aber nicht signifikant ist. Das war auch für die Autoren unerwartet, da bisher mit konservativen Massnahmen meist gute Ergebnisse erzielt wurden. Es könnte mit dem eher höheren Alter der Patienten zu tun haben und damit, dass die Erkrankung seit längerem bestand und somit die Knochenheilung nicht mehr wahrscheinlich war. Da die Compliance vor allem im zweiten Jahr fraglich ist, ist nicht nachvollziehbar ob und wie lange die Übungen tatsächlich durchgeführt wurden.

Eine Kontrollgruppe fehlt in dieser Studie und verunmöglicht dadurch den Vergleich zu einer nicht behandelten Gruppe. Dadurch hätte der Effekt der konservativen Behandlung besser beurteilt werden können. Auch dass ein Placeboeffekt stattgefunden hat, der durch die Zuwendung des Therapeuten zustande gekommen sein könnte, kann so nicht ausgeschlossen werden. So kommen die Autoren zum Schluss, dass die konservative Behandlung für diese Patientengruppe nicht von grossem Nutzen war. Es ist

jedoch denkbar, dass sich die Symptome nur dank dieser Behandlung nicht verschlimmerten.

3.3.5 Stabilisierende Übungen

Peter O'Sullivan hat in einer Studie ein Übungsprogramm für Patienten mit diagnostizierter Spondylolisthesis getestet. In diesen Übungen wurde versucht, die Muskeln Transversus abdominis und Multifidi aufzutrainieren und somit die segmentale Stabilität wiederzuerlangen. An der Studie nahmen 44 Patienten teil, welche im Alter zwischen 19 und 46 Jahren waren. Diese 44 Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die einen erhielten das spezifische Training von O'Sullivan und die Kontrollgruppe ein allgemeines Übungsprogramm, welches leider nicht genügend klar definiert und standardisiert wurde.

Das spezifische Training von O'Sullivan zielte auf eine submaximale Kokontraktion der stabilisierenden Muskulatur der Lendenwirbelsäule (M. Transversus Abdominis und Mm. Multifidi) ohne Substitution des M. Rectus Abdominis ab. Er benutzte ein Druckbiofeedback um diese selektive Aktivierung auch für den Patienten sichtbar zu machen, was das Verständnis und somit die Compliance erhöhte. Diese Kontraktion mussten die Patienten zehn Mal zehn Sekunden halten können, um diese danach in Übungen und alltägliche Aktivitäten zu transferieren, welche zuvor Symptome auslösten. Das Übungsprogramm sollte jeden Tag während 10-15 Minuten durchgeführt werden.

Das Follow-Up war nach drei, sechs und 30 Monaten. Die Gruppe mit dem spezifischen Training verbesserte sich signifikant in Schmerz (Intensität und Häufigkeit) und in der funktionellen Einschränkung. Die Kontrollgruppe zeigte keine signifikanten Veränderungen. Bezüglich des Placeboeffektes sollten aufgrund des Aufbaus der Studie, zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe keine Unterschiede bestehen. Die Compliance der Patienten wurde anhand eines regelmässig zu führenden Verlaufsblattes dokumentiert. In wenigen Fällen führte die mangelnde Compliance zum Ausschluss aus der Studie.

Zu beachten ist der Ausfall von insgesamt zehn Patienten. Das komplette Behandlungsprogramm inklusive dem 30 monatigen Follow-Up beendeten nur 19 Patienten der spezifischen Übungsgruppe und 15 der Kontrollgruppe, was zu einem Drop-out Bias führt. Da die Anzahl Patienten schon zu Beginn der Studie eher klein war, sind diese Ausfälle nicht zu vernachlässigen und die Resultate mit Vorbehalt zu betrachten. Im Vergleich zu den anderen Studien sind die Behandlungsmassnahmen gut beschrieben,

was für die Umsetzung in der Praxis sehr vorteilhaft ist. Anhand des theoretischen Hintergrunds und der positiven Studienergebnisse, scheint diese Behandlungsmethode vielversprechend zu sein.

3.3.6 Reviews

Die drei verwendeten Reviews von I. Chorherr, M. McNeely und D. Haun, waren von guter Qualität. Es fällt auf, dass immer wieder die gleichen Autoren und Studien auftauchen und verarbeitet werden. Daraus lässt sich schliessen, wie wenig gute Primärliteratur zu diesem Thema vorhanden ist. Dementsprechend unterscheiden sich auch die Resultate und Schlussfolgerungen der Autoren kaum voneinander. Die Autoren sind sich einig, dass konservative Behandlung in vielen Fällen wirksam ist, um Schmerzen zu lindern und die Alltagstauglichkeit der Patienten zu verbessern. Wichtig ist auch die Unterscheidung von Patiententypen, da die Ausprägung des Krankheitsbildes für die Effektivität der Therapie entscheidend ist. Alle Autoren kommen auch zum Schluss, dass die Qualität der Studien besser werden muss. Vor allem was die Beschreibung der Interventionen und der Dosierungen angeht. Auch die Anzahl und Homogenität der Probanden sollte für zukünftige Forschung grösser gewählt werden.

4 Schlussteil

4.1 Schlussfolgerung

Ziel der Arbeit war es, die vorhandene Literatur zu konservativen Behandlungsmassnahmen für Patienten mit Spondylolyse/Spondylolisthesis zu sichten und auszuwerten. Dadurch sollten vielversprechende Behandlungsmassnahmen für diese Patientenpopulation gefunden und miteinander verglichen werden. Einige Studien fanden Evidenz für den Erfolg der konservativen Therapie. Die Studie von O'Sullivan, welche qualitativ die beste ist und auf aktuellen Erkenntnissen der Forschung aufbaut, zeigte die besten Behandlungserfolge. Auch die Studien über Bracebehandlungen kamen zu ähnlichen Ergebnissen und erzielten gute Behandlungserfolge vor allem bei frischeren Frakturen und jüngeren Patienten. In diesem Zusammenhang ist auch die Diagnostik zur Bestimmung des genauen Krankheitsstatus von grosser Bedeutung für die Behandlungsplanung. Dabei sollte vor allem an die SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) gedacht werden, welche nach Haun (2002; zit. nach Bergmann, 2005, S.210), unterscheiden kann, ob eine Fraktur aktiv oder bereits inaktiv ist.

Die neueren Erkenntnisse über die pathologischen Vorgänge der Erkrankung von Autoren wie M. Panjabi, P. O'Sullivan oder P. Hodges zeigen, dass es sich nicht um ein Kraftproblem handelt, sondern um eine Veränderung in der neuromuskulären Aktivierung und Koordination. Dies könnte auch erklären, warum die Behandlungsmethoden von M. Sinaki und K. Spratt, welche eher auf Kraftaufbau basieren, nicht so gute Resultate hervorbrachten wie das Konzept von P. O'Sullivan. In der Forschung zu diesem Themenbereich liegt noch viel Potenzial, da die bisherigen Studien zu kleine Untersuchungsgruppen hatten und oft zu ungenaue Angaben über Kontrollgruppen, Assessments, Patientengut, Behandlungselemente und deren Dosierung machten. Der vielversprechende Therapieansatz von P. O'Sullivan sollte in weiteren Studien überprüft werden, um diesen gezielter einsetzbar zu machen.

Abschliessend kann gesagt werden, dass bei aktiven Spondylolysen eine Bracebehandlung unverzichtbar erscheint und diese auch bei Patienten mit inaktiven Frakturen eine Besserung der Symptomatik bewirkt. Bei Spondylolisthesen scheint das Übungsprogramm von P. O'Sullivan am erfolgreichsten und am alltagstauglichsten zu sein. Aus den Studien über F/E-Übungen lassen sich keine konkreten Tendenzen ableiten, da die Ergebnisse der einzelnen Studien sehr unterschiedlich waren.

4.2 Limitierungen

In dieser Arbeit werden spezifische Informationen zum konservativen Management bei Spondylolyse und Spondylolisthesis verarbeitet. Obwohl die Literaturrecherche international erfolgte, gibt es möglicherweise Arbeiten, zum Beispiel in anderen Sprachen oder nicht publizierte, welche wichtige Informationen enthalten könnten, hier aber nicht berücksichtigt werden konnten. So gab es auch einige wenige Arbeiten, zu denen die Volltextversion nicht verfügbar war.

4.3 Persönliche Note

Die vorliegende Arbeit war eine Partnerarbeit. Sowohl die Literatursuche und der Schreibprozess wurden zum grössten Teil im Team durchgeführt. Jeder las alle gefundenen Studien durch, um sich einen Überblick in die Thematik zu verschaffen. Man hätte die Studien auch aufteilen können, was zu einem geringeren Zeitaufwand, aber auch zu weniger Informationsaustausch geführt hätte. Die Treffen mit der betreuenden Lehrperson waren ebenfalls sehr hilfreich und gaben regelmässig guten Input zur Ergänzung und Fortführung des Schreibprozesses. Auch die Unterstützung bei der Literatursuche stellte sich als sehr wertvoll heraus und ermöglichte uns eine gute Basis für die Arbeit. Wir sind um einige Erkenntnisse reicher geworden und haben das Gefühl, dass wir jetzt einen Spondylolyse oder Spondylolisthesis Patienten erfolgreich behandeln könnten.

4.4 Danksagung

Wir möchten uns bei unserem Betreuer Hannu Luomajoki für die konstruktive Zusammenarbeit bedanken. Vor allem bei der Literatursuche und der Strukturierung der Arbeit stand er uns stets mit hilfreichen Tipps zur Seite. Weiter danken wir unseren Korrekturleserinnen Sharon Nehrenheim und Lilo Hirsiger. Auch den Bibliothekarinnen der ZHaW des Departements Gesundheit möchten wir für ihre Hilfsbereitschaft unseren Dank aussprechen.

5. Verzeichnisse

5.1 Literaturverzeichnis

- Airaksinen, O., Hildebrandt, J., Mannion, AF., Ursin, H., Brox, JI., Klaber-Moffett, J., Reis, S., Zanoli, G., Cedraschi, C., Kovacs, F., Staal, JB. (2004). *European Guidelines for the management of chronic non-specific low back pain.*
- Appell, HJ. (2008). Funktionelle Anatomie: Grundlagen sportlicher Leistung und Bewegung. Heidelberg: Springer Medizinverlag.
- Bell, DF., Ehrlich, MG., Zaleske, DJ. (1987). Brace Treatment for Symptomatic Spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 236, 192-198.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar Spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavia*, 230(60), 20-24.
- Beutler, WJ., Fredrickson, BE., Murtland, A., Sweeny, CA., Grant, WD., Baker, D. (2003). The natural history of Spondylolysis and Spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation... including commentary by Weinstein, SL. *Spine*, 28(10), 1027-1035.
- Chorherr, I. (2008). Gibt es eine Evidenz für konservative Behandlungsansätze bei Spondylolyse oder Spondylolisthese? *Manuelle Therapie*, 12, 7-13.
- Dai, LY., Jia, LS., Yuan, W., Ni, B., Zhu, HB. (2001). Direct repair of defect in lumbar spondylolysis and mild isthmic spondylolisthesis by bone grafting, with or without facet joint fusion. *European Spine Journal*, 10, 78-83.
- Dickson, RA. (1998). Spine: Spondylolisthesis. *Current Orthopaedics*, 12, 273-282.
- Earl, JE. (2002). Mechanical aetiology, recognition and treatment of spondylolisthesis. *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 79-96.

- Engelhardt, M., Reuter, I., Freiwald, J., Böhme, T., Halbsguth, A. (1997). Spondylolyse und Spondylolisthesis und Sport. *Der Orthopäde*, 26, 755-759.
- Excoffon, SG., Wallace, H. (2006). Chiropractic and rehabilitative management of a patient with progressive lumbar disk injury, spondylolisthesis and spondylolysis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(1), 66-71.
- Floman, Y. (2000). Progression of lumbosacral isthmic spondylolisthesis in adults. *Spine*, 25, 342-247.
- Fredrickson, BE., Baker, D., Mc Holick, WJ., Yuan, HA., Lubicky, JP. (1984). The natural History of Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Journal of Bone and Joint Surgery Am*, 66, 699-707.
- Fritsch, EW. (2003). Spondylolisthesis. *Der Orthopäde*, 32, 340-361.
- Fujii, K., Kato, S., Sairyo, K., Ikata, T., Yasui, N. (2004). Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents. *Journal of Bone and Joint Surgery Br*, 86, 225-231.
- Haun, DW., Kettner, NW. (2005). Spondylolysis and Spondylolisthesis: a narrative review of etiology, diagnosis and conservative management. *Journal of Chiropractic Medicine*, 4(4), 206-217.
- Hides, J., Stokes, M., Jull, G., Cooper, D. (1994). Evidence of lumbar spine multifidus muscle waisting ipsilateral to symptoms in patients with low back pain. *Spine*, 19, 165-172.
- Hodges, P., Richardson, C. (1996 a). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2540-2650.

- Hodges, P., Richardson, C., Jull, G. (1996 b). Evaluation of the relationship between laboratory and clinical tests of transversus abdominis function. *Physiotherapy Research International*, 1(1), 30-40.
- Hüter-Becker, A., Dölken, M., (2005). *Physiotherapie in der Orthopädie*. Stuttgart: Thieme.
- Klein-Vogelbach, S., Spirgi-Gantert, I., Suppé, B. (2007). *Functional Kinetics: Die Grundlagen*. Heidelberg: Springer.
- Metz-Stavenhagen, P., Sambale, R., Völpel, HJ., von Stavenhagen, N. (1997).
Behandlung der Spondylolisthese: Operation in Situ oder Repositionsspondylodese.
Der Orthopäde, 26, 796-803.
- McNeely, ML., Torrance, G., Magee, DJ. (2003). A systematic review of Physiotherapy for Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Manual Therapy*, 8(2), 80-91.
- Morita, T., Ikata, T., Katoh, S., Miyake, R. (1995). Lumbar spondylolysis in children and adolescents. *The journal of Bone and Joint Surgery* 77B(4), 620-625.
- Möller, H., Hedlund, R. (2000). Surgery Versus Conservative Management in Adult Isthmic Spondylolisthesis. *Spine*, 25(13), 1711-1715.
- Niethard, U., Pfeil, J. (2005). *Duale Reihe Orthopädie* . Stuttgart: Thieme.
- Ohmori, K., Ishida, Y., Takatsu, T., Inoue, H., Suzuki, K. (1995). Vertebral slip in lumbar spondylolysis and spondylolisthesis. Long-term follow-up of 22 adult patients. *The journal of bone and joint surgery*, 77(5), 771-773.
- O'Sullivan, PB., Twomey, LT., Allison, GT. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercises in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-67.

- O'Sullivan, PB. (2000). Lumbar segmental "instability": clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy*, 5(1), 2-12.
- Panjabi, MM. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13, 371-379.
- Rossi, F., Dragoni, S. (2001). The prevalence of spondylolysis and spondylolisthesis in symptomatic elite athletes: radiographic findings. *Radiography*, 7, 37-42.
- Sinaki, M., Lutness, MP., Ilstrup, DM., Chu-Pin, C., Gramse, RR. (1989). Lumbar Spondylolisthesis: Retrospective Comparison and Three-Year Follow-Up of Two Conservative Treatment Programs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70(8), 594-598.
- Spratt, KF., Weinstein, JN., Lehmann, TR., Woody, J., Sayre, H. (1993). Efficacy of flexion and extension treatments incorporating braces for low back pain patients with retrodisplacement, Spondylolisthesis, or normal sagittal translation. *Spine*, 18(13), 1839-1849.
- Sys, J., Michielsen, J., Bracke, P., Martens, M., Verstreken, J. (2001). Nonoperative treatment of active spondylolysis in elite athletes with normal X-ray findings: literature review and results of conservative treatment. *European Spine Journal*, 10, 498-504.
- Wiltse, LL., Newman, PH., McNab, I. (1976). Classification of Spondylolisthesis and Spondylolysis. *Clin Orthop*, 117, 23-29.
- Wiltse, LL., Winter, RB. (1983). Terminology and measurement of spodylolisthesis. *The Journal of Bone an Joint Surgery Am*, 65, 768-72.
- Wong, LC. (2004). Rehabilitation of a patient with a rare multi-level isthmic spondylolisthesis: a case report. *Journal of the Canadien Chiropractic Association*, 48(2), 142-151.

5.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Ross, JS. et al. (2004). Diagnostic Imaging - Pars Interartikularis Defects [On-Line]. Available: <http://www.radpod.org/2007/05/17/pars-interartikularis-defects/> (12.6.2009).

Abb.2: Killian, J. (2007). Spondylolysis and Spondylolisthesis [On-Line]. Available: <http://orthoinfo.aaos.org/figures/A00053F01.jpg> (12.6.2009).

Abb.3: Barth, K. (2006). Wissenschaftliches Arbeiten ZHaW - Effektstudien/RCT [On-Line]. Available: <http://elearning.zhaw.ch/moodle/mod/resource/view.php-id=1947> (12.6.2009).

Abb.4: Kempf, C. (1993). Die Wirbelsäule in Rück- (dorsal), Seiten- (lateral) und Vorderansicht (ventral) [On-Line]. Available: <http://www1.uni-hamburg.de/forum/torsten/Image13.gif> (12.6.2009).

Abb.5: Finkelstein, MC. (2009). Spondylolisthesis [On-Line]. Available: <http://www.praxis-finkelstein.de/download/pdf/Spondylolisthesis.pdf> (12.6.2009).

Abb.6: Autor unbekannt. Operative Therapie der Spondylolisthesis [On-Line]. Available: <http://www.skoliosen.de/Olisthese-prae-post.jpg> (12.6.2009).

6 Eigenständigkeitserklärung

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

Winterthur, den 18.6.2009

Daniel de Arriba Torres

Simon Hirsiger