

Güttinger Kathrin  
Klosterstr. 58  
8406 Winterthur  
Matr. Nr. S02-724-292

Departement  
Gesundheit

## **Bachelorarbeit**

# **Auswirkungen einer leichten Skoliose auf die Ausdauerkapazität**

<b>Klasse:</b>	<b>PT06d</b>
<b>Betreuung durch:</b>	<b>Arnoldus van Gestel M. Sc. Pt.</b>
<b>Abgabe:</b>	<b>19. Juni 2009</b>

## Inhalt

1	Einleitung .....	5
1.1	Themenwahl.....	5
1.2	Krankheitsbild der Skoliose .....	6
1.2.1	Auswirkung der Skoliose auf den Körper.....	11
1.2.2	Das skoliotische Atemmuster .....	11
1.3	Messmethode nach Cobb .....	13
1.4	Die Ausdauerkapazität .....	14
1.5	Methode der Literatursuche .....	15
2	Hauptteil.....	16
2.1	Bestimmung der Ausdauerkapazität.....	16
2.2	Studienteilnehmer .....	18
2.3	Studienresultate .....	19
2.3.1	VO <sub>2max</sub> -Wert.....	19
2.3.2	VE <sub>max</sub> -Werte.....	20
2.3.3	VE/VO <sub>2</sub> -Quotient.....	21
2.3.4	Atemwerten in Ruhe und Ausdauerkapazität.....	22
2.4	Studienüberblick.....	23
2.5	Diskussion.....	24
2.5.1	VO <sub>2max</sub> bei Skoliosen grösser/kleiner 25° .....	25
2.5.2	Korsettbehandlung bei Skoliosen > 20° nach Cobb.....	25
2.5.3	Beziehung zwischen VO <sub>2max</sub> und dem Skoliosewinkel.....	27
2.5.4	Pulmonale Einschränkung im Erwachsenenalter.....	29
2.5.5	Tiefere VO <sub>2max</sub> -Werte und tiefere anaerobe Schwelle .....	31
2.5.6	Höhere VE/VO <sub>2</sub> -Werte bei Skoliosepatienten .....	31
2.5.7	Methodenkritische Anmerkungen zu den behandelten Studien.....	31
3	Schlussfolgerung .....	34
3.1	Folgen für die Physiotherapie.....	35
3.2	Offene Fragen/weitere Forschung.....	36

4	Verzeichnisse .....	37
4.1	Literaturverzeichnis .....	37
4.2	Glossar .....	41
4.3	Bildverzeichnis .....	42
4.4	Tabellenverzeichnis.....	42
5	Anhang .....	44
A	Studienmatrix.....	44
B	Quellen der Normwerte.....	45
C	Reviews .....	46
A.I	DiRocco 1983.....	46
A.II	DiRocco 1988.....	48
A.III	Leech .....	50
A.IV	Barrios .....	53

## **Abstract**

**Ziel der Arbeit:** Es werden Studien zusammengefasst, die die Ausdauerkapazität bei leichten Skoliosen untersuchten. Mit diesen Studien sollen die Faktoren, die bei einer leichten Skoliose die Einschränkung der Ausdauerkapazität begünstigen, bestimmt werden.

**Methodik:** Die Literatur wurde in den Datenbanken PubMed, Cochrane und PEDro gesucht. Ausgeschlossen wurden Studien, die älter als 1980 waren und solche die Skoliosepatienten untersuchten, deren Skoliosewinkel grösser als  $47^\circ$  nach Cobb war.

**Resultate:** Es wurden vier Studien gefunden, die die Einschlusskriterien erfüllen. Aus diesen Studien ist die Tendenz ableitbar, dass die Ausdauerkapazität bei Skoliosen ab  $25^\circ$  nach Cobb eingeschränkt ist. Diese Einschränkung besteht eher bei jungen Patienten, die sich noch im Wachstum befinden als bei ausgewachsenen Patienten. Es gibt jedoch grosse individuelle Unterschiede. So gibt es auch starke Skoliosen, die keine Einschränkung haben und sehr leichte die eine Einschränkung haben. Im Durchschnitt liegt jedoch die Ausdauerkapazität der Skoliosepatienten unter den Normwerten. Eine Korrelation zwischen der Einschränkung der Ausdauerkapazität und dem Skoliosewinkel nach Cobb bei Skoliosen  $> 25^\circ$  konnte nicht festgestellt werden. Somit scheint der Skoliosewinkel nach Cobb ein ungeeigneter Parameter zu sein, um die Einschränkung der Ausdauerkapazität abzuschätzen.

**Schlussfolgerung:** Die Einschränkung der Ausdauerkapazität, die bereits bei leichten Skoliosen bestehen kann, sollte in die physiotherapeutische Untersuchung und Behandlung aufgenommen werden.

# 1 Einleitung

## 1.1 Themenwahl

In der Literatur ist die Aussage, dass Skoliosen ab  $60^\circ$  nach Cobb zu Einschränkungen der pulmonalen Funktion führen können weit verbreitet (Chong, Letts & Cumming (1981), Kafer (1980), Sevastikoglou, Linderholm & Lindgren (1976), Shneerson (1980 & 1978) & Weber, Smith, Briscoe, Friedman & King (1975); zit. nach DiRocco & Vaccaro 1988, S.198).

Die pulmonale Funktion von Skoliosen mit Cobbwinkeln kleiner als  $60^\circ$  wurden selten untersucht. Ab  $50^\circ$  wird im Normalfall eine Skoliose operativ behandelt. Bis  $50^\circ$  wird sie mit Physiotherapie und Korsett behandelt. (Niethard et al., 2005). Recherchen bezüglich der physiotherapeutischen Behandlung haben ergeben, dass nur die Schroth-Therapie die Atmung mit einbezieht. Daher soll in dieser Arbeit speziell auf die Einschränkung der pulmonalen Funktion bei leichten Skoliosen eingegangen werden. Denn dies ist ein Aspekt, der in der physiotherapeutischen Behandlung einer Skoliose nicht weit verbreitet zu sein scheint. Für eine optimale Behandlung wäre es wichtig die Faktoren, die die Einschränkung begünstigen zu kennen.

Diese Ursachen sind sehr komplex und noch nicht ganz verstanden (Kearon, Viviani & Killian, 1993). Daher soll in dieser Arbeit auf die Faktoren, die zur Einschränkung führen eingegangen werden. Nach Chong, Letts & Cumming (1981) besteht bei leichten Skoliosen die Möglichkeit, dass abnormale Lungen- und Herzfunktionen bei Messungen in Ruhe aufgrund der grossen cardiorespiratorischen Reserven nicht entdeckt werden. Sie nehmen an, dass nur bei maximalen Ausdauertests die Einschränkung der cardiorespiratorischen Funktion festgestellt werden kann. Daher wird in dieser Arbeit auf die Ausdauerkapazität eingegangen und somit lautet die Frage, die beantwortet werden soll: „Welche Faktoren führen zu Einschränkungen der Ausdauerkapazität bei einer leichten Skoliose?“.

„Leichte Skoliose“ wird in der Literatur immer etwas unterschiedlich definiert. In dieser Arbeit wird eine leichte Skoliose als Skoliose unter  $47^\circ$  nach Cobb definiert. Wichtig ist noch zu erwähnen, dass hier der Begriff leichte Skoliose nicht verwendet wird, weil es keine ernstzunehmende Deformität ist, sondern weil diese Ausprägung

der Skoliose noch nicht operativ behandelt wird und auch noch keine schwerwiegenden pulmonalen Einschränkungen aufweist.

## 1.2 Krankheitsbild der Skoliose

Skoliose ist eine Wachstumsdeformität der Wirbelsäule. Sie ist durch eine fixierte ein- oder mehrbogige Wirbelsäulenseitverbiegung mit Rotation und Torsion der Wirbelkörper gekennzeichnet (Hepp & Debrunner, 2004). Als Rotation wird die Drehung der Wirbelkörper in der Wirbelsäulenlängsachse bezeichnet. Im Scheitelpunkt der Krümmung ist sie am stärksten und am Übergang zur Gegenkrümmung ausgeglichen. Durch die Wirbelkörperrotation kommt es im Bereich des Thorax zu einer Verdrehung und Verformung der Rippen (Hepp et al., 2004). Dies wird als Rippenbuckel bezeichnet. Im Lendenbereich kommt es zu einer Verdrehung der Querfortsätze mit der dorsal davon gelegenen Rückenstreckmuskulatur. Dies ist der Lendenwulst. Rippenbuckel und Lendenwulst befinden sich immer auf der Konvexseite der entsprechenden Krümmung (siehe hierzu auch Abb. 1 & 3 Seite 7 & 8).

Torsion ist die wachstumsbedingte Deformität des einzelnen Wirbelkörpers (Hepp et al., 2004). Er ist besonders im Scheitelpunkt der Krümmung in sich verwrungen, das heisst asymmetrisch geformt. So ist seine Seitenkante auf der Seite der Konvexität höher als auf der Konkavseite (Hepp et al., 2004).

Wie die Abb. 1 verdeutlicht, zeigt die Skoliose kein einheitliches Erscheinungsbild. Zudem ist die Bildung einer Skoliose fast immer ein dreidimensionales Geschehen (Lehnert-Schroth, 2007) (Siehe dazu Abb. 2). Und daher ist sie schwierig quantitativ zu erfassen (siehe Diskussion).

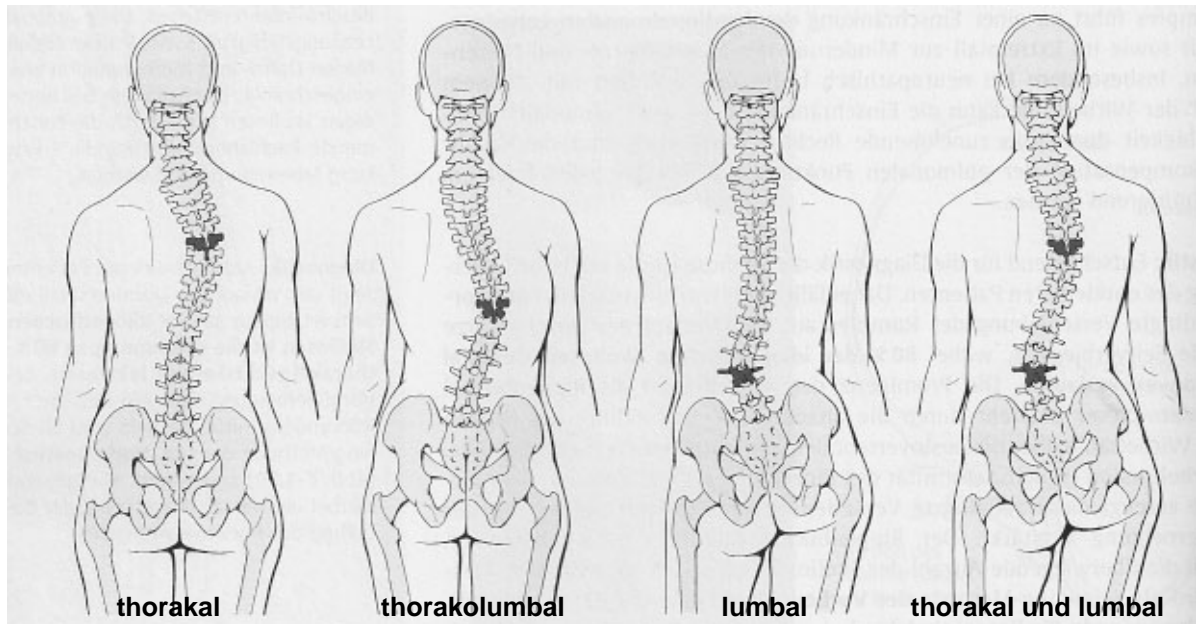


Abb. 1: Formen der Skoliose

Zu beachten ist die Veränderung des Rumpfreliiefs (Rippenbuckel, Lendenwulst) bei der unterschiedlichen Lage des Scheitelwirbels. Der Scheitelwirbel ist hier schwarz markiert.

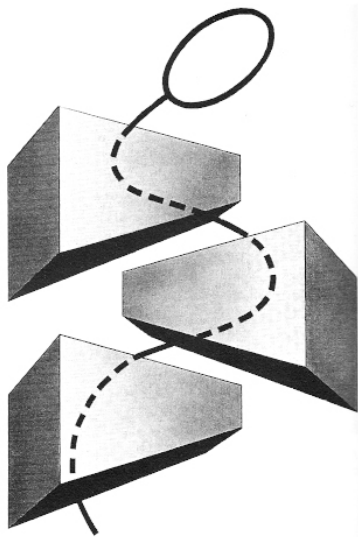


Abb. 2: Dreidimensionalität

Die Haltungsabweichung bei Skoliosen führt zur Bildung von drei lateralen „Keilen“ (Beckengürtel, Rippenkorb, Schultergürtel). Sie stehen nicht wie beim Gesunden rechteckig übereinander, sondern sind seitwärts gegeneinander verschoben und rotiert.

Laut Niethard & Pfeil (2005) schwanken die Angaben über die Erkrankungshäufigkeiten der Bevölkerung in der Weltliteratur zwischen 0.13% und 13.6%. Dabei sind Mädchen vierfach häufiger betroffen als Jungen. Die unterschiedlichen Angaben kommen durch Definitionsschwierigkeiten zustande, ab welchem Winkel einer Seitverbiegung der Wirbelsäule der Begriff Skoliose verwendet wird.

85% der Skoliosen sind idiopathische Skoliosen (Hüter-Becker & Dölken, 2005). Diese Diagnose wird gestellt, wenn keine der folgenden Ursachen feststellbar sind: Muskuläre Erkrankungen wie z.B. Muskeldystrophien, neurologische Erkrankungen wie z.B. die Zerebralparese, Bindegewebserkrankungen wie z.B. der Narbenzug, angeborene Störungen wie z.B. Spina bifida und Systemerkrankungen wie z.B. der achondroplastische Zwergwuchs (Hüter et al., 2005).

**Die idiopathischen Skoliosen** werden je nach Krankheitsbeginn eingeteilt in:

Infantile Skoliosen (bis zum dritten Lebensjahr),

Juvenile Skoliosen (viertes bis zehntes Lebensjahr) und

Adoleszente Skoliosen (nach dem zehnten Lebensjahr) (Hüter et al., 2005).

Die idiopathische adoleszente Skoliose ist die häufigste Skoliose. Meist tritt sie als rechtskonvexe Thorakalverkrümmung auf, verbunden mit einer Rotation und mit einer Lordose. Weiter wird zwischen ein- und mehrbogigen Skoliosen unterschieden. Am häufigsten kommen 3- und 4-bogige Skoliosen vor (Hüter et al., 2005).

**Die Diagnostik der Skoliose** wird anhand der klinischen Untersuchung des entkleideten Patienten und anhand eines Röntgenbefundes gestellt. Bei der klinischen Untersuchung sind vor allem der Vorneigetest und das Bestimmen des Lotes wichtig (Niethard et al., 2005). Beim Vorbeugetest (siehe Abb. 3) können bereits beginnende Skoliosen anhand der Niveaudifferenz durch Beurteilung der Rückensymmetrie diagnostiziert werden.





10 jähriges Mädchen mit rechtsthorakaler Skoliose im Vorbeugetest. Zu erkennen ist die abgeflachte Dornfortsatzreihe im Hauptkrümmungsbereich mit rechts gelegenen Rippenbuckel auf Brustkorbhöhe, links kleiner Lendenwulst als Zeichen einer geringgradigeren Ausgleichskrümmung.

Abb. 3: Vorbeugetest

Bei der röntgenologischen Beurteilung wird der Winkel der Seitverbiegung anhand des Verfahrens nach Cobb bestimmt (auf dieses Verfahren wird später noch genauer eingegangen). In Abb. 4 ist ein Röntgenbild einer Skoliose mit einer Hauptkrümmung von 49 Grad, in Abb. 5 eine Skoliose mit einer Hauptkrümmung von 22° zu sehen. In Abb. 6 hingegen ist eine Patientin mit einer Skoliose zwischen 40° und 50° und in Abb. 7 eine Patientin mit einer Skoliose zwischen 20° und 30° zu sehen.

Dies soll die Differenz zwischen dem äusseren Erscheinungsbild und dem Röntgenbild zeigen.

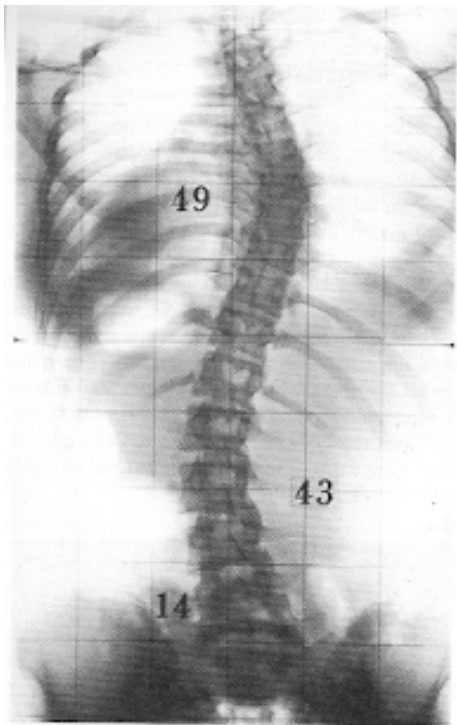


Abb. 4: Röntgenbild, 49° Hauptkrümmung

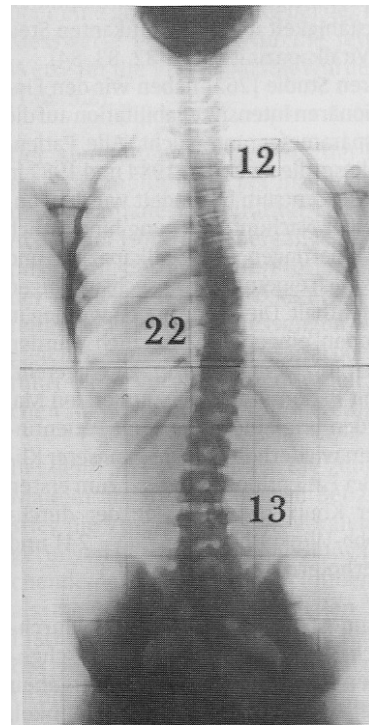


Abb. 5: Röntgenbild, 22° Hauptkrümmung

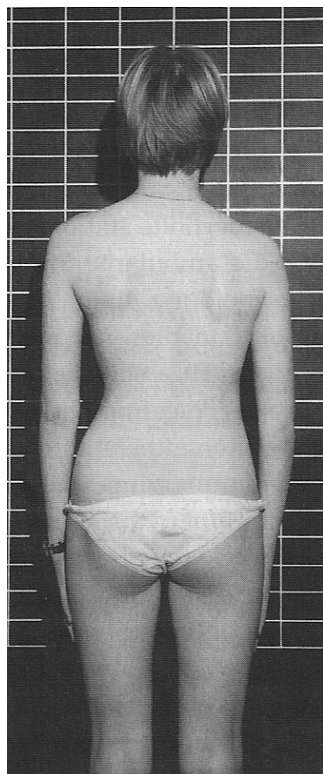


Abb. 6: Äusseres Erscheinungsbild, 40° - 50°

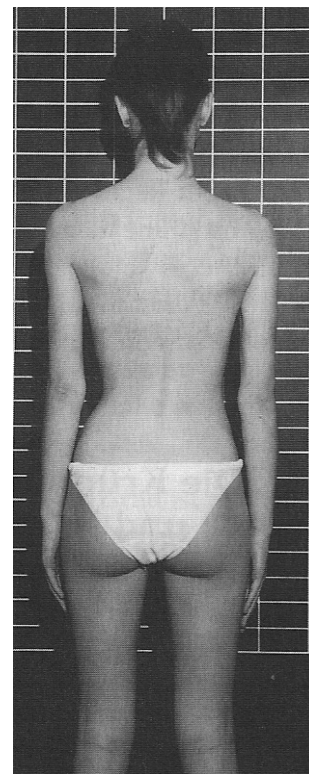


Abb. 7: Äusseres Erscheinungsbild, 20° - 30°

Die Rotation der Wirbel ist sehr schwierig zu erfassen. Sie wird meist nach dem Verfahren von Nash und Moe oder nach dem Verfahren nach Drerup oder Perdriolle bestimmt (Niethard et al., 2005). Da die Messung der Rotation sehr schwierig ist und bei den bearbeiteten Studien dieser Arbeit nie gemessen wurde, wird hier nicht weiter auf dieses Messverfahren eingegangen.

**Das Therapiekonzept einer Skoliose** wird anhand der Gradzahl nach Cobb eingeteilt:

- Skoliosen bis 20° nach Cobb: physiotherapeutische Behandlungen
- Skoliosen zwischen 20° und 50° nach Cobb: physiotherapeutische Behandlungen + Korsettbehandlung
- Skoliosen mit über 50° nach Cobb: Operative Therapie (Niethard et al., 2005).

Die Wahl der Therapie einer idiopathischen Skoliose ist zudem abhängig vom Alter des Patienten bzw. vom noch verbleibenden Wirbelsäulenwachstum (Niethard et al., 2005). Da die Skoliose eine Wachstumsdeformität darstellt, besteht die grösste Progression in der Zeit starken Wirbelsäulenwachstums insbesondere in der Pubertät (Niethard et al., 2005).

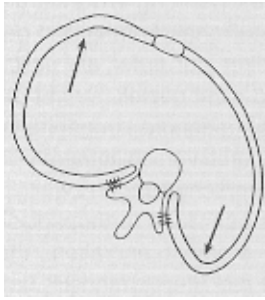
### **1.2.1 Auswirkung der Skoliose auf den Körper**

Die Verkrümmung und Rotation der Wirbelsäule, besonders die Veränderung des Raumgefüges von links und rechts, führen zu Einschränkungen der kardiopulmonalen Funktion, im Extremfall sogar zu Verminderungen der Magen, Darm- und Nierenfunktionen (Niethard et al., 2005).

Da in dieser Arbeit der Schwerpunkt auf der Beziehung zwischen Skoliose und Lungenfunktion besteht, wird nun eingehend auf das Atemmuster bei Skoliosen eingegangen.

### **1.2.2 Das skoliotische Atemmuster**

Der Skoliosepatient zeigt in Atemruhelage und meist auch bei tiefer Atmung ein asymmetrisches Atemmuster. Dies ist durch den skoliotisch deformierten Thorax bedingt (Lehnert-Schroth, 2007) (Siehe dazu Abb. 8).



Querschnittsbild durch den skoliotisch deformierten Thorax (aus Weiß, Rheuma 9): zu sehen ist das torsiionsverstärkende skoliotische Atemmuster (modifiziert nach Henke). Die Pfeile zeigen die Atemrichtung an.

Abb. 8: Skoliotisches Atemmuster

Bei einer normal ausgebildeten Wirbelsäule wird die Wirbelsäule durch die symmetrische Atembewegung zusätzlich stabilisiert. Bei der Skoliose hingegen kommt es durch die asymmetrische Atembewegung über die Rippen zu einem einseitigen Schub auf einzelne oder mehrere Wirbel. Diese unausgeglichene Kraftauswirkung verstärkt über die Jahre die Rotation der Wirbel (Lehnert-Schroth, 2007). Zusätzlich werden auch die Zwerchfellfunktionen in Mitleidenschaft gezogen, da dessen Ansatzstelle (Rippen) verlagert und somit die optimale Position nicht mehr vorhanden ist (Lehnert-Schroth, 2007).

Durch die Skoliose verändert sich auch die Relation des rechten zum linken Lungenvolumen. Chun, Suh, Modi, Kang, Hong und Song (2007) haben in ihrer Studie festgestellt, dass bei Skoliosen über  $40^\circ$  nach Cobb ein direkter Zusammenhang zwischen dem Anstieg des Skoliosewinkels und der Abnahme des Lungenvolumens der konkaven Seite besteht. Sie stellten fest, dass die konkave Seite signifikant mehr betroffen ist als die konvexe. Dies ist auch bei Skoliosen  $< 40^\circ$  nach Cobb beobachtbar. Hier sind die Ergebnisse jedoch nicht statistisch signifikant.

### 1.3 Messmethode nach Cobb

Die in dieser Arbeit besprochenen Studien klassifizieren die Skoliose anhand der Messmethode nach Cobb. Hierbei wird die Wirbelsäulenseitverbiegung anhand eines Röntgenbildes wie folgt bestimmt. Die Wirbelkörper, die in der Wirbelsäulenlängsachse am wenigsten rotiert sind und deren Deck- und Grundplatten am meisten zur Horizontalen hin geneigt sind (= Neutralwirbel einer Krümmung) werden bestimmt (Hepp et al., 2004). Auf der Tangente an die Grundplatte des unteren Neutralwirbels wird neben der Wirbelsäule die Senkrechte errichtet. Dann wird das Lot von der Tangente an die Deckplatte des oberen Neutralwirbels gezogen. Der Winkel der sich schneidenden Geraden ist der Skoliosewinkel (Hepp et al., 2004). Abb.9 verdeutlicht diese Messmethode.

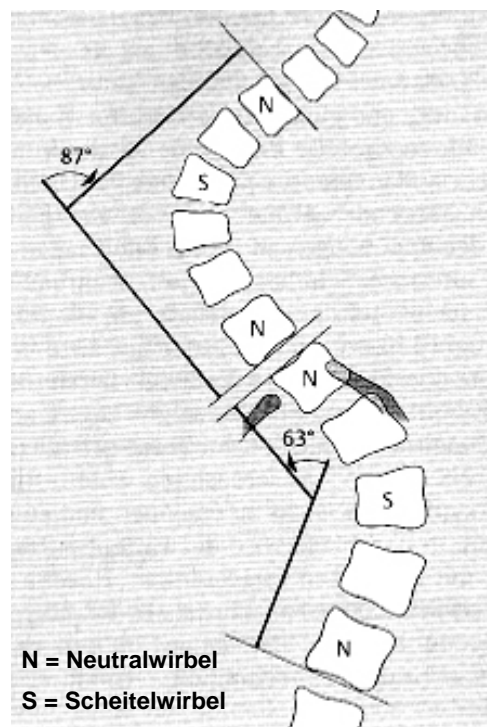


Abb. 9: Messmethode nach Cobb

## 1.4 Die Ausdauerkapazität

Im Hauptteil werden hauptsächlich die folgenden 3 Leistungskriterien besprochen, daher werden diese hier kurz erläutert:

1. maximale O<sub>2</sub>-Aufnahme (VO<sub>2max</sub>)
2. maximales Atemminutenvolumen (VE<sub>max</sub>)
3. Verhältnis zwischen Luftaufnahme und O<sub>2</sub> Aufnahme (VE/ VO<sub>2</sub>-Quotient)  
(Haber, 2007)

1. Die individuelle maximale Leistungsfähigkeit der Systemkette Atmung – Kreislauf – Muskelstoffwechsel wird durch den VO<sub>2max</sub>-Wert repräsentiert (Haber, 2007).

Der VO<sub>2max</sub> wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

Interne Faktoren:

Ventilation, Distribution und Diffusion der Lunge, Herzzeitvolumen, Blutverteilung, arteriovenöse O<sub>2</sub>-Differenz, Blutvolumen, totaler Hämoglobingehalt, dynamische Leistungsfähigkeit der beanspruchten Muskulatur und Ernährungszustand.

Externe Faktoren:

Belastungsmodus, Grösse und Art der eingesetzten Muskulatur, Körperposition, O<sub>2</sub>-Partialdruck in der Inspirationsluft und das Klima (Hollmann & Hettinger, 2000).

2. Der VE<sub>max</sub> ist das maximale Atemminutenvolumen. Es errechnet sich aus dem Atemzugvolumen und der Atemfrequenz bei maximaler Belastung (Vt mal f) (Haber, 2007). Es gibt für den VE-Wert keinen für den Zustand der Ausbelastung typischen Wert, sondern das VE wird umso höher, je höher die Leistung wird. Das bedeutet, dass bei überdurchschnittlicher Leistungsfähigkeit auch der VE<sub>max</sub> überdurchschnittlich ist. Bei verminderter Leistungsfähigkeit besteht jedoch die Möglichkeit, dass der VE<sub>max</sub>-Wert normal ist, wenn die ventilatorische Kapazität nicht vermindert ist und unter Belastung hyperventiliert wird. (Haber, 2007)

3. Der VE/VO<sub>2</sub>-Quotient gibt Auskunft über die ventilatorische Effizienz. Er beschreibt die Luft in Liter, die geatmet werden muss um 1 Liter O<sub>2</sub> aufzunehmen (Haber, 2007). Somit ist er ein Mass für die Ökonomie der Atmung. Diese kann von folgenden Faktoren beeinflusst werden: Anzahl und Durchlässigkeit für O<sub>2</sub> des Lungengewebes (Alveolen) und von der Fähigkeit der Sauerstoffbindung (Bayrhuber, Kull, Bäßler, Hoppmann & Rüdiger, 1998).

## 1.5 Methode der Literatursuche

Ein- und Ausschlusskriterien für die in der Arbeit verwendeten Studien werden hier beschrieben. Gesucht wurde in den Datenbanken PubMed, Cochrane und PEDro unter Verknüpfung des Keywords: „idiopathic adolescent scoliosis“ mit folgenden Begriffen: „exercise capacity“, „VO<sub>2</sub>max“, „exercise test“ und „physical work capacity“. Anschliessend wurden die Titel und die Abstracts der gefundenen Studien auf die Brauchbarkeit für die Fragestellung überprüft.

### Einschlusskriterien

- Studien ab 1980
- Studien die, die Ausdauerkapazität bestimmen
- Studien auf Englisch oder Deutsch
- Anzahl der Skoliosepatienten > 10 Personen
- Skoliosepatienten mit einer idiopathischen adoleszenten Skoliose
- Skoliosewinkel der Skoliosepatienten  $\geq 47^\circ$  nach Cobb
- konservativ behandelte Patienten (mit und ohne Korsett)

### Ausschlusskriterien

- Studien mit Skoliosepatienten, deren Ursache bekannt ist
- Studien, die operativ behandelte Patienten integrierten
- Studien mit Patienten und Kontrollgruppen mit bekannten Lungen- oder anderen Erkrankungen.

## 2 Hauptteil

Es werden die vier Studien, die sich mit der Ausdauerkapazität bei leichten Skoliosen beschäftigen, vorgestellt. Die Ausdauerkapazitätsbestimmung, die Studienteilnehmer und die Resultate werden beschrieben. Zudem werden die Resultate diskutiert.

### 2.1 Bestimmung der Ausdauerkapazität

Alle vier hier besprochenen Studien messen die Ausdauerkapazität bei Patienten mit idiopathischer adolescenten Skoliose. DiRocco, Breed, Carlin & Redan (1983), DiRocco und Vaccaro (1988) & Barrios, Pérez-Encinas, Maruenda und Laguia (2005) bei der Fortbewegung auf dem Laufband, Leech, Ernst, Rogala, Gurr, Gordon & Becklake (1985) hingegen auf dem Fahrrad.

Die Studienteilnehmer der ersten Studie von DiRocco et al. (1983) nahmen an einem „progressive exercise stress test“ (zunehmende Belastungsuntersuchung) (DiRocco et al., 1983) teil. Die Korsetträger führten den Test einmal mit und einmal ohne Korsett durch. Während des Tests wurden das ventilatorische Volumen und die Atemfrequenz kontinuierlich gemessen. Zudem analysierten die Untersucher die ausgeatmete Luft auf die O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> Konzentration und bestimmten den max. O<sub>2</sub>-Verbrauch. Ebenfalls kontinuierlich aufgezeichnet wurde die Herzfrequenz pro Minute. Nach einer Aufwärmphase liefen die Studienteilnehmer bei einer Geschwindigkeit von 4.8 km/h. Die Steigung des Laufbandes war zu Beginn des Tests bei 0%. Alle 2 Minuten wurde die Steigung um 2.5% erhöht. Die Teilnehmer führten den Test bis zur maximalen Leistung durch oder bis sie nicht mehr fähig waren die Belastung auszuhalten.

Leech et al. (1985) haben mit ihren Studienteilnehmern verschiedene Tests durchgeführt. Neben dem Bestimmen der Atemwerte in Ruhe (unter anderem: VC, RV, FEV1 & FEV1/FVC%) haben sie auf dem Fahrrad anhand eines „submaximal exercise test“ (submaximale Belastungsuntersuchung) (Leech et al., 1985) und eines „progressive maximal exercise test“ (zunehmende maximale Belastungsuntersuchung) (Leech et al., 1985) die Ausdauerkapazität bestimmt. Bei der submaximalen Belastungsuntersuchung wurde alle drei Minuten die Herzfrequenz gemessen, solange bis eine maximale Herzfrequenz von 140 Schlägen pro Minute erreicht war. Anschliessend ha-



ben sie für jeden Studienteilnehmer anhand der submaximalen Leistung die zu erwartende maximale O<sub>2</sub>-Aufnahme berechnet. Leech et al. (1985) führten mit 20 Mädchen der Skoliosepatienten zusätzlich einen progressiven maximalen Belastungstest durch. Die hierbei erhaltenen VO<sub>2max</sub>-Werte verglichen sie mit den zu erwartenden VO<sub>2max</sub>-Werten aus dem submaximalen Ausdauerstest.

In der späteren Studie von DiRocco et al. (1988) testeten sie alle Studienteilnehmer ohne Korsett. Zu Beginn wurden die VC- und FEV1-Werte mit standardisierten Spirometrie-Techniken bestimmt. Anschliessend bestimmten sie die aerobe Arbeitskapazität anhand eines „continuous graded incremental exercise tolerance test“ (kontinuierlich zunehmende Belastungsuntersuchung) (DiRocco et al., 1988). Er begann auf dem Laufband mit einer fünf-minütigen Aufwärmphase (0% Steigung und 3mph=4.82 km/h), danach wurde die Steigung jede Minute um 1% erhöht. Nach 5 Minuten wurde die Geschwindigkeit auf 5.5 mph (= 8 km/h) erhöht und die Steigung wieder auf 0% herabgesetzt. Anschliessend erhöhten sie die Steigung um 2.5% pro Minute bis trotz einer Zunahme der Arbeitsbelastung keine Steigerung der O<sub>2</sub> Aufnahme von mehr als 2 ml/kg/min möglich war. Dies ist das Standard Kriterium für die Feststellung der maximalen O<sub>2</sub>-Aufnahme (Taylor, Buskirk & Henschel, 1955; zit. nach DiRocco et al., 1988, S.199). Die Herzfrequenz wurde kontinuierlich registriert und die VE-, VT-, f- und VO<sub>2</sub>-Werte alle 30 Sekunden gemessen.

Barrios et al. (2005) haben neben dem Ausdauerstest einen statischen Spirometrie-Test durchgeführt, um FVC- & FEV1-Werte sowie den FEV1/FVC%-Quotienten zu bestimmen. Die aerobe Arbeitskapazität und die anaerobe Schwelle wurden anhand eines „maximal exercise tolerance test“ (maximale Belastungsuntersuchung) (Barrios et al., 2005) bestimmt. Alle mit einem Korsett behandelten Skoliosepatienten führten den Test ohne Korsett durch. Der Ausdauerstest wurde anhand eines Rampenprotokolls auf dem Laufband durchgeführt. Er begann mit einer fünf-minütigen Aufwärmphase bei einer Geschwindigkeit von 2.7 km/h. Anschliessend wurde die Geschwindigkeit pro Minute um 0.72 km/h erhöht. Die Steigung des Laufbandes blieb während des gesamten Tests auf 1,5% konstant. Alle Studienteilnehmer führten den Test bis zur Erschöpfung durch. So konnte der VO<sub>2max</sub>-Wert bestimmt werden. Die verschiedenen ventilatorischen Parameter (VO<sub>2max</sub>, VCO<sub>2</sub>, VE, VE/VO<sub>2</sub> und das Atemzugvolumen) wurden bei jedem Atemzug bestimmt.

## 2.2 Studienteilnehmer

Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die Daten der Studienteilnehmer der Studien von DiRocco et al. (1983), Leech et al. (1985), DiRocco et al. (1988) und Barrios et al. (2005):

Studie	Anz. weibl. Patienten	Anz. männl. Patienten	Ø Alter/ Range	Ø Cobb Winkel/ Range	Korsettträger
DiRocco et al. (1983)	13	1	14,8 J/ 12 - 18 J	28,1°/ 19°- 47°	14
Leech et al. (1985)	93	32	17,4 J/ 14 - 19 J	kA/ 3°- 46°	kA
DiRocco et al. (1988)	15	4	13,4 J/ 10 - 17 J	21,5°/ 12°- 40°	8
Barrios et al. (2005)	37	0	13 J/ 11 - 16 J	32,8°/ 20°- 45°	26

J = Jahre, kA = keine Angaben

Tab. 1: Daten der Studienteilnehmer

Zu beachten ist, dass Leech et al. (1985) ausschliesslich Skoliosepatienten mit abgeschlossenem Wachstum in ihrer Studie untersuchten.

Die vier Studien haben unterschiedliche Formen der Kontrollgruppe gewählt. DiRocco et al. (1983) und DiRocco et al. (1988) haben keine eigene Kontrollgruppe. Sie verwendeten als Richtlinie für die  $VO_{2max}$ - und  $VE_{max}$ -Werte sowie den  $VE/VO_2$ -Quotienten Normwerte aus der Literatur. Die detaillierten Angaben der Quellen der Normwerte befinden sich im Anhang B. Hier ist zu beachten, dass in den Studien von DiRocco et al. (1983) und DiRocco et al. (1988) unterschiedliche Testaufbaus verwendet wurden, jedoch teilweise die gleichen Normwerte.

Leech et al. (1985) hat als Kontrollgruppe für den Submaximaltest 22 Jungen (Durchschnittsalter: 17,9 Jahre) und 31 Mädchen (Durchschnittsalter: 17,5 Jahre) ausgewählt. Die Kontrollgruppe wurde nicht randomisiert ausgewählt, die Skoliosepatienten brachten einen Freund, der mit ihnen zur Schule gegangen ist, mit. Für den „progressive maximal exercise test“ (Leech et al., 1985), den sie zusätzlich mit 20

Patientinnen durchführte, verwendeten sie für die  $VO_{2max}$ -Werte Kontrollwerte aus der Literatur. Die Quelle dieser Literaturwerte ist ebenfalls in Anhang 2 ersichtlich.

Barrios et al. (2005) hat als Kontrollgruppe 10 gesunde Mädchen gewählt und hat mit ihnen die gleichen Tests wie mit den Skoliosepatienten durchgeführt.

## 2.3 Studienresultate

### 2.3.1 $VO_{2max}$ -Wert

Der  $VO_{2max}$ -Wert ist laut DiRocco et al. (1983) bei Skoliosepatienten mit leichter Skoliose vermindert. Auch Leech et al. (1985), DiRocco et al. (1988) und Barrios et al. (2005) haben in ihren Studien eingeschränkte  $VO_{2max}$ -Werte bei Patienten mit leichter Skoliose festgestellt.

In der Studie von DiRocco et al. (1983) haben die Skoliosepatienten einen durchschnittlichen  $VO_{2max}$ -Wert von 28.4 ml/kg/min (Range: 22.3 - 42,7 ml/kg/min) erreicht. Der zu erwartende Normwert läge bei 41,7 ml/kg/min. Somit liegen die Skoliosepatienten 32% unter dem Normwert. Eine Korrelation zwischen den  $VO_{2max}$ -Werten und dem Skoliosewinkel nach Cobb konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Über eine weniger starke Einschränkung des  $VO_{2max}$  berichten Leech et al. (1985) in ihrer Studie. Der durchschnittliche  $VO_{2max}$ -Wert beträgt bei den von ihnen untersuchten Skoliosepatienten 87% des zu erwartenden Wertes und liegt somit um 13% tiefer als der Normwert. Auch hier wurde keine Korrelation zum Skoliosewinkel festgestellt. Daraus schliessen Leech et al. (1985), dass die leicht verminderten  $VO_{2max}$ -Werte eher durch unterschiedliches Fitnesslevel der Teilnehmer als durch die Skoliose verursacht wurde.

DiRocco et al. (1988) hingegen haben verminderte  $VO_{2max}$ -Werte festgestellt, die eine negative Korrelation mit dem Skoliosewinkel nach Cobb aufweisen. Sie stellten fest, dass die Patienten mit Skoliosewinkeln  $>$  als  $25^\circ$  nach Cobb tiefere  $VO_{2max}$ -Werte haben als Patienten mit Skoliosewinkeln kleiner als  $25^\circ$ . Die Pearson Korrelation liegt bei  $-0.6$ . Die zu erwartenden  $VO_{2max}$ -Werte liegen nach ihren Literaturquellen für Frauen zwischen 38 und 45 ml/kg/min und für Männer zwischen 45 und 54 ml/kg/min. Der durchschnittliche  $VO_{2max}$ -Wert der untersuchten Skoliosepatienten lag bei 38,4 +/- 7.9 ml/kg/min (Range: 22.9 bis 55.1 ml/kg/min) (Jungen:

40,7 ml/kg/min und Mädchen: 37,7 ml/kg/min). Somit liegt der durchschnittliche  $VO_{2max}$ -Wert der Skoliosepatienten nicht unter den Normwerten. Der Durchschnitt der  $VO_{2max}$ -Werte der Skoliosepatienten mit Skoliosen  $>25^\circ$  lag jedoch bei 32.6 ml/kg/min und somit zwischen 14,3% und 27,6% unter den Normwerten. Zudem ist zu beachten, dass 12 der 19 Skoliosepatienten  $VO_{2max}$ -Werte unter den zu erwartenden Werten hatten und 7 der 12 hatten Werte unter 35 ml/kg/min.

In der Studie von Barrios et al. (2005) haben die 37 untersuchten Skoliosepatientinnen einen durchschnittlichen  $VO_{2max}$  von 38,6 +/- 6.2 ml/kg/min erreicht (Range: 28.7 - 46,2). Die Kontrollgruppe hingegen hat einen durchschnittlichen  $VO_{2max}$ -Wert von 49.9 +/- 7.5 ml/kg/min (Range: 39.6 - 63.6;  $P < 0.001$ ). Somit liegt der durchschnittliche  $VO_{2max}$ -Wert der Skoliosepatienten 23% unter dem der Kontrollgruppe. Eine Korrelation zwischen den verminderten  $VO_{2max}$ -Werten und der Grösse des Skoliosewinkels konnte aber nicht festgestellt werden.

Die Skoliosepatienten in der Studie von Barrios et al. (2005) haben zudem eine tiefere durchschnittliche Höchstgeschwindigkeit, eine tiefere ventilatorische anaerobe Schwelle und eine tiefere Herzfrequenz bei der anaeroben Schwelle im Vergleich mit ihrer Kontrollgruppe aufgezeigt. Diese Messungen passen zur tieferen Ausdauerkapazität der Skoliosepatientinnen.

### 2.3.2 $VE_{max}$ -Werte

DiRocco et al. (1983), DiRocco et al. (1988) und Barrios et al. (2005) bestimmten in ihren Studien die maximale ventilatorische Leistungsfähigkeit. Sie kamen jedoch nicht zu einem einheitlichen Ergebnis. Zudem treten unterschiedliche Beurteilungen für erhöhte und erniedrigte Werte auf.

DiRocco et al. (1983) haben in ihrer Skoliosegruppe einen erhöhten  $VE_{max}$  feststellen können. Der durchschnittliche  $VE_{max}$ -Wert der Skoliosepatienten liegt bei 56,4 l/min und somit haben 7 der 14 Patienten im Vergleich mit der Kontrollgruppe einen um 1 - 4,3 Standardabweichungen erhöhten  $VE_{max}$ -Wert. Der durchschnittliche  $VE_{max}$ -Wert der Kontrollgruppe wird jedoch nicht angegeben. DiRocco et al. (1983) sehen die erhöhte Ventilation nicht als den limitierenden Faktor für die Ausdauerkapazität an, da der Dyspnoe - Index bei 44,6% liegt. Und dies befindet sich im Normbereich.

In der Studie von DiRocco et al. (1988) wurde ein normaler  $VE_{max}$  bei den Skoliosepatienten festgestellt. Ihr durchschnittlicher  $VE_{max}$ -Wert lag bei  $78,1 \pm 19,4$  l/min. Die Normwerte auf die sich DiRocco et al. (1988) stützen befinden sich zwischen 50 und 90 l/min. Daraus schlossen die Autoren, dass eine leichte Skoliose die Ventilation während einer Ausdauerleistung nicht vermindert.

In der Studie von Barrios et al. (2005) haben die Skoliosepatienten einen durchschnittlichen  $VE_{max}$ -Wert von  $68,9 \pm 12,3$  l/min erreicht, die Kontrollgruppe hingegen einen durchschnittlichen Wert von  $82,3 \pm 10,7$  l/min. Das heisst die  $VE_{max}$ -Werte der Skoliosepatienten liegen deutlich unter den Werten der Kontrollgruppe.

Zudem konnte eine negative Korrelation zwischen den  $VE_{max}$ -Werten und dem Skoliosewinkel festgestellt werden ( $r = -0,374$ ,  $P < 0,05$ ).

### 2.3.3 VE/VO<sub>2</sub>-Quotient

Der VE/VO<sub>2</sub>-Quotient beschreibt die Atemeffizienz. Je tiefer die Werte umso effizienter ist die Atmung.

Die Skoliosepatienten, der Studien von DiRocco et al. (1983), DiRocco et al. (1988) und Barrios et al. (2005) haben höhere VE/VO<sub>2</sub>-Quotienten als ihre Kontrollgruppen hervorgebracht. Leech et al. (1985) machten keine Angaben über die ventilatorische Effizienz.

In der Studie von DiRocco et al. (1983) wurde ein erhöhter maxVE/VO<sub>2</sub>-Quotient festgestellt. Wie bereits erwähnt liegen die durchschnittlichen  $VE_{max}$ -Werte der Skoliosepatienten über den Werten der Kontrollgruppe und die  $VO_{2max}$ -Werte der Skoliosepatienten liegen unter den Normwerten. So sind die erhöhten maxVE/VO<sub>2</sub>-Werte der Skoliosepatienten durch erhöhte  $VE_{max}$ -Werte und verminderte  $VO_{2max}$ -Werte zu erklären. Laut DiRocco et al. (1983) könnte dies ein Anzeichen dafür sein, dass Skoliosepatienten um den O<sub>2</sub>-Bedarf zu decken, hyperventilieren. Aufgrund des erhöhten VE/VO<sub>2</sub>-Quotienten formulierten sie die Hypothese, dass bei Skoliosepatienten ein Anstieg der Atemarbeit stattfindet. Als Ursache wird eine allgemeine Schwäche der Atemmuskulatur vermutet.

Bei DiRocco et al. (1988) liegt der durchschnittliche VE/VO<sub>2</sub>-Quotient bei 45,53. Es liegt kein durchschnittlicher Normwert der Kontrollgruppe der Literatur vor. In der

Studie wird jedoch angegeben, dass die Skoliosepatienten beim Vergleich des VE/VO<sub>2</sub>-Quotienten mit der Kontrollgruppe eine Ineffizienz in der Atmung aufzeigen. Diese Ineffizienz steigt mit der Reduktion der VO<sub>2max</sub>-Werte an. Das heisst bei VO<sub>2max</sub>-Werten von 40 ml/kg/min oder mehr liegt der VE/VO<sub>2</sub>-Quotient bei 40.21, bei VO<sub>2max</sub>-Werten unter 35 ml/kg/min liegt der VE/VO<sub>2</sub>-Quotient jedoch bei 55.8. Die VE<sub>max</sub>-Werte der Skoliosepatienten liegen im Normbereich. Das heisst, dass die Skoliosepatienten höhere VE/VO<sub>2</sub>-Quotienten aufweisen, obwohl sie in ihrer Ventilation während des Tests nicht eingeschränkt waren. Laut DiRocco et al. (1988) wäre dies ein Hinweis dafür, dass die Skoliosepatienten mehr Energie in ihre Atmung investieren müssen, als die Personen aus der Kontrollgruppe.

Die Skoliosepatienten, die an der Studie von Barrios et al. (2005) teilgenommen haben, weisen ebenfalls einen höheren VE/VO<sub>2</sub>-Quotienten auf. Ihr durchschnittlicher VE/VO<sub>2</sub>-Quotient liegt bei 35,2 der der Kontrollgruppe hingegen bei 29,6 (P < 0.01). Das heisst, dass der VE/VO<sub>2</sub>-Quotient der Skoliosepatienten 16% höher ist als derjenige, der Kontrollgruppe. Barrios et al. (2005) nimmt dies als Indikator für eine ineffiziente Ventilation bei Skoliosepatienten.

#### **2.3.4 Atemwerte in Ruhe und Ausdauerkapazität**

DiRocco et al. (1983), Leech et al. (1985) und DiRocco et al. (1988) haben keine Zusammenhänge der Atemwerte in Ruhe und der Ausdauerkapazität aufgezeigt.

Barrios et al. (2005) hingegen haben einen Zusammenhang zwischen den FEV1/FVC% Werten und den VE<sub>max</sub>-Werten aufgezeigt. Sie haben zwar keinen signifikanten Unterschied bei den Atemwerten in Ruhe zwischen den Skoliosepatienten und der Kontrollgruppe gefunden. Untersucht haben sie den FVC- und den FEV1-Wert. Obwohl kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bestand, konnten Barrios et al. (2005) eine negative Korrelation zwischen der Stärke der thorakalen Rotation und dem FEV1/FVC% feststellen (r = -0,461, P < 0,05). Dies zeigt den Einfluss der Wirbelsäulenrotation und der daraus folgenden Lungen-„Verdrehung“ auf die ventilatorischen Mechanismen. Laut Barrios et al. (2005) werden diese kleinen Einschränkungen der Ventilation in Ruhe bei der Ausdauerleistung verstärkt, da die Anforderung an die Ventilation stark ansteigt. Dies äussert sich dann im verminderten VE<sub>max</sub>-Wert.

## 2.4 Studienüberblick

Studie	Design*	Anzahl Skoliosepatienten	Ø Alter/ Range	Ø Skoliosewinkel/ Range	Testaufbau	Ergebnisse	Statistische Signifikanz
DiRocco et al. (1983)	Nicht kontrollierte Studie	14	14,8J/ 12-18J	28,1° / 19°-47°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstante Geschwindigkeit, Steigung ↑ alle 2 Minuten</li> <li>Laufband</li> </ul>	↓VO <sub>2max</sub> ↑VE/ VO <sub>2</sub> ↑VE <sub>max</sub>	
Leech et al. (1985)	CCT	105	17,4 J/ 14-19J	kA/ 3°- 46°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stufenprotokoll</li> <li>Fahrradergometer</li> </ul>	(↓)VO <sub>2max</sub>	
DiRocco et al. (1988)	Nicht kontrollierte Studie	19	13,4 J/ 10-17 J	21,5°/ 12°- 40°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rampenprotokoll</li> <li>Geschwindigkeit↑ und Steigung↑</li> <li>Laufband</li> </ul>	Ø VO <sub>2max</sub> = normal Skw. > 25° VO <sub>2max</sub> ↓ ↑VE/ VO <sub>2</sub> VE <sub>max</sub> = normal	
Barrios et al. (2005)	CCT	37	13 J/ 11-16 J	32,8°/ 20°- 45°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rampenprotokoll</li> <li>Jede Minute Geschwindigkeit↑, Steigung konstant</li> <li>Laufband</li> </ul>	↓VO <sub>2max</sub> ↓max. Geschwindigkeit ↓Geschwindigkeit bei der anaeroben Schwelle ↓HF bei anaerober Schwelle ↓VE <sub>max</sub> ↑VE/ VO <sub>2</sub> ↑f <sub>max</sub>	P< 0.001 P< 0.005 P< 0.001 P< 0.05 P< 0.01 P<0.01 P<0.05 Signifikant = Werte < 0.05

kA = keine Angaben, J = Jahre, HF = Herzfrequenz, Skw. = Skoliosewinkel, CCT= Controlled Clinical Trial, \*=Es ist nicht möglich die Studien genau einem Design zuzuordnen. Daher wurde hier das Design angegeben, dem es am ehesten entspricht. Genauere Angaben zum Studiendesign befinden sich unter Anhang C.

Tab. 2: Überblick der Studien

## 2.5 Diskussion

Ziel der Arbeit ist es aufzuzeigen, welche Faktoren Einschränkungen der Ausdauerkapazität bei einer leichten Skoliose bewirken. Es werden nun die vier im Resultatteil bereits eingehend besprochenen Arbeiten diskutiert. Zusätzlich werden auch folgende Studien, die nicht den Einschlusskriterien dieser Arbeit entsprechen, in die Diskussion miteinbezogen: Ferrari, Goti, Sanna, Misuri, Gigliotti, Duranti, Iandelli, Cepatelli & Scano (1997), Upadhyay, Mullaji, Lik und Leong (1995), Adam, Cargill & Askin (2007) & Kearon et al. (1993).

Die Diskussion soll den Physiotherapeuten die Wichtigkeit der kardiopulmonalen Funktion schon bei leichten Skoliosen und die individuellen Unterschiede der Einschränkung von Patient zu Patient aufzeigen.

Ist die kardiopulmonale Funktion eingeschränkt, ist es sehr schwierig, sie zu verbessern (Kearon et al., 1993). Auch durch die operative Therapie ist dies nicht möglich (Kearon et al., 1993). Daher ist es ein wichtiges Ziel der physiotherapeutischen Behandlung, die pulmonale Funktion zu erhalten (Kearon et al., 1993). Um die Einschränkung frühzeitig therapieren zu können, muss sie im Anfangsstadium festgestellt werden. Daher liegt ein Schwerpunkt der Diskussion bei der Frage durch welche Faktoren die Ausdauerkapazität bei einer leichten Skoliose eingeschränkt wird. So könnten Skoliosepatienten, deren Ausdauerkapazität eingeschränkt ist, bereits frühzeitig diagnostiziert werden.

Folgende Aspekte erscheinen wichtig:

- $VO_{2max}$  bei Skoliosen grösser/kleiner  $25^\circ$
- Korsettbehandlung bei Skoliosen über  $20^\circ$  nach Cobb
- Beziehung zwischen  $VO_{2max}$  und Skoliosewinkel
- pulmonale Einschränkung im Erwachsenenalter
- tiefere  $VO_{2max}$ -Werte und tiefere anaerobe Schwelle und
- höhere  $VE/VO_2$ -Werte bei Skoliosepatienten.



### 2.5.1 $VO_{2max}$ bei Skoliosen grösser/kleiner $25^\circ$

DiRocco et al. (1988) haben festgestellt, dass die  $VO_{2max}$ -Einschränkung und der Skoliosewinkel nach Cobb miteinander korrelieren. Barrios et al. (2005), Leech et al. (1985) und DiRocco et al. (1983) konnten hingegen keine Korrelation feststellen. Wie kommt dieser Unterschied zustande bzw. wie ist die gefundene Korrelation von Di Rocco et al. (1988) zu erklären?

In der Studie von DiRocco et al. (1988) wurde die Korrelation bei Skoliosen  $>$  und  $<$   $25^\circ$  festgestellt. Der  $VO_{2max}$ -Wert der Skoliosepatienten unter  $25^\circ$  lag im Normbereich, der Wert der Patienten mit grösseren Skoliosewinkeln war jedoch vermindert. Acht der Skoliosepatienten hatten einen Winkel  $\geq 25^\circ$  und 11 Patienten einen Winkel  $< 25^\circ$ . Somit waren hier die Skoliosepatienten mit Winkeln  $>$  und  $<$  etwa gleichmässig vertreten. Barrios et al. (2005) und DiRocco et al. (1983) hatten hingegen nur wenige Skoliosepatienten mit Winkeln  $< 25^\circ$  und somit bezieht sich die nicht gefundene Korrelation hier eher auf Skoliosen zwischen  $25^\circ$  und  $45^\circ$ . Somit bestehen Hinweise, dass eine Einschränkung des  $VO_{2max}$  im Mittel bei  $25^\circ$  nach Cobb beginnt und danach keine Korrelation mehr mit dem Cobb Winkel aufweist. In der Studie von Leech et al. (1985) konnte in der Stichprobe mit Skoliosepatienten  $<$  und  $> 25^\circ$  keine Korrelation festgestellt werden. Auf diese Besonderheit wird unter Pulmonale Einschränkung im Erwachsenenalter auf Seite 28 noch eingegangen.

Zu beachten ist, dass es sich um den Mittelwert handelt. Im Einzelfall können Patienten mit ganz leichter Skoliose einen verminderten  $VO_{2max}$  aufweisen, während gleichzeitig Patienten mit starker Skoliose einen im Normbereich oder sogar darüber liegenden  $VO_{2max}$ -Wert haben können. Es ist somit sinnvoll, in der Physiotherapie schon bei leichten Skoliosen die Atemfunktion zu untersuchen und bei einer Einschränkung zu behandeln.

### 2.5.2 Korsettbehandlung bei Skoliosen $> 20^\circ$ nach Cobb

Wie oben diskutiert haben DiRocco et al. (1988) festgestellt, dass ab  $25^\circ$  nach Cobb eine Einschränkung des  $VO_{2max}$  festgestellt werden kann. Bemerkenswert ist auch, dass laut Niethard et al. (2005) Skoliosen ab  $20^\circ$  mit Korsett behandelt werden. Somit muss in Erwägung gezogen werden, dass die Einschränkung des  $VO_{2max}$  durch das Tragen eines Korsettes zu Stande kommen könnte. Es gibt 2 Aspekte der Korsettbehandlung, die zu verminderten  $VO_{2max}$ -Werten führen könnten.

1. Durch ein Korsett werden die Brustkorbbewegung und somit auch die Lungenbewegung eingeschränkt (Kennedy, Robertson, Hudson, Phelan, 1989 zitiert nach Ferrari, 1997, S.306).
2. Das Tragen des Korsettes könnte die sportliche Betätigung einschränken.

Barrios et al. (2005) haben jedoch bei 11 direkt nach der Erstdiagnose geprüften Patienten bereits eine Reduktion des  $VO_{2max}$ -Wertes feststellen können. Bemerkenswert ist in dieser Arbeit, dass die  $VO_{2max}$ -Werte der Korsettträger tendenziell noch tiefer waren als die der Skoliosepatienten, die direkt nach der Erstdiagnose untersucht wurden. Eine statistische Signifikanz der Differenz konnte aber keine festgestellt werden. Somit kann vermutet werden, dass die Einschränkung des  $VO_{2max}$  bei leichten Skoliosen nicht durch das Korsett verursacht, jedoch dadurch noch verstärkt werden könnte. Diese Aussage wird auch durch die bisher noch nicht besprochene Arbeit von Ferrari et al. (1997) unterstützt: Bei 6 Skoliosepatienten (Cobb Winkel zw.  $20^\circ$  und  $35^\circ$ ) wurde sowohl mit als auch ohne Korsett ein verminderter  $VO_{2max}$  festgestellt. Untersucht wurden verschiedene Atemwerte der Skoliosepatienten anhand eines „progressive incremental exercise test“ (Ferrari et al., 1997) auf dem Fahrrad. Zuerst untersuchten sie die Patienten ohne Korsett und dann nach 7 Tage Tragen des Korsettes, mit dem Korsett. Die  $VO_{2max}$ -Werte lagen bei beiden Tests unter den zu erwartenden Werten. Auch hier sind die Werte leicht tiefer mit Korsett als ohne. Es besteht aber keine statistische Signifikanz.

Abschliessend gilt, dass es nicht ausgeschlossen werden kann, dass der  $VO_{2max}$ -Wert bei leichten Skoliosen durch die Korsettbehandlung negativ beeinflusst wird. Es ist jedoch stark anzunehmen, dass die Einschränkung nicht durch die Korsettbehandlung alleine verursacht wird. Dieser Aspekt soll nicht die Korsettbehandlung in Frage stellen. Er soll zeigen, dass die Verminderung des  $VO_{2max}$ -Wertes bei Skoliosepatienten ab  $25^\circ$  nach Cobb nicht durch die Korsetttherapie verursacht wird. Die mögliche negative Beeinflussung des Korsettes auf die  $VO_{2max}$ -Werte ist von physiotherapeutischer Relevanz. Das heisst gerade bei Korsettträgern muss besonders auf die Ausdauerkapazität geachtet werden.

### 2.5.3 Beziehung zwischen $VO_{2max}$ und dem Skoliosewinkel

Barrios et al. (2005), DiRocco et al. (1983) und Leech et al. (1985) konnten keine Korrelation zwischen dem  $VO_{2max}$  und dem Skoliosewinkel feststellen.

Nun stellt sich die Frage: Wie wird die Ausdauerkapazität vom Skoliosewinkel beeinflusst bzw. von was ist sie abhängig wenn nicht vom Skoliosewinkel?

Wie im Theorieteil erwähnt, gibt es verschiedene Aspekte der Skoliose, die individuell bei jedem Patienten unterschiedlich ausgeprägt sein können.

Variabel sind unter anderem:

1. Die Seitverkrümmung nach Cobb
2. Der Ort der Hauptkrümmung (siehe dazu Abb. 1, S.7) und
3. Die Länge der Krümmung

Hinzu kommt, dass „Die Bildung einer Skoliose fast immer ein dreidimensionales pathologisches Geschehen“ ist (Lehnert-Schroth, 2007). Der Skoliosewinkel nach Cobb erfasst jedoch lediglich die Seitverkrümmung. Alle anderen Faktoren und vor allem die dreidimensionalen Faktoren wie die Rotation, die Brustkorbdeformität und die Flexibilität werden in den besprochenen Studien nicht berücksichtigt.

Bemerkenswert ist, dass alle vier Studien, die in der Arbeit integriert sind, als Klassifikationsmethode den Skoliosewinkel nach Cobb und keine anderen Aspekte der Deformität verwendeten. Daher sollen hier noch kurz drei Studien erwähnt werden, die differenziertere Messmethoden für die Klassifikation der Skoliose verwendet haben.

In der Studie von Upadhyay et al. (1995) wurden 70 Skoliosepatienten mit einer adoleszenten thorakalen Rechtsskoliose von  $35^\circ$  -  $100^\circ$  bezüglich ihrer pulmonalen Funktion untersucht. Klassifiziert wurde die Skoliose nicht nur anhand des Cobb Winkels, sondern zusätzlich auch anhand vieler weiterer Parameter einer Skoliose. Die Studie zeigt, dass die „vertebral rotational flexibility“ (vertebrale Rotationsbeweglichkeit) (Upadhyay et al., 1995) und die „rib vertebral angle asymmetry“ (Asymmetrie des costal - vertebrales Winkels) (Upadhyay et al., 1995) bessere Parameter waren für die zu erwartende pulmonale Funktion als der Cobb Winkel. Zu beachten ist hier, dass der Skoliosewinkel der Patienten weit über einer leichten Skoliose lag. Auch wurde nicht die Ausdauerkapazität, sondern die VC, die RV, die FVC und der FEV1 bestimmt.

Die auch noch nicht näher besprochene Studie von Adam et al. (2007) weist in die gleiche Richtung. In dieser Studie wurde das Lungenvolumen (rechts, links und gesamt) anhand einer Computer Tomographie bestimmt. Die Stichprobe umfasste 28 Patienten mit idiopathischer Skoliose. Es wurden folgende Parameter auf Korrelationen zum Lungenvolumen untersucht: Der Hauptkrümmungswinkel nach Cobb, der Rippenbuckel, die Anzahl der Wirbel in der Hauptkrümmung, „most cephalad vertebra in the major curve“ (die am kranial gelegenen Wirbel der Hauptkrümmung) Adam et al. (2007) und die thorakale Kyphose. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Skoliosen mit kurzen, hohen, stärker rotierten thorakalen Kurven das Lungenvolumen stärker einschränken als lange, tiefere, weniger rotierte Kurven. Hervorzuheben ist, dass hier nur das Lungenvolumen von starken Skoliosen und nicht die Ausdauerkapazität von leichten Skoliosen erfasst wird.

Gegensätzliche Resultate beschreibt die Studie von Kearon et al. (1993B), welche die Beziehungen zwischen verschiedenen Skolioseparametern und der Arbeitskapazität untersucht. Die Arbeitskapazität ( $W_{cap}$ ) ist ein anderes Mass für die Ausdauerkapazität. Anhand der Wassermannformel können diese Werte in  $VO_{2max}$ -Werte umgerechnet werden (Tomasits & Haber, 2008). Gemessen wurde der Skoliosewinkel nach Cobb, die Länge der Kurve, die Position der Kurve, die WS Rotation und der Kyphosewinkel. Die Arbeitskapazität war bei den Skoliosepatienten reduziert, jedoch gab es keine Korrelation zum Skoliosewinkel, zu einem anderen Parameter der Deformität oder zu einer Kombination verschiedener Parameter. In einer anderen Arbeit (Kearon et al., 1993A), die die gleichen Patienten beschreibt, wurde die pulmonale Funktion und nicht die Arbeitskapazität der Skoliosepatienten bezüglich der oben erwähnten Skolioseparameter untersucht. Die pulmonale Funktion wurde anhand vieler Parameter bestimmt. So wurden unter anderem die Vitalkapazität und die FEV1-Werte bestimmt. Hier konnte festgestellt werden, dass die Einschränkung der pulmonalen Funktion nicht direkt in Verbindung steht mit dem Skoliosewinkel nach Cobb oder einem anderen Parameter. Bei einer Kombination verschiedener Parameter konnte jedoch eine Verbindung zur Einschränkung der pulmonalen Funktion hergestellt werden.

Es gibt nun folgende Deutungsmöglichkeiten: 1. die Arbeitskapazität korreliert eher mit dreidimensionalen Parametern wie zum Beispiel die Thoraxbeweglichkeit, die in

dieser Arbeit nicht untersucht wurden. 2. Die Arbeitskapazität ist stark von Unterschieden des individuellen Ausdauertrainings abhängig.

Somit ist es sehr schwierig, wenn nicht fast unmöglich, einen Parameter oder eine Kombination verschiedener Parameter zu finden, die eine Einschränkung der Ausdauerkapazität exakt erfassen lassen. Dies heisst für die physiotherapeutische Behandlung, dass jeder Skoliosepatient individuell auf pulmonale Einschränkungen untersucht und entsprechend behandelt werden sollte. Besonders wichtig ist hierbei, die pulmonale Einschränkung so früh als möglich zu erkennen und zu verbessern, um einer Einschränkung im späteren Leben vorzubeugen.

#### **2.5.4 Pulmonale Einschränkung im Erwachsenenalter**

Leech et al. (1985) haben in ihrer Studie eine sehr geringe Einschränkung des  $VO_{2max}$  feststellen können. Dies könnte dadurch zustande gekommen sein, dass der grösste Teil ihrer Patienten Skoliosen  $< 25^\circ$  hatten und sogar viele Skoliosen unter  $15^\circ$ . Somit könnte argumentiert werden, dass die vielen sehr leichten Skoliosen den durchschnittlichen Wert angehoben haben. Doch die Patienten mit Skoliosen  $>25^\circ$  hatten keine stärkere Einschränkung als die sehr leichten Skoliosen. Dies ist ein Widerspruch zu den bereits gemachten Angaben, dass die Einschränkung bei  $25^\circ$  beginnt. Nun stellt sich die Frage: Warum sind die Skoliosepatienten in dieser Studie weniger eingeschränkt als in den anderen Studien?

Hier ist das Alter der Patienten zu beachten. Das durchschnittliche Alter der Skoliosepatienten in der Studie von Leech et al. (1985) liegt bei 17,4 während es bei den anderen Studien zwischen 13 und 14,8 Jahren liegt. Denn in der Studie von Leech et al. (1985) wurden nur Skoliosepatienten getestet, deren Längenwachstum abgeschlossen war. Dies wurde anhand des Risser-Zeichens bestimmt. Zudem besuchten die untersuchten Patienten keine Kontrolluntersuchungen mehr. Die Kontrolluntersuchungen wurden abgesetzt, wenn keine Gefahr mehr für eine Progression der Verkrümmung vermutet wurde. Dies deutet darauf hin, dass Skoliosen ab  $25^\circ$  bei Patienten, die sich noch vor oder im Wachstumsschub befinden, eine negative Auswirkung auf die Ausdauerkapazität haben können. Bei Patienten, deren Wachstumsschub abgeschlossen ist, ist die Auswirkung einer leichten Skoliose auf die Ausdauerkapazität eher nicht zu erwarten. Ebenso könnte vermutet werden, dass Skoliose-

patienten, deren Ausdauerkapazität eingeschränkt ist, eher zu einer Progression neigen, da in dieser Studie nur Skoliosepatienten untersucht wurden, bei denen keine Gefahr zu einer Progression bestand und die sich nicht mehr in ärztlicher Kontrolle befanden.

Nun stellen sich jedoch folgende Fragen:

- Warum sollte die Ausdauerkapazität bei jungen Patienten eher eingeschränkt sein als bei älteren?
- Warum sollten stark progrediente Skoliosen eher Einschränkungen in der Ausdauerkapazität haben?

#### *Einschränkung der Ausdauerkapazität bei jungen Patienten*

Laut Demeter (1981; zit. nach Weineck, 2004, S.207) kommt es zum Zeitpunkt der Pubertät zu einer beträchtlichen Massenzunahme und Vergrößerung der Alveolaroberfläche der Lunge. Das Lungenparenchym nimmt zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr um fast 50% zu. So wäre zu erklären, dass eine Skoliose von 25° bei unterschiedlichem Alter / unterschiedlichem Wachstumsstand zu unterschiedlichen Einschränkungen in der Ausdauerkapazität führen kann. Bei einer kleineren Lunge / kleineren Austauschfläche fällt die gleiche Deformität stärker ins Gewicht als bei einer grösseren, ausgewachsenen Lunge. Deshalb scheint die Behandlung der pulmonalen Funktion bei Skoliosepatienten im Wachstumsalter besonders wichtig, damit sich die Lunge optimal weiter entwickeln kann.

#### *Einschränkung der Ausdauerkapazität bei stark progredienten Skoliosen*

Die normale Atmung wirkt bei Skoliosepatienten bei bestehender Brustwirbeltorsion bereits deformitätsverstärkend, da der skoliotisch deformierte Brustkorb dazu führt, dass die Lunge nur in den gut belüfteten Arealen ventiliert wird (Lehnert-Schroth, 2007). Somit wird vermutet, dass Skoliosen mit einer starken Torsion durch ihre Atmung die Progredienz der Skoliose beschleunigen. So wäre auch zu erklären, dass Skoliosen, bei denen keine Progredienz mehr zu erwarten ist, eher eine geringere/keine Einschränkung der Ausdauerkapazität aufweisen. Die Atmung als formender Faktor sollte deshalb in die physiotherapeutische Behandlung unbedingt schon bei

leichten Skoliosen mit einbezogen werden, besonders bei Patienten die sich noch im Wachstum befinden. Eine Idee hierfür wäre die Korrektur-Atmung nach Schroth kombiniert mit dem Ausdauertrainingsgerät Spirotiger. (Der Spirotiger ist ein Atemgerät zur Steigerung der Ausdauer (Zäch & Koch, 2005)).

### **2.5.5 Tiefere $VO_{2max}$ -Werte und tiefere anaerobe Schwelle**

In der Studie von Barrios et al. (2005) haben die Skoliosepatienten tiefere  $VO_{2max}$ -Werte und eine tiefere ventilatorische anaerobe Schwelle als ihre Kontrollgruppe. Nach Haber (2007) ist dies ein Zeichen für langfristige aerobe Minderbeanspruchung der Skelettmuskulatur z.B. bei langjährigem Bewegungsmangel. Eine andere Deutungsmöglichkeit wäre, dass dies eine Folge des reduzierten  $VO_{2max}$  ist, welches zu einer Verminderung der Muskelleistung führt. Um eine optimale Entwicklung der Skelettmuskulatur zu erreichen, sollte die physiotherapeutische Behandlung die Ausdauerkapazität fördern.

### **2.5.6 Höhere $VE/VO_2$ -Werte bei Skoliosepatienten**

Bei allen 3 Studien, in denen der  $VE/VO_2$ -Quotient bestimmt wurde, lagen die Werte höher als in der Kontrollgruppe. Dies zeigt, dass die Atmung der Skoliosepatienten unökonomisch ist. Ebenso zeigt es, dass die eingeschränkte Ausdauerkapazität wahrscheinlich nicht durch eine Einschränkung der Ventilation, sondern durch eine lokale Einschränkung des Gasaustausches infolge des deformierten Thorax und der dadurch entstehenden minderbelüfteten Areale zustande kommt.

Nach einem Training über 3 Monate war der  $VO_{2max}$ -Wert deutlich besser, der  $VE/VO_2$ -Quotient blieb jedoch unverändert (Bjure, Grimby, Nachemson & Lindh, 1969; zit. nach Kearon et al., 1993, S.301-302). Somit kann die Effizienz der Atmung durch reines kardiovaskuläres Ausdauertraining nicht gesteigert werden.

Ein Ziel der Physiotherapie sollte es daher sein, die Atemeffizienz und nicht nur die Ausdauerkapazität zu steigern. Um den Gasaustausch zu verbessern wäre es demnach wichtig, die minder belüfteten Areale effizienter zu belüften.

### **2.5.7 Methodenkritische Anmerkungen zu den behandelten Studien**

Bei den erhaltenen Ergebnissen ist zu beachten, dass sie nicht mit Sicherheit auf alle Skoliosepatienten übertragen werden können, da die Studien sehr wenig Teilnehmer

umfassen und Probleme in ihrer Methodik enthalten, die zu Biases der Ergebnisse führen. Folgende Punkte sind zu beachten:

#### *Kontrollgruppen aus der Literatur*

Zwei der vier Studien sind unkontrolliert. Sie verwenden Normwerte aus der Literatur. Somit können unterschiedliche Messmethoden, unterschiedliche Apparaturen und unterschiedliche Untersucher zu abweichenden Ergebnissen führen.

#### *Grösse der Stichprobe*

Die Stichproben in drei der vier Studien sind sehr klein (15 - 37 Teilnehmer). Individuelle Besonderheiten fallen somit stark ins Gewicht und können das gesamte Ergebnis verändern.

#### *Homogenität der Gruppen*

Die Unterschiede im Alter und im Skoliosewinkel nach Cobb sind bei einigen Studien sehr gross, während die Stichprobe relativ klein ist. So schwankt z.B. das Alter bei DiRocco et al. (1988) zwischen 10 und 17 Jahren. Somit sind die Lungen unterschiedlich ausdifferenziert, was zu unterschiedlichen Werten führen kann. Für die Beziehungen zwischen den kardiopulmonalen Funktionen mit dem Skoliosegrad ist nicht das absolute Alter, sondern die Erfassung des aktuellen Entwicklungszustandes von Lunge und Herz ausschlaggebend. Denn das biologische Alter schwankt in der Pubertät recht stark (Weineck, 2004).

Auch die Variabilität des Skoliosewinkels ist gross. Bei DiRocco et al. (1983) schwankt er z.B. zwischen 19° und 47°, bei einer Stichprobe die nur aus 14 Individuen besteht.

Zudem sind in allen untersuchten Studien die weiblichen Patienten deutlich stärker vertreten. Dies entspricht zwar der Häufigkeitsverteilung in der Bevölkerung, jedoch trägt es zur inhomogenität der Gruppen bei. Somit sind die Ergebnisse für Mädchen treffender als für Jungen.

#### *Nicht definierte Faktoren*

Nur die Studie von Barrios et al. (2005) hat einen maximalen Trainingsumfang definiert, d.h. Teilnehmer, die intensiver trainierten, wurden von der Studie ausgeschlos-



sen. In den anderen Studien hingegen wird der Trainingszustand weder in der Skoliosegruppe noch in der Kontrollgruppe definiert.

Auch das Rauchverhalten wurde in keiner der 4 Studien genauer untersucht und bei der Auswertung beachtet.

Für die Ausbelastungsgrenze wurde nur in der Studie von DiRocco et al. (1988) ein standardisiertes Kriterium verwendet. Somit konnte einzig bei diesen Patienten die einheitliche maximale  $O_2$ -Aufnahme bestimmt werden. In den anderen Studien wurden die Tests jeweils bis zur Erschöpfung durchgeführt, was jedoch nicht standardisiert wurde.

#### *Unterschiedliche Messmethoden*

In den zwei Studien, die keine direkten Kontrollgruppen hatten, sondern Normwerte aus der Literatur verwendet haben (DiRocco et al., 1983, DiRocco et al., 1988 & Leech et al., 1985) wurden die Messmethoden für diese Normwerte nicht detailliert beschrieben. Dies könnte zu Verzerrungen der Ergebnisse führen, die durch unterschiedliche Testmethoden zustande kommen. Denn der  $VO_{2max}$  beim Laufen auf der Ebene ist im Mittel um 10% höher als bei Radfahrbelastungen (Hollmann et al., 2000). Ebenso werden beim Bergauflaufen 3-5% höhere  $VO_{2max}$ -Werte erreicht als beim Laufen auf der Ebene (Hollmann et al., 2000). Von den Kontrollgruppen aus der Literatur ist der Testaufbau jedoch nicht bekannt.

### 3 Schlussfolgerung

Folgende Frage wurde in dieser Arbeit untersucht:

Welche Faktoren führen zu Einschränkungen der Ausdauerkapazität bei einer leichten Skoliose?

Die vier zu diesem Thema gefundenen Studien zeigen folgende Tendenzen auf:

- Im Durchschnitt beginnt die Einschränkung der Ausdauerkapazität bei Skoliosen grösser als  $25^\circ$  nach Cobb. Dies heisst jedoch nicht, dass jede Skoliose grösser als  $25^\circ$  zu Einschränkungen der Ausdauerkapazität führen muss. Es ist durchaus möglich trotz einer Skoliose  $> 25^\circ$  einen durchschnittlichen oder sogar überdurchschnittlichen  $VO_{2max}$ -Wert zu erreichen. Tendenziell liegen die durchschnittlichen Werte der Skoliosepatienten aber leicht unter den Normwerten.
- Ab  $25^\circ$  nach Cobb ist keine Korrelation zwischen dem Skoliosewinkel nach Cobb und der Einschränkung der Ausdauerkapazität feststellbar.
- Die Korsettbehandlung scheint nicht die Ursache für die verminderte Ausdauerkapazität der Skoliosepatienten ab  $25^\circ$  zu sein, kann diese jedoch zusätzlich negativ beeinflussen.
- Junge Patienten, die sich noch im Wachstum befinden, neigen eher zu Einschränkungen der Ausdauerkapazität als Patienten, deren Längenwachstum abgeschlossen ist.
- Der asymmetrische Thorax führt zu einem asymmetrischen Atemmuster, welches zur Ineffizienz der Atmung bei Skoliosepatienten führen kann.

### 3.1 Folgen für die Physiotherapie

Da auch schon leichte Skoliosen eine eingeschränkte Ausdauerkapazität aufweisen können, ist es sehr wichtig für die Physiotherapie, dies in die Behandlung zu integrieren. Die  $VO_{2max}$ -Bestimmung ist aber eine aufwendige Untersuchung und in dieser Arbeit konnten keine Skolioseparameter aufgezeigt werden, anhand deren mit Sicherheit eine Einschränkung der Ausdauerkapazität bestimmt werden könnte. Somit müsste hier nach Tests gesucht werden, mit denen Patienten deren Ausdauerkapazität eingeschränkt ist in der Physiotherapie einfach festgestellt werden könnten.

Bei der Therapie wäre es wichtig zu beachten, dass eine eingeschränkte Ausdauerkapazität wahrscheinlich nicht mit einem normalen Ausdauertraining optimal behandelt wäre, da so vorwiegend die bereits besser belüfteten konvexen Areale beatmet werden. Um die konkaven Areale besser zu beatmen, müsste die Schroth-Korrekturatmung angewendet werden. Bei dieser Atmung werden die minderbelüfteten Lungenareale beatmet (Lehnert-Schroth, 2007). Eine Kombination dieser Atmung mit dem Spirotiger könnte vielleicht gute Ergebnisse erzielen.

Wichtig ist für die Physiotherapie, dass die Berücksichtigung der Atmung auch schon bei leichten Skoliosen eine Rolle spielen sollte. Die Skoliose ist nicht nur als Deformität der Wirbelsäule und des Thoraxes zu sehen, sondern auch als Deformität der Lunge. So könnte vielleicht ein Behandlungsansatz, der bei der Lunge beginnt, gute Erfolge erzielen.

Ich denke die Skoliose kann nicht nur der Orthopädie, aber auch nicht nur der inneren Physiotherapie zugeordnet werden. Sie befindet sich in einem Schnittpunkt der beiden Bereiche und sollte auch so behandelt werden. Der Begriff „Atmungs-Orthopädie“ (Lehnert-Schroth, 2007), der für die Schroth Methode verwendet wird scheint hier treffend zu sein.

### 3.2 Offene Fragen/weitere Forschung

Um eine definitive Aussage über die Faktoren, die die Ausdauerkapazität bei einer leichten Skoliose einschränken, machen zu können, müssten in diesem Bereich weitere Studien durchgeführt werden. Wichtig wäre hierbei, dass die Studien kontrolliert sind, dass die Gruppen bestmöglichst homogen sind und dass die Stichprobengröße eine angemessene Grösse aufweist. Bei der Homogenität ist wichtig, dass auf möglichst viele Parameter der Skoliose geachtet wird und nicht nur auf den Skoliosewinkel nach Cobb. Vor allem wäre es auch sehr interessant, Parameter der 3-Dimensionalität zu untersuchen. Zudem sollte das Alter, das Fitnesslevel, das Tragen eines Korsettes und das Rauchverhalten beachtet werden. Wichtig ist auch, dass die verschiedenen Studien miteinander vergleichbar sind. Hierfür müssten alle Studien die gleichen Messmethoden verwenden. Ebenso ist es wichtig, dass die Ausbelastungsgrenze bei allen Studien anhand eines standardisierten Kriteriums bestimmt wird.

Es sollten nicht nur die Korrelationen zwischen den  $VO_{2max}$ -Werten und den Skolioseparametern untersucht werden, sondern auch die Korrelationen zwischen dem VE/ $VO_2$ -Quotienten und den Skolioseparametern. Denn wie bereits erwähnt kann dieser durch Ausdauertraining kaum verbessert werden. Somit könnte der Einfluss der schwer eliminierbaren Unterschiede im Fitnesslevel stark reduziert werden.

## 4 Verzeichnisse

### 4.1 Literaturverzeichnis

Adam, C., Cargill, S. & Askin, G. (2007). Computed Tomographic-Based Volumetric Reconstruction of the Pulmonary System in Scoliosis: Trends in Lung Volume and Lung Volume Asymmetry With Spinal Curve Severity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 27, 677-681.

Bayrhuber, H., Kull, U., Bäßler, U., Hopmann, H. & Rüdiger, W. (1998). *Linder Biologie*. Hannover: Schroedel.

Barrios, C., Pérez-Encinas, C., Maruenda, J. & Lagua, M. (2005). Significant Ventilatory Functional Restriction in Adolescents With Mild or Moderate Scoliosis During Maximal Exercise Tolerance Test. *Spine*, 30, 14, 1610-1615.

Bjure, J., Grimby, G., Nachemson, A. & Lindh, M. (1969). The effect of physical training in girls with idiopathic scoliosis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 40, 325-33.

Chong, K., Letts, R. & Cumming, G. (1981). Influence of Spinal Curvature on Exercise Capacity. *Journal of pediatric Orthopedics*, 1(3), 251-254.

Chun, E., Suh, S., Modi, H., Kang, E., Hong, S. & Song, H. (2007). The change in ratio of convex and concave lung volume in adolescent idiopathic scoliosis: a 3D CT scan based cross sectional study of effect of severity of curve on convex and concave lung volumes in 99 cases. *European Spine Journal*, 17(2), 224-9.

DiRocco, P., Breed, A., Carlin, J. & Reddan W. (1982). Physical Work Capacity in Adolescent Patients with Mild Idiopathic Scoliosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 64(10), 476-478.

DiRocco, P. & Vaccaro, P. (1988). Cardiopulmonary Functioning in Adolescent Patients With Mild Idiopathic Scoliosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 69, 198-201.

Ferrari, K., Goti, P., Sanna, A., Misuri, G., Gigliotti, F., Duranti, R., Iandelli, I., Ceppatelli, S. & Scano, G. (1997). Short Term Effects of Bracing on Exercise Performance in Mild Idiopathic Thoracic Scoliosis. *Lung*, 175, 299-310

Haber, P. (2007). *Lungenfunktion und Spiroergometrie*. Wien: Springer.

Hepp, W. & Debrunner, H. (2004). *Orthopädisches Diagnostikum*. Stuttgart: Thieme.

Hollmann, W. & Hettinger T. (2000). *Sportmedizin. Stuttgart*. Schattauer.

Hüter-Becker, A. & Dölken, M. (2005). *Physiotherapie in der Orthopädie*. Stuttgart: Thieme.

Kafer, E. (1980). Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis and principles of anesthetic management. *Anesthesiology*, 52, 175-181.

Kearon, C., Viviani, G. & Killian, K. (1993). Factors influencing work capacity in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *The American review of respiratory disease*, 148, 295- 303.

Kennedy, J., Robertson, C., Hudson, I. & Phelan, P. (1989). Effect of bracing on respiratory mechanics in mild idiopathic scoliosis. *Thorax*, 44, 548-553.

Leech, J., Ernst, P., Rogala, E., Gurr, J., Gordon, I. & Becklake, M. (1985). Cardio-respiratory status in relation to mild deformity in adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of PEDIATRICS*, 106(1), 143-149.

Lehnert-Schroth, C. (2007). *Dreidimensionale Skoliosebehandlung, Atmungs- Orthopädie System Schroth*. München: Urban & Fischer.

Niethard, F. & Pfeil, J. (2005). *Orthopädie*. Stuttgart: Thieme.

Sevastikoglou, J., Linderholm, H. & Lindgren, U. (1976). Effect of Milwaukee brace on vital and ventilatory capacity of scoliosis patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 47, 540-545.

Shneerson, J. (1980). Cardiac and respiratory responses to exercise in adolescent idiopathic scoliosis. *Thorax*, 35, 347-350.

Shneerson, J. (1978). Cardiorespiratory response to exercise in thoracic scoliosis. *Thorax*, 33, 457-463.

Taylor, H., L., Buskirk, E. & Henschel, A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *Journal of Applied Physiology*, 8, 73-80.

Tomasits, J. & Haber P. (2008). *Leistungsphysiologie, Grundlagen für Trainer, Physiotherapeuten und Masseur*. Wien: Springer.

Upadhyay, S., Mullaji, A., Luk, K. & Leong, J.(1995). Evaluation of deformities and pulmonary function in adolescent idiopathic right thoracic scoliosis. *European Spine Journal*, 4, 274-279

Weber, B., Smith, J., Briscoe, W., Friedman, S. & King, T. (1975). Pulmonary function in asymptomatic adolescents with idiopathic scoliosis. *The American review of respiratory disease*, 111, 389- 397.

Weineck, J.(2004). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta.

Weineck, J. (2004). *Optimales Training*. Balingen: Spitta.

Weiß, H-R. (1999). *Ich habe Skoliose*. München: Pflaum.

Weiß, H-R. (2000). *Skolioserehabilitation*. Stuttgart: Georg Thieme.

Zäch, G., A. & Koch, H.,G. (2005). *Paraplegiologie*. Basel: Karger.



## 4.2 Glossar

Begriff	Erklärung	Quelle
f	Atemfrequenz	Haber, 2007
FEV1	Forciertes Expirationsvolumen der ersten Sekunde	Haber, 2007
FEV1/FVC%	Forciertes Expirationsvolumen der ersten Sekunde/ forcierte Vitalkapazität %	Haber, 2007
FVC	Forcierte Vitalkapazität	Haber, 2007
VC	Vital capacity, Vitalkapazität	Haber, 2007
VCO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> -Ausscheidung, V pro Zeit	Haber, 2007
VE	Atemminutenvolumen	Haber, 2007
VE/VO <sub>2</sub> -Quotient	Verhältnis zwischen Luftaufnahme und O <sub>2</sub> Aufnahme	Haber, 2007
VO <sub>2max</sub>	maximale O <sub>2</sub> Aufnahme	Haber, 2007
VE <sub>max</sub>	maximales Atemminutenvolumen	Haber, 2007
VT	Atemzugvolumen, tidal volume	Haber, 2007
Risser-Zeichen	„es handelt sich um eine röntgenologische Einteilung zur Beurteilung der Ossifikation der Beckenkammmapophyse. Vom Ausmass der Verknöcherung der Beckenkammmapophyse lassen sich Rückschlüsse auf noch stattfindendes Wachstum ziehen. Somit dient es der Beurteilung der Skelettreife“	Grifka, J. 2005, S.3. <i>Orthopädie &amp; Unfallchirurgie</i> . München: Elsevier
RV	Residualvolumen	Haber, 2007
W <sub>cap</sub>	Work capacity	Kearon et al. 1993

### 4.3 Bildverzeichnis

Abb. 1: Formen der Skoliose, verändert nach Niethard et al., 2005, S.348.....	7
Abb. 2: Dreidimensionalität, verändert nach Lehnert-Schroth, 2007, S.18.....	7
Abb. 3: Vorbeugetest, verändert nach Weiß, 1999, S.1 .....	9
Abb. 4: Röntgenbild, 49° Hauptkrümmung, verändert nach Weiß, 2000, S. 2.....	10
Abb. 5: Röntgenbild, 22° Hauptkrümmung, verändert nach Weiß, 2000, S .81.....	10
Abb. 6: Äusseres Erscheinungsbild, 40° - 50°, verändert nach Weiß, 1999, S.96 ....	10
Abb. 7: Äusseres Erscheinungsbild 20° - 30°, verändert nach Weiß, 1999, S.93 .....	10
Abb. 8: Skoliotisches Atemmuster, verändert nach Lehnert-Schroth, 2007, S.26 .....	12
Abb. 9: Messmethode nach Cobb, verändert nach Hepp et al., 2004, S.80.....	13

### 4.4 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Daten der Studienteilnehmer.....	18
Tab. 2: Überblick der Studien .....	23

Tabelle 1 & Tabelle 2 wurden anhand folgender Quellen selbstständig erstellt:

- Barrios, C., Pérez-Encinas, C., Maruenda, J.& Laguia, M. (2005). Significant Ventilatory Functional Restriction in Adolescents With Mild or Moderate Scoliosis During Maximal Exercise Tolerance Test. *Spine*,30,14,1610-1615.
- DiRocco, P., Breed, A., Carlin, J.& Reddan W. (1982). Physical Work Capacity in Adolescent Patients with Mild Idiopathic Scoliosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*,64(10),476-478.
- Di Rocco, P.& Vaccaro, P. (1988). Cardiopulmonary Functioning in Adolescent Patients With Mild Idiopathic Scoliosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 69, 198-201.
- Leech, J., Ernst, P., Rogala, E., Gurr, J., Gordon, I.& Becklake, M.(1985). Cardio-respiratory status in relation to mild deformity in adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of PEDIATRICS*, 106(1), 143-149.

## Eigenständigkeitserklärung

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

Winterthur den 17. Juni 2009,

Kathrin Güttinger

## 5 Anhang

### A Studienmatrix

Nr	Autor/en	Jahr	Titel	Studien- typ	Design *	Sample	Results
1	DiRocco, P., Breed, A., Carlin, J.& Reddan W.	1983	Physical Work Capacity in Ado- lescent Patients with Mild Idiopathic Scoliosis	Quant.	Nicht kontrol- lierte Studie	14 Patienten mit idiopathischer thorakaler Sko- liose	Verminderte VO <sub>2max</sub> -Werte der Skoliosepatienten im Vergleich mit Normwerten Keine Korrelation zwischen VO <sub>2max</sub> - Werten und dem Skoliosewinkel
2	Leech, J., Ernst, P., Ro- gala, E., Gurr, J., Gordon, I.& Becklake, M.	1985	Cardiorespiratory status in relation to mild deformity in adolescent idio- pathic scoliosis	Quant.	CCT	-32 Jungen und 93 Mädchen mit idiopathischer Skoliose -22 Jungen und 31 Mädchen als Kontrollgruppe	VO <sub>2max</sub> der Skolio- sepatienten : 87% des erwarteten Wertes, keine Kor- relation mit Cobb- winkel
3	DiRocco, P. & Vaccaro, P.	1988	Cardiopulmonary Functioning in Adolescent Pati- ents With Mild Idiopathic Scoliosis	Quant.	Nicht kontrol- lierte Studie	19 Jugendliche mit idiopathi- scher thoraka- len Skoliose	Verminderter VO <sub>2max</sub> bei Patien- ten mit Skoliosen > 25° nach Cobb
4	Barrios, C., Pérez- Enci- nas, C.,Maruenda, J.& Laguia, M.	2005	Significant Ventila- tory Functional Restriction in Ado- lescents With Mild or Moderate Scoli- osis During Maxi- mal Exercise Tole- rance Test	Quant.	CCT	-37 Mädchen mit idiopathi- scher Skoliose - 10 gesunde Mädchen als Kontrollgruppe	Verminderter VO <sub>2max</sub> der Skolio- sepatienten im vergleich zur Kon- trollgruppe

\*= Es ist nicht möglich die Studien eindeutig einem Studiendesign zuzuordnen. Es wurde das Design angegeben, dem die Studie am ehesten entspricht. Genauere Angaben zum Studiendesign der Studien werden unter Anhang C gemacht.

## B Quellen der Normwerte

<i>DiRocco et al. (1983)</i>	
VO <sub>2max</sub>	Nagle, F., Hagberg, J., Kamei, S. (1977). Maximum oxygen uptake of boys and girls – ages 14-17, <i>Eur J Appl Physiol</i> 36: 75-80.
VE <sub>max</sub> VE/VO <sub>2</sub>	Andersen, K., Seliger, V., Rutenfranz, J., Messel, S. (1974). Physical performance capacity of children in Norway. <i>Eur J Appl Physiol</i> 33: 265-274.

<i>DiRocco et al. (1988)</i>	
VO <sub>2max</sub>	<p>-Astrand, P. &amp; Rodhal, K. (1986). <i>Textbook of Work Physiology: physiological bases of exercise</i>. Ed 3, New York, Mcgraw Hill.</p> <p>-Daniels, J., Oldridge, N., Nagle, F. &amp; White, B. (1978). Differences and changes in VO<sub>2</sub> among young runners 10 to 18 years of age. <i>Med Sci Sports</i> 10, 200-203.</p> <p>- Andersen, K., Seliger, V., Rutenfranz, J., Messel, S. (1974). Physical performance capacity of children in Norway. <i>Eur J Appl Physiol</i> 33: 265-274.</p> <p>- Nagle, F., Hagberg, J., Kamei, S. (1977). Maximum oxygen uptake of boys and girls – ages 14-17, <i>Eur J Appl Physiol</i> 36: 75-80.</p>
VE <sub>max</sub>	Astrand, P. & Rodhal, K. (1986). <i>Textbook of Work Physiology: physiological bases of exercise</i> . Ed 3, New York, Mcgraw Hill.
VE/VO <sub>2</sub>	Andersen, K., Seliger, V., Rutenfranz, J., Messel, S. (1974). Physical performance capacity of children in Norway. <i>Eur J Appl Physiol</i> 33: 265-274.

<i>Leech et al. (1985)</i>	
VO <sub>2max</sub> des „progressive maximal exercise test“	Jones, N., Campbell, E., Edward, R. et al.: <i>Clinical exercise testing</i> . Philadelphia, 1975, WB Saunders.

## C Reviews

### A.I DiRocco 1983

Name der Autoren: DiRocco, P., Breed, A., Carlin, J. & Reddan W.

Titel der Studie: Physical Work Capacity in Adolescent Patients with Mild Idiopathic Scoliosis

Name und Jahr des Journals: Arch Phys Med Rehabilitation, 1983.

Punkte	Frage	Details
1/1	War das Ziel der Studie klar angegeben?	Ja. Das Ziel der Studie ist: "to investigate the physical work capacity of adolescent patients with idiopathic thoracic scoliosis who had mild curves (<50°)." (DiRocco et al., 1983)
1/1	Ist dieses Ziel relevant für die Physiotherapie?	Für die Physiotherapie ist diese Studie wichtig. Wenn Patienten mit einer leichten Skoliose (< 50° Cobb) bereits eine Einschränkung in der pulmonalen Funktion haben, sollte dies in der Therapie beachtet/behandelt werden.
0.5/1	Wurde Hintergrund Literatur verwendet?	Es gibt eine Diskussion über die klinische Relevanz dieses Themas. Wissenslücken oder Fehler von anderen Studien werden hingegen nicht aufgezeigt.
0/1	Welches Design wurde angewendet?  War das Design passend für die Forschungsfrage?	Das Studiendesign kann nicht klar einem der folgenden Designs zugeordnet werden: Randomisierte kontrollierte Studie, kontrollierte klinische Studie, Kohortenstudie, Fall-Kontroll-Studie, Querschnittstudie, Vorher-Nacher-Studie oder Multivariate Analysen.  Eine Randomisierung ist bei dieser Fragestellung nicht möglich, da der Unterschied zwischen den Skoliosepatienten und gesunden Personen gesucht wird. Das hier verwendete Studiendesign entspricht eher einer modifizierten Querschnittstudie oder einer Mischung aus Querschnittstudie und unkontrollierter Studie. Es wurden verschiedene Atemwerte mit den Normwerten der Literatur verglichen (ähnlich einer Kontrollgruppe) und zudem wurde nach Zusammenhängen zwischen dem $VO_{2max}$ -Wert und dem Skoliosewinkel gesucht. Da die Kontrollgruppe keine eigene Kontrollgruppe ist, sondern aus der Literatur stammt und auch keine Intervention durchgeführt wurde, kann nicht von einer kontrollierten klinischen Studie gesprochen werden.  Das Design der Querschnittstudie ist passend für die Forschungsfrage. Es wäre jedoch viel besser gewesen, hätte die Studie eine eigene Kontrollgruppe gehabt.
0/1	Wie gross ist die Stichprobe und wurde ihre Grösse begründet?	Die Stichprobe umfasst 14 Skoliosepatienten. Die Grösse der Stichprobe wurde nicht begründet.

1/1	<i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i>	Die Stichprobe wurde detailliert beschrieben bezüglich Skoliosewinkel, Grösse, Gewicht, Armspannweite, Alter und Geschlecht.
0/1	<i>Wurde die Kontrollgruppe detailliert beschrieben?</i>	Die Kontrollgruppe stammt aus der Literatur. Es werden kaum Angaben über diese Gruppe gemacht.
0/2	<i>Nennen Sie mögliche Biases und und was sie beeinflussen könnten.</i>	-Die Kontrollwerte stammen aus der Literatur, somit werden Fehler bei der Messung nicht berücksichtigt. -Die Stichprobe ist sehr klein (starke Veränderung des Durchschnitts durch einzelne Teilnehmer) -Es wurde ein „walking-Protokoll“ verwendet (evt. sind gar nicht alle Patienten an ihre max. Leistungsfähigkeit gekommen)
1/1	<i>Wurden die Outcomes reliabel gemessen?</i>	Die Messung der Ausdauerleistung wurde detailliert beschrieben.
1/1	<i>Wurden die Outcomes valide gemessen?</i>	Der Test könnte zwar anhand der gemachten Angaben wiederholt werden, in der Physiotherapie fehlen hierfür jedoch die benötigten Geräte.
0/1	<i>Wurde über die stat. Signifikanz der Resultate berichtet?</i>	Die statistische Signifikanz der Resultate wurde nicht erwähnt.
0/1	<i>Wurde über die klinische Bedeutung berichtet?</i>	Die klinische Bedeutung wurde nicht erwähnt.
1/1	<i>Wurden Drop-outs beschrieben?</i>	Es gab keine Drop-outs.
0/2	<i>Wurde ein angemessenes Fazit über die Methode und das Resultat gestellt?</i>	Ein Fazit der Messmethoden wurde nicht gemacht. Die Resultate werden sehr kritisch betrachtet. Ein Fazit und eine Schlussfolgerung, die für die Physiotherapie relevant wäre, wird jedoch nicht gemacht.
<b>6.5/16</b>		

Total Punkte: 6.5 /16

Grösster Kritikpunkt an der Studie:

Walking Protokoll, keine eigene Kontrollgruppe

Verbesserungsvorschläge:

Die Patienten an ihre Leistungsgrenze bringen (höheres Tempo) und diese Grenze standardisieren, Kontrollgruppe, Berechnung der statistischen Signifikanz, Angaben über die klinische Relevanz.

## A.II DiRocco 1988

Name der Autoren: DiRocco, J., Vaccaro, P.

Titel der Studie: Cardiopulmonary Functioning in Adolescent Patients With Mild Idiopathic Scoliosis.

Name und Jahr des Journals: Arch Phys Med Rehabilitation, 1988

<i>Punkte</i>	<i>Frage</i>	<i>Details</i>
1/1	<i>War das Ziel der Studie klar angegeben?</i>	Ja. Das Ziel der Studie ist: „to measure the physical work capacity of adolescent patients with idiopathic scoliosis to determine wheather cardiopulmonary limitations begin to occure in the early stages of condition“ (DiRocco et al., 1988)
1/1	<i>Ist das Ziel relevant für die Physiotherapie?</i>	Ja. Es ist für Physiotherapeuten wichtig zu wissen, ab wann bei Skoliosepatienten eine Einschränkung der pulmonalen Funktion besteht.
1/1	<i>Wurde Hintergrund Literatur verwendet?</i>	Es gibt eine Diskussion über die klinische Relevanz des Themas. Ebenso werden Wissenslücken oder Fehler von anderen Studien aufgezeigt.
0/1	<i>Welches Design wurde angewendet?</i>  <i>War das Design passend für die Forschungsfrage?</i>	Das Studiendesign kann nicht klar einem der folgenden Designs zugeordnet werden: Randomisierte kontrollierte Studie, kontrollierte klinische Studie, Kohortenstudie, Fall- Kontroll- Studie, Querschnittstudie, Vorher-Nacher-Studie oder Multivariate Analysen.  Das hier verwendete Studiendesign entspricht eher einer modifizierten Querschnittstudie oder einer Mischung aus Querschnittstudie und unkontrollierter Studie. Denn es wurden verschiedene Atemwerte mit den Normwerten der Literatur verglichen (ähnlich einer Kontrollgruppe) und zudem wurde nach Zusammenhängen zwischen dem $VO_{2max}$ -Wert und dem Skoliosewinkel gesucht. Da die Kontrollgruppe keine eigene Kontrollgruppe ist sondern aus der Literatur stammt und auch keine Intervention durchgeführt wurde, kann nicht von einer kontrollierten klinischen Studie gesprochen werden.  Es wäre besser gewesen, hätte die Studie eine eigene Kontrollgruppe gehabt.
0/1	<i>Wie gross ist die Stichprobe? Wurde ihre Grösse begründet?</i>	Die Stichprobe besteht aus 19 Skoliosepatienten. Die Stichprobengrösse wurde nicht begründet.
1/1	<i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i>	Wie die Stichprobe ausgewählt wurde, wird nicht beschrieben.  Ansonsten wurde die Stichprobe detailliert beschrieben bezüglich Skoliosewinkel, Alter, Grösse, Gewicht und Geschlecht.



0/1	<i>Wurde die Kontrollgruppe detailliert beschrieben?</i>	Die Kontrollgruppe stammt aus der Literatur. Es sind keine Angaben über diese Kontrollgruppe bekannt.
0/2	<i>Nennen Sie mögliche Biases und was sie beeinflussen können?</i>	-Keine eigene Kontrollgruppe. Falls Fehler bei der Messung gemacht werden, betrifft dies nur die Patientengruppe. Dies kann zu Verzerrungen führen -Inhomogene Gruppe ( z.B. ein Junge, 13 Mädchen)
1/1	<i>Wurden die Outcomes reliabel gemessen?</i>	Die Ausdauerleistung wurde detailliert beschrieben.
1/1	<i>Wurden die Outcomes valide gemessen?</i>	Der Test könnte wiederholt werden, aber in der Physiotherapie fehlen die nötigen Geräte.
0/1	<i>Wurde über die stat. Signifikanz der Resultate berichtet?</i>	Über die statistische Signifikanz wurden keine Angaben gemacht.
0/1	<i>Wurde über die klinische Signifikanz berichtet?</i>	Nein
0/1	<i>Wurden Drop-outs beschrieben?</i>	Es wurde nicht über Drop-outs berichtet.
1/2	<i>Wurde ein angemessenes Fazit über die Methode und die Resultate gemacht?</i>	Über die Methode wurde kein Fazit formuliert. Über die Resultate hingegen schon. Das Fazit der Resultate ist folgendes: Es sollte in der Skoliosetherapie bei Patienten mit einer Skoliose zwischen 25° und 50° die Ausdauerkapazität untersucht werden und bei Verminderung dementsprechend therapiert werden.
<b>7/16</b>		

Total Punkte: 7 /16

Grösster Kritikpunkt an der Studie:

keine Kontrollgruppe

Verbesserungsvorschläge:

Kontrollgruppe, Berechnen der statistischen Signifikanz.

### A.III Leech

Name der Autoren: Leech, J., A., Ernst, P., Rogala, E., J., Gurr, J., Gordon, I. and Becklake, M.,R.

Titel der Studie: Cardiorespiratory status in relation to mild deformity in adolescent idiopathic scoliosis.

Name und Jahr des Journals: Journal of Pediatrics, 1985

Punkte	Frage	Details
1/1	War das Ziel der Studie klar angegeben?	Ja. Das Ziel der Studie ist: „to assess the handicaps, if any, in cardiorespiratory function of young persons with mild idiopathic scoliosis as they enter adult life.“ (Leech et al. 1985)
1/1	Ist dies für die Physiotherapie relevant?	Die Physiotherapie und die Frage dieser Arbeit können von dieser Studie viel profitieren, da sie in ihrer Auswahl der Skoliosepatienten definiert hat, dass der grösste Wachstumsschub abgeschlossen sein muss. Es ist interessant zu sehen, ob ein Unterschied besteht, ob Patienten untersucht werden, deren Längenwachstum abgeschlossen ist, oder solche, die sich noch mitten im Wachstum befinden.
1/1	Wurde Hintergrund Literatur verwendet?	Die Studie befasst sich mit der klinischen Relevanz des Themas. Ebenso werden Wissenslücken und Fehler von anderen Studien aufgezeigt.
0/1	Welches Design wurde angewendet?  War das Studiendesign passend für die Forschungsfrage?	Diese Arbeit kann nicht eindeutig einem Studiendesign zugeordnet werden. Am ehesten passt sie jedoch in die Kategorie der kontrollierten klinischen Studien. Zu beachten ist hier, dass die Probanden nicht in Interventionsgruppe und Kontrollgruppe unterteilt sind, sondern in Skoliosegruppe und Kontrollgruppe. Denn es findet keine Intervention statt, sondern ein Bestimmen des Ist-Zustandes. Zu beachten ist, dass die Kontrollgruppe den „progressive maximal exercise test“ nicht durchgeführt hat. Hierfür wurden Werte aus der Literatur verwendet.  Zudem untersucht die Studie auch die Beziehung zwischen dem $VO_{2max}$ -Wert und dem Skoliosewinkel, somit enthält sie Aspekte des Querschnittsdesigns.
1/1	Wie gross ist die Stichprobe? Und wie wurde die Stichprobengrösse begründet?	Die Stichprobe besteht aus 125 Skoliosepatienten. Die Kontrollgruppe besteht aus 53 Personen. Es wird sehr detailliert beschrieben, wie die Patienten und die Kontrollgruppe ausgesucht wurden.

0/1	<i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i>	Das Alter, die Grösse, und das Gewicht der beiden Gruppen wird jeweils im Durchschnitt (getrennt nach Geschlechtern) aufgeführt. Der Cobbwinkel wird nicht detailliert aufgeführt. Auch der durchschnittliche Cobbwinkel aller Studienteilnehmer wird nicht erwähnt. Es findet bei den „white girls“ eine Einteilung der Skoliosepatientinnen nach Skoliosewinkel > und < als 25° statt. Von den anderen Patienten fehlen aber genaue Angaben.
1/1	<i>Wurde die Kontrollgruppe detailliert beschrieben?</i>	Die Auswahl der Kontrollgruppe sowie das durchschnittliche Alter, die Range des Alters, die durchschnittliche Grösse, die durchschnittliche Armspannweite, das durchschnittliche Gewicht & die Armspannweite im Verhältnis zum Gewicht wurden angegeben.
0/2	<i>Nennen Sie mögliche Biases und was sie beeinflussen können.</i>	-Nur 2 von 32 Jungen hatten einen Cobbwinkel der grösser ist als 15° (18° und 32°) -Nur 9 der 83 „white girls“ haben einen Cobbwinkel der grösser ist als 25° -Es wird nicht definiert welche 20 Mädchen den „progressive maximal exercise test“ durchführen. Der durchschnittliche Cobbwinkel dieser Gruppe ist nicht angegeben. Bekannt ist nur die Range (3° - 46°) -Nach vielen Definitionen beginnt eine Skoliose erst bei einer Seitverkrümmung nach Cobb von 10°, in dieser Studie werden jedoch Skoliosen ab 3° berücksichtigt. Diese Patienten könnten die Ergebnisse verfälschen. -Es wird eine Einteilung in weisse und nichtweisse Studienteilnehmer gemacht. Die Ergebnisse der nichtweissen Studienteilnehmer werden jedoch nicht aufgeführt.
0.5/1	<i>Wurden die Outcomes reliabel gemessen?</i>	Die Ausdauerleistungsmessung wurde beschrieben, aber nicht sehr detailliert.
0/1	<i>Wurden die Outcomes valide gemessen?</i>	Der Test könnte nicht wiederholt werden, dafür sind die Angaben zu ungenau.
0/1	<i>Wurde über die stat. Signifikanz der Resultate berichtet?</i>	Die statistische Signifikanz wurde nicht erwähnt.
0/1	<i>Wurde über die klinische Bedeutung berichtet?</i>	Über die klinische Bedeutung wurde nicht berichtet.
0.5/1	<i>Wurden Drop-outs beschrieben?</i>	1 Junge hat nur beim Ausdauer-test mitgemacht.

0,5/2	Wurde ein angemessenes Fazit über Methode und Resultate gemacht?	Für Methoden gibt es kein Fazit. Für die Resultate wurde folgende Schlussfolgerung formuliert: Auch wenn keine deutliche Einschränkung der pulmonalen Funktion bei leichten Skoliosen feststellbar war, muss weiterhin versucht werden die Skoliosepatienten ausfindig zu machen, deren Skoliose sich mit der Zeit verschlimmert und die kardiopulmonale Einschränkungen bekommen.
6.5/16		

Total Punkte: 6.5/16

Grösster Kritikpunkt an der Studie:

Ungenau Beschreibung der Patienten, zu viele Patienten mit Skoliosen kleiner 10°

Verbesserungsvorschläge:

Keine Skoliosepatienten mit Cobbwinkeln unter 15°, Signifikanz berechnen, detaillierte Angaben der Skoliosepatienten, detaillierte Angaben der 20 Mädchen, die den maximalen Ausdauerstest machten.

#### A.IV Barrios

Name der Autoren: Barrios, C., Pérez-Encinas, C., Maruenda, J., Lagua, M.

Titel der Studie: Significant Ventilatory Functional Restriction in Adolescents With Mild or Moderate Scoliosis During Maximal Exercise Tolerance Test.

Name und Jahr des Journals: Spine, 2005

Pkt.	Frage	Details
1/1	War das Ziel der Studie klar angegeben?	Ja. Das Ziel der Studie ist: „to evaluate cardiopulmonary functional restrictions during a maximal running exercise tolerance test in AIS patients < 17 years of age with mild curves, no > 45° Cobb and compare those data with the result obtained in healthy females students of the same range of age.“ (Barrios et al. 2005)
1/1	Ist es relevant für die Physiotherapie?	Für die Physiotherapie ist diese Studie wichtig, denn wenn Patienten mit einer leichten Skoliose (< 45° Cobb) bereits eine Einschränkung in der pulmonalen Funktion haben sollte dies in der Therapie beachtet werden/behandelt werden.
1/1	Wurde Hintergrund Literatur verwendet?	Die klinische Relevanz des Themas wird besprochen. Zudem werden Wissenslücken oder Fehler von anderen Studien aufgezeigt.
1/1	Welches Design wurde angewendet? War das Studiendesign passend für die Forschungsfrage?	Auch diese Arbeit kann nicht eindeutig einem Studiendesign zugeordnet werden. Am ehesten passt sie jedoch in die Kategorie der kontrollierten klinischen Studien. Zu beachten ist hier, dass die Probanden nicht in Interventionsgruppe und Kontrollgruppe unterteilt sind sondern in Skoliosegruppe und Kontrollgruppe. Es findet keine Intervention statt, sondern eine Bestimmung des Ist-Zustandes. Das Studiendesign enthält jedoch auch Aspekte der Querschnittstudie, da bei den Skoliosepatienten nach Beziehungen zwischen der pulmonalen Einschränkung und dem Skoliosewinkel nach Cobb gesucht wird.
0.5/1	Wie gross ist die Stichprobe und wurde die Stichprobengrösse begründet?	Die Stichprobe besteht aus 37 Mädchen. Wie die Stichprobe ausgewählt wurde, wird nicht beschrieben.
1/1	Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?	Die Stichprobe wird detailliert beschrieben bezüglich Skoliosewinkel, Alter und Geschlecht. Das Gewicht wurde nicht angegeben.
1/1	Wurde die Kontrollgruppe detailliert beschrieben?	Die Kontrollgruppe besteht aus 10 Mädchen, die dem Alter der Skoliosepatientinnen entspricht. Das Auswahlverfahren für die Kontrollgruppe ist beschrieben. Gemeinsam haben die Kontroll- und die Patientengruppe, dass in beiden Gruppen keiner der Teilnehmer sportlich aktiv ist. Das heisst, Personen, die mehr als 2 mal 2 Stunden Sport pro Woche (Schulsport) machten, wurden nicht zur Studie zugelassen. Unterschiede zwischen den Stichproben besteht in der Grösse der Stichprobe (die Kontrollgruppe enthält 27 Teilnehmer weniger als die Skoliosegruppe)

0/2	Nennen Sie einige mögliche Biases und was sie beeinflussen können.	-Die Kontrollgruppe ist klein (der $VO_{2max}$ könnte durch einige Personen, die eine extrem gute/extrem schlechte Ausdauer haben, verfälscht werden) -Die Ausbelastungsgrenze wurde nicht standardisiert, somit könnte es sein, dass nicht bei allen die wirklich maximalen Werte erreicht wurden.
1/1	Wurden die Outcomes reliabel gemessen?	Die Ausdauerleistungsmessung wurde detailliert beschrieben
1/1	Wurden die Outcomes valide gemessen?	Der Test könnte wiederholt werden.
1/1	Wurde über die stat. Signifikanz der Resultate berichtet?	Ja, die meisten Ergebnisse waren statistisch signifikant.
0/1	Wurde über die klinische Bedeutung berichtet?	Über die klinische Bedeutung wurden keine Angaben gemacht.
1/1	Wurden Drop-outs beschrieben?	Es gab keine Drop-outs: Alle Studienteilnehmer führten den Test bis zur Erschöpfung durch.
1/2	Wurde ein angemessenes Fazit über die Methode und die Resultate gemacht?	Für die Methode gibt es kein Fazit. Zu den Resultaten wurde folgende Schlussfolgerung formuliert : „Both reduced ventilatory capacity and cardiovascular deconditioning seem to be associated in mild scoliotic patients, and therefor physical activity should be encouraged in these patients“ (Barrios et al. 2005)
<b>11.5/16</b>		

Total Punkte: 11.5 /16

Grösster Kritikpunkt an der Studie:

Kleine Kontrollgruppe, kein standardisiertes Kriterium für die Ausbelastungsgrenze.

Verbesserungsvorschläge:

Grössere Kontrollgruppe, Definition der maximalen Belastung, z.B. anhand der Herzfrequenz.