

**Der Effekt einer High Velocity Low Amplitude Technik (HVLA
Technik) auf die Mobilität im Halswirbelsäulenbereich –
Untersucht mit dem Spineliner**

Master Thesis zur Erlangung des Grades
Master of Science in Osteopathie

an der **Donau Universität Krems –
Zentrum für chin. Medizin & Komplementärmedizin**

niedergelegt

an der **Wiener Schule für Osteopathie**

von ***Eric Krieger***

Wien, 1. Dezember 2013

Betreut von: Astrid Grant-Hay

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorgelegte Masterthese selbständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer übernommen wurden, wurden als solche gekennzeichnet. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit genützt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt weder im In- noch im Ausland noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Diese Arbeit stimmt mit der von dem/der Gutachter/in beurteilten Arbeit überein.

Datum

Unterschrift

Abstract

Hintergrund: In der Osteopathie wird die High Velocity Low Amplitude Technik (HVLA Technik) als Manipulationstechnik eingesetzt. Im Hinblick auf den Effekt einer HVLA Technik existieren unterschiedliche Meinungen.

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist es über die Ausführung einer HVLA Technik einen messbaren Nachweis über das Resultat einer solchen Manipulationstechnik zu erbringen. Überprüft wird dieser Effekt über die Veränderung des Referenzmesswertes der Mobilität, gemessen durch den Spineliner auf den hypomobilsten Wirbel. In dieser Studie wird nur auf den Bereich der Halswirbelsäule eingegangen.

Methode: An den Probanden wird jeweils einmal eine HVLA-Technik durchgeführt und einmal nicht. Für die statistische Auswertung muss eine ausgewogene Probandenverteilung stattfinden. Der Spineliner bestimmt in den ersten beiden Messpunkten den hypomobilsten Wirbel. An diesem Wirbel wird entweder im ersten oder zweiten Behandlungspunkt die HVLA Technik durchgeführt. Nach jedem Behandlungspunkt wird sofort eine weitere Messung durchgeführt. Die Gegenüberstellung der Messergebnisse erbringt eine Aussage über die Veränderung.

Ergebnisse: Die statistische Auswertung zeigte eine höchst signifikante Veränderung in den Messungen nach der HVLA Technik. Vor der dritten Messung wurde an 14 Probanden eine HVLA Technik durchgeführt mit einer statistisch höchst signifikante Veränderung ($p < 0,001$). Bei jenen 12 Probanden, an denen keine HVLA Technik durchgeführt wurden, ist kein Unterschied ersichtlich. Erst nach ebenfalls erfolgter Durchführung vor der vierten Messung ist der Unterschied höchst signifikant ($p < 0,001$).

Diskussion: Messungen mit einem computergestützten Analysegerät sind von Vorteil um zuverlässige Messwerte zu bekommen. Die erbrachten Ergebnisse waren sehr eindeutig und zeigten den positiven Effekt der HVLA Technik.

Schlüsselwörter: HVLA Technik, Spineliner, Halswirbelsäule, Manipulation

Abstract

Background: In osteopathy the High Velocity Low Amplitude technique (HVLA technique) is used as manipulation technique. There are different opinions regarding the effect of an HVLA technique.

Objective: The aim of this paper is to evaluate the application of an HVLA technique and thus provide measurable proof of the effect of such a manipulative technique. The effect is assessed through changes in the reference measurement value 'mobility' measured by means of a Spineliner at the most hypomobile vertebra. The study is limited to the region of the cervical spine.

Method: A total of 26 male and female test persons were recruited and treated once with an HVLA technique and once without. For the purpose of statistical analysis the sample had to be equally distributed. Before the actual treatment two measurements with the Spineliner determined the most hypomobile vertebra. This vertebra was targeted with the HVLA technique either in the first or second treatment. Further measurements were carried out immediately after each treatment. A comparison of the measurement values allowed for conclusions about the effect.

Results: The statistical analysis showed a highly significant change in the measurements after the HVLA technique. 14 test persons received an HVLA technique in the first treatment before the third measurement and showed a statistically highly significant change ($p < 0.001$). In the case of the test persons who did not receive an HVLA technique in the first treatment no difference could be observed. Only after they also received an HVLA technique in the second treatment before the fourth measurement they also showed a highly significant difference ($p < 0.001$).

Discussion: Measurements with a computer-assisted appliance for analysis are of advantage in terms of obtaining reliable measurement values. The obtained results are very distinct and illustrate the positive effect of an HVLA technique.

Key words: HVLA technique, Spineliner, cervical spine, manipulation

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
1.1 Problemaufriss	8
1.2 Definition grundlegender Begrifflichkeiten	12
1.3 Relevanz	15
1.4 Biomechanik der Halswirbelsäule	16
1.4.1 Einfluss der Zygapophysialgelenke	16
1.4.2 Ausrichtung der Zygapophysialgelenke	17
1.5 High Velocity Low Amplitude Technik (HVLA Technik)	19
1.5.1 Durchführung der HVLA Technik	21
1.6 Konklusion	23
2. Methodik	24
2.1 Forschungsfrage und Hypothesen	24
2.1.1 Forschungsfrage	24
2.1.2 Nullhypothese	24
2.1.3 Alternativhypothese	24
2.2 Forschungsdesign und Erhebungsverfahren	24
2.3 Parameter	29
2.3.1 Primäre Zielparameter	29
2.4 Materialien	29
2.4.1 Validität und Reliabilität (Goldstandard)	29
2.4.2 Messgerät Spineliner	30
2.4.3 Untersuchung	31
2.4.4 Messung	32
2.5 Stichprobenbeschreibung	32
2.5.1 Einschlusskriterien	33
2.5.2 Ausschlusskriterien, absoluten Kontraindikationen für spinale manipulative Therapie der WHO	34

2.5.3 Kriterien für einen vorzeitigen Abbruch der Messungen oder der HVLA Technik	36
3. Ergebnisse	37
3.1 Statistisches Auswertungsverfahren	37
3.2 Statistische Ergebnisse	38
3.3 Der Wirbel mit der häufigsten Hypomobilität	43
3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	43
3.4.1 Ergebnisse mit Durchführung einer HVLA Technik	43
3.4.2 Ergebnisse ohne Durchführung einer HVLA Technik	43
4. Diskussion	45
4.1 Diskussion der Methodik	45
4.2 Diskussion der Ergebnisse	49
4.2.1 Ergebnisse nach Durchführung einer HVLA Technik am Probanden	49
4.2.2 Ergebnisse nach Nichtdurchführung einer HVLA Technik am Probanden	49
5. Konklusion	50
6. Literaturverzeichnis	52
7. Tabellenverzeichnis	58
8. Abbildungsverzeichnis	59
9. Summary	60
9.1 Introduction	60
9.1.1 Outline of the problem	60
9.2 Methodology	63
9.2.1 Research question	63
9.2.2 Null hypothesis	63
9.2.3 Alternative hypothesis	63
9.2.4 Study design and data collection procedures	63
9.3 Parameter	66
9.3.1 Primary outcome parameter	66
9.4 Material	67
9.4.1 Spineliner measuring device	67

9.4.2 Measurement procedure	67
9.4.3 Measurement	68
9.5 Description of the sample population	68
9.5.1 Inclusion criteria	69
9.5.2 Exclusion criteria, absolute contraindications for spinal manipulative therapy issued by the WHO	69
9.6 Results	71
9.6.1 Statistic analysis	71
9.6.2 Results of the statistical analysis	71
9.7 Discussion	73
9.8 Conclusion	75
9.9 References	77
9.10 Index of Tables	80

1. Einleitung

1.1 Problemaufriss

Berichte über Gelenkmanipulationen reichen bis Hippokrates zurück. Im 20. Jahrhundert entwickelten sich die großen Schulen der Osteopathie und der Chiropraktik (Beyerlein, 2002). Immer wieder wird in zahlreichen Studien (Alcantara, Plaughar & Van Wyngardeb, 2003; Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn, 1995; Polkinghorn, 1998; Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn & Collaca, 2001; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001) versucht, den Effekt einer High Velocity Low Amplitude Technik (HVLA Technik), auf einen hypomobilen Wirbel und den daraus resultierenden Veränderungen zu beschreiben. Die Effektivität dieser Techniken, in den verschiedensten Bereichen des Körpers, wird in zahlreichen Studien (Alcantara, Plaughar & Van Wyngardeb, 2003; Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn, 1995; Polkinghorn, 1998; Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn & Collaca, 2001; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001) aufgearbeitet. Bei den Recherchen zu dieser Studie wurden Studien gefunden, die sich auf viele verschiedene Gebiete des Körpers beziehen. Einige dieser Studien beschäftigen sich mit bestimmten Krankheitsbilder, andere nur mit chronischen Schmerzen mit Bewegungseinschränkungen.

In Studien von Patienten mit postoperativen Nackenschmerzen (Polkinghorn & Collaca, 2001), Bell-Lähmung (Fazialislähmung) (Alcantara, Plaughar & Van Wyngardeb, 2003), Frozen Shoulder Syndrom (Polkinghorn, 1995), Diskusprolaps (Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn, 1998) und chronischen Schmerzpatienten mit und ohne Bewegungseinschränkung (Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001) konnte der positive Effekt einer HVLA Techniken an einem hypomobilen Wirbeln gezeigt werden. In diesen Studien wurde teilweise eine komplette Aufhebung bzw. eine starke Verbesserung der Symptome erzielt. Keller & Colloca (2000) zeigten in ihrer Recherchen auch eine Erhöhung der Rumpfmuskelkraft nach einer

Manipulation von hypomobilen Wirbeln. Dies wurde durch eine Elektromyographiemessung beurteilt.

Die Effekte einer HVLA Technik können zwar über Bewegungsamplituden einzelner Wirbelsäulenabschnitte und subjektiven Aussagen des Patienten über Verbesserung von Symptomen verifiziert werden, jedoch ist es sehr schwer, Untersuchungen zu finden, die sich mit Veränderungen des manipulierten Wirbelsäulenbereichs mit messbaren Parametern bezogen auf Veränderungen des Widerstands und der Mobilität der Wirbel beschäftigen. Lediglich Studien welche sich mit palpatorische Untersuchungsmethoden von Therapeutenhand oder Goniometermessungen beschäftigten, wurden gefunden und brachten Ergebnisse. Für diese Studie sind Bewegungsamplituden die über Goniometermessungen ausgewertet werden nicht von Bedeutung, da sie sich auf mehrere Wirbelsäulensegmente beziehen. Manuelle palpatorische Tests erschweren aufgrund ihrer interindividuellen Unterschiede die Vergleichbarkeit gemäß den Kriterien der evidenzbasierten Medizin (Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer, 2010).

Eines der größten Probleme ist die Zuverlässigkeit der manuellen Tests und der durchführenden Tester untereinander. French, Green & Forbes (2000) beschreiben in ihrer Studie – mit drei erfahrenen Chiropraktikern – dass die Untersuchungsergebnisse keine Zuverlässigkeit untereinander bringen. Ähnliches beschreibt auch Christensen et al. (2002). Simmonds, Kumar & Lechelt (1995) führen diese schlechte Reproduzierbarkeit auf die Überschätzung der Bewegungserkennung und Krafterbringung der durchführenden Tester zurück. Smith (1991) beschreibt in seiner In-vitro-Biomechanikstudie an der Wirbelsäule, dass eine Überwachung von Ergebnissen nur auf der Basis von Kraft, Länge oder Druckmessung oder in Kombinationen davon erfolgen könne. Neben diesen Parametern beschreiben Mior, McGregor & Schut (1990) auch die Wichtigkeit der Praxiserfahrung. Jordan (2000) und Van Triffel, Anderegg, Bossuyt & Lucas (2005) verglichen zahlreiche Studien über die „inter-examiner reliability“ und konnten nur geringe Übereinstimmungen finden. Strimpakos (2005) beschreibt in seiner Untersuchung, dass die zuverlässigste Beurteilung der Halswirbelsäulenbeweglichkeit eine passive Messung - ohne aktives Zutun des Patienten - ist. Marcotte,

Normand & Black (2002) beschreiben, dass die Zuverlässigkeit eines Tests von der Standardisierung abhängt und eine instrumentale Messung die Reproduzierbarkeit verbessert.

Aufgrund der Tatsache, dass wie bereits oben angeführt, manuelle Tests nur wenig bis keine Zuverlässigkeit in der Reproduzierbarkeit von Untersuchungsergebnissen bringen, wird für diese Studienauewertung ein computergestütztes Analyse- und Therapiegerät, der Spineliner eingesetzt. Dieses Gerät ermöglicht es standardisierte, computergestützte Messergebnisse, bezogen auf jeden Wirbel, zu erzielen.

In dieser Studie soll der Effekt einer HVLA Technik auf einen Wirbel, bezogen auf den *Referenzmesswert Mobilität*, untersucht werden. Dabei soll der *momentane* Effekt, unmittelbar nach Anwendung der HVLA Technik, messbar gemacht werden. Hierbei wird der direkte Einfluss dieser Technik erfasst und kann dadurch beschrieben werden. Es sollen keine Aussage über Veränderungen bezogen auf Krankheitsbilder oder der Reduktion chronischer Schmerzzustände erbracht werden. Ebenso wenig soll die Frage beantwortet werden, warum ein Wirbel sich in einer Hypomobilität befindet.

Die Idee für diese Untersuchung geht darauf zurück, dass dem Autor schon immer die Auswirkungen einer HVLA Technik bezogen auf die Mobilität interessiert haben. Während des Studiums zum Osteopathen drängte sich ihm immer wieder die Frage auf, wie man eine solche Technik messbar machen könnte. Nach vielen Recherchen wurde der Spineliner dafür definiert. Dieses computergestützte Analyse- und Therapiegerät wird weltweit in vielen Krankenhäusern und Ordinationen als Diagnose- und Behandlungsgerät eingesetzt. Mit ihm sollte es möglich sein, eine reproduzierbare Aussage über die Veränderungen der Mobilität, sollte es zu einer solchen kommen, zu erhalten.

Der Vorteil des Spineliners besteht in einem standardisiertes Messverfahren. Die Messung bezieht sich dabei auf den Widerstand (siehe Definition, S.13), die Frequenz (siehe Definition, S.12) sowie die Mobilität (siehe Definition, S.12) des Wirbels.

Die Auswertungen werden mithilfe Balkendiagrammen, Sinuskurven und Zahlen visualisiert. Weiters wird für jeden gemessenen Wirbel eine individuelle Wellenformanalyse (siehe Definition, S.12) erstellt. Dadurch ist es möglich, für jeden Patienten eine Aussage über die Mobilität jedes einzelnen Wirbels zu bekommen und die Untersuchung damit sofort zu interpretieren.

In dieser Studie wird als *Referenzmesswert die Mobilität* herangezogen. Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) beschreiben in ihrer Studie, dass der *Parameter Mobilität* für die Diagnostik von Hypomobilitäten eines Wirbelsäulensegments am besten geeignet scheint.

Rustler (2007, S.42) beschreibt den klinischen Einsatz des Spineliners wie folgt:

Der Einsatzbereich des Spineliners ist vielfältig. Im Untersuchungsmodus können segmentale Funktionsstörungen der Wirbelsäule diagnostiziert werden und dadurch manualmedizinische Untersuchungsergebnisse, welche ebenfalls Blockierungen und Hypermobilitäten diagnostizieren, objektiviert werden. Diese Möglichkeit bietet auch eine wesentliche Grundlage für weitere Forschungen im Bereich der Biomechanik der Wirbelsäule.

1.2 Definition grundlegender Begrifflichkeiten

Folgende Begrifflichkeiten werden zwecks Klarheit definiert:

- *Widerstand, Frequenz und Mobilität:*

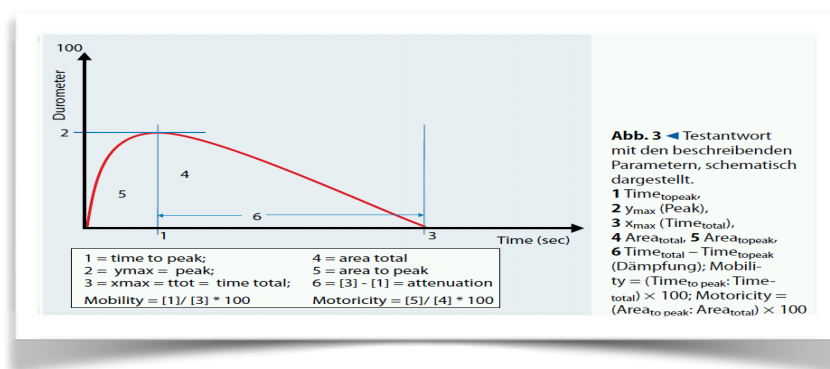


Abbildung 1: Schwingungsamplitude (Quelle: Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher, 2009, S. 312)

Abbildung 1 zeigt die Kurve - als Schwingungsamplitude über die Zeit - die der Spineliner zeichnet. An den Parametern dieser Kurve kann man die Beweglichkeit eines Wirbels festmachen. Ein Wirbel ist umso beweglicher, desto niedriger die Amplitude (Peak) ist, je kleiner die Fläche ist (Area to peak : Area total), je länger die Testantwort = je geringere Frequenz (Frequenz) (Time to peak : Time total) ist, desto größere Mobilität (Mobilität), Motoricity und größere Dämpfung (Time total – Time to peak).

- *X-Achse* ist die Zeit in Sekunden
- *Y-Achse* ist der Durometer (0-100) skaliert (der Wert ist umso höher, je härter „steifer“ das getestete Gewebe ist)
- *Frequenz* ist die Gesamtdauer der Kurve in Sekunden (eine Schwingung dauert etwa 10 bis 12 ms) (Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher, 2009)

- *Mobilitätswert* der Einheit in *der Spinelinermessung*, ist das Verhältnis der Zeit bis zum maximalen Ausschlag der Kurve und der Gesamtdauer (Zeit bis zum maximalen Ausschlag / durch die Zeit der Gesamtdauer x 100), dadurch ergibt sich ein Zahlenwert. Dieser Wert der Einheit kann dann für statistische Berechnungen herangezogen werden. Auf das zu untersuchende Wirbelsäulensegment wird ein Impuls abgegeben und dieses dadurch in Schwingung versetzt. Der piezoelektrische Sensor nimmt die Reaktion des Segments auf den Impuls wahr, bevor die darüber gelegene Muskulatur auf den Aufprall dieses Impulses in Form einer natürlichen Kontraktion reagieren kann. Eine elektrische Kleinstspannung wird vom piezoelektrischen Sensor gemessen und digital aufbereitet. Die Berechnung des inversen Logarithmus, des Koeffizienten der Dämpfung des getesteten Segments wird in Form von Sinuskurven und Balkendiagrammen dargestellt (Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher 2009; Rustler 2010; Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer 2010). Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) beschreiben in ihrer Studie, dass der *Parameter Mobilität* für die Diagnostik von Hypomobilitäten eines Wirbelsäulen-segments am besten geeignet scheint.
- *Widerstand*. Aufgrund der Anstiegssteilheit, der Breite, der Höhe und Form der oben angeführten Welle können Rückschlüsse auf den Widerstand des Gewebes und der Beweglichkeit des Wirbels gezogen werden. (Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher 2009)
- *Individuelle Wellenformanalyse* erstellt für jeden gemessenen Wirbel eine grafische Analyse. Aus der grafischen Auswertung der Untersuchung kann die Diagnose interpretiert werden.

Weiters ist es möglich die erste Messung und die zweite Messung als Kurven übereinander zulegen und dadurch sofort - anhand der Grafik und der Zahlenwerte - eine Veränderung zu sehen. (Rustler, 2011)

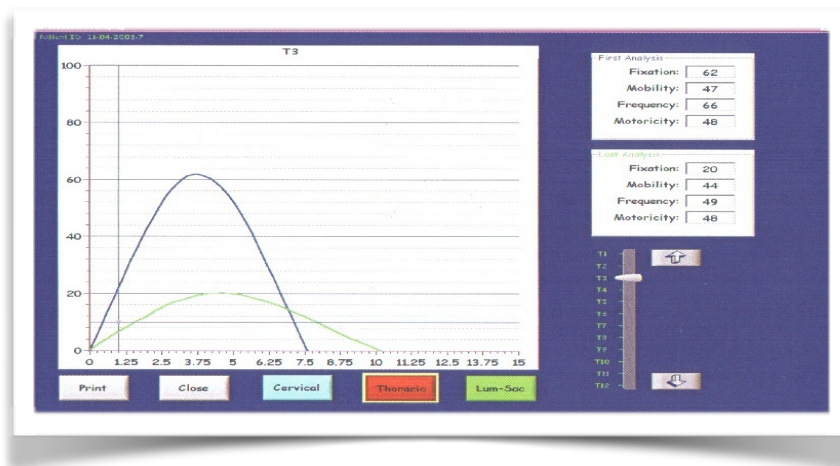


Abbildung 2: Zeigt die individuelle Wellenformanalyse des Spineliner, links grafische Analyse und rechts die für diese Studie relevanten Zahlenwerte (Quelle: Rustler, 2011, S.10)

- Hypomobiler Wirbel wird vom Spineliner bestimmt. Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) ermittelten das arithmetische Mittel des Mobilitätswertes mit $M=40.69$, $SD=1,96$. Liegt nach der Messung eines Wirbels der Wert über diesen Mittelwert so handelt es sich um eine Hypomobilität.
- Das arithmetische Mittel wird mit M und die Standardabweichung mit SD abgekürzt.
- Kinetische Energie oder auch Bewegungsenergie ist die Energie, die ein Objekt aufgrund seiner Bewegung enthält. Sie entspricht der Arbeit, die aufgewendet werden muss, um das Objekt aus der Ruhe in die momentane Bewegung zu versetzen. Sie hängt von der Masse und der Geschwindigkeit des Körpers ab (Physikgrundlagen, 2012).

- Potentielle Energie ist eine physikalische Größe und stellt eine Form der Energie dar. Sie ist eine Zustandsgröße eines physikalischen Systems (z.B. starrer Körper, allgemeiner Körper). Physikalische Systeme, die in der Lage sind mechanische Arbeit zu verrichten, besitzen potentielle Energie. Die potentielle Energie eines abgeschlossenen Systems kann bei Zustandsveränderungen (Verschiebung des Körpers, Höhen-veränderung, Anregung eines Atoms durch Photonen) zu oder abnehmen. Aufgrund der Energieerhaltung nimmt aber dann in entgegengesetzter Weise eine andere Energieform z.B. die kinetische Energie ab oder zu. Das Erhöhen der potentiellen Energie führt zu einem entgegengesetzten Ergebnis wie bei der kinetischen Energie. Bei der kinetischen Energie findet auch eine Impulsübertragung statt (Physikgrundlagen, 2012).
- HVLA Technik. Hierbei handelt es sich um Manipulationen einzelner Wirbelsegmente. Die Richtung des Impulses geht überwiegend in die sogenannte „gesperrte Richtung“. Es handelt sich um eine Grifftechnik mit Stoß- und Zugwirkung an Gelenken der Wirbelsäule und Extremitäten die zur Lösung von Gelenkblockierungen verwendet wird (DAAO, 2012).

1.3 Relevanz

Als methodischer Zugang dieser Arbeit wurde die Grundlagenstudie gewählt. Ziel ist es, über die Ausführung einer HVLA Technik, einen messbaren Nachweis über den Effekt einer solchen Manipulationstechnik zu erbringen. Überprüft wird dieser Effekt über die Veränderung des Referenzmesswertes der Mobilität, gemessen durch den Spineliner, auf den hypomobilsten Wirbel. In dieser Studie wird nur auf den Bereich der Halswirbelsäule eingegangen.

1.4 Biomechanik der Halswirbelsäule

Da in dieser Studie mit einer HVLA Technik einen direkten Einfluss auf die **Zygapophysialgelenke** der Halswirbelsäule genommen wird, muss vorab auch der Einfluss dieser Gelenke auf die Biomechanik dieses Wirbelsäulensegments beschrieben werden.

Es gibt viele begriffliche Uneinigkeiten in der Literatur bezüglich der Gelenke der Wirbelsäule. Für diese Arbeit wird die angeführte Bezeichnung von Bogduk (2000) der Zygapophysialgelenke herangezogen, die sich an die anatomische Terminologie, den *Artt. zygapophysiales*, anlehnt.

Klein und Sommerfeld (2007) beschreiben, dass die Zygapophysialgelenke, bestehend aus superioren und inferioren Gelenkfortsätze und Isthmus, einen Teil der beiden hinteren Pfeiler darstellen. Aus biomechanischer Sicht kann dadurch veranschaulicht werden, wie axiale Kräfte im posterioren Wirbelsäulenabschnitt übertragen werden.

Im Hinblick auf diese Funktion stellen *Orientierung und Form* dieser Gelenke einen wichtigen Faktor dar.

1.4.1 Einfluss der Zygapophysialgelenke

Klein und Sommerfeld (2007) beschreiben inwieweit die Orientierungen der Gelenkflächen der Zygapophysialgelenke für die Funktion der Wirbelsäule eine Wichtigkeit haben und wie sich die Orientierung auf die Funktion der Wirbelsäule auswirken. Verschiedene Faktoren können unter dem Einfluss dieser Orientierungen stehen und bei der Ausführung von Mobilisations- und Manipulationstechniken der Wirbelsäule eine Rolle spielen. Neben dem Einfluss auf die segmentale Amplitude, die Lage der Bewegungsachse, die Ausrichtung der Bewegungsachse und damit deren assoziierten Bewegungen, kommt es weiter zu einer Beeinflussung der Übertragung der Kräfte und damit zu einer eventuellen Entlastung des Diskus. Diese Faktoren haben ebenfalls einen Einfluss an der Gesamtbeanspruchung des Segments.

Diese ist abhängig von der axialen Belastung und von der Bewegung. Weiters wird ein Zusammenhang zwischen der Kinematik des Segments (Lage und Orientierung der Bewegungsachse) und der Belastung der Zygapophysialgelenke vermutet.

Hong-Wan, Ee-Chon & Quing-Hang (2004) zeigten in ihrer Untersuchung in welchem Zusammenhang die Zygapophysialgelenke und die Beweglichkeit der Halswirbelsäule stehen. Sie zeigten in den Wirbelsäulenabschnitt von C2 bis C7, dass die Amplituden nach Entfernung der Zygapophysialgelenke besonders in der Sagittalebene zunehmen. Die Bewegungszunahme beträgt hier 30%. Ebenfalls hat sich, allerdings geringer und nur bei C5 und C6, die Amplitude in der Frontal- und Transversalebene erhöht.

Anzumerken ist jedoch, dass nicht nur die Zygapophysialgelenke alleine die oben beschriebenen Faktoren beeinflussen. Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) beschreiben, dass neben der Ausrichtung der Zygapophysialgelenkflächen auch die Krümmung der Wirbelsäule, die Gelenkkapsel, der Bänderapparat sowie der Tonus der Muskulatur einen wesentlichen Anteil an den physiologischen Beweglichkeiten in den Wirbelsäulensegmenten haben.

1.4.2 Ausrichtung der Zygapophysialgelenke

Die Gelenkflächen können im Bereich der Halswirbelsäule als plane Flächen betrachtet werden. Jeder Wirbel weist jeweils zwei obere (Processus articularis superioris) und zwei untere Gelenkfortsätze (Processus articularis inferioris) auf, die von einer Gelenkkapsel umhüllt werden. Der untere Gelenkfortsatz des oben liegenden Wirbels bildet mit dem oberen Gelenkfortsatz des unteren Wirbels das so genannte Zygapophysialgelenk. Die Ausrichtung der jeweiligen Gelenkflächen ist in den verschiedenen Wirbelsäulensegmenten unterschiedlich und hängt auch von den Anforderungen der Beweglichkeit im entsprechenden Segment ab.

Eine Ausnahme macht der Schädel-Wirbelsäulen-Übergang. Tillmann und Töndury (1998) beschreiben, dass sich Atlas und Axis zu Drehwirbeln entwickelt haben. Der Grund dafür ist, dass der Atlas keinen Wirbelkörper hat. Seine lateralen Teile, die *Massae laterales*, tragen die oberen Gelenkgruben. Die *Foveae articularis superioris* (Okzipitalpfannen) haben normalerweise eine ovale Form, sind von dorsal nach ventral konkav gekrümmt und gegen die Medianebene sowie nach kaudal geneigt. Sie nehmen die *Condylus occipitalis* des *Os occipitale* auf. Die in Richtung Axis stehenden *Foveae articulares inferioris*, sind nahezu kreisförmig und flach. Die Gelenkflächen zeigen nach caudal-medial und etwas nach dorsal. Der Axis hat sein charakteristisches Merkmal, den zahnförmigen, zylindrischen Fortsatz *Dens axis*, der dem Wirbelkörper aufsitzt. Die ovale Gelenkfläche, *Facies articularis anterior*, befindet sich auf der Vorderfläche des *Dens axis* und hat Kontakt mit der *Fovea dentis* des Atlas. Neben dem *Dens axis* befinden sich die Gelenkflächen *Facies articularis superioris* der *Processus articulares superioris axis*. Diese sind konvex und nach dorso-lateral geneigt. Die Gelenkfortsätze und Gelenkflächen, *Facies articulares inferiores*, an der Unterseite entsprechen denen der folgenden Halswirbeln.

Um die Ausrichtung der weiteren Halswirbel zu beschreiben, bezieht sich der Autor auf einen Neigungswinkel und einen Abweichungswinkel. White und Panjabi (1978) beziehen den Neigungswinkel auf die Transversalebene hin, welche durch die jeweilige superiore Deckplatte verläuft und den Abweichungswinkel auf die Frontalebene. Sehen in dieser Ebene die Gelenkflächen nach posterior und lateral, so erhöht man ein positives Vorzeichen, bei einer Stellung nach posterior und medial ein negatives

Klein und Sommerfeld (2007) konnten anhand Studien zusammenfassend einen physiologischen Mittelwert als grobe Orientierung für die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte errechnen.

Folgende Werte konnten erhoben werden:

Tabelle 1: Orientierung der Gelenksflächen

(Quelle: Eigene Darstellung nach Klein und Sommerfeld, 2007, S.107)

Niveau	Neigungswinkel	Abweichungswinkel
HWS C3-C4	52°	-14°
HWS C5-C7	52°	7°

Anmerkung. Tabelle 1 zeigt die physiologischen Mittelwerte der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte

1.5 High Velocity Low Amplitude Technik (HVLA Technik)

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der HVLA Technik, welche eine kurze Trennung oder Öffnung der Gelenkflächen hervorrufen kann. In der Osteopathie wird eine manipulative Thrusth Technik, verbunden mit einem (knackenden) Geräusch (kurze Trennung oder Öffnung der Gelenkflächen) als „High Velocity Low Amplitude Technik“ (HVLA) bezeichnet. Diese hörbare Lösung der Dysfunktion wird oft als Teil der Intervention betrachtet, die HVLA Techniken von anderen Manipulationstechniken unterscheidet (Grieve, 1988; Gibbons & Tehan, 2001).

Potter (2010) beschreibt in dem Buch „Leitfaden Osteopathie“ drei mögliche Theorien über die physiologischen Effekte von Wirbelsäulenmanipulationen.

Biomechanische Effekte

Sondoz et al. (1976), führte eine Reihe von Experimenten zum Thema Traktionsmanipulation der Fingergelenke durch. Sie stellten fest, dass dies zu einer Zunahme des aktiven und passiven Bewegungsausmaßes des Metakarpophalangealgelenks führte und auch bei Röntgenaufnahmen ein lichtdurchlässiger Spalt auftrat. Jetzt stellt sich die berechtigte Frage,

ob diese Auswirkungen auf die Fingergelenke ähnliche auch auf die Zygapophysialgelenke der Wirbelsäule umzulegen sind.

Cramer et al. (2000) untersuchte den Effekt von Manipulationen der Zygapophysialgelenke. Alle Teilnehmer wurden mittels MRT kontrolliert. Die Autoren folgerten aus den Ergebnissen, dass die Manipulationen die Facetten der Gelenke voneinander entfernen.

Die gerade angeführten Indizien dieser Studien zeigen, dass Manipulationen der Wirbelsäule tatsächlich ein Entfernen der Gelenkflächen voneinander bewirken. Ob Gelenkseparationen auch von therapeutischem Nutzen sind, ist bis dato noch nicht wirklich klar. Es könnte auch durch das verbesserte Bewegungsausmaß des Gelenks, dem Patienten ermöglichen sich mehr zu bewegen und dadurch den Heilungsprozess zu fördern. (Potter, 2010).

Neurophysiologische Effekte

Es gibt Hinweise dafür, welche die Theorie unterstützen, dass Wirbelsäulenmanipulationen einen antinozizeptiven Effekt haben. Dies könnte entweder auf zentraler Ebene stattfinden und somit die absteigenden Schmerzmechanismen und Sekretionen von Neurotransmittern beeinflussen oder parallel dazu den lokalen Pain-Gate-Mechanismus modellieren (Potter, 2010).

Vernon et al. (1990) führten eine Studie zur Evaluierung von Veränderungen der Druckschmerzschwelle der Halswirbelsäule nach Manipulationen durch. In ihrer Untersuchung wurden in der Gruppe die eine einzige Manipulation eines für die Studie klinisch relevanten Wirbels erhielten, Veränderungen von 40-56% im Verhältnis zu einer Mobilisationsgruppe gemessen. Dies wurde über Algometer ermittelt.

Reflektorische Effekte

Hierbei geht man davon aus, dass es als physiologische Antwort des Gewebes auf eine Wirbelsäulenmanipulation zu einer reflektorischen Abnahme von Schmerzen, einer Abnahme der muskulären Hypertonie und einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit kommt. (Herzog, 2000). Ein einfacher spinaler Reflex tritt auf, wenn ein Dehnungsrezeptor stimuliert wird und

dadurch eine Reflexantworten von verschiedenen Rezeptoren hervorgerufen wird. Dazu gehören Mechanorezeptoren der Gelenkfacetten in der Gelenkkapsel, Nozizeptoren, Hautrezeptoren und Propriozeptoren der Skelettmuskulatur. Dieser Impuls wandert zur dorsalen Wurzel des Rückenmarks und hat dort eine monosynaptische Übertragung auf ein α -Motoneuron. Dies führt zu einer kurzfristigen Kontraktion, des von diesem Nerv innervierten Muskels (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000).

Belege eines reflektorischen Effekts sind weniger befriedigend. Es scheint eine Reflexantwort zu geben, aber sie ist nicht HVLA spezifisch und steht nicht im Zusammenhang mit Veränderungen des Schmerzes und der Beeinträchtigung. Anhand der derzeit vorliegenden Nachweise scheint es wahrscheinlich, dass das hörbare Lösen in Verbindung mit einem HVLA Technik weniger wichtig ist, als die akkurate Ausführung des Manipulationsthurst auf dem klinisch relevanten Segment (Potter, 2010).

1.5.1 Durchführung der HVLA Technik

Um ein genaues Bild von der Durchführung der Technik in der Studiensituation zu ermöglichen, wird nun der Ablauf der Technik beschrieben. Der Proband befindet sich in Rückenlage auf einem Therapietisch. Die Technik wird exemplarisch für zwei Gelenkkomplexe beschrieben. Einmal für den *okzipitoatlantalen Komplex*, da dieses Segment verändert eingestellt gehört als die folgenden und *Gelenkkomplex C3/C4* für die weiteren Segmente im Halswirbelsäulenbereich.

Taylor (2010, S.192-94) beschreibt im Buch „Leitfaden Osteopathie“ die Technik wie folgt:

Dysfunktion des okzipitoatlantalen Komplexes in Rotation rechts mit Wiege-Griff

Handposition:

- *rechte Hand auf das rechte Okziput legen, Finger nach medial gerichtet, der rechte Zeigefinger liegt unmittelbar oberhalb des rechten okzipitoatlantalen Gelenks*
- *mit der linken Hand den linken Anteil des Kopfes hinter dem linken Ohr umfassen*

Ausführung:

- *die Hebelkräfte für die Manipulation einstellen: mögliche Hebelkräfte zum Erreichen der Vorspannung der Bewegungseinschränkung des Okziput sind Flexion oder Extension, Seitneigung, Rotation, Kompression und Traktion*
- *das Okzipitoatlantalgelenk durch leichten Schub mit der rechten Hand nach links in Seitneigung rechts bringen*
- *weitere Hebelkräfte durch Flexion oder Extension über den rechten Zeigefinger einstellen, Kompression oder Traktion durch leichten Schub oder Zug mit dem linken Arm induzieren*
- *den Kopf nun zusätzlich mit der rechten Hand nach links rotieren, bis die optimale Vorspannung des Okziput lokalisiert wird*
- *sollten in dieser Position Symptome auftreten, die auf eine Pathologie hinweisen, wird die Technik nicht ausgeführt*
- *einen Impuls mit dem rechten Zeigefinger in Richtung des linken Auges in Seitneigung und Rotation links ausführen*

Dysfunktion von C3/C4 in Rotation rechts mit Wiege-Griff

Handposition:

- *rechte Hand auf das rechte Okziput legen, Finger nach medial gerichtet, der rechte Zeigefinger befindet sich am rechten Arcus posterior von C3 zwischen Proc. spinosus und dem rechten Proc. transversus*
- *mit der linken Hand den linken Anteil des Kopfes hinter dem linken Ohr umfassen*

Ausführung:

- *die Hebelkräfte für die Manipulation einstellen: mögliche Hebelkräfte zum Erreichen der Vorspannung der Bewegungseinschränkung von C3 sind Flexion oder Extension, Seitneigung, Rotation, Kompression und Traktion*
- *den Gelenkkomplex C3/C4 durch leichten Schub mit der rechten Hand nach links in Seitneigung rechts bringen*
- *weitere Hebelkräfte durch Flexion oder Extension über den rechten Zeigefinger einstellen, Kompression oder Traktion durch leichten Schub oder Zug mit dem linken Arm induzieren*
- *den Kopf nun zusätzlich mit der rechten Hand nach links rotieren, bis die optimale Vorspannung von C3 lokalisiert wird*
- *sollten in dieser Position Symptome auftreten, die auf eine Pathologie hinweisen, wird die Technik nicht ausgeführt*
- *einen Impuls mit dem rechten Zeigefinger in transversaler Ebene nach links (Seitneigung rechts und Rotation links) ausführen*

1.6 Konklusion

Welche Wichtigkeit die Zygapophysialgelenke für die segmentale Amplitude, Lage und Ausrichtung der Bewegungsachse und damit auf die assoziierten Bewegungen, die Übertragung von Kräften und die eventuelle Entlastung des Diskus, die Gesamtbeanspruchung des Segments und den Zusammenhang zwischen Kinematik des Segments und der Belastung haben, wurde in den vergangenen Punkten diskutiert.

Weiters wurden die Anwendungen und Auswirkungen einer möglichen Technik, der HVLA Technik, beschrieben um die Korrektur eines blockierten Wirbels durchzuführen und dadurch eine Blockade im Zygapophysialgelenk zu lösen und dadurch die Wiederherstellung der physiologischen Beweglichkeit zu ermöglichen.

Im nächsten Kapitel soll nun näher auf die Methodik dieser Studie eingegangen werden.

2. Methodik

2.1 Forschungsfrage und Hypothesen

2.1.1 Forschungsfrage

Was ist der Effekt einer HVLA Technik auf die Mobilität eines Halswirbels, gemessen durch den Spineliner?

2.1.2 Nullhypothese

Die HVLA Technik bringt keine messbare Veränderung in der Mobilität des hypomobilen Wirbels.

2.1.3 Alternativhypothese

Die HVLA Technik bringt eine messbare Veränderung in der Mobilität des hypomobilen Wirbels.

2.2 Forschungsdesign und Erhebungsverfahren

In dieser Studie sollte der Effekt einer HVLA Technik, bezogen auf den *Referenzmesswert Mobilität*, erbracht werden. Es sollte keine Aussage über Veränderungen bezogen auf Krankheitsbilder oder der Reduktion chronischer Schmerzzustände erbracht werden.

Bei dieser Studie handelte es sich um eine Grundlagenforschung. Sie wurde in der Praxis für Orthopädie und orthopädische Chirurgie Dr. Bernhard Gisinger, Donaustadtstrasse 1, 1220 Wien, durchgeführt.

Vor der Untersuchung wurden die Probanden über Ziele, Inhalte, Ablauf der Untersuchung, Dauer, Datenschutz und Risiko informiert. Die Probanden konnten zu jeder Zeit die Einwilligung widerrufen oder die Manipulation und Untersuchung verweigern. Die Teilnahme an der Studie erfolgte auf freiwilliger Basis. Die Probanden wurden von Ärzten zugewiesen und vorab auf Kontraindikationen überprüft. Es war den Probanden zu jeder Zeit erlaubt, die Untersuchung und Manipulation während der Studie abubrechen.

Es wurde versucht die Studie so objektiv wie möglich zu gestalten. Es gab eine Person, welche alle Untersuchungen am Spineliner durchführte. Diese Person verfügte über eine jahrelange Berufserfahrung am Spineliner in der Praxis. Weiters führte diese Person für die Firma, die den Spineliner vertreibt, die Einschulung an diesem Gerät durch. Jene Person, welche alle HVLA Techniken durchführte, ist ein Osteopath und verfügte ebenfalls über eine jahrelange Berufserfahrung. Die Person, die die Untersuchung am Spineliner durchführte, und die Person, welche die HVLA Technik durchführte wurden in unterschiedlichen Räumen untergebracht und hatten während der Studie keinen Kontakt um sich über die Probanden auszutauschen. Eine dritte Person wurde für administrative Tätigkeiten herangezogen, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Diese Studie wurde an einem Tag durchgeführt.

Es gab vier Messpunkte mit je acht Messungen (C1a bis C7) und zwei Behandlungspunkte (siehe Tabelle 2, S.26), welche an allen Testpersonen durchgeführt wurde. Jeder Proband wurde gemessen, gemessen, manipuliert/nicht manipuliert, gemessen, manipuliert/nicht manipuliert und nochmals gemessen.

Tabelle 2: Darstellung des Studienablaufs (Quelle: Eigene Darstellung)

1.Messpunkt	2.Messpunkt	1.Behandlungspunkt	3.Messpunkt	2.Behandlungspunkt	4.Messpunkt
		<i>Manipulation /</i>		<i>Manipulation /</i>	
		<i>keine Manipulation</i>		<i>keine Manipulation</i>	

Anmerkung. Tabelle 2 zeigt den genauen Studienablauf.

Jene Person, welche die Messungen vornahm, wurde nicht darüber informiert, an welchem Behandlungszeitpunkt an einem Probanden eine HVLA Technik durchgeführt wurde. An jedem Probanden musste jeweils einmal eine HVLA Technik durchgeführt werden und einmal nicht. Ob die HVLA Technik im ersten oder zweiten Behandlungspunkt durchgeführt wurde, entschied jene Person welche die HVLA Technik durchführte willkürlich. Dies musste jedoch dokumentiert werden, ebenso wie eine nicht gelungene Durchführung einer HVLA Technik. Für die statistische Auswertung jedoch, musste zwischen Behandlungspunkt eins und zwei eine ausgewogene Probandenverteilung stattfinden.

Die Untersuchung fand immer unter standardisierten Bedingungen, im sogenannten Spinelinerstuhl statt. Die Probanden wurden aufgefordert so entspannt wie möglich zu sitzen. Die Hals- und Lendenwirbelsäule wurden entlordosiert und die Brustwirbelsäule sollte nicht kyphosiert werden. Die Unterarme wurden links und rechts vor dem Oberkörper der Probanden gelagert. Die Kopfhaltung und die Sitzposition wurde durch den Stuhl vorgegeben. Die Kopfstütze konnte individuell an die Körpergröße angepasst werden. Nachdem der Proband die Sitzposition eingenommen hatte, überprüfte der Untersucher mittels Palpation die Spannung der paravertebralen Muskulatur um sicher zu gehen, dass sich der Proband in einer entspannten Sitzposition befand. Nach korrekter Einnahme der Sitzposition, wie oben angeführt, erfolgte die erste Messung.

Der erste Messpunkt fand vor der HVLA Technik statt. Der Spineliner wertete die Mobilität jedes einzelnen Halswirbels von C1a bis C7 aus und definierte ob es einen oder mehrere

hypomobile Wirbel gab. Der Proband blieb in der eingestellten Sitzposition und es erfolgte die zweite Messung.

Der zweite Messpunkt fand ebenfalls vor der HVLA Technik statt. Unmittelbar nach dem ersten Messpunkt wurde erneut mit dem Spineliner die Mobilität jedes einzelnen Halswirbels von C1a bis C7 gemessen.

Durch die erste und die zweite Messung sollte eine Auskunft erbracht werden, ob es zu Veränderungen durch die bereits absolvierte Messung beim ersten Messpunkt kam (Einfluss der Messung, siehe Untersuchung, S. 31) und ob die hypomobilen Wirbel der ersten Messung noch vorhanden waren. Für das statistische Auswertungsverfahren wurde aus erster und zweiter Messung ein Mittelwert berechnet.

Die Probanden wurden von der Person, welche die Spinelineruntersuchung durchführte, über ihren hypomobilsten Wirbel informiert. Diese Information mussten die Probanden an die Person, die die HVLA Technik durchführte weiterleiten. Die Probanden mussten unmittelbar zum ersten Behandlungspunkt wechseln.

Im ersten Behandlungspunkt, erfolgte die Durchführung oder nicht Durchführung der HVLA Technik am hypomobilsten Wirbel. Hätte der Spineliner in seiner Messung mehrere Wirbel mit einer Hypomobilität gemessen, so wäre nur der Wirbel mit der höchsten Hypomobilität herangezogen worden. Eine Nichtberücksichtigung in der Auswertung für die HVLA Technik, fand die Messung von C1a, weil es sich hierbei um eine Okziputmessung handelte und nicht um eine Messung des *okzipitoatlantalen Komplexes* C1. Dieser Wirbelwert wurde erst in der Messung C1b erhoben. Das C1a Segment wurde nicht manipuliert. (siehe Messung, S. 32)

Bei einer nicht Durchführung der HVLA Technik, wurde der nicht manipulierte Proband für 30 Sekunden auf dem Therapiebett in der gleichen liegenden Position wie bei der Durchführung der Technik gelagert ohne Einstellung der HVLA Technik. Diese 30 Sekunden entsprachen der Zeit, welche benötigt wurde, um die HVLA Technik durchzuführen. Die Probanden mussten unmittelbar zu Messpunkt drei wechseln.

Die HVLA Technik wurde auf einer höhenverstellbaren Therapieliege durchgeführt. Es wurden keine Lagerungsmaterialien verwendet. Die Ausführung der HVLA Technik fand in Rückenlage statt. Diese Position wurde ausgewählt, weil auch in der Praxis dies die geübteste Position ist, um die Manipulation durchzuführen.

Der dritte Messpunkt fand nach der durchgeführten oder nicht durchgeführten HVLA Technik statt. Der Untersucher am Spineliner, wurde von den Probanden nicht über eine erfolgte Durchführung oder Nichtdurchführung der HVLA Technik informiert. Der Proband wurde erneut, durch den Untersucher, in die korrekte Sitzposition eingestellt. Der Spineliner wertete wiederum jeden einzelnen Halswirbel von C1a bis C7 aus. Die Probanden wurden nicht über Veränderungen der Messung informiert. Nach der Messung mussten die Probanden unmittelbar zum zweiten Behandlungspunkt wechseln.

Im zweiten Behandlungspunkt, erfolgte wieder die Durchführung oder nicht Durchführung der HVLA Technik am hypomobilsten Wirbel von der Spinelinermessung. Jene Person, welche die HVLA Technik ausführte, bekam von den Probanden keine Informationen über die erfolgte Untersuchung in der dritten Messung. Für jene Probanden an denen keine HVLA Technik durchgeführt wurde, wurde eine Lagerung wie im ersten Behandlungspunkt durchgeführt. Anschließend mussten die Probanden unmittelbar zum vierten Messpunkt wechseln.

Der vierte Messpunkt fand nach der durchgeführten oder nicht durchgeführten HVLA Technik statt. Dies war die letzte Spinelinermessung. Der Proband wurde erneut in die korrekte Sitzposition positioniert und das Messgerät wertete die Mobilität jedes einzelnen Halswirbel von C1a bis C7 aus.

Der Vergleich der Zahlenwerte aus dem ersten und zweiten Messpunkt gegenüber der Zahlenwerte aus dem dritten und vierten Messpunkt, erbrachten eine Aussage der Veränderung durch die HVLA Technik auf die einzelnen Halswirbel.

Die Auswertung der Daten erfolgte über einen Statistiker, der die erhobenen Daten gegenüberstellte und analysierte. Ziel war es, mit diesen Daten eine Auskunft über eventuelle Veränderungen, bezogen auf den *Referenzmesswert der Mobilität*, zu erbringen.

2.3 Parameter

2.3.1 Primäre Zielparameter

Der primäre Zielparameter war die Mobilität. Die Mobilität ist das Verhältnis der Zeit bis zum maximalen Ausschlag und der Gesamtdauer (Zeit bis zum maximalen Ausschlag / Zeit der Gesamtdauer x 100 = ergibt einen Zahlenwert). Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) ermittelten das arithmetische Mittel des Mobilitätswerts mit $M=40.69$, $SD=1,96$. Überstieg nach der Messung eines Wirbels, der Zahlenwert, diesen Mittelwert so handelte es sich um eine Hypomobilität. Ziel war es diesen Zahlenwert des hypomobilen Wirbels (musste über dem arithmetischen Mittel des Mobilitätswerts liegen) nach unten zu verändern.

2.4 Materialien

2.4.1 Validität und Reliabilität (Goldstandard)

Es gibt keinen *Goldstandard* für eincomputerunterstütztes Echtzeitfeedback um die Bewegungsdynamik der Wirbelsäule zu messen.

Zur Dokumentation von Beweglichkeit und Bewegungsdynamik der Halswirbelsäule kann zur exakten Positionsbestimmung eine Ultraschalltopometrie eingesetzt werden. Für die Kopfgelenkbeweglichkeit besteht die Möglichkeit einer Funktions-CT (Haaker, Schopphoff & Kielich 1996; Krömer, 2001).

Das standardisierte Messverfahren des Spineliners, ermöglicht ein computerunterstütztes Echtzeitfeedback (Beyer 2009). Trotz der Tatsache, dass es für den Spineliner noch keine *Reliabilitätswerte* – laut der österreichischen Vertretung (persönliche Mitteilung von Heinrich Schreier am 09.04.2012) – gibt, wird dieses computergestützte Analyse- und Therapiegerät bereits in der ganzen Welt eingesetzt. Es wurde in den USA entwickelt und findet seinen Einsatz neben den USA, Japan und China, bereits seit 1998 auch in Europa in der manuellen Medizin seinen Einsatz. Seit 2004 ist der Spineliner Teil des Ausbildungsprogramms für das

Diplom für manuelle Medizin von Univ. Prof. Dr. Hans Tilscher. Es wurden Studien aus dem Ludwig Boltzmann Institut, dem orthopädischen Spital Speising und der Medizinischen Universität Wien gefunden. Die erhaltenen Ergebnisse lassen die Hypothese zu, dass im Vergleich zur gesamten Segmentkette hypomobile Dysfunktionen durch die akzelerometrische Messung objektiv erfasst werden können (Beyer, Tilscher, Rizzi & Nordmeyer 2008; Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher 2009). Am Collage of Osteopathic in Philadelphia wurde durch Barnes et al. (2013) eine Studie mittels Spineliner an 240 Probanden durchgeführt. An diesen Probanden wurden muscle-energy, counterstrain, balanced ligamentous tension oder high-velocity low-amplitude Techniken durchgeführt. Durch diese Arbeit konnten messbare Aussagen über den Wirkungsgrad verschiedener osteopathischer Techniken, im Vergleich zu einander, erbracht werden.

2.4.2 Messgerät Spineliner

Als Messinstrument wurde der Spineliner herangezogen. Dieses Gerät wird zur computerunterstützten Diagnostik und Behandlung von schmerzhaften Funktionsstörungen im Bewegungsapparat, speziell der Wirbelsäule, herangezogen. Es wird das physikalische Prinzip der Energieumwandlung angewandt. Das bedeutet, dass kinetische Energie in potentielle Energie und weiter in kinetische Energie umgewandelt wird. Das dabei auftretende Phänomen der Vibrationsdämpfung ist mess- und quantifizierbar. Auf das zu untersuchende Segment wird ein Impuls abgegeben und dadurch in Schwingung versetzt. Der piezoelektrische Sensor nimmt die Reaktion des Segments auf den Impuls wahr, bevor die darüber gelegene Muskulatur auf den Aufprall in Form der natürlichen Kontraktion reagieren kann. Eine elektrische Kleinstspannung wird vom piezoelektrischen Sensor erzeugt und digital aufbereitet.

Die Berechnung des inversen Logarithmus des Koeffizienten der Dämpfung des getesteten Segments wird in Form von Sinuskurven und Balkendiagrammen dargestellt (Rustler 2010; Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer 2010).

2.4.3 Untersuchung

Die Untersuchung fand immer unter standardisierten Bedingungen, im sogenannten Spinelinerstuhl statt .

Die Messung erfolgte über den piezoelektrischen Sensorkopf. Die Impulse wurden über die Haut und das Gewebe auf jedes einzelne Wirbelsäulensegment abgegeben. Die Impulsabgabe erfolgte nach Aufdrücken des Sensorkopfes auf die Haut mit einer Vorspannung von 2,7 kg. Der Impuls von einer Länge von <1 ms hatte eine Stärke von $421,84\text{g/cm}^2$. Es wurde pro Messpunkt nur ein Impuls auf jeden Halswirbel abgegeben. Der Sensorkopf wurde an der Wirbelsäule so aufgelegt, dass die Gabelenden des Sensorkopfes links und rechts des Processus spinosus nach kranial positioniert waren. Der Winkel des Sensorkopfes nach kaudal betrug 45 Grad. Die Stabilisierung der Lage der Enden des gabelförmigen zweigeteilten Sensorkopfes erfolgte mittels Daumen und Mittelfinger von der Seite, der Zeigefinger palpierter auf den Dornfortsätzen. Je nach Wirbelsäulenabschnitt wurde der Neigungswinkel des Sensorkopfes an die Facettenebene angepasst.

Um eine Abwehrspannung zu vermeiden, wurden die Probanden vor der Untersuchung mit einem Probeimpuls auf der Hand über die Schmerzlosigkeit informiert.

Unter diesen standardisierten Bedingungen war es möglich messbare Parameter, bezogen auf jeden einzelnen Wirbel, zu erlangen. (Beyer, Tilscher, Rizzi & Nordmeyer, 2008; Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher, 2009)

Da bei der Spinelinermessung ein Impuls (wie oben beschrieben) auf die einzelnen Wirbel abgegeben wurde, musste unmittelbar nach der ersten Messung eine zweite Messung durchgeführt werden. Dadurch sollte eine Beeinflussung durch die Messung ausgeschlossen werden.

2.4.4 Messung

Es wurden acht Messungen pro Messpunkt an der Halswirbelsäule durchgeführt. Nichtberücksichtigung in der Auswertung für die HVLA Technik fand die Messung von C1a, weil es sich hierbei um eine Okziputmessung handelte und nicht um eine Messung des *okzipitoatlantalen Komplexes* C1. Dieser Wirbelwert wurde in der Messung C1b erhoben. Das C1a Segment wurde nicht manipuliert.

Die fett und kursiv gekennzeichneten Bezeichnungen sind jene, die auch in der Computerauswertung des Gerätes beschrieben waren.

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. C1a Okziputmessung | 2. C1b 1 Halswirbel |
| 3. C2 2 Halswirbel | 4. C3 3 Halswirbel |
| 5. C4 4 Halswirbel | 6. C5 5 Halswirbel |
| 7. C6 6 Halswirbel | 8. C7 7 Halswirbel |

2.5 Stichprobenbeschreibung

Es wurden 27 männliche und weibliche Probanden für diese Studie ausgewählt und auf ihre Eignung geprüft. Alle Probanden wurden im Vorfeld auf die Ausschlusskriterien hingewiesen. Sicherheitstest für die A. vertebralis und für Instabilitäten im Bereich C0/C1/C2 wurden durchgeführt. Alle Probanden wurden im Vorfeld von einem Arzt auf ihre Eignung überprüft und zugewiesen. Die hauptsächliche Zusammenarbeit fand mit Dr. Gisinger und seinem Team statt.

Zur Sicherung der Homogenität der Probanden wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien definiert:

2.5.1 Einschlusskriterien

Alle teilnehmenden Probanden mussten sich am Tag der Studie, nach eigener Einschätzung, gesund fühlen sowie folgende Kriterien erfüllen:

- Asymptomatische Probanden im Bereich der HWS
- Der Spineliner muss nach den zweiten Messungen einen oder mehrere Wirbel mit erhöhtem Widerstand (Hypomobilität) diagnostizieren
- Probandenalter zwischen 20 und 45 Jahren, laut Gross et al. (2002) kommt es ab dem 45. Lebensjahr bei 2% der Männer und Frauen zu einer Gefäßverengung bis hin zu einem Gefäßschluss im Bereich der A. vertebralis.
- Probanden welche die Ausschlusskriterien nicht erfüllen
- Unterschrift der Einverständniserklärung und der mündlichen Aufklärung (siehe Daten CD)

2.5.2 Ausschlusskriterien, absoluten Kontraindikationen für spinale manipulative Therapie der WHO

(World Health Organization, 2006)

Alle Probanden wurden vor der Studie darüber befragt ob eine oder mehrere dieser Ausschlusskriterien auf sie zutreffen.

- Anomalien wie Hypoplasie des Dens axis, instabiles Os odontoideum usw.
- Akute Fraktur
- Rückenmarkstumor
- Akute Infektionen wie Osteomyelitis, septische Discitis
- Wirbelsäulentuberkulose
- Hirnhauttumor
- Hämatome im Rückenmark oder intrakanalikuläre Hämatome
- Bösartige Erkrankungen der Wirbelsäule
- Eindeutiger Bandscheibenvorfall mit begleitenden Anzeichen
- Fortschreitender neurologischer Defizite
- Basiläre Invagination der oberen Halswirbelsäule
- Arnold-Chiari-Syndrom der oberen Halswirbelsäule
- Luxation eines Wirbelkörpers
- Aggressive Formen gutartiger Tumore wie aneurysmatische Knochenzysten
- Riesenzelltumore, Osteoblastome oder Osteoidosteome
- Interne Fixierungs- und Stabilisierungsvorrichtungen
- Neoplastische Erkrankung von Muskelgewebe oder anderen Geweben

- Positives Kernig- oder Lhermitte-Zeichen
- Angeborene allgemeine Hypermobilität
- Zeichen oder Muster von Instabilität
- Syringomyelie
- Hydrozephalus unbekannter Ursache
- Diastomyelie
- Kaudasyndrom
- Positiver Sicherheitstest im Bereich der Halswirbelsäule

2.5.3 Kriterien für einen vorzeitigen Abbruch der Messungen oder der HVLA Technik

Wenn während der Messung oder der Anwendung der HVLA Technik folgende Kriterien oder Symptome aufgetreten wären, wäre der Proband aus der Studie genommen worden:

- neurologische Symptome wie Erbrechen, Schwindel, Übelkeit, Kribbeln in den Händen, plötzliches Auftreten von Schmerzen im Nacken oder Kopf, Ohrgeräusche und Anzeichen für eine hypertensive oder hypotone Krise die nach Durchführung der HVLA Technik und/oder der Messung auftreten, welche auf eine Beeinträchtigung der Halswirbelsäule und ihre Strukturen schließen lässt.
- alle sonstigen Symptome die auf eine asymptomatische Reaktion aufgrund der Durchführung der Technik und/oder Messung schließen lässt.
- wenn der Proband aus persönlichen Gründen die Studie beenden möchte

Wenn eines dieser Kriterien erfüllt worden wäre, hätten alle teilnehmenden Personen – Proband, Untersucher und/oder behandelte Person – die Studie für die betroffene Person beendet. Im Fall einer neurologischen Symptomatik hätten sich der Untersuchende und der Behandler um den Proband gekümmert und Schritte zur weiteren Abklärung sowie Sicherung des Probanden eingeleitet.

3. Ergebnisse

3.1 Statistisches Auswertungsverfahren

Als statistisches Auswertungsverfahren wurde der t-Test angewandt. Der t-Test untersucht, ob sich zwei empirische gefundene Mittelwerte systematisch voneinander unterscheiden. Mit Hilfe dieses Testverfahrens ist es möglich festzustellen, ob zwei betrachtete Gruppen in einem untersuchten Merkmal wirklich einen Unterschied aufweisen oder nicht. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS 20.0. Die Häufigkeiten und Durchschnittswerte wurden durch die deskriptive Datenanalyse erhoben. Die Überprüfung der Voraussetzung für den t-Test wurde wie folgt durchgeführt: die Homogenität der Varianzen über den F-Test, die Unabhängigkeit der Daten über die Querschnittsuntersuchung und das Intervallskalenniveau wurden überprüft und bestätigt. Die Mittelwerte aus den Messung für den hypomobilsten Wirbel der 26 getesteten Probanden zeigten, dass eine Normalverteilung gegeben ist. Dass die Daten der Normalverteilung unterliegen, wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test bestätigt.

Als Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ gewählt. Das arithmetische Mittel wird mit M und die Standardabweichung mit SD abgekürzt.

An jeden Probanden wurden vier Messpunkte mit je acht Messungen (C1a bis C7) durchgeführt. Aus der ersten und zweiten Messungen (vor der HVLA-Technik) wurde jeweils nur der hypomobilste Wirbel herangezogen und der durchschnittliche Mittelwert berechnet. Ausschluss fand die C1a Messung, weil es sich hierbei um eine Okziputmessung handelte und nicht um eine Messung des *okzipitoatlantalen Komplexes* C1. Dieser Wirbelwert wurde erst in der Messung C1b erhoben. (siehe Messung, S.32) Aus den weiteren Messungen wurde immer nur der hypomobilste Wirbel, der nach der ersten und zweiten Messung definiert wurde (war bei jeder Messung der hypomobilste Wirbel), genommen und in der Statistik berücksichtigt.

3.2 Statistische Ergebnisse

An der Untersuchung haben 27 Probanden teilgenommen. Ein Proband musste nach den ersten zwei Messungen die Untersuchung aus persönlichen Gründen beenden. Diese Person wurde in der Statistik nicht berücksichtigt. Die verbleibenden 26 Probanden teilten sich in 10 Männer (38.5 %) und 16 Frauen (61.5 %) auf. Alle erfüllten die notwendigen Einschlusskriterien für die Studie. Während der Untersuchung traten bei keiner der Testpersonen Symptome auf die Abbruchkriterien darstellten.



Abbildung 3: Grafische Darstellung der Geschlechtsverteilung (Quelle: Eigene Darstellung)

Das Durchschnittsalter betrug $M=29$ Jahre ($SD = 6.6$) Männer = 32.4 Jahre und Frauen = 26.9 Jahre.

Zwischen der ersten und der zweiten Messung fand keine Manipulation statt. Der durchschnittliche Mittelwert aus diesen beiden ersten Messungen betrug $M=47.8$, $SD=1.2$, bei den Männern $M=48.1$, $SD=0.9$ und bei den Frauen $M=47.7$, $SD=1.4$. Die beiden berechneten Mittelwerte waren zwischen den Geschlechtern nicht signifikant. Vor der dritten Messung wurden von den 26 Probanden 14 Personen manipuliert und 12 Personen nicht manipuliert.

Bei den 14 manipulierten Personen ist eine statistisch höchst signifikante Veränderung ($p < 0,001$) der Mittelwerte zwischen der ersten und zweiten Messungen ($M=47.8$, $SD=1.3$) vs. dritten Messung ($M=44.5$, $SD=3.7$) ersichtlich.

Tabelle 3: Statistik bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 3. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mittelwert aus 1. und 2. Messung	14	47,82	1,34	0,36
3. Messung	14	44,50	3,70	0,99

Tabelle 4: Test bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 3. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	Testwert = 0			95 % Konfidenzintervall der Differenz		
	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittler Differenz	Untere	Obere
Mittelwert aus 1. und 2. Messung	133,64	13	0,000	47,82	47,05	48,60
3. Messung	45,06	13	0,000	44,50	42,37	46,63

Anmerkung. Tabelle 3 und 4 zeigt die statistischen Ergebnisse der 14 Probanden an denen vor der dritten Messung die HVLA Technik durchgeführt wurde in Bezug auf erste und zweite Messung.

Bei jenen 12 Personen, die nicht manipuliert wurden, ist der Unterschied zwischen den Mittelwerten zwischen erster und zweiter Messung ($M=47.8$, $SD=1.3$) vs. dritter Messung ($M=47.6$, $SD=2.7$) wesentlich geringer. Wenn man sich den Unterschied in den Mittelwerten zwischen den 14 manipulierten ($M=44.5$, $SD=3.7$) und den 12 nicht manipulierten ($M=47.6$,

SD=2.7) Probanden in der dritten Messung ansieht, zeigt sich ebenfalls einen statistischen signifikanten Unterschied von $p < 0.05$.

Vor der letzten vierten Messung wurden die letzten 12 Personen manipuliert, welche nicht vor der 3. Messung manipuliert wurden. Die 14 Personen, welche bereits vor der dritten Messung manipuliert wurden, wurden nur noch am Therapiebett in Rückenlage gelagert.

Hier zeigte sich folgendes Bild:

Bei jenen 12 Personen, welche vor der vierten Messung manipuliert wurden ist der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Messung ($M=47.8$, $SD=1.1$) und der vierten Messung ($M=45.9$, $SD=4$) höchst signifikant ($p < 0.001$).

Tabelle 5: Statistik bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 4. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mittelwert aus 1. und 2. Messung	12	47,83	1,09	0,32
4. Messung	12	45,92	3,97	1,15

Tabelle 6: Test bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 4. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	Testwert = 0			95 % Konfidenzintervall der Differenz		
	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittler Differenz	Untere	Obere
Mittelwert aus 1. und 2. Messung	151,45	11	0,000	47,83	47,14	48,53
4. Messung	40,12	11	0,000	45,92	43,40	48,44

Anmerkung. Die Tabellen 5 und 6 zeigen die statistische Ergebnisse der 12 Probanden an denen vor der 4. Messung die HVLA Technik durchgeführt wurde in Bezug auf 1. und 2. Messung.

Der Unterschied, der 12 Personen die erst vor der vierten Messung manipuliert wurden, zwischen der dritten Messung (M=47.6, SD=2.7) und der vierten Messung (M=45.9, SD=4) ist ebenfalls höchst signifikant ($p < 0.001$).

Tabelle 7: Statistik bei einer Stichprobe. Manipulation vor der 4. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
3. Messung	12	47,58	2,68	0,77
4. Messung	12	45,92	3,97	1,15

Tabelle 8: Test bei einer Stichprobe. Manipulation vor der 4. Messung (Quelle: Eigene Darstellung)

	Testwert = 0			95 % Konfidenzintervall der Differenz		
	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittler Differenz	Untere	Obere
3. Messung	61,54	11	0,000	47,58	45,88	49,29
4. Messung	40,12	11	0,000	45,92	43,40	48,44

Anmerkung. Tabelle 7 und 8 zeigen die statistischen Ergebnisse der Probanden an denen vor der vierten Messung die HVLA Technik durchgeführt wurde in Bezug auf die dritte Messung.

Da vor der vierten Messung alle TeilnehmerInnen der Studie manipuliert wurden sind die Unterschiede der Mittelwerte zwischen der ersten und zweiten Messung (M=47.8, SD=1.3) und der 4. Messung (M=45.2, SD=3.6) höchst signifikant ($p < 0.001$).

Betrachtet man die Messunterschiede bei den 14 Personen, die vor der dritten Messung manipuliert wurden, so ist auch hier der Messunterschied zwischen erster und zweiten

Messung (M=47.8, SD=1.3) und vierten Messung (M=44.6, SD=3.2) höchst signifikant ($p < 0.001$).

Die Tatsache ob direkt vor der vierten Messung manipuliert wurde oder nicht, schlägt sich statistisch in der dritten Messung nieder, da jene 14 Personen (M=44.5, SD=3.7), die vor der dritten Messung manipuliert wurden einen statistisch auffallenden niedrigeren Wert hatten, als jene 12 Probanden (M=47.6, SD=2.7), die erst direkt vor der vierten Messung manipuliert wurden. Der Messunterschied bei der vierten Messung ist nicht mehr in dieser Ausprägung vorhanden, weil bei der vierten Messung alle StudienteilnehmerInnen manipuliert worden waren.

Tabelle 9: Gruppenstatistiken (Quelle: Eigene Darstellung)

	1. Sitzung Manipulation J/N	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mittelwert aus 1. und 2. Messung	ja	14	47,82	1,34	0,36
	nein	12	47,83	1,09	0,32
3. Messung	ja	14	44,50	3,70	0,99
	nein	12	47,58	2,68	0,73

Anmerkung. Die Tabelle 9 zeigt die statistischen Ergebnisse der beiden Probandengruppen. Hier wurden die 14 Probanden an denen vor der 3. Messung die HVLA Technik durchgeführt wurden und die 12 Probanden an denen vor der dritten Messung keine HVLA Technik durchgeführt wurde, gegenübergestellt mit der ersten und zweiten Messung. Klar ersichtlich ist der auffallende niedrige Wert der 14 Probanden (HVLA Technik durchgeführt) in der dritten Messung.

3.3 Der Wirbel mit der häufigsten Hypomobilität

Bei einer genauen Betrachtung welcher Wirbel bei allen getesteten Probanden am häufigsten eine Hypomobilität aufwies, zeigt folgendes Bild:

Insgesamt wurde 20 Mal eine HVLA Technik auf dem Halswirbel C1 durchgeführt. Die restlichen sechs Anwendungen der HVLA Technik teilten sich auf die anderen Halswirbel auf.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

3.4.1 Ergebnisse mit Durchführung einer HVLA Technik

Die Durchführung einer HVLA Technik zeigt eine signifikante Reduktion des *Referenzmesswertes der Mobilität*. Nach erfolgter Manipulation kommt es zu höchst signifikanten ($p < 0.001$) Messwertveränderungen. Diese Aussage ist eindeutig in der Gruppenstatistik erkennbar, in der die Probanden an denen eine HVLA Technik durchgeführt und nicht durchgeführt wurde mit den Mittelwerten aus erster und zweiter Messung verglichen wurden. Ebenso sind die Ergebnisse der vierten Messung relevant, an denen man ebenfalls klar erkennen kann, dass die 12 Probanden an denen erst direkt vor der vierten Messung eine HVLA Technik durchgeführt wurde, danach ebenfalls signifikante Messwertveränderungen aufzeigten. Daraus ergibt sich der Schluss, dass die Anwendung einer HVLA Technik statistisch signifikanten Veränderungen am Referenzmesswert der Mobilität erbringt.

3.4.2 Ergebnisse ohne Durchführung einer HVLA Technik

Wenn vor einer Messung keine HVLA Technik durchgeführt wurde, kommt es zu keinen statistischen signifikanten Veränderungen am Referenzmesswert der Mobilität.

Weiters ist an den Probandengruppen gut ersichtlich, dass die Messungen mit einem computergestützten Analyse- und Therapiegerät von Vorteil sind, um zuverlässige, miteinander vergleichbare Werte zu bekommen. Die Zahlenwerte weichen zwischen den einzelnen Messungen, wenn nicht manipuliert wurde, kaum von einander ab. Auch die Zahlenwerte nach Ausführung der HVLA Technik zwischen der dritten Messung in Bezug auf die vierte Messung, zeigen sehr exakte Wiederholungswerte.

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Methodik

Ein wichtiger Bestandteil bei der Ausführung einer HVLA Technik ist das Wiederherstellen der physiologischen Beweglichkeit der *Zygapophysialgelenke*. Dadurch kommt es zu einer Beseitigung einer reversiblen hypomobilen Dysfunktion in diesen Gelenken die durch Gelenktrauma allgemein, Fehlbelastung und reflektorischen Vorgängen verursacht wird (Schildt-Rudloff, Sachse, 2008).

Wie die angeführten Studien in der Einleitung bereits beschrieben haben, gibt es zahlreiche Recheren, die über den positiven Effekt einer HVLA Technik im Bezug auf chronische Schmerzen und bestimmte Krankheitsbilder durchgeführt wurden (Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn, 1995; Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn, 1998; Polkinghorn & Collaca, 2001; Wood, Collaca & Matthewes, 2001; Alcantara, Plaughar & Van Wyngardeb, 2003; Polkinghorn & Collaca, 2003).

Untersuchungen, welche sich mit Veränderungen des manipulierten Wirbels mit messbaren objektiven Parametern bezogen auf Veränderung des Widerstands und der Mobilität der Wirbel beschäftigen, sind jedoch kaum zu finden. Lediglich palpatorische Untersuchungsgänge von Therapeutenhand oder von einer Goniometermessungen bringen Ergebnisse. Diese sind aber auf Grund ihrer interindividuellen Unterschiede für die Vergleichbarkeit gemäß den Kriterien der evidenzbasierten Medizin nicht aussagekräftig (Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer, 2010). Eines der größten Probleme ist die Zuverlässigkeit der manuellen Tests und der Tester untereinander. French, Green & Forbes (2000) beschreiben in ihrer Studie mit drei erfahrenen Chiropraktikern, dass die Untersuchungsergebnisse keine Zuverlässigkeit untereinander bringen. Ähnliches beschreibt auch Christensen et al. (2002).

Die Methodik in dieser Studie, die Beweglichkeitseigenschaften an einzelnen Wirbeln der Halswirbelsäule mittels des Messgerätes Spineliner durchzuführen, erhöht die Objektivität. Bei

den Zahlwertvergleichen der einzelnen Probandengruppen ist gut ersichtlich, dass die Messungen mit einem computergestützten Analyse- und Therapiegerät von Vorteil sind um zuverlässige auswertbare Werte zu erhalten. Die von French, Green & Forbes (2000) und Christensen et al. (2002) angeführten Probleme in der Zuverlässigkeit der Untersuchungsergebnisse konnte damit verhindert werden.

Es konnten deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Halswirbeln von C1a bis C7 aufgezeigt werden. In dieser Studie wurde nur der *Referenzmesswert der Mobilität* des hypomobilsten Wirbels herangezogen. Die erbrachten Ergebnisse waren sehr eindeutig und zeigten den positiven Effekt der HVLA Technik auf den manipulierten Wirbel. Der Mobilitätswert dieser Studie befindet sich nach Anwendung der HVLA Technik zwar immer noch im *Hypomobilitätsbereich*, jedoch konnte eine Reduktion des durchschnittlichen Hypomobilitätswertes erzielt werden. Von einem maximalen Wert von $M=47.8$, $SD=1.2$ konnte eine sofortige Reduktion um 2.67 auf $M=45.19$, $SD=3,16$ gemessen werden. Diese Reduktion um 2.67 entspricht einer Annäherung um 37,2% bezogen auf den durchschnittlichen physiologischen Mittelwert von $M=40.69$, $SD=1,96$ eines Wirbel nach Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009).

Durch die geringen Anzahl von 26 Probanden, ist es leider nur bedingt möglich eine statistische geschlechtsspezifische Aussage zu treffen. Die Aufteilungen in zwei Gruppen mit 10 Männer und 16 Frauen sowie die weitere Unterteilung in eine Untergruppe mit durchgeführter und nicht durchgeführter HVLA Technik, sind statistisch auswertbar. Wegen der kleinen Stichprobe jedoch ist es eher problematische eine Aussage auf die Allgemeinbevölkerung zu schließen. Um auch in diesem Bereich eine Aussage treffen zu können, müssten man versuchen eine ausgewogene Studie, Männer und Frauen, mit mehr Probanden durchzuführen. Die Auswertung wurde durchgeführt (siehe Daten CD), findet in den statistischen Ergebnissen jedoch keine Berücksichtigung.

Es wurde versucht die Studie so objektiv wie möglich zu gestalten. Die Person, welche die Untersuchung am Spineliner durchführte und die Person welche die HVLA Technik durchführte,

wurden in unterschiedlichen Räumen untergebracht und hatten während der Studie keinen Kontakt um sich über die Probanden auszutauschen. Die untersuchende Person hatte bis auf die Arbeit am Spineliner keinen weiteren Bezug auf diese Studie.

Die HVLA Technik wurde durch meine Person, die zugleich Studienleiter und Autor ist, durchgeführt. Da ich lediglich die Technik durchführte und keinen Einfluss auf die Messungen hatte, kann es dadurch auch zu keinen Untersuchungsverzerrungen kommen. Bei einer weiterführenden Studie könnte man natürlich auch diese Aufgabe einer externen Person zuteilen.

Ein Vergleich mit anderen Studien ist nicht möglich. Studien mit dem Spineliner, in denen Messwerte nach Manipulationstechniken dokumentiert wurden, konnten nicht gefunden werden.

Für eine Folgestudie wären weitere Messungen in einem bestimmten Zeitfenster – z.B. nach 60 und nach 120 Minuten nach erfolgter Anwendung der HVLA Technik - sehr interessant. Hierbei könnte versucht werden, die weiteren Veränderungen nach Durchführung einer HVLA Technik und dadurch eventuell entstandene weitere Effekte zu beschreiben.

Die Studie könnte aber auch weiter dahingehend ausgebaut werden, indem die Unterschiede zwischen den einzelnen Wirbeln zu erheben. Hierbei könnten die Mobilitätswerte der darüber- und darunterliegenden Wirbel des manipulierten Wirbels ausgewertet und diese Effekte dokumentiert werden.

Ein möglicher Einwand aus dem Bereich der Osteopathie wäre, dass die Individualität des Menschen und die auf ihn bezogene Physiologie in dieser Studie untergeht. Weiters könnte die Frage gestellt werden, inwieweit für einen Patienten statistische relevante Zahlen auch klinisch relevant sind. Diesem Einspruch kann ich als Osteopath zustimmen, als Studienleiter nur bedingt. In der Osteopathie wird immer versucht den Körper als Ganzes zu sehen. Ein Osteopath würde sich die Frage stellen: Passt der Mobilitätswert der Halswirbelsäule zu dem Rest der Wirbelsäule und des Körpers?

Diese Frage stellt sich die klinische evidenzbasierte Medizin nicht. In dieser werden Normwerte gebraucht, die standardisiert erhoben werden und vergleichbar sind. Die Individualität des Menschen geht dabei zwar völlig verloren, ist aber einer der wenigen Möglichkeiten statistische Aussagen zu treffen und dadurch - so wie in dieser Untersuchung – Techniken messbar zu machen. In dieser Studie sollte keine Aussage darüber getroffen werden, inwieweit eine HVLA Technik eine Veränderung bezogen auf Krankheitsbilder oder der Reduktion chronischer Schmerzzustände erbracht werden kann. Ebenso sollte nicht die Frage beantwortet werden, warum ein Wirbel sich in einer Hypomobilität befindet. Diese Fragen wurden bereits in vielen Studien beantwortet und sind auch in der Einführung beschrieben. Nur die Frage, ob es möglich ist mit einer osteopathischen HVLA Technik eine messbare Veränderung am Wirbel zu erreichen, sollte beantwortet werden.

In wieweit sind diese Veränderungen wichtig für den klinischen Praxisalltag? Um wieviel ein Proband beweglicher ist nach Anwendung einer HVLA Technik, kann auf Grund der statistisch Auswertung nicht gesagt werden da es sich um asymptotische Probanden gehandelt hat. Es kann jedoch durch diese Studie und ihren Ergebnissen eine mögliche Aussage darüber getroffen werden, warum es bei Patienten nach Anwendungen einer HVLA Technik zu einer Veränderungen von Krankheitsbilder oder der Reduktion chronischer Schmerzzustände kommt.

Wenn es gelingt beide Seiten, die osteopathische und die klinische Denkweise zu berücksichtigen und wenn es möglich ist dies in Studien zu vereinen, dann ist das Ergebnis für beide Blickwinkel von Vorteil und für Patienten die Anwendung der einzelnen Konzepte dadurch noch effektiver.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Ergebnisse nach Durchführung einer HVLA Technik am Probanden

Nach Durchführung einer HVLA Technik kommt es in dieser Studie zu einer signifikanten Veränderung des *Referenzmesswertes der Mobilität*. In jeder Gruppe wurde nach Durchführung dieser Technik ein signifikantes Niveau von $p < 0,001$ erreicht. Dadurch ist es auch möglich die Null- und Alternativhypothese zu beantworten.

Nullhypothese

Die HVLA Technik bringt keine messbare Veränderung in der Mobilität des hypomobilen Wirbels.

Nullhypothese muss verworfen werden.

Alternativhypothese:

Die HVLA Technik bringt eine messbare Veränderung in der Mobilität des hypomobilen Wirbels.

Alternativhypothese kann angenommen werden.

4.2.2 Ergebnisse nach Nichtdurchführung einer HVLA Technik am Probanden

Wenn vor einer Messung keine HVLA Technik durchgeführt wird, kommt es zu keinen statistisch relevanten Messveränderungen der Mobilität.

Die Messungen zeigten, dass der Mittelwert der dritten Messung (der 12 Probanden welche nicht manipuliert wurden) im Bezug auf den Mittelwert aus erster und zweiter Messung (an noch keinen Probanden wurde die HVLA Technik durchgeführt) nicht verändert waren.

5. Konklusion

Das Ziel dieser Studie, über die Ausführung einer HVLA Technik, einen messbaren Nachweis über den Effekt einer solchen Manipulationstechnik zu erbringen, wurde erreicht.

Überprüft wurde dieser Effekt über die Veränderung des Referenzmesswertes der Mobilität, gemessen durch den Spineliner, auf den hypomobilsten Wirbel. Es konnte ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Behandlungsgruppen aufgezeigt werden.

In dieser Studie wird als *Referenzmesswert die Mobilität* herangezogen. Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) beschreiben in ihrer Studie, dass der *Parameter Mobilität* für die Diagnostik von Hypomobilitäten eines Wirbelsäulensegments am Besten geeignet scheint.

Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) ermittelten den Mittelwert der Mobilität (Einheiten) mit (M=40.69, SD=1,96). Liegt nach der Messung eines Wirbels der Wert über diesem Mittelwert so handelt es sich um eine Hypomobilität.

Die statistische Auswertung der Spineliner Messergebnisse, zeigen eine höchst signifikante Veränderung in den Messungen nach der HVLA Technik.

Vor der dritten Messung wurde an 14 Probanden die HVLA Technik durchgeführt. Bei diesen Personen, ist eine statistisch höchst signifikante Veränderung ($p < 0.001$) der Mittelwerte zwischen der dritten Messung (M=44.5, SD=3.7) und der ersten und zweiten Messung (M=47.8, SD=1.3) ersichtlich. Bei jenen 12 Probanden, an denen nicht die HVLA Technik durchgeführt wurde, ist kein Unterschied zwischen den Mittelwerten aus der dritten Messung (M=47.6, SD=2.7) im Bezug auf erste und zweite Messung (M=47.8, SD=1.3) zu finden. Der Unterschied in den Mittelwerten zwischen den 14 manipulierten (M=44.5, SD=3.7) und den 12 nicht manipulierten (M=47.6, SD=2.7) Probanden aus der dritten Messung, ist auf einen höchst signifikanten Niveau ($p < 0.001$). Bei jenen 12 Probanden, an denen erst vor der vierten Messung die HVLA Technik durchgeführt wurde, ist der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Messung (M=47.8, SD=1.3) und der 4. Messung (M=45.9, SD=4) höchst signifikant ($p < 0.001$).

Am aussagekräftigsten ist also der statistische Mittelwert zwischen den beiden Gruppen in der dritten Messung im Bezug auf erste und zweite Messung. Weiters ist die Mittelwertsveränderung der Gruppe, an denen erst vor der vierten Messung die HVLA Technik durchgeführt worden ist, im Bezug auf die erste und zweite Messung und dritte Messung sehr aussagekräftig.

Der durchschnittliche Mittelwert vor Anwendung der HVLA Technik in dieser Studie betrug $M=47.8$, $SD=1.2$, bei den Männern $M=48.1$, $SD=0,9$ und bei den Frauen $M=47.7$, $SD=1,4$. Die beiden berechneten Mittelwertesunterschiede waren zwischen den Geschlechtern nicht signifikant. In der Studie von Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009), liegt der Mittelwert der Mobilität (Einheiten) aller 137 Probanden bei $M=40.69$, $SD=1,96$.

Der durchschnittliche Mittelwert dieser Studie *übersteigt den Mobilitätswert* von Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) *also um 7.17* vor der HVLA Technik. Nach Anwendung der HVLA-Technik an allen Probanden, konnte eine *Reduktion des Mobilitätswertes auf $M=45.19$, $SD=3,16$* erzielt werden. Der durchschnittliche Mittelwert dieser Studie übersteigt zwar den Mobilitätswert von Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) noch um 4.5, brachte aber eine sofortige Reduktion um 2.67. Diese Reduktion um 2.67 entspricht einer Annäherung um 37.2% bezogen auf den durchschnittlichen Mittelwert von Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009).

Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Messungen mit einem computergestützten Analyse- und Therapiegerät von Vorteil sind um zuverlässige Messwerte zu erhalten. Die erbrachten Ergebnisse waren sehr eindeutig und zeigten den positiven Effekt der HVLA Technik.

6. Literaturverzeichnis

- Alcantara, J., Plaucher, G. & Van Wyngarden, DL. (2003). *Chiropractic care of a patient with vertebral subluxation and Bell's palsy*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 26(4), 253.
- Barnes, PL., Laboy F3rd, Noto-Bell, L., Nelson, J., Ferencz, V., Kuchera ML. (2013). *A comparative study of cervical hysteresis characteristics after various osteopathic manipulative treatment (OMT) modalities*. Journal of bodywork and movement therapies, 17(1), 89-94. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.10.004.
- Beyer, L., Tilscher, H., Rizzi, C. & Nordmeyer, V. (2008). *Eigenschaften spinaler segmentaler Beweglichkeit*. Manuelle Medizin, 46, 3-8. doi:10.1007/s00337-008-0597-2
- Beyer, L., Nordmeyer, V., Sief, R. & Tilscher, H. (2009). *Beweglichkeit der Wirbelsäulensegmente*. Manuelle Medizin, 5, 310-24. doi:10.1007/s00337-009-0712-z
- Beyer, L. (2009). *Untersuchung und Behandlung mit den Händen – Varianten einer Manuellen Medizin*. Manuelle Medizin, 1, 73-75. doi:10.1007/s00337-009-0661-6
- Beyerlein, C. (2002). *Geschichte der spinalen Manipulation von Hippokrates bis heute*. Zeitschrift für Physiotherapeuten, 54, 1780-84.
- Bogduk, N. (2000). *Klinische Anatomie von Lendenwirbelsäule und Sakrum*. Übers.: Heimann, K., Springer: Berlin u.a
- Christensen, HW., Vach, W., Vach, K., Manniche, C., Haghfelt, T., Hartvigsen, L. & Høilund-Carlsen, PF. (2002). *Palpation of the upper thoracic spine: an observer reliability study*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 25(5), 285-92.

- Cramer, G.D., Tuck, N.R., Knudsen, J.T., Fonda, S.D., Schliesser, J.S., Fournier, J.T., Patel, P. (2000). Effects of side posture positioning and side posture adjusting on the lumbar zygapophysial joints as evaluated by magnetic resonance imaging: a before and after study with randomization. *Journal of manipulative physiological therapeutics*, 23(6), 380-94.
- Deutsch-Amerikanische Akademie für Osteopathie. (2012). HVLA Technik?. Verfügbar unter <http://www.daaio.info/internet/osteopathie/techniken.html> [Zugriff am: 30.06.2012].
- French, SD., Green, S. & Forbes, A. (2000). *Reliability of chiropractic methods commonly used to detect manipulable lesions in patients with chronic low-back pain*. *Journal of manipulative physiological therapeutics*, 23(4), 231-8.
- Gibbons. P., Tehan. P. (2001). *Patient positioning and spinal locking for lumbar spine rotation manipulation*. *Manual therapy*, 6(3), 130-138.
- Grieve, G.P. (1988). *Common vertebral joint problems*. New York: Churchill Livingstone. 525-526.
- Gross, S., Haus. E. (2002). *Innere Medizin*. München: Urban Fischer. 76.
- Haaker, R., Schopphoff, E. & Kielich, T. (1996). *Untersuchung zur HWS-Beweglichkeit mit dem Cebris-Bewegungsanalyse-systems*. *Orthopädische Praxis*, 11, 733-737.
- Herzog, W. (2000). *Clinical Biomechanics of Spinal Manipulation*. Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Hong-Wan, N., Ee-Chon. T., Quing-Hang. Z. (2004). *Biomechanical effects of C2-C7 intersegmental stability due to laminectomy with unilateral and bilateral facetomy*. *Spine*, 29(16), 1737-1745.

- Jordan, K. (2000). *Assessment of published reliability studies for cervical spine range-of-motion measurement tools*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 23(3), 180-95.
- Kandel E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (2000). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Companies Inc: London. 717.
- Keller, TS. & Colloca, C.J. (2000). *Mechanical force spinal manipulation increases trunk muscle strength assessed by electromyography: a comparative clinical trial*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 23(9), 585-95.
- Klein, P., Sommerfeld, P. (2007). *Biomechanik der Wirbelsäule, Grundlagen, Erkenntnisse und Fragestellungen*. (1. Auflage) (96-126). München: Urban&Fischer.
- Krömer, J. (2001). *Funktions – CT in der Begutachtung der Halswirbelsäule – Beschleunigungsverletzung sowie Bewegungsanalyse der Halswirbelsäule mit ZEBRIS CMS 100*. Verfügbar unter www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/.../diss.pdf. [Zugriff am 09.04.2012].
- Liem, T., Dobler, T.K. (2010). *Therapeutische Grundlagen*. In T.K., Dober (Hrsg.) *Leitfaden Osteopathie*. (3. Auflage) (132-196). Parietale Techniken. München: Urban&Fischer
- Marcotte, J., Normand, MC. & Schwarz, P. (2002). *The kinematics of motion palpation and its effect on the reliability for cervical spine rotation*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 25, E7.
- Mior, SA., McGregor, M. & Schut, B. (1990). *The role of experience in clinical accuracy*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 13(2), 68-71.
- Osterbauer, P.J., Derickson, KL., Peles, JD., DeBoer, KF., Fuhr, AW. & Winters, JM. (1992). *Three-dimensional head kinematics and clinical outcome of patients with neck injury treated with spinal manipulative therapy: a pilot study*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 15(8), 501-11.

- Physikgrundlagen (2012). *Was ist kinetische Energie?*. Verfügbar unter <http://www.wurditsch.de/physik/kinet2.html>, [Zugriff am: 01.07.2012].
- Physikgrundlagen (2012). *Was ist potentielle Energie?*. Verfügbar unter <http://www.wurditsch.de/physik/potentiell.html>, [Zugriff am: 01.07.2012].
- Polkinghorn, BS. (1995). *Chiropractic treatment of frozen shoulder syndrome (adhesive capsulitis) utilizing mechanical force, manually assisted short lever adjusting procedures*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 18(2), 105-15.
- Polkinghorn, BS. (1998). *Treatment of cervical disc protrusions via instrumental chiropractic adjustment*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 21(2), 114-21.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (1998). *Treatment of symptomatic lumbar disc herniation using activator methods chiropractic technique*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 21(3), 187-96.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (2001). *Chiropractic treatment of postsurgical neck syndrome with mechanical force, manually assisted short-lever spinal adjustments*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 24(9), 589-95.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (2003). *Chiropractic management of chronic chest pain using mechanical force, manually assisted short-lever adjusting procedures*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 26(2), 108-115.
- Rustler, T. (2007). *Der Spineliner im klinischen Einsatz*. Aktion Gesunder Rücken, 37, 41-44.
- Rustler, T. & Tilscher, H. (2010). *Therapeutische Effizienz der Manipulationsbehandlung der Halswirbelsäule mittels Spineliner (Therapie des chronischen Zervikalsyndroms mit dem Spineliner)*. Ludwig-Bolzmann-Institut für konservative Orthopädie.

- Rustler, T. (2011). *Spineliner-Seminar*.
- Sandoz, R. (1976). *Some physical mechanisms and effects of spinal adjustments*. Ann Swiss chiropractic association, 6, 91-142.
- Schildt-Rudloff, K., Sachse, J. (2008). *Wirbelsäule. Manuelle Untersuchung und Mobilisationsbehandlung für Ärzte und Physiotherapeuten*. (5. Auflage). München: Urban&Fischer.
- Simmonds, MJ., Kumar, S. & Lechelt, E. (1995). *Use of a spinal model to quantify the forces and motion that occur during therapists' tests of spinal motion*. Physical therapy, 75(3), 212-22.
- Smith, TJ. (1991). *In vitro spinal biomechanics. Experimental methods and apparatus*. Spine, 16(10), 1204-10.
- Strimpakos, N., Sakellari, V., Gioftos, G., Papathanasiou, M., Brountzos, E., Kelekis, D., Kapreli, E. & Oldham, J. (2005). *Cervical spine ROM measurements: optimizing the testing protocol by using a 3D ultrasound-based motion analysis system*. Cephalalgia, 25(12), 1133-45.
- Tillmann, B., Töndury, G. (1998). *Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas, Bewegungsapparat*. (2. Auflage) (234-236). Stuttgart-NewYork: Georg Thieme Verlag.
- Van Triffel, E., Anderegg, Q., Bossuyt, PM. & Lucas, C. (2005). *Inter-examiner reliability of passive assessment of intervertebral motion in the cervical and lumbar spine: a systematic review*. Manual therapy, 10(4), 256-69.
- Vernon, HT., Aker P.D., Burns S, Viljakaanen, S., Short. L. (1990). *Pressure pain threshold evaluation of the effect of spinal manipulation in the treatment of chronic neck pain: a pilot study*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 13(1), S. 13-16.

- Wood, TG., Colloca, CJ. & Matthews, R. (2001). *Pilot randomized clinical trial on the relative effect of instrumental (MFMA) versus manual (HVLA) manipulation in the treatment of cervical spine dysfunction*. *Journal of manipulative physiological therapeutics*, 24(4), 260-71.
- World Health Organization. (2006). *WHO Guidelines on basic training and safety in chiropractic*. World Health Organization.
- Zahornitzky, W., Keusch, R., Tilscher, H., Beyer, L. (2010). *Spinelinerbehandlung des oberen Zervikalsyndroms - Eine Anwendungsbeobachtung*. *Manuelle Medizin*, 1, 1-8. doi:10.1055/s-0029-1238212

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Orientierung der Gelenksflächen	19
Tabelle 2: Darstellung des Studienablaufs	26
Tabelle 3: Statistik bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 3. Messung	39
Tabelle 4: Test bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 3. Messung	39
Tabelle 5: Statistik bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 4. Messung	40
Tabelle 6: Test bei einer Stichprobe. 1. und 2. Messung vs. 4. Messung	40
Tabelle 7: Statistik bei einer Stichprobe. Manipulation vor der 4. Messung	41
Tabelle 8: Test bei Stichprobe. Manipulation vor der 4. Messung	41
Tabelle 9: Gruppenstatistiken	42

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwingungsamplitude	12
Abbildung 2: Zeigt die individuelle Wellenformanalyse des Spineliners, links grafische Analyse und rechts die für diese Studie relevanten Zahlenwerte	14
Abbildung 3: Grafische Darstellung der Geschlechtsverteilung	38

9. Summary

The effect of a High Velocity Low Amplitude Technique (HVLA technique) on the mobility of the cervical spine – evaluated with the Spineliner

9.1 Introduction

9.1.1 Outline of the problem

Reports about joint manipulations date back to the times of Hippocrates. In the 20th century the large schools of osteopathy and chiropractics emerged (Beyerlein, 2002). Numerous studies (Alcantara, Plaughner & Van Wyngardeb, 2003; Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn, 1995; Polkinghorn, 1998; Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn & Collaca, 2001; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001) have repeatedly tried to describe the effect of a High Velocity Low Amplitude technique (HVLA technique) on a hypomobile vertebra and the resulting changes. Similarly numerous studies have looked at the efficacy of this kind of technique in other regions of the body (Alcantara, Plaughner & Van Wyngardeb, 2003; Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn, 1995; Polkinghorn, 1998; Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn & Collaca, 2001; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001). The literature research for the present paper provided studies which look at many different regions of the body. Some of these studies examine specific clinical pictures; others only consider chronic pain and restricted mobility.

In studies looking at patients with post-surgical neck pain (Polkinghorn & Collaca, 2001), Bell's palsy (a form of facial paralysis) (Alcantara, Plaughner & Van Wyngardeb, 2003), frozen shoulder syndrome (Polkinghorn, 1995), disc prolaps (Polkinghorn & Collaca, 1998; Polkinghorn, 1998) and chronic pain patients with and without restrictions of movement (Osterbauer et al., 1992; Polkinghorn & Collaca, 2003; Wood, Collaca & Matthewes, 2001) the positive effect of an HVLA technique on a hypomobile vertebra could be demonstrated. In these

studies the patients' symptoms could in part be eliminated completely or improved considerably.

The effects of an HVLA technique can be assessed through the amplitude of movement of specific regions of the spine and through the subjective perception of the patients regarding the improvement of their symptoms. However, it is difficult to find studies that look at changes of the manipulated area of the spine with measurable parameters in terms of changes in the resistance and the mobility of the vertebrae. The only studies that could be found and brought results were studies using methods involving the palpatory examination by the therapist or goniometer measurements. For the present study the amplitudes of movement measured with the goniometer for subsequent analysis are not of interest because they refer to more than one vertebral segment. Manual palpatory tests make comparability in terms of the criteria of evidence-based medicine (Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer, 2010) more difficult due to their individual differences.

One of the biggest problems is the reliability of manual tests as such, as well as the inter-operator reliability. In their study involving three experienced chiropractors French, Green & Forbes (2000) state that the examination results do not show any inter-operator reliability. A similar statement can be found by Christensen et al. (2002). Simmonds, Kumar & Lechelt (1995) ascribe the bad reproducibility of the results to the fact that the input of force of the operators is not sufficiently taken into account and their ability to feel the mobility is overestimated. In his in-vitro biomechanical study of the spine Smith (1991) emphasizes that study results can only be validated on the basis of the measurement of force, length or pressure or combinations of these three aspects. In addition to these parameters, Mior, McGregor & Schut (1990) also mention the importance of the practical experience of the therapist. Jordan (2000) and Van Triffel, Anderegg, Bossuyt & Lucas (2005) compare numerous studies with regard to the aspect of "inter-examiner reliability" and only identify small consistencies. In his study Strimpakos (2005) demonstrates that the most reliable way of evaluating the mobility of the cervical spine is passive measurement without active participation

of the patient. Marcotte, Normand & Black (2002) mention that the reliability of a test depends on its standardization and that instrumental measurements improve reproducibility.

Due to the fact that manual tests only provide little or no reliability at all regarding the reproducibility of examination results (as mentioned above) the measurement method of choice in the present study involves a computer-assisted appliance for analysis and therapy: the Spineliner. This apparatus facilitates the collection of standardized and computer-based measurements relating to each individual vertebra. The measurements refer to the resistance, frequency and mobility of the individual vertebra.

The aim of the present study is to evaluate the effect of an HVLA technique on a vertebra with regard to the *reference measurement value* 'mobility'. In particular the *momentary* effect immediately after the application of the HVLA technique shall be made measurable. This means that the direct influence of the technique is measured and thus can be described. The objective is not to make any statements about changes relating to specific clinical pictures or the reduction of chronic pain conditions. Nor is it to answer the question why the vertebra is hypomobile in the first place.

The present study uses 'mobility' as *reference measurement value*. In their study Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) state that the *parameter mobility* seems to be most appropriate for diagnosing the restrictions of movement of a vertebral segment.

A hypomobile vertebra is identified by the Spineliner. Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) established the arithmetic mean of the mobility values with $M=40.69$, $SD=1.96$. If the measurement value of a vertebra lies above this mean the vertebra is hypomobile. The arithmetic mean is abbreviated with M while the abbreviation SD is used for the standard deviation.

9.2 Methodology

9.2.1 Research question

What effect does an HVLA technique have on the mobility of a cervical vertebra, measured with the Spineliner?

9.2.2 Null hypothesis

The HVLA technique does not cause any measurable changes in the mobility of the hypomobile vertebra.

9.2.3 Alternative hypothesis

The HVLA technique causes a measurable change in the mobility of the hypomobile vertebra.

9.2.4 Study design and data collection procedures

The present study belongs to the field of fundamental research. It looks at the region of the cervical spine and was carried out at the Practice for Orthopedics and Orthopedic Surgery of Dr. Bernhard Gisinger, Donaustadtstrasse 1, 1220 Vienna.

Before the first measurement the 26 test persons were informed about the aims, contents, duration and procedure of the examination/measurement and treatment as well as the risks involved and the protection of data privacy. The test persons had the possibility to revoke their consent at any moment or refuse the measurement or manipulation. Participation in the study was explicitly voluntary. The test persons were referred to the therapist by medical doctors who excluded any contraindications. At any time during the study the test persons were free to stop the examination or manipulation procedure.

The aim was to make the study as objective as possible. One person carried out all measurements with the Spineliner and one person delivered all HVLA techniques. A third

person was responsible for administrative work to ensure a trouble-free course of events. The study was implemented on a single day.

The patients participated in four measurements where 8 vertebrae were measured (C1a to C7) and two treatments. Thus the projected procedure for each test person was: measurement 1 – measurement 2 – manipulation/no manipulation – measurement 3 – manipulation/no manipulation and final measurement 4.

Table 1: Illustration of the study procedure (Source: author's own)

<i>Measurement 1</i>	<i>Measurement 2</i>	<i>Treatment 1</i>	<i>Measurement 3</i>	<i>Treatment 2</i>	<i>Measurement 4</i>
		<i>manipulation /</i>		<i>manipulation /</i>	
		<i>no manipulation</i>		<i>no manipulation</i>	

The person who carried out the measurements was not informed about who received an HVLA technique in the first or second treatment and who did not. Each test person received one HVLA technique in one of the treatment sessions while they did not receive an HVLA technique in the other session. The decision of whether the HVLA technique was delivered in the first or second treatment was made by the person who delivered the technique at random. However, the application had to be documented and also each unsuccessful delivery of an HVLA technique had to be recorded. For the statistical analysis a balanced distribution of manipulated test persons between treatment 1 and treatment 2 had to be given.

The measurements were always carried out under standardized conditions in the so-called Spineliner chair. After the patient assumed the correct seating position the first measurement was carried out.

The first measurement took place before the first treatment. The Spineliner analyzes the mobility of each cervical vertebra from C1a to C7 and defines whether there is one or more

hypomobile vertebra/e. The test person remained in the same seated position and a second measurement was carried out.

The second measurement also took place before the first treatment. The first and second measurements were carried out to find out whether changes occurred through the first measurement and whether the identified hypomobile vertebra/e was/were still present. For the statistical analysis the mean value of the first and second measurement were calculated.

The person who carried out the Spineliner measurements informed the test persons about their most hypomobile vertebra. The test persons were supposed to pass this information on to the person who delivered the HVLA technique. Immediately after the second measurement the test persons proceeded to the first treatment.

In the first treatment the HVLA technique was either applied or not applied to the most hypomobile vertebra. In case the Spineliner had identified several hypomobile vertebrae, only the vertebra with the biggest hypomobility was considered. The measurement of C1a was not taken into account for the HVLA technique since it is a measurement of the occiput alone and not of the *occipito-atlantal complex* C1. This vertebral value was determined in the measurement C1b. The segment C1a was not manipulated.

In the instances where no HVLA technique was applied, the test person was positioned for 30 seconds on the therapy table in the same lying position as for the application of the technique without winding up for the HVLA technique. The 30 seconds correspond to the time that is necessary for the application of the HVLA technique. Afterwards the test persons had to immediately proceed to the third measurement.

The HVLA technique was applied on an adjustable treatment table. No pillows or similar supporting material were used. The HVLA technique was delivered with the patient in the supine position. This position was chosen because it is the position most commonly used in practice to apply this type of manipulation.

The third measurement was carried out after the HVLA technique had been either applied or not applied. The person operating the Spineliner was not informed by the test persons if they

had received an HVLA technique or not. Again each test person was positioned correctly by the operator and the Spineliner analyzed the individual cervical vertebrae from C1a to C7. The test persons were not informed about changes in the measurements. After this measurement the test persons were asked to immediately proceed to the second treatment.

Again the patients received or did not receive an HVLA technique for the most hypomobile vertebra according to the Spineliner measurement. The person applying the HVLA did not receive any information about the third measurement. The test persons who did not receive an HVLA technique this time were positioned as described above for the first treatment session. Subsequently the test persons had to immediately proceed to the fourth measurement.

The fourth measurement took place after the application or non-application of the HVLA technique. It was the final Spineliner measurement. Again the patient was positioned correctly and the measuring device analyzed the mobility of each cervical vertebra from C1a to C7.

A comparison of the values from the first and second measurement with the values from the third and fourth measurement showed the changes in the individual cervical vertebrae brought about by the HVLA technique. The aim was to use the data to obtain information about possible changes regarding the *reference value of 'mobility'*.

9.3 Parameter

9.3.1 Primary outcome parameter

The primary outcome parameter was the mobility. The mobility indicates the relation of time to maximum excursion and the total duration ($\text{Time to maximum excursion} / \text{time of total duration} \times 100 = \text{numerical value}$). Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) calculated the arithmetic mean of the mobility value with $M=40.69$, $SD=1.96$. If the measurement value of a vertebra was above this mean value the vertebra was considered hypomobile. The aim was to reduce the value of the hypomobile vertebra.

9.4 Material

9.4.1 Spineliner measuring device

The Spineliner was used as measuring device. This appliance is used for computer-assisted diagnosis and treatment of painful functional disturbances in the locomotor system, in particular in the region of the spine. It applies the physical principle of energy transformation. This means that kinetic energy is transformed into potential energy which is transformed in kinetic energy again. This produces the phenomenon of vibration absorption which can be measured and quantified. An impulse is given to a segment which makes the segment vibrate. A piezoelectric sensor perceives the segment's reaction to the impulse before the overlying muscles can react to it with their natural response of contraction. The piezoelectric sensor produces an extra-low voltage which is then digitally processed.

The calculation of the inverse logarithm of the absorption coefficient of the tested segment is represented in the form of sinus curves and bar charts (Rustler 2010; Zahornitzky, Keusch, Tilscher & Beyer 2010).

9.4.2 Measurement procedure

The measurements were always carried out under standardized conditions in the so-called Spineliner chair.

The measurement was effected by means of a piezoelectric sensor. The impulses were given to the skin and tissues overlying the individual vertebral segments. The impulses were delivered after applying the sensor to the skin with a pre-load of 2.7 kg. The impulse itself had a duration of <1 ms and an intensity of 421.84g/cm². In every measurement only a single impulse was delivered to each cervical vertebra. The head of the sensor was placed on the spine so that the bifid end of the sensor head was oriented cranially and had a contact on both sides of the spinous process. Caudally the sensor head was angled at 45 degrees. The position of the bifid fork-like sensor head was stabilized by the operators thumb and middle finger at each

side, while the index finger palpated the spinous processes. Depending on the vertebral segment the angle of inclination of the sensor head was varied and adapted to the plane of the articular facets.

To avoid any protective tension in the patients' tissues a test impulse was delivered to the test persons' hands to let them know that the procedure was absolutely pain free.

Under these standardized conditions it was possible to obtain measureable parameters for each individual segment. (Beyer, Tilscher, Rizzi & Nordmeyer, 2008; Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher, 2009)

Since the Spineliner measurement involves an impulse (as described above) to each individual vertebra, a second measurement had to be carried out immediately after the first measurement to exclude any influence of the measurement procedure itself.

9.4.3 Measurement

Eight measurements (C1a, C1b, C2, C3, C4, C5, C6, C7) were carried out at each moment of measurement in the region of the cervical spine. The measurement of C1a was not taken into account for the HVLA technique since it is a measurement of the occiput alone and not of the *occipito-atlantal complex* C1. This vertebral value was determined in the measurement C1b. The segment C1a was not manipulated.

9.5 Description of the sample population

26 male and female persons were recruited for this study and checked for their suitability. All test persons received information about the exclusion criteria. Safety tests for the vertebral artery and any instability in the region of C0/C1/C2 were carried out. In the run-up to the actual study period all test persons were examined by a medical doctor with regard to their suitability. The doctor referred them for the study. In this context, the cooperation mainly involved Dr. Gisinger and his team.

To ensure homogeneity of the sample population the following inclusion and exclusion criteria were defined:

9.5.1 Inclusion criteria

It was important that all participants felt healthy on the day of the study (according to their own perception) and fulfilled the following criteria:

- Asymptomatic in the region of the c-spine
- The Spineliner must have identified one or several vertebra/e with increased resistance (hypomobility) after the first two measurements
- Age of test persons between 20 and 45 years. According to Gross et al. (2002) a narrowing of the vessels or even vascular obliteration of the vertebral artery starts to occur in 2% of male and female patients older than 45 years.
- Test persons must not fall in the category of one of the exclusion criteria
- Signature of a declaration of consent after comprehensive verbal information

9.5.2 Exclusion criteria, absolute contraindications for spinal manipulative therapy issued by the WHO

(World Health Organization, 2006)

In the run-up to the study all test persons were questioned to find out whether they fulfilled one or several of the following exclusion criteria:

- Anomalies like hypoplasia of the dens axis, instable os odontoideum etc.
- Acute fracture
- Spinal cord tumor
- Acute infections like osteomyelitis, septic discitis
- Spinal tuberculosis

- Meningeal tumor
- Hematoma in the spinal cord or intracranial hematoma
- Malign conditions of the spine
- Clear disc prolaps with accompanying symptoms
- Progressive neurological deficits
- Basilar invagination of the upper cervical spine
- Arnold-Chiari Syndrome of the upper cervical spine
- Dislocation of a vertebral body
- Aggressive forms of benign tumors like aneurismal bone cysts
- Giant cell tumors, osteoblastoma or osteoid osteoma
- Internal fixation or stabilization appliances
- Neoplastic conditions of muscle or other tissues
- Positive Kernig's or Lhermitte's sign
- Congenital general hypermobility
- Any sign or pattern of instability
- Syringomyelia
- Hydrocephalus of unknown origin
- Diastematomyelia
- Cauda equina syndrome
- Positive safety test in the region of the cervical spine

9.6 Results

9.6.1 Statistic analysis

The statistical test of choice was the t-test. The statistical analysis was carried out by means of the software SPSS 20.0. The frequency of occurrence and mean values were determined by means of descriptive data analysis. The preconditions for the t-test were checked as follows: the homogeneity of variance was confirmed with the F-test; the independence of data was established through the cross-sectional study; and also the interval scale level was evaluated and confirmed. The mean values of the measurements to identify the most hypomobile vertebra of the 26 test persons showed that a normal distribution was given. That the data are normally distributed was confirmed by means of the Kolmogorov-Smirnov-Test.

$p < 0.05$ was chosen as level of significance. The arithmetic mean is abbreviated with M, while the standard deviation is abbreviated with SD.

Eight measurements (C1a to C7) were carried out for each participant at four different moments. Based on the first and second measurements (before application of the HVLA technique) the most hypomobile vertebra was defined and the mean value calculated. The measurement of C1a was not taken into account for the HVLA technique since it is a measurement of the occiput alone and not of the *occipito-atlantal complex* C1. This vertebral value was determined in the measurement C1b. Only the most hypomobile vertebra that was identified in the first two measurements was considered in the subsequent measurements (it was in all measurements the most hypomobile) and in the statistical analysis.

9.6.2 Results of the statistical analysis

26 test persons, 10 male (38.5 %) and 16 female (61.5 %) participated in the study. All fulfilled the necessary inclusion criteria for the study. During the study period none of the test persons developed symptoms which would have been reasons to drop out of the study.

The average age was $M = 29$ years ($SD = 6.6$); men = 32.4 years and women = 26.9 years.

Between the first and second measurements no manipulation was applied. The mean value of the first two vertebral measurements was $M=47.8$, $SD=1.2$; for the male participants it was $M=48.1$, $SD=0.9$ and for the female participants it was $M=47.7$, $SD=1.4$. The two calculated mean values did not show a significant difference between the two genders. Before the third measurement 14 of the 26 test persons were manipulated, while 12 were not.

For the 14 manipulated persons a statistically highly significant change ($p<0.001$) of the mean value of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.3$) in comparison with the third measurement ($M=44.5$, $SD=3.7$) could be observed.

For the 12 persons who were not manipulated the difference between the mean value of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.3$) and the third measurement ($M=47.6$, $SD=2.7$) was considerably smaller. A comparison of the mean values of the 14 manipulated ($M=44.5$, $SD=3.7$) and the 12 not manipulated ($M=47.6$, $SD=2.7$) test persons in the third measurement showed a statistically significant difference of $p < 0.05$.

Before the fourth and final measurement the 12 test persons who were not manipulated before were manipulated. The 14 participants who were already manipulated before the third measurement were only positioned supine on the treatment table.

The fourth measurement produced the following results:

In the case of the 12 persons who were manipulated before the fourth measurement the difference between the mean value of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.1$) and the mean value of the fourth measurement ($M=45.9$, $SD=4$) was highly significant ($p < 0.001$).

Similarly, the 12 persons who were manipulated before the fourth measurement showed a highly significant ($p < 0.001$) difference between their values of the third ($M=47.6$, $SD=2.7$) and fourth measurement ($M=45.9$, $SD=4$).

Since all participants in the study had been manipulated before the fourth and final measurement, the difference of the mean value of the first and second measurements ($M=47.8$,

SD=1.3) in comparison with that of the fourth measurement (M=45.2, SD=3.6) is highly significant ($p<0.001$).

In the case of the 14 participants who were manipulated before the third measurement a comparison of the mean value of the first and second measurements (M=47.8, SD=1.3) with that of the fourth measurement (M=44.6, SD=3.2) shows that the difference is also highly significant ($p<0.001$).

The aspect of whether the manipulation was applied directly before the fourth measurement or the third measurement is reflected in the statistical analysis, since the 14 test persons who were manipulated before the third measurement had a statistically remarkable lower value in this third measurement (M=44.5, SD=3.7) than the 12 test persons (M=47.6, SD=2.7) who were not manipulated until before the fourth measurement. The difference in the fourth measurement is not that pronounced anymore because at the moment of the fourth measurement all participants had been manipulated.

9.7 Discussion

An important objective in the application of an HVLA technique is to restore the physiological mobility of the *zygapophyseal joints*. The manipulation has the effect of eliminating a reversible hypomobile dysfunction in the joints which usually is caused by trauma, inappropriate stress and reflex responses (Schildt-Rudloff, Sachse, 2008).

The methodology applied in this study project to assess the mobility of individual vertebra of the cervical spine by means of the Spineliner measuring device increases the objectivity of the results. A comparison of the numerical values of the individual groups of test persons shows clearly that the measurements with a computer-assisted device for therapy and analysis facilitates the collection of reliable data for analysis. The problems of reliability of the study results mentioned by French, Green & Forbes (2000) and Christensen et al. (2002) could thus be avoided.

Clear differences could be identified between the individual cervical vertebrae from C1a to C7. In this study only the *reference value* of the 'mobility' of the most hypomobile vertebra was considered. The results were very clear and demonstrated a positive effect of the HVLA technique on the manipulated vertebra. Even though in the present study the mobility value after application of the HVLA technique still remains in the *hypomobility range*, a reduction of the mean hypomobility value could be achieved. An immediate reduction of the maximum value of $M=47.8$ ($SD=1.2$) by 2.67 to a value of $M=45.19$ ($SD=3.16$) could be measured. This reduction by 2.67 corresponds to an approximation by 37.2% towards the physiological mean value of $M=40.69$ ($SD=1.96$) of a vertebra according to Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009).

The author has tried to make the study as objective as possible. The person who carried out the measurements with the Spineliner and the person who delivered the HVLA technique were placed in different rooms and had no contact during the study period so that they had no possibility to talk about the test persons. The person operating the Spineliner had nothing to do with this study except carrying out the measurements.

A comparison with other studies is not possible. The author was not able to find any studies involving the Spineliner and documenting measurement values after manipulation techniques.

A possible objection from the field of osteopathy might be that the individuality of the human being and the person's specific physiology is not taken into account in this study. Further, the question might arise in how far the statistical data are also clinically relevant for the patient. Being an osteopath the author understands the objections but as study supervisor he can agree only with reservations. In the field of osteopathy the aim is always to see the body as a whole. An osteopath would ask the question: Does the mobility of the cervical spine fit with the rest of the spine?

However, clinical evidence-based medicine does not ask such questions. It requires standard values which can be collected in a standardized way and thus can be compared. Even though this means that the individuality of the person is completely lost, it offers one of the few

possibilities to make statistical valid statements and thus make the effect of techniques measurable – like in the present study. The aim of the study was not to draw any conclusions in how far an HVLA technique brings about a change with regard to specific clinical pictures or the reduction of chronic pain conditions. Nor it wanted to answer the question why a vertebra is hypomobile. Many studies have tried to answer these questions before as mentioned in the introduction. The only aim of this study was to evaluate if it is possible to achieve a measurable change in a vertebra by means of an HVLA technique.

In how far are these changes important for everyday clinical practice? Based on the statistical data no assumption can be made how much more mobile a person is after the application of an HVLA technique because the sample population only included asymptomatic persons. However, based on the present study and its results one may draw conclusions about why changes in the clinical picture of patients or a reduction of chronic pain conditions occur after the application of an HVLA technique.

9.8 Conclusion

The aim of this study about the application of an HVLA technique was to provide measurable evidence for an effect of such a manipulation technique. This aim could be achieved.

The effect was evaluated on the basis of the changes of the reference value of the mobility of the most hypomobile vertebra, measured by means of the Spineliner. A significant difference between the two treatment groups could be observed depending on whether they were manipulated or not.

The present study used the '*mobility*' as *reference value*. In their study Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) state that the *parameter mobility* seems to be best suited for the diagnosis of restrictions of movement of a vertebral segment.

Beyer, Nordmeyer, Sief & Tilscher (2009) also calculated the mean value of mobility (units) with $M=40.69$ ($SD=1.96$). If the measurement value of a vertebra lies above this mean value, the vertebra is considered hypomobile. The statistical analysis of the values measured by the

Spineliner highlighted a highly significant change in the measurements after the application of the HVLA technique.

Before the third measurement 14 test persons were treated with an HVLA technique. These test persons showed a highly significant change ($p < 0.001$) of the mean value of the third measurement ($M=44.5$, $SD=3.7$) in comparison with that of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.3$). In the case of the 12 test persons who were not manipulated before the third measurement no difference between the mean value of the third measurement ($M=47.6$, $SD=2.7$) and that of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.3$) could be detected. The difference of the mean value of the 14 manipulated ($M=44.5$, $SD=3.7$) and the mean value of the 12 not manipulated ($M=47.6$, $SD=2.7$) participants in the third measurement is statistically at a highly significant level ($p < 0.001$). In the case of the 12 test persons who were not manipulated until before the fourth measurement, the difference between mean value of the first and second measurements ($M=47.8$, $SD=1.3$) and that of the fourth measurement ($M=45.9$, $SD=4$) is also highly significant ($p < 0.001$).

The above mentioned figures illustrate that the most significant difference between the two groups can be observed in their statistical mean values of third measurement in comparison with their mean values of the first and second measurements. In addition, also the change in the mean value of the fourth measurement of the twelve persons who were not manipulated until before the fourth measurement in comparison with their mean value of the first and second measurements is very significant.

These results allow for the conclusion that measurements with a computer-assisted analysis and therapy device are advantageous to collect reliable data. The results of this study are very clear and illustrate the positive effect of the HVLA technique.

9.9 References

- Alcantara, J., Plaucher, G. & Van Wyngarden, DL. (2003). *Chiropractic care of a patient with vertebral subluxation and Bell's palsy*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 26(4), 253.
- Beyer, L., Tilscher, H., Rizzi, C. & Nordmeyer, V. (2008). *Eigenschaften spinaler segmentaler Beweglichkeit*. Manuelle Medizin, 46, 3-8. doi:10.1007/s00337-008-0597-2
- Beyer, L., Nordmeyer, V., Sief, R. & Tilscher, H. (2009). *Beweglichkeit der Wirbelsäulensegmente*. Manuelle Medizin, 5, 310-24. doi:10.1007/s00337-009-0712-z
- Beyerlein, C. (2002). *Geschichte der spinalen Manipulation von Hippokrates bis heute*. Zeitschrift für Physiotherapeuten, 54, 1780-84.
- Christensen, HW., Vach, W., Vach, K., Manniche, C., Haghfelt, T., Hartvigsen, L. & Høilund-Carlsen, PF. (2002). *Palpation of the upper thoracic spine: an observer reliability study*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 25(5), 285-92.
- French, SD., Green, S. & Forbes, A. (2000). *Reliability of chiropractic methods commonly used to detect manipulable lesions in patients with chronic low-back pain*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 23(4), 231-8.
- Gross, S., Haus, E. (2002). *Innere Medizin*. München: Urban Fischer. 76.
- Jordan, K. (2000). *Assessment of published reliability studies for cervical spine range-of-motion measurement tools*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 23(3), 180-95.
- Marcotte, J., Normand, MC. & Schwarz, P. (2002). *The kinematics of motion palpation and its effect on the reliability for cervical spine rotation*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 25, E7.

- Mior, SA., McGregor, M. & Schut, B. (1990). *The role of experience in clinical accuracy*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 13(2), 68-71.
- Osterbauer, PJ., Derickson, KL., Peles, JD., DeBoer, KF., Fuhr, AW. & Winters, JM. (1992). *Three-dimensional head kinematics and clinical outcome of patients with neck injury treated with spinal manipulative therapy: a pilot study*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 15(8), 501-11.
- Polkinghorn, BS. (1995). *Chiropractic treatment of frozen shoulder syndrome (adhesive capsulitis) utilizing mechanical force, manually assisted short lever adjusting procedures*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 18(2), 105-15.
- Polkinghorn, BS. (1998). *Treatment of cervical disc protrusions via instrumental chiropractic adjustment*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 21(2), 114-21.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (1998). *Treatment of symptomatic lumbar disc herniation using activator methods chiropractic technique*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 21(3), 187-96.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (2001). *Chiropractic treatment of postsurgical neck syndrome with mechanical force, manually assisted short-lever spinal adjustments*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 24(9), 589-95.
- Polkinghorn, BS. & Colloca, CJ. (2003). *Chiropractic management of chronic chest pain using mechanical force, manually assisted short-lever adjusting procedures*. Journal of manipulative physiological therapeutics, 26(2), 108-115.
- Rustler, T. & Tilscher, H. (2010). *Therapeutische Effizienz der Manipulationsbehandlung der Halswirbelsäule mittels Spineliner (Therapie des chronischen Zervikalsyndroms mit dem Spineliner)*. Ludwig-Bolzmann-Institut für konservative Orthopädie.

- Schildt-Rudloff, K., Sachse, J. (2008). *Wirbelsäule. Manuelle Untersuchung und Mobilisationsbehandlung für Ärzte und Physiotherapeuten*. (5. Auflage). München: Urban&Fischer.
- Simmonds, MJ., Kumar, S. & Lechelt, E. (1995). *Use of a spinal model to quantify the forces and motion that occur during therapists' tests of spinal motion*. *Physical therapy*, 75(3), 212-22.
- Smith, TJ. (1991). *In vitro spinal biomechanics. Experimental methods and apparatus*. *Spine*, 16(10), 1204-10.
- Strimpakos, N., Sakellari, V., Gioftsos, G., Papathanasiou, M., Brountzos, E., Kelekis, D., Kapreli, E. & Oldham, J. (2005). *Cervical spine ROM measurements: optimizing the testing protocol by using a 3D ultrasound-based motion analysis system*. *Cephalalgia*, 25(12), 1133-45.
- Van Triffel, E., Anderegg, Q., Bossuyt, PM. & Lucas, C. (2005). *Inter-examiner reliability of passive assessment of intervertebral motion in the cervical and lumbar spine: a systematic review*. *Manual therapy*, 10(4), 256-69.
- Wood, TG., Colloca, CJ. & Matthews, R. (2001). *Pilot randomized clinical trial on the relative effect of instrumental (MFMA) versus manual (HVLA) manipulation in the treatment of cervical spine dysfunction*. *Journal of manipulative physiological therapeutics*, 24(4), 260-71.
- World Health Organization. (2006). *WHO Guidelines on basic training and safety in chiropractic*. World Health Organization.
- Zahornitzky, W., Keusch, R., Tilscher, H., Beyer, L. (2010). *Spinelinerbehandlung des oberen Zervikalsyndroms - Eine Anwendungsbeobachtung*. *Manuelle Medizin*, 1, 1-8. doi:10.1055/s-0029-1238212

9.10 Index of Tables

Table 1: Illustration of the study procedure

64