



OMT-Facharbeit

Weiterbildung in orthopädischer manueller Therapie
nach den Standards der IFOMT

Die Beeinflussung der Sehleistung durch die Mobilisation des zweiten Halswirbels

Eine nicht-randomisierte kontrollierte Studie

Axel Janssen, PT, MT
Ringstraße 8
50996 Köln

Markus Berens, PT, MT
Beethovenstraße 17-19
50674 Köln
Kursgruppe 2003/a

I. Inhaltsverzeichnis

II. Summary	5
1. Einleitung	6
1.1 Der Weg zur Arbeit und Wahl des Studiendesigns	6
1.2 Literaturrecherche	9
1.3 Anatomische und neuroanatomische Verhältnisse	13
1.3.1 Neuroanatomie und Muskeln	13
1.3.1.1 N. opticus	13
1.3.1.2 N. oculomotorius	13
1.3.1.3 Ganglion ciliare	13
1.3.1.4 N. trochlearis	13
1.3.1.5 N. trigeminus	14
1.3.1.6 N. ophtalmicus	14
1.3.1.6.1 N. nasociliaris	14
1.3.1.6.2 N. frontalis	15
1.3.1.6.3 N. lacrimalis	15
1.3.1.7 N. abducens	15
1.3.1.8 N. vestibulocochlearis	15
1.4 Anatomie des Auges	16
1.4.1 Augenlider	16
1.4.2 Tränenapparat	16
1.4.3 Orbita	16
1.5 Augenmuskeln	17
1.5.1 Gerade Augenmuskeln	17
1.5.2 Schräge Augenmuskeln	17
1.6 Bewegungen des Bulbus	18
1.7 Bulbus oculi	18
1.8 Retina	19
1.9 Sehbahn	20
1.10 Optische Reflexe	21
1.11 Lichtreflex	21
1.12 Akkommodation	21
1.13 Konvergenz	22

1.14	Anatomie des zweiten Halswirbels (Axis)	22
1.14.1	Vertebrae axis	22
1.14.2	Ligamente	22
1.14.3	Muskeln	23
1.14.4	Innervation des Segmentes C2	24
1.15	Auswirkungen und Zusammenhänge	24
1.15.1	N. trigeminus	25
1.15.2	Vestibulariskomplex und Fasciculus longitudinalis medialis	26
2.	Material und Methoden	27
2.1	Methoden	27
2.1.1	Feststellung der Reliabilität einer Untersuchungsmethode an den Kopfgelenken durch zwei unabhängige Untersucher mithilfe von Cohens Kappa-Statistik	27
2.1.2	Feststellung der Sehschärfe mit anschließender Mobilisation des Segmentes C2 und weiterer Überprüfung der Sehschärfe	28
2.1.3	Validitäts- und Reliabilitätskriterien	29
2.1.3.1	Voraussetzungen	29
2.1.4	Kontrollgruppe	29
2.2	Material	30
2.2.1	Ermittlung der Sehschärfe mithilfe von Sehprobentafeln	30
2.2.1.1	Visusprüfung	30
2.2.1.2	Methodik	32
2.2.1.3	Weitere Regeln und Empfehlungen	33
2.2.2	Behandlungsmethodik	34
2.2.3	Sicherheitstests	35
2.2.3.1	Hautant-Test	36
2.2.3.2	De-Kleynsche-Hängeprobe	36
2.2.3.3	Sharp-Purser-Test	37
2.2.3.4	Test der Ligamenta alaria	37
2.2.4	Patienteninformation	38
3.	Ergebnisse	41
3.1	Ergebnisse der nicht-randomisierten kontrollierten Studie	41
3.2	Kappa-Wert	47
4.	Diskussion	48

5.	Zusammenfassung	50
6.	Literaturverzeichnis	52
7.	Anhänge	54
7.1	Erklärung zur gemeinsamen OMT-Facharbeit	54
7.2	Bearbeitung der Kapitel	55

II. Summary

The relation between visual disturbances and dysfunctions of the cervical spine is known in the manual therapy.

The present study determines the less examined relation of the visual ability and the dysfunctions stated above.

By means of this paper, a non-randomised controlled study, the authors' goal was to examine the influence of the mobilisation of the C2-segment onto the sight capacity.

For this, patients were selected who suffered from a block of this segment of the cervical spine and who were examined with regards to their sight capacity at three different times: before treatment, directly after treatment and about 24 h later.

A controll group with an equal number of participants but undergoing a placebo treatment was also examined.

Moreover, a comparison was made between the two authors in order to ascertain the reliability of the examination method of the upper cervical region.

The test group showed an average improvement of the sight capacity of both eyes by 14% against a change of 15% on average with the controll group.

Cohens Kappa Statistic reached a degree of correspondence of 0,58.

Key words:

Sight capacity, mobilisation of the C2-segment, reliability of an examination method, Cohens Kappa Statistic

1. Einleitung

1.1 Der Weg zur Arbeit und Wahl des Studiendesigns

In der physiotherapeutischen Praxis geben Patienten mit Dysfunktionen der Halswirbelsäule im Rahmen der Anamnese immer wieder, ggf. nach gezielten Nachfragen des Therapeuten, Beeinträchtigungen der Sehfähigkeit an. Häufig wird dies von den Patienten nicht unmittelbar mit den Funktionsstörungen der Halswirbelsäule in Verbindung gebracht, der geschulte Manualtherapeut jedoch wird diese Information aufmerksam registrieren. Bessler führt eine Sehstörung auf eine mögliche Bedrängung der A. vertebralis durch eventuelle Einengungen des A.-vertebralis-Kanals zurück. Laterale knöcherne Ausziehungen an den Procc. uncinati bedingen hier eine zerebrale Minderdurchblutung (Bessler 2001). Er beschreibt dies als vertebrobasiläre Insuffizienz (VBI). Andere Autoren folgen dieser Ansicht (Schomacher 1998, Brokmeier 2001, Eder et al. 2004). Der von Eder et al. als derzeit State of art bezeichnete Durchführungsmodus des A.-vertebralis-Test entsprechend des APA-Protokolls, entwickelt von der Australian Physiotherapy Association und ihrer Untergruppe, der Manipulative Physiotherapists Association of Australia, führt als mögliche anamnestische Symptomangaben aufgrund einer VBI u.a. Doppelbilder oder verschwommene Bilder an. Neben dem genannten Beispiel der VBI führen die Autoren weitere mögliche Zusammenhänge zwischen Sehstörungen und Pathologien der Halswirbelsäule auf. Brokmeier beschreibt die Verbindungen zwischen den Kopfgelenken und den Vestibulariskerngebieten (Brokmeier 2001). Funktionsstörungen bewirken hierbei Veränderungen der Afferenzenmuster des Hirnstammes mit u.a. Beeinträchtigungen der visuellen Perzeption. Beispielhaft führt er als Symptom das Schleier- oder Unscharfsehen an. Als eine den zervikogenen Kopfschmerz begleitende Symptomatik ist ebenfalls die Sehstörung bekannt (Westerhuis 2001, Dyer et al. 2004). Von Piekartz erklärt dieses mit einer Fehlfunktion der oberen Zervikalgelenke (Okziput bis C3). Er beschreibt die Zusammenhänge der Kopf- und Gesichtssymptome mit den oben genannten Fehlfunktionen über die Verbindung zum Trigeminskerngebiet (von Piekartz 2001). Aufgrund der neuroanatomischen Verbindung zwischen den dorsalen Nervenwurzeln im Bereich C1 bis C3 und dem Cranium ist es möglich, dass eine Afferenzsteigerung aus dem Bereich der oberen Zervikalgelenke Symptome in Arealen verursacht, die diese Impulse nicht selbst erzeugt haben. Weiterhin beschreibt von Piekartz die Veränderungen der kranioneurodynamischen Eigenschaften durch vielfältige Prozesse. Als Beispiel sei hier die Verkleinerung der Passagen

des Sinus cavernosus genannt, durch den u.a. die Nn. oculomotorius und trochlearis sowie die Nn. ophthalmicus und maxillaris verlaufen. Die Räume des Sinus cavernosus können von Aneurysmen, Meningeomen, Neurinomen und Fisteln ausgefüllt werden und verursachen u.a. das Doppelsehen. Weitere mögliche Erklärungsmodelle für die Verbindung von Auge und Halswirbelsäule werden bei von Pickartz aufgeführt. Er verweist u.a. auf die sympathischen Fasern, welche den Plexus cervicalis versorgen und über das Ganglion cervicale superius zum N. carotis internus ziehen, der wiederum dem Verlauf der das Auge versorgenden A. carotis interna mit seinen Verbindungen zum Circulus arteriosus cerebri folgt. Außerdem werden Symptomatiken des Auges über die parasymphatischen Fasern des Ganglion pterygopalatinum erklärt, die über die Rami orbitales zum Plexus cervicales gelangen und dort ebenfalls zum Circulus arteriosus cerebri ziehen.

Auffallend ist, dass alle genannten Autoren sich also durchaus über Verbindungen zwischen Sehstörungen und Veränderungen der Halswirbelsäule bewusst sind und auch Erklärungsmodelle anbieten. Interessanterweise findet sich jedoch bei keinem der Autoren ein manualtherapeutischer Ansatz für die Erkrankung, welche täglich tausende von Patienten den Weg zum Augenarzt oder Optiker antreten lässt: Der Veränderung der Sehschärfe.

Bei genauer Betrachtung lassen sich die Schwierigkeiten erkennen. Eine Vielzahl von Pathologien verursachen eine Verminderung des Visus oder Sehstörungen. Liegen Erkrankungen des Auges wie beispielsweise Strabismus (Schielen), Katarakt (grauer Star), Glaukom (grüner Star), Amotio retinae (Netzhautablösung) oder die altersbezogene Makuladegeneration - nur um einige zu nennen - vor, führt der Weg ausschließlich und selbstverständlich zum Augenarzt. Ebenso können neurologische Erkrankungen wie die Multiple Sklerose, Sehstörungen verursachen.

Dennoch wäre es interessant zu wissen, ob eine Fehlfunktion der Biomechanik im Bereich der Halswirbelsäule zu einer Verschlechterung der Sehschärfe führen kann. Das sich diesbezüglich die physiotherapeutische Forschung bislang bedeckt hielt, liegt in der Natur der Sache. Ein Patient geht nicht zum Physiotherapeuten, weil er abends beim Lesen seines Buches eine allmählich fortschreitende Sehverschlechterung feststellt. Auch drängt sich dem Physiotherapeuten dieses Thema nicht auf. Dieses sollte auch nicht die Aufgabe der Physiotherapie sein. Ob jedoch eine Einflussnahme seitens einer manualtherapeutischen Behandlung überhaupt möglich ist, möchte diese vorliegende Arbeit untersuchen.

In dieser Studie wurde konkret der Annahme nachgegangen, dass die Mobilisation des zweiten Halswirbels zum Zwecke der Verminderung einer vorhandenen Bewegungseinschränkung Auswirkungen auf die Sehleistung hat. Die Sehleistung oder auch Rohvisus wird von Spraul und Lang als das Auflösungsvermögen des Auges ohne korrigierende optische Hilfsmittel bezeichnet²⁰. Diese wird durch Sehproben bestimmt. Zur Ermittlung des Visus wurden in dieser Arbeit Sehprobentafeln verwendet, die Zahlen und Buchstaben abbilden. Die erste Testung erfolgte vor der Behandlung, die zweite unmittelbar nach der Mobilisation. Eine dritte Messung erfolgte ca. 24 – 30 Stunden nach der Mobilisation. Zur Verwendung kamen hierbei zwei unterschiedliche Sehprobentafeln. Die Testung mittels Sehprobentafeln wurde gewählt, um diese Arbeit unabhängig von Dritten (Augenarzt, Optiker) durchführen zu können. Dies führte zu einer deutlichen Entlastung der zu testenden Personen, die dann, um an dieser Studie teilnehmen zu können, nicht zusätzlich zum eigentlichen Aufwand, nämlich Sehproben und Behandlungen, einen ggf. unbekanntem Optiker oder Augenarzt aufsuchen mussten.

Als Studiendesign wurde die nicht-randomisierte kontrollierte Studie der randomisierten kontrollierten Studie (RCT) vorgezogen. Dieses geschah aus Gründen der Praktikabilität. Die deutlich geringere Anzahl an Probanden, die Nicht-Randomisierung und die Nicht-Verblindung der Anwendungsbeobachtung im Rahmen einer nicht-randomisierten Studie trägt im Vergleich zur RCT nicht viel zur Evidenzbasierung bei. Sie erhält jedoch, natürlich nicht ganz unabhängig vom Ergebnis der Studie, dadurch ihren Wert, dass evtl. die Fachwelt auf etwas Neues aufmerksam gemacht wird.¹⁷ In dem Bemühen der Autoren, dennoch der Arbeit mehr wissenschaftlichen Gehalt zu verleihen, wurde eine zweite interne Studie in dieser Arbeit erstellt, welche sich der Reliabilität des Befundes einer Bewegungseinschränkung auf Höhe des Axis durch Ermittlung eines Kappa-Wertes widmet.

1.2 Literaturrecherche

Kann eine manualtherapeutische Behandlung des zweiten Halswirbels die Sehschärfe (Visus) des Patienten beeinflussen?

Begonnen hat die Suche nach entsprechender Fachliteratur im Internet mithilfe der Datenbank PEDro. Bezogen auf diese Arbeit hat aber weder die „simple search“, noch die „advanced search“ zu ausreichend Treffern geführt, bzw. Arbeiten aufgelistet, die sich mit unserer Aufgabenstellung deckten, oder artverwandt waren. Auch nach nochmaliger, wiederholter Suche durch alternative, verwandte Begriffe und Synonyme und nach geringerer Eingrenzung der Recherche, fanden sich keine brauchbaren Arbeiten zu diesem Thema.

Also führte die nächste Suche im Internet zur National Library Of Medicine (Medline, Pubmed). Hier war es den Autoren möglich, zwei interessante Artikel zu diesem Thema zu finden, die im Weiteren auch noch näher beschrieben werden. Von besonderer Hilfe war es dann, die Volltextversionen in der „Deutschen Zentralbibliothek für Medizin“ in Köln, zur weiteren Verarbeitung, zu bekommen.

Die erste Arbeit, von R. Frank Gorman 1995 verfasst und veröffentlicht in dem „Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics“ im gleichen Jahr, ist eine Einzelfallbeobachtung eines Patienten mit einer einseitigen Ischämie des optischen Sehnervens, welche durch eine manipulative Behandlung der zervikalen Halswirbelsäule positiv, d.h. im Sinne einer Durchblutungssteigerung, beeinflusst werden sollte.

Dieser 62-jährige Patient, erlitt über einen Zeitraum von einer Woche, eine sich ständig verschlechternde, einseitige Sehschwäche, einhergehend mit Kopf- und Nackenschmerzen. Okulare Untersuchungen des Sehnervens und der Retina ergaben allerdings keine Pathologie, welche die Abnormalitäten in der Sehstärke des Patienten erklärte. Anhand der zu Grunde liegenden Symptome, wurde eine mutmaßliche Diagnose, eine Ischämie des Sehnervens, gestellt. Zwei Wochen vor dem ersten Arztbesuch, litt der Patient unter täglichen, moderaten linksseitigen Kopfschmerzen, die für ihn sehr ungewöhnlich waren. Er suchte seinen örtlichen Arzt auf, der mit homöopathischer Medikation versuchte, die Beschwerden des Patienten zu verringern. Ohne Erfolg. Die Symptomatik verschlechterte sich. Die Schulter-Nackengegend auf der linken Seite war sehr druckdolent, ebenso wie das linke Auge. Die genaueren

Untersuchungen der Augen, auf Sehstärke und intraokularen Druck, wiesen eine deutliche Seitendifferenz auf. Die HWS-Beweglichkeit des Patienten war in alle Richtungen eingeschränkt, aber unbeachtlich für einen Mann seines Alters.

Eine vollständige Blutanalyse zeigte keine Abnormalitäten. Eine CT-Untersuchung des Kopfes und der optischen Nerven und eine a/p- Aufnahme der Halswirbelsäule war angeordnet, wurde allerdings widerrufen, als der Patient Schritt für Schritt seine Sehstärke wiedererlangte.

Am Tag nach der ersten zervikalen Manipulation, bemerkte der Patient direkt eine Verbesserung seines Sehvermögens nach ca. 6 Stunden. Die einseitigen Kopfschmerzen des Patienten verschwanden nach zwei Tagen vollständig, einhergehend mit einer deutlichen Verbesserung der Symptomatik im Schulter/Nackengebiet. Die genaue Verbesserung der Sehkraft des Patienten wurde durch computerisierte standardisierte Verfahren vor und nach den Manipulationen festgehalten.

Die Sehkraft des Patienten verbesserte sich dramatisch innerhalb der Periode der cervikalen Manipulation.

Abschließend wurde gefolgert, dass das gleichzeitige Auftreten von Augenbeschwerden in Verbindung mit Nackenschmerzen und der daraus resultierenden Behandlung durch zervikale Manipulationen, für diesen Patienten die angemessene Behandlung war.

Die zweite relevante Arbeit war ebenfalls eine Einzelfallbeobachtung eines 22 Jahre alten Mannes, ebenfalls mit starken Nackenschmerzen, aber normaler Sehstärke, allerdings mit einer Einschränkung des Gesichtsfeldes, verursacht durch spinale Abnormalitäten. Diese zweite Arbeit, von Danny Stephens und R. Frank Gorman, ist veröffentlicht worden 1996, ebenfalls im „Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics“.

Dieser Patient führte mindestens einmal im Jahr diverse Wandergruppen durch gebirgiges oder hochalpines Gelände. Immer dann, wenn er schwerere Gegenstände, wie zum Beispiel einen Rucksack auf dem Rücken trug, bekam er Beschwerden, die sich vorwiegend in der thorakalen Wirbelsäule lokalisierten. Zusätzlich litt der Patient an einem Torticollis spasticus, welcher sich in regelmäßigen Abständen von 2-3 Monaten verschlimmerte.

In der manuellen Untersuchung des Patienten zeigte sich eine eingeschränkte Halswirbelsäule in Flexion, Extension und Rotation. Durch Bewegungspalpation zeigten sich diese

Modalitäten mehr eingeschränkt und schmerzhaft auf der rechten Seite, als auf der linken Seite.

Die Bewegung der thorakalen Wirbelsäule war ebenfalls eingeschränkt, in Rotation und Flexion. Eine leichte links-konvexe Skoliose war sichtbar.

Die Untersuchung der lumbalen Wirbelsäule zeigte keine Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen, allenfalls eine leichte Auflösung der physiologischen Krümmung.

Zum Ausschluss irgendwelcher unerwarteter Pathologien wurde eine a/p-Aufnahme gemacht, die allerdings keine Auffälligkeiten zeigte.

Die spinalen Manipulationstechniken waren begleitet von Messungen des Gesichtsfeldes, vor und nach der Manipulation und wurden in Rückenlage als klassische Verriegelungstechniken ausgeführt, mit lateralem Impuls über die Gegenseite. Nach der ersten Manipulationseinheit zeigte sich eine deutliche, messbare Verbesserung des Gesichtsfeldes, direkt nach der Manipulation.

Bei der nächsten Vorstellung des Patienten, ca. eine Woche später, äußerte der Patient eine deutliche Erhöhung seines allgemeinen Wohlfühlens, bezogen auf seine HWS-Beschwerden. Ihm ging es so gut wie schon seit Monaten nicht mehr. Er deutete aber auch an, dass es keine Unterschiede gab, bezogen auf die Sehkraft im Verhältnis zum Ausgangspunkt vor der ersten Manipulation.

Nach der zweiten zervikalen Manipulation wurden wieder Messungen des Gesichtsfeldes vor und nach der Manipulation gemacht, die aber keine signifikante Änderung mehr zeigten, was nach dem bereits guten Ergebnis nach der ersten Manipulation auch zu erwarten war.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass in diesem Fall ebenfalls die zervikale Einwirkung eine deutliche positive Veränderung auf die Sehfähigkeit des Patienten hatte.

Bezogen auf die Validität der beiden Arbeiten, haben die Autoren selbst Antworten gegeben, die sich auch mit den Gedanken, die sich die Verfasser dieser Arbeit nach dem Durcharbeiten der Studien gestellt haben, deckten.

Zur ersten Arbeit sagte der Verfasser R. Frank Gorman, dass die Untersuchung auf Hypothesen gegründet war. So vermutete er, dass anatomische Veränderungen der HWS, im

Sinne von Blockierungen und Bewegungseinschränkungen, einen mikrovaskulären Spasmus in den Gefäßen der Zervikalregion erzeugten, einschließlich der Augengefäße.

In der zweiten Arbeit ging Gorman mit seinem Partner Danny Stephens sogar noch einen Schritt weiter und versuchte auch die Psyche des Patienten auf des Ergebnis der Arbeit mit ein zu beziehen, und listete mehrere Punkte auf, die zu einer Beeinflussung des Ergebnisses führen konnten. Diese Punkte waren unter anderem:

- a) eine vermehrte Vertrautheit mit den Behandlungsmethoden
- b) die Tatsache, dass man sich manchmal auf die subjektive Aussage des Patienten verlässt, und gemeinhin sehr oft die Patienten nach einer zervikalen Manipulation sagen, dass sie gefühlsmäßig den Eindruck haben, es hätte sich etwas an der Sehfähigkeit verändert
- c) der Placebo Effekt

Um zu verdeutlichen, welchen Nutzen diese Studien von Gorman et al. für diese Arbeit haben, möchte ich die Worte von Gorman selbst benutzen, um anschließend die gesamte Recherche zu resümieren: „Wie auch immer, dies ist eine unverfälschte Erfahrung, welche unterstreicht, dass man wenig über die normale Sehkraft in Anwesenheit einer spinalen Abnormalität weiß,.....weil viele Parameter einfach unbekannt sind, weil die Sachkenntnis in Bezug auf diese Art von Forschung nicht existiert.“

Zurückblickend auf die Suche nach Materialien zu diesem Thema im Internet, können die Autoren die Meinung von Gorman nur bestätigen. Es gab sicherlich noch weitere Arbeiten, die einen Zusammenhang herstellten, zwischen Sehkraft und Sehstärke, bzw. Gesichtsfeld und zervikaler Manipulation, aber die meisten Arbeiten beschäftigten sich mit den negativen Auswirkungen von missglückten zervikalen Manipulationen auf die Sehstärke/Gesichtsfeld, bzw. der Gesamtkonstitution eines Patienten.

1.3 Anatomische und neuroanatomische Verhältnisse

1.3.1 Neuroanatomie und Muskeln

1.3.1.1 N. opticus

Der etwa 4-5 mm dicke Optikusnerv (Sehnerv) führt die Fasern mit Impulsen der Sinneszellen aus der Retina und ist somit für die visuellen Informationen verantwortlich. Er ist entwicklungsgeschichtlich als Teil des Zwischenhirns zu betrachten.

1.3.1.2 N. oculomotorius

Der N. oculomotorius innerviert gemeinsam mit dem N. trochlearis und dem N. abducens die Augenmuskeln, welche für die Bewegungen des Bulbus zuständig sind. Der Ursprungskern befindet sich im Mittelhirn (Ncl. n. oculomotorii).

1.3.1.3 Ganglion ciliare

Die vegetativen Ganglien im Kopfbereich, zu denen das Ganglion ciliare zählt, dienen den parasymphatischen Fasern aus den verschiedenen Hirnnerven zur Umschaltung vom ersten auf das zweite Neuron der efferenten vegetativen Nervenbahn. Nebenbei haben diese Ganglien auch eine sympathische und eine sensible Wurzel.

Das Ganglion ciliare liegt in der Augenhöhle direkt hinter dem Augapfel und dient dem Auge mit seinen efferenten Fasern, also der vegetativen und sensiblen Versorgung.

1.3.1.4 N. trochlearis

Der N. trochlearis innerviert als somatomotorischer Nerv den M. obliquus superior und hat seinen Ursprungskern im Mittelhirn (Ncl. n. trochlearis).

1.3.1.5 N. trigeminus

Der N. trigeminus ist ein gemischter Nerv (sensibel und motorisch) und tritt als dickster Hirnstammnerv aus der Pons aus. Die Radix sensoria (sensibler Anteil) versorgt das gesamte Gesicht. Die Radix motoria (motorischer Anteil) innerviert die Kaumuskulatur.

Die drei sensiblen Kerne des N. trigeminus (Ncl. spinalis n. trigemini, Ncl. principalis n. trigemini und Ncl. mesencephalicus n. trigemini) befinden sich im oberen Zervikalmark und in der Medulla oblongata, im Pons und im Mesencephalon.

Nach seinem Austritt aus der Pons zieht er über die Felsenbeinkante, wo er unter der Dura verschwindet und dabei im Cavum trigeminale (Duratasche) das sensible Ganglion trigeminale bildet. Danach teilt sich der N. trigeminus in drei große Äste auf (N. ophtalmicus, N. maxillaris und N. mandibularis).

Der N. ophtalmicus ist hierbei für diese Arbeit der Ast, welcher von größerem Interesse erscheint, da er sensibel den gesamten Bereich der Orbita bzw. des Auges inklusive der Cornea versorgt.

1.3.1.6 N. ophtalmicus (V1)

Der N. ophtalmicus tritt nach Verlassen des Ganglions in den Sinus cavernosus ein. Dort zieht er entlang der Seitenwand nach ventral und gibt zuerst einen Ast an die Hirnhäute ab (R. tentorius). Beim Eintritt durch die Fissura orbitalis superior in die Augenhöhle zweigt er sich in drei weitere Äste auf: N. nasociliaris, N. frontalis und N. lacrimalis.

1.3.1.6.1 N. nasociliaris

Der N. nasociliaris zieht über den N. opticus hinweg zur medialen Orbitawand nach vorne und gibt weitere Äste ab: Ein Ast geht zum Ganglion ciliare ab, um die sensible Versorgung des Bulbus oculi zu gewährleisten. Mehrere kleine Äste (Nn. ciliares longi) werden abgegeben, um die Cornea sensibel zu versorgen. Zwei weitere Äste schließlich (N. ethmoidales anterior und N. ethmoidales posterior) versorgen die Siebbeinzellen, die Keilbeinhöhle und die Nasenscheidewand. Der Endast, welcher am medialen Augenwinkel austritt, innerviert in diesem Bereich die Haut und die Conjunctiva, und darüber hinaus die Haut des Nasenrückens bis zur Nasenspitze.

1.3.1.6.2 **N. frontalis**

Der N. frontalis zieht im Orbitadach nach vorne und teilt sich dann in seine beiden Endäste, N. supraorbitalis und N. supratrochlearis. Der N. supraorbitalis verläuft mit zwei Ästen durch das Foramen supraorbitale zur Stirnhaut. Der N. supratrochlearis versorgt gemeinsam mit dem N. nasociliaris den medialen Augenwinkel und das Oberlid.

1.3.1.6.3 **N. lacrimalis**

Der N. lacrimalis verläuft oben lateral in der Orbita über dem M. rectus lateralis zur Tränendrüse. Im Verlauf nimmt er einen Ast aus dem Ganglion pterygopalatinum auf, welcher für die sekretorische Tränendrüsennervation verantwortlich ist (R. communicans des N. zygomaticus). Im weiteren Verlauf zieht der über die Drüse hinweg um anschließend die laterale Haut des Augenwinkels, des Oberlides und der Conjunctiva sensibel zu versorgen.

1.3.1.7 **N. abducens**

Der VI. Hirnnerv, N. abducens, ist rein somatomotorisch und hat seinen Ursprung im Ncl. n. abducentis im Pons. Er versorgt als einzigen Muskel den M. rectus lateralis.

1.3.1.8 **N. vestibulocochlearis**

Der N. vestibulocochlearis führt als rein speziell-somatosensibler Nerv die Afferenzen aus dem Innenohr und teilt sich entsprechend seinen beiden Hirnnervenkerngebiete (Ncll. cochlearis und Ncll. vestibularis) in den N. cochlearis und N. vestibularis.

Der Verlauf des N. cochlearis beginnt im Ganglion cochleare, welches sich im Innenohr befindet. Die peripheren Dendriten enden an den Sinneszellen des Corti-Organs, die zentralen Fortsätze bilden den N. cochlearis des VIII. Hirnnervs.

Der N. vestibularis beginnt mit zentralen Fortsätzen im Ganglion vestibulare, welches sich im inneren Gehörgang befindet. Die peripheren, rezeptiven Fortsätze senden diese Ganglienzellen zu den Sinneszellen im vestibulären Teil des Innenohrs.

Beide Anteile des N. vestibulocochlearis ziehen dann gemeinsam zum Pons acusticus internus. Im Hirnstamm trennen sie sich wieder und enden in den entsprechenden Hirnnervenkernen.²²

1.4 Anatomie des Auges

1.4.1 Augenlider

Eingebettet in die Augenhöhle (Orbita) liegt der vom Oberlid (Palpebra sup.) und Unterlid (Palpebra inf.) bedeckte Augapfel (Bulbus oculi). Oberlid und Unterlid begrenzen die Lidspalte (Rima palpebrarum), welche am medialen Augenwinkel (Angulus oculi medialis) mit einer Ausbuchtung, die das Tränenwärtchen (Caruncula lacrimalis) umschließt, endet.

Schalenförmige derbe Bindegewebsplatten aus kollagenen Fasern (Tarsus sup. und inf.) verstärken die Lider, die durch das Lig. palpebrale laterale und Lig. palpebrae mediale am Rand der Orbita befestigt sind. Die Innenwand der Lider wird von der Augenbindehaut (Tunica conjunctiva) bekleidet, die auf die Vorderfläche des Bulbus am Fornix conjunctivae übergeht.¹⁰

1.4.2 Tränenapparat

Über dem lateralen Lidwinkel liegt die Tränendrüse (Glandula lacrimalis), welche von der Sehne des M. levator palpebrae sup. in eine Pars orbitalis und eine Pars palpebralis unterteilt wird. Ihre Ausführungsgänge am Fornix conjunctivae sondern die Tränenflüssigkeit ab, welche die Vorderfläche des Bulbus ständig feucht hält und sich im medialen Augenwinkel sammelt. Die Tränenkanälchen an der Innenfläche der Lider führen die Flüssigkeit durch eine kleine Öffnung in den Tränensack ab, von dem der Tränennasengang zum Meatus nasi inf. führt. Dieses geschieht durch den Sogeffekt des Lidschlags.¹⁰

1.4.3 Orbita

Periost kleidet die Augenhöhle, welche von einem Fettgewebskörper (Corpus adiposum orbitae) ausgefüllt wird, aus. Dieser bettet den Bulbus mitsamt N. opticus und Augenmuskeln ein. Begrenzt wird das Fettgewebe durch das Septum orbitale. Die Vagina bulbi, eine bindegewebige Kapsel, trennt den Augapfel vom Fettgewebe und wird von der Sclera umschlossen.¹⁰

1.5 Augenmuskeln

1.5.1 Gerade Augenmuskulatur

Die vier folgenden geraden Muskeln bilden trichterförmig einen Ring um den Canalis opticus mittels ihrer Ursprungssehnen:

- M. rectus superior
 - Innervation: N. oculomotorius
 - Verlauf leicht schräg nach Außen über den Bulbus

- M. rectus inferior
 - Innervation: N. oculomotorius
 - Verlauf leicht schräg über dem Bulbus nach Außen

- M. rectus medialis
 - Innervation: N. oculomotorius
 - liegt der nasalen Fläche des Bulbus an

- M. rectus lateralis
 - Innervation: N. abducens
 - liegt der temporalen Fläche des Bulbus an

Die Insertion der geraden Augenmuskeln befindet sich 0,5 – 1 cm vom Rande der Hornhaut entfernt.¹⁰

1.5.2 Schräge Augenmuskulatur

- M. obliquus superior
 - Innervation: N. trochlearis
 - Ursprung medialer Keilbeinkörper, Verlauf bis nahe des Orbitarandes
 - dort verläuft die Sehne durch die Trochlea und biegt im spitzen Winkel nach hinten ab, um dann unter dem M. rectus superior auf der temporalen Seite der oberen Bulbusfläche zu inserieren

- M. obliquus inferior
 - Innervation: N. oculomotorius
 - Ursprung medial am Margo infraorbitalis
 - Verlauf zur temporalen Bulbusfläche als M. levator palabrae superioris

1.6 Bewegungen des Bulbus

Die Muskeln des Augapfels ermöglichen Bewegungen in alle Richtungen um drei Achsen:

- Vertikale Achse

- Drehung des Bulbus nasalwärts (Adduktion) durch den M. rectus medialis, M. rectus superior und M. rectus inferior
- Drehung des Bulbus temporalwärts (Abduktion) durch den M. rectus lateralis und den M. rectus inferior

- Horizontale Achse

- Drehung des Bulbus aufwärts (Hebung) durch den M. rectus superior und abwärts (Senkung) durch den M. rectus inferior

- Sagittale Achse

- Drehung mit Rollen (nasalwärts) der oberen Bulbushälfte (Innenrotation) durch den M. rectus superior (bei gleichzeitiger Hebung des Augapfels) und M. obliquus superior (bei gleichzeitiger Senkung und leichter Abduktion)
- Drehung und temporalwärts Rollen (Außenrotation) durch den M. rectus inferior (bei gleichzeitiger Senkung des Bulbus) und M. obliquus inferior (bei gleichzeitiger Hebung und leichter Abduktion)^{10 22}

1.7 Bulbus oculi

Die durchsichtige Hornhaut (Cornea) befindet sich an der Vorderfläche des Augapfels und sitzt ihr uhrglasförmig auf. Sie enthält marklose Nervenfasern, aber keine Blutgefäße. Hinter

ihr liegt die bikonvexe Linse (Lens cristallina). Sie ist der Regenbogenhaut (Iris) und ihrer zentralen Öffnung (Pupille) vorgelagert. Der Sehnerv tritt an der Hinterwand des Bulbus aus. Das Augeninnere enthält den zum größten Teil aus Wasser bestehenden, geleeartigen Glaskörper (Corpus vitreum). Die Bulbuswand besteht aus drei Schichten: der Lederhaut (Sclera), die als dehnungsfeste Bindegewebskapsel (im Zusammenspiel mit dem intraokularen Druck) die Form des Bulbus aufrechterhält, der Netzhaut (Retina), und der Gefäßhaut (Uvea), die im vorderen Abschnitt die Iris und den kreisrunden Ziliarkörper, im hinteren Abschnitt die Aderhaut (Choroidea) bildet. Die Iris bildet eine Art Blende und besteht aus dem mesodermalen Stroma und der ektodermalen Rückfläche, aus welcher sich zwei glatte Muskeln, M. sphincter pupillae und M. dilatator pupillae, differenzieren. Der Aufhängeapparat der Linse ist am Ziliarkörper befestigt und dient als Regulator des Krümmungsgrades der Linse, welcher die Sehschärfe beim Nah- und Fernsehen bestimmt.¹⁰

1.8 Retina

Das äußere Blatt der Retina, das Stratum cerebrale, besteht aus drei Zellschichten: Dem nahe der Pigmentepithelien gelegenen Stratum neuroepitheliale mit den Photorezeptoren, der mittleren Schicht bipolarer Nervenzellen, dem Stratum ganglionare retinae, und das Stratum ganglionare nervi optici, deren Neurone die Axone des N. opticus bilden.

Das Stratum neuroepitheliale oder auch Neuroepithel enthält Stäbchenzellen, welche für die Hell-Dunkel-Empfindlichkeit in der Dämmerung zuständig sind. Außerdem sind für die Farbempfindung verantwortliche Zapfenzellen vorhanden. Die Photorezeptoren sind die 1. Neurone der Sehleitung.

Das Stratum ganglionare retinae enthält bipolare Schaltzellen (2. Neuron). Ihre Dendriten ziehen zu den Sehzellen und ihre Axone kontaktieren mit den großen Neuronen des Stratum ganglionare nervi optici.

Das Stratum ganglionare nervi optici besteht reihenweise aus großen multipolaren Nervenzellen (3. Neuron). Die Axone ziehen zur Papilla nervi optici (Blinder Fleck) und bilden den N. opticus.

In der Pars optica (hinterer Abschnitt der Retina) sind also die lichtempfindlichen Zellen (Photorezeptoren) enthalten, im vorderen Abschnitt, der Pars caeca, sind außerdem Pigmentepithelien vorhanden.¹⁰

1.9 Sehbahn

Anatomisch lässt sich die Sehbahn in 6 Teile gliedern^{9 11 20}:

- N. opticus
 - Gesamtheit der Sehnervenfaserbündel eines Auges

- Chiasma opticum
 - Sehnervenkreuzung: - die zentralen und peripheren Fasern aus den temporalen Netzhauthälften ziehen ungekreuzt in die ipsilateralen Tracti optici
 - die Fasern der nasalen Hälften kreuzen und münden in die kontralateralen Tracti optici

- Tractus opticus
 - Gesamtheit der ipsilateralen und kontramedialen Sehnervenfaser

- Corpus geniculatum laterale
 - hier endet der Tractus opticus
 - das 3. Neuron wird auf das 4. Neuron umgeschaltet

- Radiatio optica
 - die Fasern für die unteren Netzhautquadranten ziehen durch die Temporallappen
 - die Fasern für die oberen Netzhautquadranten ziehen durch die Parietallappen zum Okzipitallappen und von dort zur Sehrinde

- Area striata (Sehrinde)
 - hier findet eine Auffächerung der Nervenfasern statt
 - die Makula (Stelle des schärfsten Sehens) nimmt hierbei den größten Teil ein

- weitere Verknüpfungen von der Sehrinde ausgehend finden mit Assoziationszentren und Bereichen der Okulomotorik statt

1.10 Optische Reflexe

Das Auge muss sich ständig den Verhältnissen anpassen. Die Hell-Dunkel-Einstellung des Auges erfolgt durch die Erweiterung bzw. Verengung der Pupille. Die Nah-Fern-Einstellung wird durch eine Veränderung der Linsenkrümmung (Akkommodation), durch eine Veränderung der Blicklinien (Konvergenz) und durch eine Veränderung der Pupillenweite gewährleistet.¹⁰

1.11 Lichtreflex

Eine Verengung der Pupille tritt ein, sobald Licht auf die Retina trifft. Verursacht wird dies durch afferente Schenkel des Optikusnervs, welche zum Nucleus praetectalis ziehen. Dort findet eine Verknüpfung mit dem Nucleus oculomotorius accessorius statt, welcher als efferenter Schenkel des Reflexbogens zum Ganglion ciliare zieht. Die postganglionären Fasern innervieren den M. sphincter pupillae.¹⁰

1.12 Akkommodation

Bei der Ferneinstellung sorgen die Linse mit ihrem Aufhängeapparat, der Ziliarkörper und die Aderhaut für eine verringerte Krümmung und flachere Position der Linse. Die Naheinstellung erfolgt durch eine Kontraktion der Ziliarmuskeln, welche eine Erschlaffung der Zonulafasern herbeiführt und dadurch die Linsenkapsel entspannt, mit der Folge, dass sich die Linse abrundet.

Auch hier läuft der Reflex über afferente Schenkel des N. Opticus. Seine Fasern laufen über die Area striata zu den prätektalen Kernen. Die Fasern des efferenten Schenkels laufen vom Nucleus oculomotorius accessorius zum Ganglion ciliare. Dort werden die Fasern postganglionär umgeschaltet und innervieren dann die Ziliarmuskeln.

1.13 Konvergenz

Die Mm. recti mediales adduzieren die Augäpfel, um einen fixierten Gegenstand, welcher sich annähert, folgen zu können. Dabei schneiden sich die anfänglich parallel verlaufenden Blicklinien.

1.14 Anatomie des zweiten Halswirbels (Axis)

1.14.1 Vertebrae axis

Der zweite Halswirbel (Axis) der Halswirbelsäule besitzt einen würfelförmigen Wirbelkörper (Corpus vertebrae) und einen nach hinten fortlaufenden Wirbelbogen (Arcus vertebrae), welcher sich in einen vorderen Anteil (Pediculus arcus vertebrae) und einen hinteren Anteil (Lamina arcus vertebrae) gliedert. An ihrem Übergang befinden sich die Gelenkfortsätze (Processus articularis superior und inferior). Die Incisurae vertebralis superior und inferior befinden sich als Einziehungen zwischen dem Wirbelkörper und dem oberen bzw. untern Gelenkfortsatz. Auf den Gelenkfortsätzen befinden sich die um etwa 45° gegen die Horizontale geneigten, seitlich abfallenden Gelenkflächen (Facies articularis). Am Ende des Wirbelbogens befindet sich der kräftige Dornfortsatz (Processus spinosus). Seitlich abgehend erstrecken sich die schwach ausgebildeten Querfortsätze (Processus transversus), die das Foramen transversarium als Durchgang für die A. vertebralis und die begleitenden Venen enthalten.

Als Besonderheit im Unterschied zu den anderen Halswirbeln trägt der Körper der Axis einen zahnartigen Fortsatz (Dens axis). Der Dens axis endet mit einer abgerundeten Spitze (Apex dentis). An der Vorderfläche befindet sich die Facies articularis anterior als Gelenkfläche und artikuliert mit dem ersten Halswirbel (Atlas). An der Hinterfläche kann sich gelegentlich ebenfalls eine Gelenkfläche befinden (Facies articularis posterior).^{9 13}

1.14.2 Ligamente

Folgende Bänder inserieren an C2:

- Ligg. longitudinale anterius

- verlaufen entlang der Vorderfläche der Wirbelkörper abwärts zum nächsten Wirbelkörper
- Ligg. longitudinale posterius
 - verlaufen entlang der Hinterfläche der Wirbelkörper abwärts zum nächsten Wirbelkörper
- Lig. flava
 - verläuft vom Arcus abwärts zum Arcus
- Lig. nuchae
 - verläuft von Protuberantia occipitalis externa zum Processus spinalis
- Ligg. intertransversaria
 - verlaufen vom Processus transversus abwärts zum Processus transversus
- Ligg. interspinalia
 - verlaufen vom Processus spinalis abwärts zum Processus spinalis
- Lig. apicis dentis
 - verläuft vom Apex dentis zum Vorderrand des Foramen magnum
- Ligg. alaria
 - verlaufen vom Dens axis laterocranial und ventral aufsteigend zum Foramen magnum
- Fasciculi longitudinales
 - verläuft aufsteigend auf Höhe des Lig. transversum zum Vorderrand des Foramen magnum, absteigend zur Hinterfläche des zweiten Halswirbelkörpers.⁹

1.14.3 Muskeln

Folgende Muskulatur der oberen Halswirbelsäule inseriert an C2:

- M. longissimus cervicis (Rr. dorsales C2 – L5)
- M. splenius cervicis (Rr. dorsales C1 – C8)
- M. interspinales cervicis (Rr. dorsales C1 – Th3)
- Mm. intertransversarii posteriores cervicis (Rr. dorsales C1 – C6)
- M. spinalis cervicis (Rr. dorsales C2 – Th10)
- M. multifidus (Rr. dorsales C3 – S4)
- M. semispinales capites (Rr. dorsales C1 – C5)
- M. rectus capitis posterior major (N. suboccipitalis C1)

- M. obliquus capitis inferior (N. suboccipitalis C1)
- M. longus colli (Plexus cervicalis und brachialis C2 – C8)
- M. scalenus medius (Plexus cervicalis und brachialis C4 – C8)
- M. trapezius Pars descendens (N. accessorius und R. trapezius C2 – C4)⁹

1.14.4 Innervation des Segmentes C2

Rami dorsales

- lateraler Ast: Autochtone Rückenmuskulatur und Haut des Nackens
- medialer Ast: mediale Anteile des M. erector spinae sowie Gelenkkapsel und Gelenkfacetten

Rami ventralis

- Plexus cervicalis (C1 – C4)
- N. sinuvertebralis:
 - Wirbelkanal
 - Diskus
 - Periost
 - Spongiosa
 - Gelenkfacetten
 - Ligg. longitudinale posterius und anterius²

1.15 Auswirkungen und Zusammenhänge

Das Trigemuskerngebiet (häufig auch als trigeminozervikaler Nucleus bezeichnet) stellt eine neuroanatomische Verbindung zwischen der Halswirbelsäule und dem Cranium her und ist daher bei Schmerzen in der Kopf- und Nackenregion von besonderer Bedeutung. Es reicht von der Brücke im Hirnstamm bis zum Halsmark in Höhe des dritten oder vierten Halswirbelsäulensegments. Aufgrund dieser Position erhält es nicht nur afferente Impulse vom N. Trigeminus, sondern auch von den dorsalen Nervenwurzeln im Bereich C1 bis C3 sowie vom N. facialis, N. glossopharyngeus und N. vagus. Daher ist es möglich, dass durch Zunahme der afferenten Erregungen aus den Schmerzrezeptoren der oberen Zervikalsegmente in Arealen hervorgerufen werden, die diese Impulse nicht selbst erzeugt haben; über diesen Mechanismus könnten Veränderungen der Halswirbelgelenke Symptome im Gesicht

auslösen, die wiederum zu einer Schonhaltung führen und somit zu einer sekundären Fehlfunktion beitragen, die auch das Auge betreffen kann. (von Piekartz et al.)

Die Zusammenhänge im Einzelnen:

1.15.1 N. trigeminus

Die A δ - und C-Fasern des N. trigeminus erreichen als periphere Fortsätze pseudounipolarer Neurone das Ganglion trigeminale, steigen als zentral gerichtete Fortsätze dieser Neurone nach ihrem Eintritt in das Rhombencephalon im Tractus spinalis nervi trigemini ab und erreichen den kaudalen Teil des Nucleus spinalis nervi trigemini und das Hinterhorn der oberen Zervikalsegmente.

Der nucleus spinalis nervi trigemini zeigt einen mit dem Hinterhorn des Rückenmarks vergleichbaren Aufbau, d.h. Äquivalente der Substantia gelatinosa, des Nucleus proprius, der Interneurone und der synaptischen Verschaltung sind auch in diesem Hirnnervenkern sichtbar.

Der Nucleus pontinus nervi trigemini, als Hauptkern des Trigemini, ist in der Brücke gelegen. Er übernimmt vor allem die mechanorezeptiven Aufgaben der epikritischen Sensibilität für Druck und Berührung und empfängt außerdem die propriozeptiven Signale aus den äußeren Augenmuskeln (die 4 geraden Augenmuskeln: M. rectus superior, inferior, medialis und lateralis, sowie von den 2 schrägen Augenmuskeln: M. obliquus superior und inferior).

Der Nucleus spinalis nervi trigemini liegt im verlängerten Mark bis hinab zu den oberen Halssegmenten und leitet überwiegend die protopathische Sensibilität für Schmerz und Temperaturempfindungen. (Zilles et al.)

Der N. ophthalmicus, als einer der Hauptäste des N. trigeminus, versorgt sensibel den gesamten Bereich der Orbita bzw. des Auges einschließlich der Cornea.

1.15.2 Vestibulariskernkomplex und Fasciculus longitudinalis medialis (FLM)

Projektionen zu Augenmuskelkernen stammen vor allem aus dem medialen, oberen und lateralen Vestibulariskernen.

Die Vestibulariskerne, insbesondere der mediale Kern, stehen auch mit anderen okulomotorischen Strukturen in reziproker Verbindung.

Als Hauptweg für diese Verbindung dient der Fasciculus longitudinalis medialis (FLM), das mediale Längsbündel. Dies ist ein paariges Faserbündel beidseits der Mittellinie, welches vom rostralen Mittelhirn hinab bis ins oberste Thorakalmark reicht. Es verläuft ventral vom Aquädukt und IV. Ventrikel, weiter kaudal ventral des Hypoglossuskerns. Im Rückenmark, im Vorderstrang verlaufend, flankiert es den Grund der Fissura (Sulcus) anterior.

Das mediale Längsbündel verbindet Blickbewegungszentren des Mittelhirns und der Brücke, den motorischen Apparat der Augen- und Halsmuskeln und Vestibulariskerne miteinander.

Vestibulo-okulare Reflexe (VOR), die sich dieser Bahnen bedienen, halten die Blickachsen bei Kopf- und Körperbewegungen stabil, damit man fixierte Objekte nicht aus den Augen verliert.

Beim binokulärem Sehen müssen diese vestibulär induzierten kompensatorischen Augenbewegungen auch konjugiert sein, damit ein Gegenstand zur gleichen Zeit auf den Foveae beider Augen abgebildet wird. Zu diesem Zweck sind vor allem die einzelnen Bogengänge, aber auch die Maculae über die Vestibulariskerne mit den einzelnen Augenmuskeln in einem trineuronalen, disynaptischen Weg verschaltet (1. Neuron = vestibuläre Primärefferenz, 2. Neuron = sekundäres Neuron des Vestibulariskerns, 3. Neuron = Motoneuron des III., IV. Und VI. Hirnnervs).

In diesem direkten Weg ist jeder Bogengang über zwei erregende Schaltungen mit dem ipsi- und kontralateralen Agonisten und über zwei hemmende Schaltungen mit den Antagonisten für die entsprechende konjugierte Bewegung verbunden, welche in der Ebene des stimulierten Bogengangs liegt.

Während der Kopfbewegung wird der VOR von Bogengangimpulsen ausgelöst (dynamische Komponente), nach ihrem Ende wird er vom Makulaapparat unterhalten (statische Komponente).

Bei fortgesetzter Bogengangsstimulation kann man eine rhythmische Abfolge von langsamen konjugierten Augenbewegungen und raschen, entgegengesetzten, ebenso konjugierten Rückholbewegungen beobachten. Dieses Phänomen wird als vestibulärer Nystagmus bezeichnet; seine rasche Komponente gibt die Schlagrichtung an.

Spontanes Auftreten von Nystagmus oder der anderen vestibulären Symptome weisen stets auf eine Erkrankung des Vestibularapparates hin. Dabei kommt es oft auch zu vegetativen Erscheinungen wie Übelkeit, Erbrechen, Blutdruckabfall. Grund dafür sind wohl direkte und indirekte Verbindungen der Vestibulariskerne mit der Formatio reticularis, welche sich zwischen spinalem Trigeminuskern und der Pyramide in Verlängerung des Seitenstrangs und der Pars intermedia des Rückenmark ausgebildet hat. Von hier aus werden die Impulse an die „Zentren“ für die jeweilige autonome Funktion weitergegeben.(Benninghoff et al.)

2. Material und Methoden

2.1 Methoden

2.1.1 Feststellung der Reliabilität einer Untersuchungsmethode an den Kopfgelenken durch zwei unabhängige Untersucher mithilfe von Cohens Kappa-Statistik

Cohens Kappa-Koeffizient ist ein Maß für die Übereinstimmung von Beurteilungen der gleichen Objekte bzw. Tatbestände durch zwei Personen.

Durchführung:

Im Rahmen der Heilmittelverordnung durch den Arzt wurden Patienten auf eine Blockierung/Bewegungseinschränkung im Segment C2 hin untersucht. Bei positivem Befund wurde der zweite Untersucher herangezogen, ohne seinerseits zu wissen, auf welcher Seite der erste Untersucher die Bewegungseinschränkung am Patienten festgestellt hatte. D.h., hieraus ergaben sich auch die beiden Parameter für die Bestimmung des Kappa-Wertes:

-Blockierung/Bewegungseinschränkung rechts => x1

oder

-Blockierung/Bewegungseinschränkung links => x2

Die Untersucher notierten dann, unabhängig voneinander, das Ergebnis auf einem extra dafür vorgesehenen Formular, welches der späteren Auswertung diene. Zur späteren Auswertung der Ergebnisse wurden diese in einer Kontingenztabelle angegeben:

	Untersucher 1		
Untersucher 2	X1	X2	Total
X1			
X2			
Total			

Hiermit war bereits der erste Untersuchungsgang beendet.

2.1.2 Feststellung der Sehschärfe mit anschließender Mobilisation des Segmentes C2 und weiterer Überprüfung der Sehschärfe (zwei Mal)

Die Sehschärfe des Patienten wurde mithilfe von Sehprobentafeln ermittelt. Anschließend erfolgte dann entsprechend die Mobilisation des Segmentes. Danach wurde der Patient erneut bzgl. der Sehschärfe untersucht. Es wurden auch die Patienten behandelt, bei denen die beiden Untersucher nicht zu dem gleichen Ergebnis gekommen sind.

Die Durchführung der Sehtests und die anschließende Behandlung wurde jeweils von dem Untersucher durchgeführt, der zu Beginn, d.h. noch vor der Reliabilitätsuntersuchung, den Patienten instruiert und auf die Arbeit eingestimmt hatte.

Eine dritte Untersuchung der Sehschärfe erfolgte ca. 24 Std. später.

2.1.3 Validitäts- und Reliabilitätskriterien

Die Ermittlung der Sehschärfe durch Sehprobentafeln ist anerkannt, und, wie bereits oben erwähnt, auch von Nicht-Opthalmologen auszuführen. Die Autoren benutzten zwei verschiedene Tafeln, für die jeweils verschiedenen Tests, und haben, um immer die gleiche Reihenfolge der Tests einzuhalten, die Sehprobentafeln auf der Rückseite gekennzeichnet. Die Tafeln wurden immer an der gleichen Stelle im Raum angebracht.

Zur Ermittlung der Sehschärfe wurde ein Abstand von 5 Metern zwischen dem Patienten und der Sehprobentafel festgelegt. Dieser Abstand wurde am Boden markiert. Anschließend wurde ein Stuhl, in diesem Fall immer der gleiche Stuhl, auf die Markierung am Boden so aufgestellt, dass die Lehne direkt über der 5-Meter-Markierung war. Die Position der Stuhlfüße wurde ebenfalls markiert, um den Stuhl jederzeit wieder an die entsprechende Position stellen zu können. Diese Markierungen wurden bis zum Ende der Arbeit nicht vom Boden entfernt. Die Patienten saßen bei den Untersuchungen aufrecht, an der Stuhllehne angelehnt.

Die Sehtests wurden somit auch immer im gleichen Raum ausgeführt, wobei auch immer für die gleichen Lichtverhältnisse gesorgt wurde. Die Rollläden der Fenster waren bis zum Ende herunter gelassen und beide Deckenlampen angeschaltet. Die ermittelten Ergebnisse wurden zwecks späterer Auswertung auf einem Formular notiert.

Die Durchführung der Sehproben wurde bis zum Ende der Arbeit nicht modifiziert oder verändert.

2.1.3.1 Voraussetzungen

1. Die Patienten gaben Beschwerden an, die sich auch nach der Reliabilitätsuntersuchung nicht geändert hatten, da es sonst zu einem veränderten outcome kommen könnte.

2. Die Patienten wurden über die Teilnahme an einer wissenschaftlichen Arbeit informiert und haben ihr Einverständnis schriftlich erklärt.

2.1.4 Kontrollgruppe

Um die Wirksamkeit der in 2.1.2 durchgeführten Behandlung zu überprüfen bekamen die Patienten in dieser Gruppe eine Placebo-Behandlung, in diesem Fall eine Elektrotherapie-

Behandlung an der Halswirbelsäule, ohne dass Strom floss. Die Elektroden wurden rechts und links der Halswirbelsäule angelegt, das Gerät wurde eingeschaltet und der Patient hörte das charakteristische „on-Signal“ des Geräts.

Die Behandlung dauerte eine Minute.

Die Teilnehmer dieser Gruppe hatten, genau wie in 2.1.2 auch, eine Bewegungseinschränkung im zweiten Halswirbelsäulensegment. Allerdings war es in diesem Fall zu vernachlässigen, ob die Patienten Risiken aufwiesen, die in 2.2.3 und 2.2.4 näher beschrieben werden, und somit zum Ausschluss zur eigentlichen Behandlung (2.1.2) führten.

Die Zugehörigkeit zu dieser Gruppe wurde wahllos ermittelt.

Die Patienten dieser Gruppe wurden ebenfalls von beiden Untersuchern hinsichtlich einer C2-Blockierung überprüft, und die ermittelten Ergebnisse zur Kappa- Auswertung hinzugefügt.

2.2 Material

2.2.1 Ermittlung der Sehschärfe mithilfe von Sehprobentafeln

Sehprobentafeln können bestehen aus Buchstaben, Zahlen, Pflüger-Haken, Landolt-Ringen und Kinderbildern.

=> sog. Optotypen oder Sehzeichen

Für diese Studie wurden Sehprobentafeln verwendet, welche kombiniert sowohl Zahlen als auch Buchstaben beinhalten.

2.2.1.1 Visusprüfung

Fern- und Nahvisus (Sehschärfe) wurden bei jedem Auge einzeln geprüft. Ein Auge wurde, mit einem Papier oder mit dem Handteller ohne Druck verdeckt; Brillenträger wurden mit Brille getestet.

Der Untersucher bot dem Patienten die Optotypen zunächst in einer Entfernung von 5 Metern an (Prüfung des Fernvisus). Diese Sehzeichen sind so konstruiert, dass die Optotypen von einer bestimmten Größe in einer bestimmten Entfernung (Sollentfernung: neben dem

jeweiligen Sehzeichen in m vermerkt) von einem normalsichtigen Auge gerade noch aufgelöst werden können.

Die Sehprobentafeln müssen für die Untersucher sauber und gut beleuchtet sein. Die ermittelte Sehschärfe wird in einem Bruch ausgedrückt:

Istentfernung

----- = Visus

Sollentfernung

Der normale Visus beträgt 5/5, in Dezimalen 1,0 (Istentfernung = Sollentfernung).

Beispiel für herabgesetzten Visus:

Ein Patient sieht aus einer Entfernung von 5m (Istentfernung) auf einer Visustafel nur die oberste Zahl und keine kleineren Sehzeichen. Ein Normalsichtiger würde diese Zahl auch noch in einem Abstand von 50m erkennen können (Sollentfernung). Der Patient hat demzufolge einen Visus von $5/50 = 0,1$.

Die Sehschärfe (Visusprüfung) muss grundsätzlich entsprechend DIN-Norm EN ISO 8596 und 8597 geprüft werden, die z.B. die Prüfdistanz von 5 Metern vorschreibt. Nur, wenn es bei höheren Graden einer Myopie (Kurzsichtigkeit) unerlässlich ist, kann die Prüfdistanz auf einen Meter verkürzt werden. Bei noch schlechterer Sehschärfe prüft man Fingerzählen, die Richtung der Handbewegung und die Wahrnehmung der Lichtprojektion einer Taschenlampe.

2.2.1.2 Methodik

1. Reihenfolge	a) voraussichtlich schlechteres Auge b) voraussichtlich besseres Auge
2. Startwert	Die Untersuchung muss mit einem Sehschärfewert begonnen werden, der mindestens zwei Visusstufen unter dem Grenzwert liegt, damit der Prüfling üben kann und der Untersucher erkennt, ob der Prüfling den Test beherrscht.
3. Anzahl der Zeichen pro Visusstufe	Im Bereich von Visus 0,25 bis 2,0 müssen mindestens 5 Optotopen pro Stufe abgefragt werden.
4. „Bestanden“-Kriterium	Eine Visusstufe gilt als richtig erkannt, wenn mindestens 60 % aller Optotopen richtig angegeben wurden. a) mindestens 3 Richtige von 5 Optotopen b) mindestens 5 Richtige von 8 Optotopen c) mindestens 6 Richtige von 10 Optotopen
5. Abbruchkriterium	Die Prüfung wird bei der ersten Optotopenreihe, bei der die Anzahl der richtig benannten Optotopen das „Bestanden“-Kriterium unterschreitet, beendet.
6. Ergebnis	Die letzte bestandene Visusstufe definiert die erreichte Sehschärfe.

2.2.1.3 Weitere Regeln und Empfehlungen

1. Ermunterung des Pat.	Um die verschiedenen Grundhaltungen der Prüflinge auszugleichen, sollte zum bestmöglichen Raten ermuntert werden, wenn eine Antwort wie z.B.: „das Zeichen kann ich nicht erkennen“, gegeben wird.
2. Wiederholung	Eine Wiederholung von einzelnen Optotypen oder ganzen Zeilen, die beim ersten Mal nicht richtig gelesen wurden, ist nicht zulässig.

Die Leseprobentafeln können auch von Nicht-Ophtalmologen zur Prüfung der Sehschärfe verwendet werden. (Gerhard K. Lang).

2.2.2 Behandlungsmethodik

Die Untersuchung und Behandlung der Patienten gliederte sich folgend:

1. Anamnese
2. Inspektion
3. Segmentale Funktionspalpation
4. Neurologische Orientierung mittels Provokation der neurologischen Strukturen durch Kompression und Traktion der passiven Wirbelsäulenstrukturen und zusätzlichem neurologischen Screening der Dermatome und Myotome der Segmente C1 bis C4. Ein Hinweis auf eine radikuläre Symptomatik führte zum Ausschluss des Patienten von der Teilnahme an der Studie.
5. Sicherheitstests (s. Kap. 7.3)
6. Spezifische lokale Untersuchung zur Feststellung der Dysfunktion des zweiten Halswirbels mittels passiver Joint-play-Tests und des Übersichtstest des Gegenlaufphänomens (sog. Reziprok-Test).²
7. Sehtest I
8. Mobilisation: Zur Behandlung des zweiten Halswirbels standen zwei Techniken unter der Anwendung der Facettenverriegelung (oder dreidimensionaler Verriegelung gemäß des nicht dominanten Wirbelgruppenverhaltens nach der Lovettschen Regel und des Fryettschen Gesetzes)² zur Wahl:
 - a) Intermittierende Translationsmobilisation auf der ipsilateralen Seite
 - b) Gappingmanipulation auf der kontralateralen Seite.

Vor der eigentlichen Behandlung wurde eine Probemobilisation mit gehaltenem Zug durchgeführt. Empfund der Patient diese als schmerzhaft und trat eine Abwehrspannung der Muskulatur auf, wurde auf weitergehende Schritte verzichtet und der Patient von der Studie ausgeschlossen.

Als sicheres Zeichen für die erfolgreiche Mobilisation des zweiten Halswirbels wurden folgende Kriterien festgelegt:

- a) Hörbares Zerplatzen der Unterdruckblase (sog. Adhäsionsknack)^{2 12}

b) Freies Gelenkspiel (joint play).

9. Sehtest II

10. Sehtest III (am folgenden Tag)

2.2.3 Sicherheitstests

In dieser Arbeit wurden Patienten am zweiten Halswirbel mittels einer Mobilisation mit Impuls behandelt. Die Auswahl der Patienten, welche hierbei behandelt werden sollten, war dabei unabhängig von der eigentlichen Motivation, welche die Patienten in die physiotherapeutische Praxis führte. Dies bedeutet, dass die führende Symptomatik des Patienten fernab der Halswirbelsäule zu finden sein kann. Ein Patient mit Fußproblemen beispielsweise wird nicht unmittelbar das Augenmerk des Therapeuten auf den zweiten Halswirbel lenken. Dennoch sind auch dort Bewegungseinschränkungen, mitunter auch aufgrund der Statikveränderungen und damit einhergehenden Auswirkungen arthrokinästhetischer Reflexe, denkbar.²

Noch interessanter im Hinblick auf eine Veränderung der Sehstärke durch die Behandlung erschienen vordergründig jedoch vielmehr die Patienten zu sein, die u. a. aufgrund einer Hals- oder Kopfgelenksproblematik und damit einhergehenden Pathologien des Auges den Weg in die Physiotherapiepraxis fanden.

Bei Patienten mit Sehstörungen ist allerdings größte Vorsicht bei der Durchführung von Handgrifftechniken an der Halswirbelsäule geboten, da diese Symptome ein Hinweis auf eine vaskuläre oder neurale Pathologie sein können.^{2 19 1 4 5}

Um mögliche Kontraindikationen für eine Behandlung ausschließen zu können, wurden neben der gezielten Fragestellung im Rahmen der Anamnese die folgenden Sicherheitstests durchgeführt:

2.2.3.1 Hautant-Test

- Durchführung: Der Patient sitzt mit ausgestreckten supinierten Armen und geschlossenen Augen. Der Untersucher führt den Kopf des Patienten mit einer Kombinationsbewegung in die Extension, Rotation und Seitneigung zur gleichen Seite. Diese Position wird etwa dreißig Sekunden gehalten. Bei positivem Befund tritt eine Seitbewegung oder ein Absinken des Armes auf. ^{2 1}

- Interpretation: Ein positiver Befund ist als Hinweis auf eine Veränderung der Afferenzenströme im Bereich der HWS und/oder des cervikothorakalen Übergangs zu bewerten. ²

2.2.3.2 De-Kleynsche Hängeprobe

- Durchführung: Der Patient liegt auf dem Rücken. Der Kopf befindet sich im Überhang. Der Therapeut führt den Kopf passiv in eine endgradige Extension, Rotation und Seitneigung zur gleichen Seite und hält den Kopf sicher in dieser Position. Auch diese Position wird ca. dreißig bis vierzig Sekunden lang gehalten. Bei positivem Befund wie Nystagmus oder Auftreten von Schwindel, Übelkeit oder Ohrrauschen wird der Test sofort abgebrochen. ^{2 1}

- Interpretation: Die oben genannten Symptome gelten als Hinweis auf eine mögliche Störung der A. vertebralis im Sinne einer Verringerung der Durchlässigkeit. Mögliche Ursachen könnten Arteriosklerose oder Spondylophyten sein. ^{2 1} Der positive Befund reicht als Kontraindikation für eine Impulsmobilisation aus und führt somit zum Ausschluss des Patienten aus der Studie.

2.2.3.3 Sharp-Purser-Test

- Durchführung: Der Patient sitzt. Der Therapeut steht seitlich neben dem Patienten und umfasst den Kopf. Axis wird dorsal fixiert und der Therapeut versucht, das Okziput gegenüber dem Axis nach dorsal zu verschieben. Eine Beweglichkeit sollte nicht spürbar sein.⁵

- Interpretation: Der Test ist positiv, wenn eine vermehrte Beweglichkeit zu spüren ist. Dies wäre ein Hinweis auf eine Bandinstabilität des Lig. transversum und würde den Patienten sofort von weiteren Behandlungsmaßnahmen ausschließen. Weiterhin ist der Test positiv, wenn das Lig. transversum intakt ist, der Dens axis jedoch frakturiert ist.¹⁹ Auch dies führt selbstverständlich zum Ausschluss.

2.2.3.4 Test der Ligamenta alaria

- Durchführung: Der Patient sitzt. Der Untersucher steht lateral und tastet den Processus spinosus des Axis. Die andere Hand führt den Kopf in eine kleine Seitneigung zur Seite des Therapeuten. Gleichzeitig muß sich der Processus spinosus bei negativem Befund zur Gegenseite bewegen.¹⁹

- Interpretation: Der Verlauf des Bandes (s. Kap. 4.6.2) zwingt Axis in eine Rotation zur Seitneigungsseite. Dabei bewegt sich der Dornfortsatz zur gegenüberliegenden Seite (sog. Steuerradphänomen). Ist das Lig. alare nicht intakt, tritt die Bewegung verzögert ein.¹⁹ Ist der Befund positiv, werden weitere Behandlungsschritte nicht durchgeführt und der Patient wird aus der Studie ausgeschlossen.

Abschließend sei bemerkt, dass alle Tests selbstverständlich beidseits durchgeführt wurden.

Patienteninformation

Abschlussarbeit der OMT-Weiterbildung nach Richtlinien der IFOMT

von

Axel Janssen und Markus Berens

Beeinflussung der Sehleistung durch die Mobilisation des zweiten Halswirbels

Kann eine manualtherapeutische Behandlung des zweiten Halswirbels die Sehschärfe (Visus) des Patienten beeinflussen?

Hierbei kommt es zu folgenden Untersuchungen:

1. Feststellung der Wiederholbarkeit einer Untersuchungsmethode an den Kopfgelenken durch zwei unabhängige Untersucher. Die festgestellten Daten werden gesammelt und, zur Ermittlung des Kappa-Wertes, ausgewertet.

Cohens Kappa-Koeffizient ist ein Maß für die Übereinstimmung von Beurteilungen der gleichen Objekte bzw. Tatbestände durch zwei Personen.

2. Im Rahmen der Heilmittelverordnung durch den Arzt werden Patienten untersucht, und bei positivem Befund (Bewegungseinschränkung eines bestimmten Segmentes der Halswirbelsäule) wird die Sehschärfe des Patienten mithilfe von Sehprobentafeln ermittelt. Anschließend erfolgt dann entsprechend die Mobilisation des Segmentes durch den Therapeuten und danach wird der Patient erneut bzgl. der Sehschärfe untersucht. Eine dritte Untersuchung der Sehschärfe erfolgt ca. 24 Std. später. Die gemessenen Daten werden gesammelt und ausgewertet.

Bei der Behandlung an der Wirbelsäule treten sehr selten schwerwiegende Komplikationen auf. Wird ein nicht erkennbarer Bandscheibenvorfall durch den gezielten

manualmedizinischen Eingriff aktiviert, kann es zu Lähmungen, Funktionsstörungen und Schmerzen in Schultern, Armen und Beinen kommen.

Sind Bandscheibenvorfälle oder andere raumfordernde Veränderungen bekannt, müssen manualtherapeutische Behandlungen in den betroffenen Segmenten unterbleiben. Noch seltener sind Schädigungen der Arterien, die das Gehirn versorgen. Es können sich durch Verletzungen der muskulären Innenwand des Gefäßes extrem selten (in 1:400 000 bis 1:2 Millionen Fällen) Blutgerinnsel bilden, was zu schweren bleibenden Schädigungen des Hirnstamms führen kann.

Sollten sie sich als Teilnehmer dieser Arbeit zur Verfügung stellen, müssen wir sie darauf hinweisen, dass ihre Daten und ermittelten Befunde, im Sinne der Wissenschaft, weiterverarbeitet werden können. Wir weisen sie aber darauf hin, zur Bewahrung ihrer Patientenautonomie, dass die Teilnahme an der Studie absolut freiwillig ist und dass jederzeit und ohne Nachteil die Möglichkeit des Rücktritts besteht.

Darüber hinaus gibt es für sie persönlich keinen unmittelbaren Vorteil aus der Studie. Wir hoffen aber, dass entsprechende positive Ergebnisse dazu veranlassen, in Zukunft eine große Studie mit gleichem Thema, nur höherer Patientenzahl durchzuführen.

Axel Janssen und Markus Berens

Einverständniserklärung

...zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Arbeit

Beeinflussung der Sehleistung durch die Mobilisation des zweiten Halswirbels

von

Herrn Axel Janssen

und

Herrn Markus Berens

Ich, _____, habe die Angaben über Risiken, Ziele und Durchführung der Abschlussarbeit gelesen.

Fragen, die sich mir während der Durcharbeitung des Informationsblattes stellten, wurden von einem der durchführenden Personen zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Die Weiterverarbeitung meiner Daten und Befunde im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit stellt für mich kein Problem dar und stimme dem zu.

Ich bin von den durchführenden Personen darauf hingewiesen worden, dass für mich jederzeit die Möglichkeit des Rücktritts aus dieser Studie besteht.

Mit meiner Unterschrift gebe ich meine endgültige Zusage zur freiwilligen Teilnahme an dieser Arbeit.

Unterschrift des Teilnehmers:

Ort, Datum

Unterschrift eines Durchführenden:

Ort, Datum

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der nicht-randomisierten kontrollierten Studie

Patient	Test	re	Veränderungen			Veränderungen			Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
			T1 bis T2	T1 bis T3	li	T1 bis T2	T1 bis T3					
1	1	0,25			0,25							Kon
	2	0,25	0		0,25	0		MB	re	ja		
	3	0,25		0	0,25		0					
2	1	0,83			0,67			MB	li	ja		Kon
	2	0,83	0		0,67	0						
	3	0,83		0	0,67		0					
3	1	0,58			0,67			MB	re	ja		Kon
	2	0,58	0		0,67	0						
	3	0,58		0	0,67		0					
4	1	0,83			0,83			MB	re	ja		Kon
	2	0,83	0		0,83	0						
	3	0,83		0	0,83		0					
5	1	0,25			0,25			MB	re	ja		Kon
	2	0,5	0,25		0,58	0,33						
	3	0,58		0,33	0,58		0,33					

Patient	Test	Veränderungen			Veränderungen			Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
		re	T1 bis T2	T1 bis T3	li	T1 bis T2	T1 bis T3				
6	1	0,5			1			AJ	li	nein	Kon
	2	0,67	0,17		1	0					
	3	1		0,5	1		0				
7	1	0,167			0,5			AJ	re	ja	Kon
	2	0,25	0,083		0,5	0					
	3	0,33		0,167	0,5		0				
8	1	0,25			0,33			AJ	li	ja	Kon
	2	0,25	0		0,5	0,17					
	3	0,25		0	0,5		0,17				
9	1	0,58			0,67			AJ	li	ja	Kon
	2	0,25	-0,33		0,33	-0,34					
	3	0,42		-0,16	0,5		-0,17				
10	1	0,167			0,83			AJ	li	nein	Kon
	2	0,167	0		1	0,17					
	3	0,167		0	0,83		0				
11	1	0,83			1			MB	li	ja	Exp
	2	0,83	0		1	0					
	3	1		0,17	1		0				

Patient	Test	Veränderungen			Veränderungen			Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
		re	T1 bis T2	T1 bis T3	li	T1 bis T2	T1 bis T3				
12	1	0,83			0,75			MB	re	nein	Exp
	2	0,83	0		0,83	0,12					
	3	1		0,17	1		0,25				
13	1	1			0,67			MB	re	ja	Exp
	2	1	0		0,83	0,16					
	3	0,83		-0,17	0,83		0,16				
14	1	0,83			0,5			MB	re	ja	Exp
	2	1	0,17		0,67	0,17					
	3	0,75		-0,08	0,42		-0,08				
15	1	0,83			1			MB	re	ja	Exp
	2	1	0,17		1	0					
	3	1		0,17	1		0				
16	1	0,83			1			AJ	li	ja	Exp
	2	0,83	0		1	0					
	3	1		0,17	1		0				
17	1	0,25			0,167			AJ	li	ja	Exp
	2	0,33	0,08		0,167	0					
	3	0,5		0,25	0,25		0,083				

Patient	Test	Veränderungen			Veränderungen			Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
		re	T1 bis T2	T1 bis T3	li	T1 bis T2	T1 bis T3				
18	1	0,67			0,5			AJ	li	nein	Exp
	2	0,5	-0,17		0,67	0,17					
	3	0,83		0,16	1		0,5				
19	1	0,83			0,83			AJ	re	ja	Exp
	2	0,83	0		1	0,17					
	3	1		0,17	1		0,17				
20	1	0,42			0,33			AJ	re	ja	Exp
	2	0,33	-0,09		0,5	0,17					
	3	0,33		-0,09	0,33		0				
21								AJ	li	ja	Kappa
22								MB	li	ja	Kappa
23								MB	re	ja	Kappa
24								MB	li	nein	Kappa

Patient	Test	re	Veränderungen		Veränderungen		Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
			T1 bis T2	T1 bis T3	li	T1 bis T2				
MW Kon	1	0,4404			0,6					
MW Exp	1	0,732			0,6747					
MW Kon	2	0,4577			0,633					
MW Exp	2	0,748			0,7667					
MW Kon	3	0,5237			0,633					
MW Exp	3	0,824			0,783					
VÄ in % Kon	1-3	18,91			5,5					
VÄ in % Exp	1-3	12,57			16,05					
MW Kon			0,0173		0,033					
MW Exp			0,016		0,096					
StabW Kon			0,142897201		0,164745258					
StabW Exp			0,099317672		0,079649231					
gem. StabW			0,121107437		0,122197245					
95% KI von			0,1136		-0,0529					
bis			0,1162		0,07459					

Patient	Test	re	Veränderungen T1 bis T2	T1 bis T3	Veränderungen li	T1 bis T2	T1 bis T3	Untersucher	Blockierung	Kappa	Gruppe
MW Kon				0,0837			0,033				
MW Exp				0,092			0,1083				
StabW Kon				0,185022188			0,12482388				
StabW Exp				0,138332932			0,16217278				
gem. StabW				0,16167756			0,14349833				
95% KI von				-0,1451			-0,0608				
bis				0,1617			0,2114				
Vgl Exp-Kon			-0,0013	0,0083		0,063	0,0753				
Übereinst										79,17	
ZÜbereinst										50	
Kappa										0,58	

n = 24 (w = 17, m = 7)

re = rechts, li = links, T = Test, MW = Mittelwert, Kon = Kontrollgruppe, Exp = Experimentalgruppe, AJ = Axel Janssen, MB = Markus Berens, VÄ = Veränderung, StabW = Standardabweichung, KI = Konfidenzintervall, gem. StabW = gemittelte Standardabweichung, Vgl = Vergleich, Übereinst = Übereinstimmung, ZÜbereinst = Zufallsübereinstimmung

3.2 Kappa-Wert

		Untersucher 1		total
		X1	X2	
Untersucher 2	X1	11	4	15
	X2	1	8	9
		12	12	

X1 = Blockierung oder Bewegungseinschränkung rechts

X2 = Blockierung oder Bewegungseinschränkung links

Errechnung des Kappa-Wertes

tatsächliche Übereinstimmung: 79 %

Zufallsübereinstimmung: 50%

$K = 0,58$

Beurteilung: mäßig

4. Diskussion

Im Rahmen der Voruntersuchungen für diese Studie konnten 24 Patienten (17 weibliche und 7 männliche) im Alter zwischen 15 und 73 Jahren die erwähnten Kriterien erfüllen. Von diesen Patienten erreichten 4 bereits während der ersten Testung, also noch vor der eigentlichen Behandlung, die volle Sehleistung. Eine Verbesserung war hier nicht mehr zu erreichen. Somit reduzierte sich die Anzahl der tatsächlich vollständig getesteten Patienten auf 20 Probanden. Dennoch konnten die Autoren die Daten zur Feststellung des Kappa-Wertes nutzen, welcher die Übereinstimmung von 0,58 ergab. Somit bestand eine mäßige Zuverlässigkeit der beiden Untersucher.

Durchweg gab es beim Vergleich der Mittelwerte sowohl bei der Experimentalgruppe, als auch bei der Kontrollgruppe, Verbesserungen der Sehleistung zwischen der ersten und letzten Testung. Die Kontrollgruppe wies durchschnittlich auf dem rechten Auge eine Verbesserung von 18,91 %, auf dem linken Auge von 5,5 % auf. Die Veränderungen bei der Experimentalgruppe beliefen sich im Schnitt um 12,57 % auf dem rechten und 16,05 % auf dem linken Auge. Es fiel bei der Betrachtung der Messwerte auf, dass die Veränderungen auf dem rechten Auge bei der Kontrollgruppe deutlich größer waren als bei der Experimentalgruppe. Noch größer fiel der Unterschied auf dem linken Auge auf, diesmal zu Gunsten der Experimentalgruppe. Folglich konnte man bei der reinen Betrachtung der prozentualen Verbesserungen der Mittelwerte nicht davon ausgehen, dass die Behandlung der Patienten der Nicht-Behandlung überlegen war. Die Mittelwertdifferenz ($T1 - T3$) zwischen den Gruppen betrug 0,0083 auf dem rechten Auge und 0,0753 auf dem linken Auge. Die Differenz der Mittelwerte legte somit jedoch einen Behandlungseffekt zumindest für das linke Auge nahe. Um die Frage zu beantworten, ob sich eine Behandlung in klinischer Sicht lohnt, errechneten die Autoren den 95% Konfidenzintervall. Die Autoren gingen davon aus, dass der kleinste klinisch lohnenswerte Effekt erzielt wurde, wenn die Behandlung der Patienten eine Verbesserung der Sehleistung um den Wert 0,07 erreichte. Dies entsprach in etwa einer Verbesserung um eine Zeile auf der Sehprobentafel. Der 95 % Konfidenzintervall für die Differenz der Mittelwerte reichte in dieser Studie auf dem rechten Auge von $-0,1451$ bis $0,1617$, auf dem linken Auge von $-0,0608$ bis $0,2114$. Das untere Ende des Konfidenzintervalls schließt sowohl auf dem linken als auch auf dem rechten Auge eine geringe Verschlechterung der Sehleistung durch die Behandlung ein. Das obere Ende liegt

über dem kleinsten klinisch lohnenswerten Effekt. Auf Basis dieser Untersuchung kann man somit nicht sicher davon ausgehen, dass sich die Behandlung lohnt.

Die Verbesserung der Messwerte in beiden Gruppen und das hohe Maß an Unsicherheit darüber, wie groß der Behandlungseffekt wirklich ist, lassen den Schluß zu, dass die Mobilisation des zweiten Halswirbels keinen klinisch lohnenswerten Effekt zur Verbesserung der Sehleistung hat.

Das Ergebnis dieser Studie bedarf eines wissenschaftlichen Beweises im Rahmen einer randomisierten kontrollierten Studie. Hierbei wäre es vorteilhaft, eine deutlich höhere Anzahl an Probanden zu untersuchen. Nützlich wäre es zudem, wenn ein Augenarzt beispielsweise mittels eines Sehzeichenprojektors die Testung der Sehleistung durchführen könnte. Dies könnte zu exakteren Ergebnissen führen.

Es lässt sich nicht ausschließen, dass die Verbesserungen der Messwerte in beiden Gruppen auf einen evtl. vorhandenen Gewöhnungseffekt zurück zu führen waren (Optotopengröße, Durchführung der Sehprobe an der Sehprobentafel). Vermeiden lässt sich dieses auch in zukünftigen Studien nicht. Die Autoren schlagen vor, in weiteren Studien die Probanden an drei aufeinander folgenden Tagen jeweils einer Visusprüfung zu unterziehen, um dann am vierten Tag mit der eigentlichen Behandlung zu beginnen. Wahrscheinlich hätte sich bis zur Behandlung ein Gewöhnungseffekt eingestellt. Dieser würde dann die Messwerte jedoch nicht verfälschen.

5. Zusammenfassung

Die Zusammenhänge zwischen Sehstörungen und Dysfunktionen der Halswirbelsäule sind in der Manuellen Therapie bekannt. Diese Studie widmete sich den weniger bekannten Zusammenhängen zwischen der veränderten Sehleistung und oben genannten Dysfunktionen. Mithilfe dieser Arbeit, einer nicht-randomisierten kontrollierten Studie, setzten sich die Autoren zum Ziel, die Beeinflussung der Sehleistung durch die Mobilisation des Segmentes C2 zu untersuchen.

Hierzu wurden Patienten ausgewählt, die an diesem entsprechenden Segment der zervikalen Wirbelsäule eine Blockierung aufwiesen und bezüglich ihrer Sehleistung zu drei verschiedenen Zeitpunkten untersucht wurden: vor der Behandlung des Segmentes, direkt danach und ca. 24 Std. später.

Eine Kontrollgruppe, mit gleicher Probandenzahl aber Placebo-Behandlung, wurde ebenfalls getestet.

Die geschlechtliche Verteilung in den beiden Gruppen war:

Neun Frauen und ein Mann in der Experimentalgruppe, und drei Männer und sieben Frauen in der Kontrollgruppe. Das Durchschnittsalter der Patienten in der Experimentalgruppe ist 41 Jahre, zu 53 Jahren in der Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse der Studie wurden im Verhältnis linkes zu rechtem Auge miteinander verglichen, und die jeweiligen Veränderungen festgehalten und gegenüber gestellt.

Die Sehschärfe der Probanden wurde mithilfe von Sehprobentafeln ermittelt. Hierin liegt ein gewisses Maß an Unsicherheit, bzw. eine mögliche Fehlerquelle. Auch wenn die Durchführung eines Sehtests mittels Sehprobentafeln eine anerkannte Methode und auch von Nicht-Ophtalmologen auszuführen ist, so sollte doch im weiteren Rahmen der Forschung und somit bei einer Durchführung einer größeren Studie, mit weiteren Testzeitpunkten (wie oben beschrieben), auf die Mitarbeit eines Augenarztes oder Optikers bestanden werden. Dann wäre es möglich, die Sehleistung des Patienten mit elektronischen Messverfahren genauer zu bestimmen und somit deutliche mögliche Fehlerquellen zu minimieren.

Aus den Untersuchungen ergaben sich folgende Ergebnisse:

Die Gesamtveränderung der Sehschärfe der Teilnehmer in der Experimentalgruppe liegt bei einer Verbesserung von 12,5 % auf der rechten Seite, zu 16,05 % auf der linken Seite. Die Veränderungen in der Kontrollgruppe liegen bei einer Verbesserung von 18,9 % rechts, zu 5,5 % auf dem linken Auge.

Die ermittelten 95% Konfidenzintervalle gaben keinen deutlichen Hinweis auf einen klinisch lohnenswerten Effekt.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen, insbesondere der Ergebnisse der Kontrollgruppe, kann nicht eindeutig belegt werden, dass eine Mobilisation des zweiten Halswirbels tatsächlich zur Verbesserung der Sehleistung führt. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass andere Faktoren, wie z.B. Gewöhnungseffekte zu den Veränderungen geführt haben.

Beeinflussende Faktoren, dieser oder anderer Art, sollten dann bei weiterer Forschung zu diesem Thema, berücksichtigt werden.

Der zwischen den beiden Autoren dieser Arbeit durchgeführte Vergleich zur Feststellung der Reliabilität einer Untersuchungsmethode an den Kopfgelenken, erzielte eine tatsächliche Übereinstimmung von 79%. Der ermittelte Kappa-Wert von 0,58 steht für ein eher mäßiges Ergebnis.

6. Literaturverzeichnis

- 1 Bessler J. Arteria-vertebralis-Tests in der Manuellen Therapie – eine Literaturstudie. Manuelle Therapie, 2001; 5: 185 – 197
- 2 Brokmeier A. Kursbuch Manuelle Therapie. Stuttgart: Hippokrates; 2001
- 3 Dyer L., Tuena M. Diagnose zervikaler Kopfschmerz. Manuelle Therapie, 2004; 8: 95-106
- 4 Eder K., Udvardi C. Sind Sicherheitstests valide? Überprüfung der Validität von Sicherheitstest im Bereich der HWS unter Berücksichtigung juristischer Aspekte. Manuelle Therapie, 2004; 8: 138 – 146
- 5 Eder K., Udvardi C. Sind Sicherheitstests valide? Überprüfung der Validität von Sicherheitstest im Bereich der HWS unter Berücksichtigung juristischer Aspekte. Manuelle Therapie, 2004; 8: 183 – 193
- 6 Gorman R. F. The Treatment of Presumptive Optic Nerve Ischemia by Spinal Manipulation. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 1995; 3: 172-177
- 7 Griebel J., Reupke T., Sandeck F. Einführung in die Datenbank Medline. OMT Facharbeit; 2005
- 8 Herbert R. Wie kann man Behandlungseffekte aus klinischen Studien bewerten? I: Kontinuierliche Outcomes. Krankengymnastik – Zeitschrift für Physiotherapeuten, 2004; 10: 1902 - 1913
- 9 Kahle W. Taschenatlas der Anatomie Band 1 – Bewegungsapparat. Stuttgart: Thieme; 1991
- 10 Kahle W. Taschenatlas der Anatomie Band 3 - Nervensystem und Sinnesorgane. Stuttgart: Thieme; 2001
- 11 Kool J., de Bie R. Der Weg zum wissenschaftlichen Arbeiten. Stuttgart: Thieme; 2001
- 12 Kursskript Modern Manipulative Techniques, 22.10. – 23.10.05; Oslo, Norwegen
- 13 Lang G. Augenheilkunde. Stuttgart: Thieme; 2004
- 14 Rauber A. und Kopsch F. Anatomie des Menschen Band 1 - Bewegungsapparat. Stuttgart: Thieme 1987
- 15 Rohen J. Funktionelle Anatomie des Nervensystems. Stuttgart: Schattauer; 1994
- 16 Samandari F. Funktionelle Anatomie der Hirnnerven und des vegetativen Nervensystems. Berlin: de Gruyter; 1994

- 17 Scherfer E. Fallbericht und Einzelfallanalysen. Krankengymnastik - Zeitschrift für Physiotherapeuten, 2003; 6 : 992 - 997
- 18 Scherfer E. Studien suchen und finden - die Datenbank PEDro. Krankengymnastik- Zeitschrift für Physiotherapeuten, 2003; 8: 1562 - 1567
- 19 Schomacher J. Manuelle Therapie – Bewegen und Spüren lernen. Stuttgart: Thieme; 1998
- 20 Spraul C., Lang G. Optik und Refraktionsfehler. In: Lang G. Augenheilkunde. Stuttgart: Thieme; 2004
- 21 Stephens D. und Gorman R. F. Does Normal Vision Improve with Spinal Manipulation?. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 1996; 6: 415-417
- 22 Trepel M. Neuroanatomie – Struktur und Funktion. Urban & Fischer: München; 2004
- 23 van den Berg F. und Wolf U. Manuelle Therapie - Sichere und effektive Manipulationstechniken. Berlin: Springer; 2002
- 24 von Pickartz H. J. M. Kraniofaziale Dysfunktionen und Schmerzen. Stuttgart: Thieme; 2001
- 25 Westerhuis P. Zervikogener Kopfschmerz: Perspektive eines Klinikers. In: von Pickartz H. J. M., Hrsg. Kraniofaziale Dysfunktionen und Schmerzen. Stuttgart: Thieme; 2001
- 26 Zilles K. Funktionelle Neuroanatomie. Berlin : Springer; 1998
- 27 Zühlsdorf M. und Kuhlmann J. Klinische und ethische Aspekte der Pharmakogenetik Heft 138. Bochum: Zentrum für medizinische Ethik; 2002

7. Anhänge

7.1 Erklärung zur gemeinsamen OMT-Facharbeit

Diese vorliegende Studie ist die erste gemeinsame OMT-Facharbeit zweier Absolventen verschiedener deutscher manualtherapeutischer Fachgruppen, der Deutschen Fachgruppe für Orthopädisch Manuelle/Manipulative Therapie e.V. und der Arbeitsgemeinschaft Manuelle Therapie im ZVK e.V..

Auch wenn die gegenseitige Rücksichtnahme und Kompromisse bei der Gestaltung der Arbeit mitunter unangenehme Wegbegleiter dieser gemeinsamen Studie waren, so lebte sie doch vor allem von den Impulsen und Ideen des jeweils anderen und der daraus resultierenden fruchtbaren Zusammenarbeit.

In diesem Sinne wünschen sich die Autoren eine ebenso erfolgreiche Zusammenarbeit der Fachgruppen untereinander. Möge diese Studie einen Teil dazu beitragen.

Axel Janssen und Markus Berens

Köln, im Februar 2006

7.2 Bearbeitung der Kapitel

Folgende Kapitel wurden von den Autoren geschrieben:

Axel Janssen

Kap. 1.1, 1.3 – 1.14.4, 2.2.2 – 2.2.3.4, 4.

Markus Berens

Kap. II, 1.2, 1.15, 2.1 – 2.2.1.3, 2.2.4, 5.

Gemeinsam wurde von den Autoren das Kapitel 3. erarbeitet.