Universitätsklinikum Ulm

Klinik für Neurochirurgie

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Rainer Wirtz

Diagnostik und Therapie zervikogenen Schwindels mittels Facettengelenksblockade und Facettengelenks-Denervation

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Ulm

Vorgelegt von Tim Kuno Hahn

Geboren in Heide

2019

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Stephan Klessinger

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Bernd Schmitz

Tag der Promotion: 17.07.2020

Widmung

Ich widme diese Dissertation meinen Eltern Kuno Hahn und Doris Hahn ohne deren stetige Unterstützung mein Leben nie den beschrittenen Weg hätte einschlagen können.

Teile dieser Dissertation sind erschienen in:

Hahn T, Halatsch M E, Wirtz C, Klessinger S: Response to Cervical Medial Branch Blocks In Patients with Cervicogenic Vertigo. Pain physician, 21: 285-294 (2018)

Hahn T, Klessinger S: Kann interventionelle Schmerztherapie auch gegen Schwindel wirken? Neuro aktuell, 9: 14-15 (2017)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis iii

1 Einleitung 1

1.1 Definition 1

1.2 Einteilung des zervikogenen Schwindels 2

1.3 Symptome 4

1.4 Diagnostik 5

1.5 Therapie 7

1.6 Medial Branch Blocks 10

1.7 Fragestellung 12

2 Material und Methoden 13

2.1 Ein- und Ausschlusskriterien 13

2.2 Datensatz 14

2.3 Ergebniseinteilung 19

2.4 Eingriffe 20

2.5 Tabellen und Statistik 24

2.6 statistische Verfahren 25

2.7 Ethikantrag 25

3 Ergebnisse 26

3.1 Outcome der Patienten mit Medial Branch Block 26

3.2 Patienten mit Radiofrequenztherapie 43

3.3 Eingriffsbezogene Auswertung 46

4 Diskussion 52

4.1 Einführung 52

4.2 Outcome und Einsatz des Medial Branch Blocks 52

4.3 Geschlecht 56

4.4 Behandlungshöhe und Behandlungsseite 56

4.5 Schleudertrauma 57

4.6 Alter der Patienten 58

4.7 Behandlungshäufigkeit 59

4.8 Schwindeldauer 60

4.9 Klinische Untersuchung 61

4.10 Dauer der Symptombesserung 62

4.11 Andere operative Eingriffe 63

4.12 Vorteile und Grenzen der Studie 65

4.13 Schlussfolgerung und Ausblick 66

5 Zusammenfassung 68

6 Literaturverzeichnis 70

Abkürzungsverzeichnis

CT	**Computertomographie**
DSA	**Digitales Subtraktionsangiographie**
HNO	**Hals-Nasen-Ohren**
HW	**Halswirbel**
MBB	**Medial Branch Block**
MBBs	**Medial Branch Blocks**
MRT	**Magnetresonanztomographie**
o.p.B.	**ohne pathologischen Befund**
RFT	**Radiofrequenztherapie**
ZNS	**Zentrales Nervensystem**

1 Einleitung

1.1 Definition

Schwindel gehört zu einer der häufigsten Ursachen dafür, warum Patienten medizinische Unterstützung suchen. In den USA sucht während seiner Lebenszeit ungefähr jeder Dritte mindestens einmal Einrichtungen der medizinischen Versorgung auf, um sich deswegen behandeln zu lassen [1]. Dort gehört Schwindel zu den 20 häufigsten Ursachen für einen solchen Arztbesuch [68]. Laut Studienlage liegt die Prävalenz von Schwindel innerhalb eines Jahres in Deutschland bei 22,9 %. Die Lebenszeitprävalenz liegt bei 29,3 % [54]. Die Häufigkeit nimmt jedoch im Alter zu. So liegt die 6-Monats-Prävalenz bei über 90-Jährigen beispielsweise bei 54 %. Besonders bei der älteren Bevölkerung handelt es sich meist um eine multifaktorielle Genese [25]. Die Symptome von Schwindel allgemein werden oft unspezifisch und konfus beschrieben und sind weit gefächert. Im englischsprachigen Raum werden die Begriffe „dizzines“ und „vertigo“ unterschieden, deren Symptomkomplex zum Beispiel das Gefühl von Benommenheit, Störungen der Propriozeption, sowie muskuloskelettale oder autonome Fehlfunktionen, einhergehend mit dem eigentlichen Dreh- oder Schwankschwindel, sowie teilweise Sehstörungen beinhaltet [1,55,84]. Im Deutschen werden die beiden Begriffe oft als Schwindel zusammengefasst betrachtet. Auch die Ursache der Vertigo kann sich in vielen verschiedenen Fällen unterscheiden. Diese lässt sich zum Teil auf Störungen im Innenohr, neurologische Erkrankungen wie den Morbus Menière, benignen paroxysmalen Lagerungsschwindel und Neuritis vestibularis, kardiovaskuläre Ursachen, oder viele andere Möglichkeiten zurückführen [11,25,43,47,56]. Die Behandlung dieser Ursachen unterliegt den jeweiligen Fachdisziplinen und zieht in vielen Fällen auf das Krankheitsbild abgestimmte Therapien nach sich.

Diese Ursachen lassen jedoch eine Gruppe von Patienten zurück, bei denen vermutet wird, dass der Schwindel eine zervikogene Genese besitzt [33,43,48]. Die Diagnose des zervikogenen Schwindels bleibt jedoch, bis zum jetzigen Zeitpunkt, eine reine Ausschlussdiagnose [43,48]. Ursprünglich wurde der Begriff zervikogener Schwindel 1955 von Ryan und Cope beschrieben [66]. Sie sahen Schädigungen von Rezeptoren der Gelenke in der oberen Halswirbelsäule als Ursache [88]. Es ist zu beobachten, dass die Symptome Schwindel und Nackenschmerzen gehäuft zusammen auftreten [41,48,86,89]. Darauf beruht die Theorie, dass beide Symptome miteinander verknüpft sein könnten [41,48,86].

Desweiteren spielt der enge Zusammenhang zwischen Einsetzen der Nackenschmerzen, sowie Beginn der Schwindelsymptomatik eine Rolle [86]. In einer der unterschiedlichen Definitionen des zervikogenen Schwindels nach Wrisley et al., wird eben dieser Zusammenhang, zusammen mit dem Ausschluss einer anderen Genese, vorausgesetzt [43,86]. Furman und Cass beschreiben in ihrem Buch den zervikogenen Schwindel als einen Zustand der Benommenheit und Dysbalance, der auf einer abnormalen Aktivität zervikaler Afferenzen beruht [23]. Zuletzt definieren Yahia et al. zervikogenen Schwindel als ein Zusammenspiel aus chronischem zervikogenen Schmerz, Schwindel nach Rotation des Halses ohne Nystagmus, zervikogener Osteoarthritis und/oder intervertebraler Bandscheibendegeneration [89]. Gemein haben diese Definitionen fast nur die Schwindelsymptomatik, während Wrisley et al. ebenso die Ausschlussdiagnostik voraussetzen und somit am ehesten den klinischen Alltag definieren [43,86].

1.2 Einteilung des zervikogenen Schwindels

Momentan werden drei verschiedene Typen zervikogenen Schwindels unterschieden, die sich nach Yacovino und Hain als valide Theorien für die Ursache dieses Schwindels durchsetzen konnten. Hier werden eine vaskuläre Ursache mit Kompression der Vertebralarterien, das Schleudertrauma und sonstige Ursachen, wie zum Beispiel die fehlerhafte Propriozeption aufgeführt [88].

Vaskulär handelt es sich um das „Bow Hunter´s syndrom“, bei dem eine Kompression der Vertebralarterien beschrieben wird. Bei Rotation des Kopfes wird, sofern eine unterschiedliche Ausprägung vorliegt, die dominante Vertebralarterie bei bestimmten anatomischen Gegebenheiten komprimiert, was zu einer vertebro-basilären Insuffizienz und somit zu einer ischämischen Minderversorgung im Endstromgebiet führt [26,33,43,45,88].

Als weitere Ursache gilt das Schleudertrauma [20,33,88]. Es ist häufig eine Folge von Verkehrsunfällen, bei denen durch den Gurt der Thorax fixiert und vor weiteren Verletzungen geschützt werden soll, der Kopf jedoch nach vorne schnellt und zusammen mit der Halswirbelsäule die Energie des Aufpralls absorbiert [88]. Neben den offensichtlicheren Folgen, wie Nacken- oder Kopfschmerzen, wird dieses in ca. 25 – 50 % der Fälle mit Schwindel in Verbindung gebracht [20]. Der genaue Pathomechanismus ist

dabei jedoch bis heute unbekannt. Theorien bringen ihn aber zum einen mit den vaskulären Ursachen in Verbindung, da gezeigt wurde, dass Patienten mit Schwindel nach Schleudertrauma signifikant öfter von einer dominanten Vertebralarterie versorgt werden, als die Kontrollgruppe. Manipulation in diesem Gebiet könnte demzufolge eine Kompression zur Folge haben [20]. Zum anderen wird in einer Theorie ein Zusammenhang zwischen Nackenschmerz, Bewegungseinschränkung und Belastung der Facettengelenke nach Trauma vermutet. Dies könnte wiederum zu einer Störung der Propriozeption und somit zum Schwindel führen [88].

Unter die sonstigen Theorien für die Ursache fallen Störungen der Propriozeption, das Barrê-Lieou Syndrom, ein Krankheitsbild der Neurologie, welches neben der Halswirbelsäule das autonome Nervensystem betrifft und durch Vasokonstriktion zu einer Innenohrischämie führt, sowie zuletzt, der Migräne assoziierte zervikogene Schwindel [27,33,43,88].

Im Rahmen dieser Studie wird besonders die Beeinträchtigung der Propriozeption in Betracht gezogen, die eine Vertigo hervorrufen kann [27]. Propriozeptorische Afferenzen aus dem Bereich der Halswirbelsäule dienen der Koordination zwischen Augen, Kopf- und Körperlage und deren Bewegung. Die zugehörigen Rezeptoren sind Teil der Tiefensensibilität und dienen beispielsweise in Muskeln oder Gelenken der bewussten Wahrnehmung der Stellung der zugehörigen Körperteile.

Über die Hinterwurzel treten diese Afferenzen, genauso wie die Nervenfasern der Nozizeption, in das Rückenmark ein. Propriozeptive Impulse werden über die Hinterstrangbahn ungekreuzt zu den Nuclei cuneatus und gracilis in der Medulla oblongata geleitet, wo sie auf ihr zweites Neuron umgeschaltet werden. Die dazugehörigen Stränge der Hinterstrangbahn heißen dementsprechend Fasciculus cuneatus und Fasciculus gracilis. Der Fasciculus gracilis führt weitestgehend Afferenzen aus der unteren Extremität, während der Fasciculus gracilis nur im oberen thorakalen Bereich existiert und Afferenzen der oberen Extremität enthält. Von den Hinterstrangkernen wird eine gemeinsame Efferenz, der Lemniscus medialis, gebildet. Dieser kreuzt noch innerhalb der Medulla oblongata zur Gegenseite und leitet die Informationen zum kontralateralen Thalamus. Hier endet der Lemniscus medialis im Nucleus ventralis posterior des Thalamus. Die Impulse

werden auf das dritte Neuron verschaltet und ziehen zum primären somatosensiblen Kortex.

Einen anderen Weg der propriozeptiven Afferenzen stellen die Tractus spinocerebellares anterior und posterior dar. Während der anteriore Tractus Afferenzen der unteren Extremität aufgreift, entspringt der posteriore Tractus von Neuronen im Nucleus dorsalis und leitet Informationen aus der oberen Extremität und dem Rumpf ungekreuzt über den Seitenstrang zum Kleinhirn, welches als wichtiges Koordinationszentrum stets Rückmeldung über Gelenkstellungen erhält. Informationen speziell aus der Halswirbelsäule laufen über die Hinterstrangbahn zum Nucleus cuneatus accessorius in der Medulla oblongata. Von hier gelangen sie über die Fibrae cuneocerebellares zum Kleinhirn. Ein Äquivalent zum Tractus spinocerbellaris anterior im Zervikalmark stellt der Tractus spinocerebellaris superior dar. Weitere propriozeptive Afferenzen ziehen auch zu den Nuclei vestibulares, welche wiederum unter anderem mit Kernen der Augenmuskulatur und dem Kleinhirn in Verbindung stehen und ebenfalls der Bewusstwerdung der Körperlage dienen [8,11,18,27,76,77,78,79,80,81]. Eine Störung des Zusammenspiels des beschriebenen Systems mit Hauptmerk auf Propriozeption, Augenbewegung und Innenohrstörungen können Dysbalance und Schwindel verursachen [11,88].

1.3 Symptome

Symptomatisch geht dieser Schwindel, bei dem es sich nicht um einen Drehschwindel, sondern eher um das Gefühl von Benommenheit, Schwanken und Unsicherheit handelt, mit verschiedenen Beschwerden einher, die bei bestimmten Bewegungen des Halses zunehmen und episodisch für Minuten bis Stunden auftreten können [32,88]. Besonders Nackenschmerzen, Übelkeit, Empfindlichkeit gegenüber Licht und Geräuschen, sowie Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule sind hier zu nennen [32,88].

Für den zervikogenen Schwindel gibt es bis zum jetzigen Zeitpunkt jedoch, in Bezug auf die Theorie der gestörten Propriozeption, kein Diagnosetool. Bisher werden im Rahmen der Diagnostik beispielsweise meist nur andere Ursachen des Schwindels ausgeschlossen, bis die Diagnose der zervikogenen Vertigo überbleibt [32,33,48,86,88].

1.4 Diagnostik

Die Versuche, eine Diagnostik zu etablieren, lassen sich in mehrere Kategorien unterteilen. Bezogen auf den Outcome, welcher bei den Tests bestimmt werden sollte, kann man Änderungen des arteriellen Blutstroms, Augenbewegungen, posturales Schwanken und Gelenkstellung unterscheiden.

Im Falle der Kompression der Vertebralarterie, der „rotational vertebral artery occlusion“ oder „Bow hunters syndrome“, zeigte der Versuch eine Diagnostik mittels Unterschiedes im Blutflussprofil der Arterien im Ultraschall zu etablieren, dass es zwischen Betroffenen und Nichtbetroffenen keinen signifikanten Unterschied gab [70]. Auch der Extensions-Rotations-Test, bei dem der Patient in sitzender Lage zuerst nach hinten gebeugt und dann rotiert wird, zeigte zur Diagnostik keinen Nutzen [16]. Nützlich zeigt sich jedoch bei dieser seltenen Ursache des Schwindels die apparative Diagnostik mittels MRT, CT oder DSA [43].

Die Augenbewegung wurde in Bezug auf Unterschiede bekannter Reflexbögen und eventueller Nystagmen untersucht. Beim zerviko-okkulären-Reflex handelt es sich um eine kompensatorische Augenbewegung bei Bewegung des Nackens. Um ihn auszulösen, muss der Kopf fixiert, und der Torso rotiert werden [37]. Generell ist der Reflex beim Menschen nur sehr schwach auslösbar [85]. Bei bestimmten Pathologien wie ZNS-Läsionen, komplettem Vestibularis-Ausfall beidseitig oder bei Neugeborenen kann der Reflex jedoch beobachtet werden [85]. Im Tierversuch konnte bei Manipulation der Facettengelenke ein Auslösen des Reflexes beobachtet werden [34]. Zur Diagnostik des zervikogenen Schwindels hat sich der Reflex jedoch bis heute nicht durchgesetzt, unter anderem deshalb, da er auch bei anderen Entitäten beschrieben und schwer auslösbar ist [37,88]

Hinweise auf einen Unterschied beim vestibulookulären Reflex bei symptomatischen und asymptomatischen Patienten, um diesen für die Diagnostik nutzen zu können, konnten nicht bestätigt werden. Es handelt sich hierbei um eine kompensatorische Gegenbewegung des Auges, bei Anwendung des Kopf-Impuls-Tests [11,27].

Es konnte jedoch gezeigt werden, dass der „neck torsion test“, bei dem das Auge in neutraler Körperstellung und bei maximaler Drehung des Kopfes nach links oder rechts auf Nystagmen untersucht wird, bei Patienten mit zervikogenem Schwindel häufiger auffällig war, als bei Nichtbetroffenen [41]. Die Ausführung eines „Smooth pursuit neck torsion

tests“ ist besonders bei Patienten mit Schwindel nach Schleudertrauma sehr sensitiv mit 0,9 und spezifisch mit 0,91 [73,75].

Die Körperhaltefunktion, beziehungsweise posturales Schwanken, wird bei Patienten mit zervikogenem Schwindel als verändert beschrieben. Mittels Posturographie mit galvanischer oder Vibrationsstimulation konnte bei entsprechenden Patienten eine Verminderung der Körperstabilität nachgewiesen werden [36]. Dies konnte in einer weiterführenden Studie bestätigt werden [2]. Eine spezifische Diagnostik ist jedoch nicht möglich, da die Körperhaltefunktion ein Zusammenspiel aus vielen sensorischen Systemen darstellt und dementsprechend nicht hinweisend für nur eines dieser Systeme sein kann [85].

Mithilfe einer Analyse des „Joint position Error Tests“ konnte in Bezug auf die Gelenkstellung festgestellt werden, dass ein Unterschied von mehr als 4,5° hinweisend für zervikogenen Schwindel sein kann [41].

Durch eine Video-Frenzelbrille lassen sich zwar schon kleinste Nystagmen bei Kopfrotation erkennen, jedoch scheint der Einsatz dieser Brille nicht sensitiv und unspezifisch [88].

Versuche, einen Fragebogen zu erstellen, der Hinweise bei Patienten für diese Schwindelentität detektiert, haben lediglich ergeben, dass drei Fragen dafür in Betracht kommen könnten. Hierbei handelt es sich um folgende Fragen: „Verstärkt das Hochgucken ihre Problematik?“, „Verstärken schnelle Kopfbewegungen die Symptomatik?“ und „Haben Sie aufgrund Ihrer Symptomatik Angst, das Haus ohne Begleitung zu verlassen?“. Die Antworten bei den ersten beiden Fragen geben bei „Ja“, 4 Punkte, bei „Manchmal“, 2 Punkte und bei „Nein“, 0 Punkte, bezogen auf die letzte Frage ist die Punktevergabe umgekehrt. Im Vergleich zu anderen Schwindelentitäten ist das Ergebnis mit einer Sensitivität von 0,83 und einer Spezifität von 0,65, vergleichsweise häufiger, größer als 9 [58].

Zur Ausschlussdiagnostik anderer Entitäten sind besonders Elektro- und Videonystagmographie, in Verbindung mit zum Beispiel kalorischer Testung, zur Evaluation einseitiger vestibulärer Schädigungen, die Drehprüfung zur beidseitigen vestibulären Testung, sowie die apparative Diagnostik mittels CT oder MRT zu nennen [88].

Bei der beschriebenen Diagnostik handelt es sich größtenteils um Ansätze für Tests, bei denen keine, gleichzeitig große Sensitivität und Spezifität nachgewiesen wurde. Der einzige Test, der diese Anforderungen erfüllt, bezieht sich nur auf Schwindel nach Schleudertrauma [73,75]. Zusammengefasst gibt es aktuell keinen Test, der betroffenen Patienten ihre Krankheit wirklich diagnostizieren kann. Die verfügbaren Verfahren dienen lediglich dem Hinweis auf das Krankheitsbild, dem Ausschluss anderer Ursachen und der Diagnostik von Pathologien durch Bildgebung, welches wiederum nur die Wahrscheinlichkeit für diesen Schwindel erhöht [88].

1.5 Therapie

Nach Studienlage scheinen Physiotherapie, besonders Manuelle Therapie, sowie Patientenschulungen effektiv zu sein und sich positiv auf die Behandlung auszuwirken [43,52,60,86].

In einer Metaanalyse wird die Manuelle Therapie definiert, als entweder die spinale Manipulation mit hoher Geschwindigkeit und niedriger Amplitude, oder als die Mobilisation der betroffenen Gelenke, mit niedriger Geschwindigkeit und niedriger bis großer Amplitude [46]. Es wurde eine Evidenz der Klasse 2 für den Nutzen von Manueller Therapie bei zervikogenem Schwindel beschrieben [46].

Ein Verfahren zur spinalen Manipulation stellt das „sustained natural apophyseal glide“ dar. Hierbei induziert der Physiotherapeut eine nachhaltige, natürliche Gleitbewegung am processus spinosus des zweiten Halswirbels, während der Patient den Kopf in die Richtung dreht, bei der sich eine Symptomatik ergibt. In einer randomisierten Studie ergab sich in einer Langzeitbetrachtung eine signifikante Verbesserung der Balance, sowie eine signifikante Besserung der Frequenz der Schwindelsymptomatik [59].

Die passive Gelenkmobilisierung von schmerzhaften Gelenken der Halswirbelsäule durch den Physiotherapeuten, bei der die betroffene Region vom Physiotherapeuten über kurze Zeit bewegt wird, zeigte in derselben randomisierten Studie ebenfalls eine signifikante Verbesserung der Schwindelfrequenz [59].

Evidenz, diese Formen der Manuellen Therapie mit vestibulärer oder zervikaler Rehabilitation zu verbinden, gibt es nicht [46]. Diese Form der Therapie wird häufig bei

vielen Schwindelpatienten unabhängig der Ursache der Symptomatik angewandt [74]. Es handelt sich allgemein gesprochen um ein Kompensationstraining des ZNS nach vestibulären Läsionen [46,74]. Hierbei wird eine Kombination verschiedener Methoden verwendet, um den Körper an die Schwindelsymptomatik zu adaptieren und zu helfen, das Leiden darunter zu vermindern, beziehungsweise diese Symptomatik zu verbessern. Unter anderem kommen Blickstabilisierung, Trainingsverfahren des Laufens und Gehens, posturales Training oder auch Kopf- und Halsstabilisierungen zum Einsatz [46,51,74]. Zur Blickstabilisierung werden beispielsweise ruckartige Bewegungen auf den Kopf ausgeübt und durch mehrfache Wiederholungen versucht den vestibulo-okulären Reflex wiederherzustellen [51]. Auch wenn bis jetzt keine Evidenz für den Nutzen dieser Verfahren beim zervikogenen Schwindel besteht, so wird trotzdem von einigen Autoren empfohlen, diese mit der manuellen Therapie zu verbinden [43,46].

Ziel der manuellen Therapie ist es unter anderem, dass muskuläre Spasmen im Bereich der Halswirbelsäule gelöst und Schmerzpunkte getriggert werden [86]. Danach kann der Patient auch einige der Übungen zur Förderung der zervikalen Mobilität so erlernen, dass er diese in Eigenregie zuhause durchführen kann [52,86]. Bezogen auf die gestörte Propriozeption besteht hier die Theorie, dass, wenn es geschafft wird, wieder ein physiologisches Gleiten der Gelenkflächen in den Facettengelenken durch Physiotherapie herzustellen, sich auch die gestörten Afferenzen erholen können und der Schwindel nachlässt [60].

Auch der Einsatz von physikalischer Therapie scheint hilfreich. In einer Studie mit 22 Patienten zeigen Malmstrom et al. [49], dass Betroffene mit zervikogenem Schwindel häufig eine Hypomobilität im zervikothorakalen Übergang besitzen. Das Ausüben physikalischer Maßnahmen, bezogen auf den muskulären Status der jeweiligen Patienten, scheint bei mehr als der Hälfte der Behandelten nach zwei Jahren die Symptomatik noch immer verbessert zu haben [49]. Jedoch handelt es sich hierbei um eine Einzelstudie mit nur 22 Teilnehmern ohne Kontrollgruppe, weswegen der Evidenzgrad nicht als hoch zu werten ist.

Therapeutisch wurde für die vaskuläre Ursache der Nutzen einer operativen Therapie mit Dekompression beschrieben, nach welchem sich die Symptomatik der Erkrankten deutlich gebessert hat [35,41,43]. Jedoch ist für diese Entität auch eine konservative Behandlung in

Form eines Case-Reports beschrieben. Hierbei wurde eine Patientin mithilfe antihypertensiver Medikation (Amlodipin, Celiprolol), Restriktion der Kopfbewegung und Diät bei erhöhten Blutfetten behandelt. Die Beschwerden der Patientin seien komplett verschwunden und beim Follow-up nach sechs Monaten auch nicht wiederaufgetaucht [83]. Es handelt sich hierbei jedoch nur um einen Case-Report mit einer einzigen Patientin, weswegen von einem sehr niedrigen Evidenzgrad auszugehen ist.

Des Weiteren ist ein positiver Effekt neurochirurgischer, operativer Eingriffe an der Halswirbelsäule auf die Reduzierung der propriozeptorischen Komponente von Beschwerden, oder auch direkt auf den Schwindel vorbeschrieben [22,42,61].

Nach operativer Therapie degenerativer Erkrankungen der Halswirbelsäule, zum einen mittels „Cloward-Operation“, oder auch Spondylodese, bei der eine Bandscheibe von ventral durch einen Cage ersetzt wird, um die benachbarten Wirbelkörper miteinander zu fusionieren, zum anderen mittels Arthroplastik mit Bandscheibenprothese, soll eine mögliche Störung der Propriozeption zumindest teilweise reversibel sein [22]. In einer weiteren Quelle [44] werden 116 Patienten retrospektiv behandelt, bei denen eben dieses Verfahren durchgeführt wurde. Nach der Behandlung besserte sich bei Patienten mit beschriebenem Schwindel das Scoring signifikant um drei Punkte [44].

Mittels perkutaner Laser-Disc-Dekompression konnten ebenfalls positive Ergebnisse nachgewiesen werden. Mithilfe eines hoch energetischen Lasers und der Applikation von Hitze wird ein Teil der Bandscheibe in Gas verwandelt. An der behandelten Stelle entsteht ein Loch und der Druck, der durch Kompression zur Irritation von Nerven geführt hat, lässt ab. Die Hitzeapplikation sorgt für eine Dilatation der blutversorgenden Gefäße, vermindert die Entstehung von Schmerzen und führt zur Normalisierung des autonomen Nervensystems. Das Zusammenspiel aus all diesen Effekten soll letztendlich zur Verminderung der Nervenirritation und Abnahme der Schwindelsymptomatik führen [43,61]. In diesem Fall bezog sich die Fragestellung sogar explizit auf zervikogenen Schwindel. Bei 35 behandelten Patienten konnte eine Verbesserung der Symptomatik bei insgesamt 85,71 % der Behandelten nachgewiesen werden. 71,4 % gaben sogar gute, bis sehr gute klinische Ergebnisse an [61].

Zuletzt basierend auf der Annahme, dass sich im Ligamentum longitudinale posterior der Wirbelsäule sympathische Fasern befinden, eine Theorie, dass diese bei

Schwindelsymptomatik eine Rolle spielen könnten. Ein sympathischer Impuls aus dieser Region führe zu einem Reflexbogen, der unter anderem Schwindel, Kopfschmerzen und Palpitationen auslösen würde. Durch die Verknüpfung der sympathischen Fasern mit den Vertebralarterien kann eine Erregung zum verminderten Blutfluss und somit zu Schwindel führen [42,43]. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass ein Ausschalten dieser Fasern, durch eine Entfernung des Bandes, unter anderem auch den Schwindel heilen könnte. Bei den Nachkontrollen nach spätestens sechs Monaten zeigten vier der acht Patienten eine Verbesserung von mindestens 75 %, einer von 50 – 75 % und zwei von 25 – 49 %. Diese Angaben bezogen sich jedoch nicht alleinig auf den Schwindel, sondern auf einen ganzen Symptomkomplex, von dem Schwindel nur einen Punkt ausmachte [42].

Bei den vorgestellten chirurgischen Verfahren handelt es sich um Studien mit 17, 35 und 8 Teilnehmern. Da es sich um Einzelstudien und auch nicht um randomisierte Fall-Kontroll-Studien handelt, ist auch hier der Evidenzgrad als niedrig einzustufen. Ausgenommen ist die retrospektive Auswertung der 116 Patienten. Hier wurden 44 Patienten mit Schwindel einer Kontrollgruppe von 72 Patienten ohne Schwindel gegenübergestellt [44].

1.6 Medial Branch Blocks

Der Spinalnerv entsteht aus sich zusammenfindenden Bündeln der Vorder- und Hinterwurzel des jeweiligen Rückenmarkssegment. Nach Abgabe des Ramuns menigeus, welcher Rückenmarkshäute, Periost des Wirbelkanals und Bandscheiben sensibel innerviert, teilt sich der Spinalnerv in einen anterioren und einen posterioren, oder auch dorsalen Ast auf. Der posteriore, oder dorsale Ast, teilt sich im Verlauf wiederrum in einen medialen und einen lateralen Ast, welche motorisch die autochtone Rückenmuskulatur, sowie auf Höhe der Halswirbelsäule die mediale Nacken- und Hinterkopfhaut sensibel innervieren [76,77]. Über den medialen Ast, oder Medial Branch treten somit zum einen nozizeptive Afferenzen in das Rückenmark ein, zum anderen aber auch proptiozeptive Afferenzen der Golgi-Sehnenorgane, Muskelspindeln und Ruffini-Körperchen der Facettengelenke, sowie der tieferen Halsmuskulatur [8,11,18,27,32,76,77,79,81]. Beim MBB wird der mediale Ast des Ramus dorsalis der Spinalnerven, nozizeptive Afferenz aus den Articulationes zygapophysiales, selektiv infiltriert [3,21,38]. Dass die Articulationes zygapophysiales eine potenzielle Quelle für Nackenschmerzen darstellen, wurde bereits

1988 beschrieben [10]. Selektive Facettengelenkinjektionen des Ramus medialis werden demzufolge schon seit vielen Jahren zur Diagnostik, aber auch zur selektiven Schmerztherapie genutzt [3,21]. Diese Behandlung ist aktueller Goldstandard und hat sich in vielen Studien bewiesen und wurde in ihrer Evidenz durch systematische Begutachtungen bestätigt [21,57]. Eine positive Auswirkung von Lokalanästhetika auf das Facettensyndrom wurde bereits 1993 beschrieben [4]. Ob nun als diagnostischer oder therapeutischer Block, über 83 % der Patienten mit Facettensyndrom gaben nach Therapie eine deutliche Schmerzreduktion an [50]. Diese hielt nach einmaliger Behandlung durchschnittlich zwischen 14 und 16 Wochen an [50].

Nackenschmerzen allgemein sind ein häufiges Beschwerdebild. Die Jahresprävalenz liegt zwischen 30 % und 50 % [82]. Vor allem die Facettengelenke stellen sich bei 36 % bis 67 % der Patienten mit chronischen Nackenschmerzen als schmerzhaft dar [21]. Beim MBB in seiner etablierten Form, handelt es sich um ein Verfahren, welches dazu dient, festzustellen, ob ein Facettengelenk die Quelle eines solchen Nackenschmerzes ist [39,57]. Sollte es nach einer Blockade keine Schmerzerleichterung geben, wird das getestete Gelenk hierfür nicht als Quelle angesehen. Wenn ein Block erfolgreich ist, gibt es eine gute Chance dafür, dass eine folgende Radiofrequenzablation längerfristig zur Schmerzlinderung führen kann. Ist er negativ, muss nach einem anderen Schmerzursprung gesucht werden [39]. Indikation für den Eingriff ist eben diese Zuordnung, denn aus einem erfolgreichen Block sollte weiterführend, wenn nötig, auch die Konsequenz einer Radiofrequenzableitung gezogen werden. Fundamental für diese Entscheidung ist jedoch die Reaktion des Patienten, denn nur er kann angeben wie ein MBB bei ihm gewirkt hat [39].

Diagnostische Blocks können einmalig, oder auch mehrfach durchgeführt werden, um die betroffenen Gelenke ausfindig zu machen. Sie sind durch einige Autoren als positiv beschrieben, wenn der Patient eine Reduktion von mindestens 50 %, 80 % oder 100 % seiner Schmerzen angibt [13,39,82]. Da häufig mehrere Gelenke betroffen sind und nicht immer alle in einem Block behandelt werden, ist der Patient nach der Behandlung nicht zwangsläufig komplett schmerzfrei. Er spürt eine Erleichterung nur über den behandelten Arealen [39].

Positive Ergebnisse nach diagnostischen Blocks können die Indikation zur zervikalen Radiofrequenzablation stellen. Nach erfolgreicher zervikaler Ablation liegt die

durchschnittliche Schmerzreduktion zwischen 7,3 und 8,6 Monaten. War die erste Behandlung erfolgreich, betrug die Dauer der Reduktion nach erfolgreicher zweiter Radiofrequenzablation 6 bis 12,7 Monate [71]. Auch die Evidenz der Radiofrequenzableitung wurde in systematischen Begutachtungen als angemessen beurteilt [21].

1.7 Fragestellung

Bis zum heutigen Tag gibt es immer noch keine etablierte Diagnosemöglichkeit für zervikogenen Schwindel. MBBs werden als Goldstandard aktuell nur zur Diagnostik bei Facettengelenksyndromen genutzt, obwohl der mediale Ast des Ramus dorsalis vom Spinalnerven nicht nur nozizeptive Fasern, sondern auch propriozeptive Fasern beinhaltet. Im Rahmen dieser Dissertation wurde getestet, ob MBBs auch zur Diagnose eines zervikogenen Schwindels geeignet sind (31). Studien in diesem Bereich existieren aktuell keine, sodass es sich um einen völlig neuen Ansatz handelt. Sollten sich MBBs retrospektiv als geeignet darstellen, kann dies einen Ansatzpunkt für weitere Nachforschungen bieten und weiterführend, über Eingriffe, wie der Radiofrequenzablation, als therapeutische Konsequenz, nachgedacht werden.

2 Material und Methoden

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Doktorarbeit wurden Daten zu einem Patientenkollektiv aus einem elektronischen, medizinischen Praxis- und Patientenverwaltungsprogramms erhoben und ausgewertet. Die Daten aus diesem Programm enthalten Angaben zu Patienten, die in einer einzigen neurochirurgischen Praxis von insgesamt zwei Neurochirurgen behandelt wurden. Bei dieser handelt es sich um die Neurochirurgische Gemeinschaftspraxis in der Nova Clinic in Biberach. In der Praxis werden hauptsächlich Patienten mit Erkrankungen der Wirbelsäule und der Bandscheiben, zum Teil zur Schmerztherapie konservativ, zum Teil aber auch operativ, in der eigenen Niederlassung ambulant, oder in den Sana-Kliniken in Biberach und der SRH Klinik Bad Saulgau stationär, behandelt. Die Praxis verwendet in den Bereichen Diagnostik, Therapie, Patientenbetreuung und Praxismanagement ein Qualitätsmanagementsystem und ist in diesem Zusammenhang nach der DIN ISO 9001:2015 durch den TÜV Süd zertifiziert.

Es wurden ausschließlich Daten von Patienten erhoben, die bei Verdacht auf einen nebenbefundlich dokumentierten Schwindel mit zervikalem Ursprung eine Intervention mittels MBB oder Radiofrequenztherapie (RFT) im Rahmen ihrer Schmerztherapie erhalten haben. Ziel der Studie war es zu evaluieren, ob diese Interventionen auch zur Diagnostik und im weiteren Verlauf auch zur Therapie eines solchen Schwindels genutzt werden können und ob es diesbezüglich gute Erfolgsaussichten gibt. Auch sollte betrachtet werden, ob es bezüglich einiger Merkmale (Alter, Schwindeldauer, Höhe der Intervention, usw.) signifikante Unterschiede bezüglich des Outcomes gibt.

2.1 Ein- und Ausschlusskriterien

2.1.1 Einschlusskriterien

Zur Erstellung eines fragespezifischen Datensatzes wurde mithilfe des elektronischen Praxis- und Patientenverwaltungsprogrammes eine Suchanfrage gestartet, die Patientengeschichten mit der gleichzeitigen Angabe der Wörter „Schwindel“ oder „vertigo“ in Kombination mit den Wörtern „RFT“, „Denervation“ oder „Facettenblockade“ herausfilterte.

Eingeschlossen wurden alle konsekutiven Patienten, die einen Eingriff an der Halswirbelsäule bekamen und einen anamnestisch und sich auf diesen Eingriff beziehenden Schwindel angegeben hatten. Sowohl Voruntersuchung als auch Intervention mussten im Zeitraum von ca. 15 Jahren zwischen 09.07.01 und 08.04.16 erhalten worden sein. Zudem wurden nur Patienten eingeschlossen, die in bereits erwähnter neurochirurgischer Praxis behandelt wurden.

2.1.2 Ausschlusskriterien

Die Patientendokumentation wurde dann auf Zusammenhänge überprüft. Patienten, die zwar einen Schwindel in der Anamnese vorwiesen und einen MBB erhielten, die allerdings nicht an der Halswirbelsäule, sondern an Brust- oder Lendenwirbelsäule stattfand, wurden ausgeschlossen. Ebenfalls von der Studie ausgeschlossen, wurden Patienten, bei denen ein anamnestischer Schwindel nicht ausreichend dokumentiert wurde und nachgewiesen werden, oder nicht in Verbindung mit einem folgenden Eingriff gebracht werden konnte. Zudem ausgeschlossen wurden Patienten, die vor dem 09.07.01 nicht elektronisch erfasst und behandelt wurden, sowie Patienten, die nach dem 08.04.16 behandelt wurden. Bereits bei Behandlung wurden Patienten mit onkologischen Erkrankungen oder Infektionen der Wirbelsäule von der Studie ausgeschlossen.

2.2 Datensatz

Der untersuchte Datensatz der Praxis umfasste mehr als 37.000 Patienten. Im elektronischen Verwaltungsprogramm der Praxis sind alle Behandlungsdaten dieser Patienten gespeichert. Der Datensatz beinhaltet alle patientenrelevanten Informationen, die in verschiedenen Kategorien geordnet sind. In Bezug auf jedes Behandlungsdatum eines Patienten sind hier unter anderem Angaben zur Anamnese und klinischen Untersuchung gespeichert. Diese werden dabei ebenso von dem behandelnden Neurochirurgen erhoben, gestellt und dem Datensatz beigefügt, wie Befunde und Diagnosen. Vom Patienten mitgebrachte radiologische Fremdaufnahmen werden elektronisch in das System eingelesen und ebenfalls ärztlich befundet. Das geplante Procedere mit medikamentöser Therapie, therapeutischen Hilfsmitteln, wie z.B. anatomischer Halsstützen, ambulanten

oder stationären Interventionen liegt auch dokumentiert vor. Bei ambulanten Eingriffen liegen schriftliche Dokumentation des Eingriffs und gespeicherte Durchleuchtungsbilder als Befund oder Bild im Programm vor. Bei stationären Eingriffen werden OP-Berichte gesichert und der elektronischen Akte beigefügt. Dies geschieht zudem auch mit Fremdbefunden. Zusätzlich enthält der Datensatz alle anderen patientenrelevanten Informationen wie Alter, Geschlecht, Abrechnungsdaten, schriftliche Dokumentation von Telefongesprächen mit Patienten und Angehörigen, Medikamentenplan, Vorerkrankungen oder Allergien und Unverträglichkeiten.

2.2.1 Parameter der Studie

Für diese Studie wurden die Datensätze der Patienten anonymisiert und durch eine laufende Nummer verschlüsselt und in Bezug auf jeden durchgeführten Eingriff, nach bestimmten Parametern, in einer Excel-Tabelle geordnet. Mehrere Eingriffe bei einem einzigen Patienten wurden auf einen, auf ihn bezogenen, Datensatz, wie unten beschrieben, sinnvoll zusammengefasst. Die Parameter mussten aus den teilweise sehr ausführlichen Datensätzen herausgefiltert und sortiert werden. Hierbei musste die Angabe des Schwindels ausfindig gemacht und überprüft werden, ob eine Intervention folgt, die mit dieser Angabe in Verbindung gebracht werden konnte. Dann wurde das Datum dieses Eingriffs ausfindig gemacht und die aktuellsten und sich auf diesen beziehenden Anamnesen aufgesucht. Wenn das Datum des Eingriffs gefunden wurde, konnten aktuelle Befunde und Diagnosen ausgearbeitet werden. Hier wurden zum Beispiel die aktuellsten radiologischen Dokumente aufgesucht und wie weiter unten beschrieben ausgearbeitet.

Die Parameter, die beim Auswerten der Patientengeschichte erfasst wurden, waren:

- Geschlecht der Patienten
- Geburtsdatum und Datum der Intervention und das hieraus errechnete Alter zur Zeit des Eingriffs
- die Art des Eingriffs der vorgenommen wurde (MBB oder RFT), sowohl die Höhe der Maßnahme, als auch die Seite. (links, rechts, beidseitig)
- Falls angegeben, wurde ebenfalls, die in der Anamnese angegebene Dauer der Schwindelsymptomatik erfasst oder berechnet. Unpräzise Angaben der Patienten,

wie „einige Wochen, Monate oder Jahre“, wurden zur späteren Berechenbarkeit auf einen niedrig angesetzten Wert von drei Wochen/Monate/Jahre festgelegt

- Die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung wurden in Kategorien eingeteilt und tabellarisch dokumentiert. Hierbei handelte es sich um Angaben zu Nackenschmerzen, Druckschmerz über den Facettengelenken der Halswirbelsäule, Kopfschmerzen, Parästhesien, Paresen, Tinnitus, Nausea und Sehstörungen
- Ebenfalls flossen Ereignisse, wie, ob der Patient voroperiert ist oder kürzlich ein Schleudertrauma erlebt hat, mit ein.
- Radiologische Befunde wurden kategorisch eingeteilt (Bandscheibenvorfall, Stenose, Protrusionen, o.p.B, usw.) und aufgelistet
- Der weitere Verlauf der Schwindelsymptomatik
- Die Bestimmung der Höhen und die damit verbundene Auswertung der Durchleuchtungsbilder erfolgte in folgenden Arbeitsschritten.

2.2.2 Bestimmung der Eingriffshöhen

Zur Ermittlung der Höhen der verschiedenen Eingriffe wurden zwei verschiedene Methoden angewendet. Zum einen wurden bei wenigen Patienten bereits die Höhe der behandelten Halswirbel, bzw. die Nummerierung des Medial Branches beschrieben und vom behandelnden Arzt dokumentiert. Diese Angaben wurden dann übernommen.

Zum anderen bestand bei den meisten Patienten die Dokumentation aus Bildern der Röntgendurchleuchtung, die sowohl die Wirbelsäule, als auch die Nadelspitze während des Eingriffs zeigten. Diese wurden ihren Höhen entsprechend ausgewertet. Wenige, nicht eindeutige Bilder wurden in Rücksprache mit dem behandelnden Neurochirurgen gemeinsam ausgewertet.

Ebenfalls ließ sich die Seite des Eingriffes teilweise durch die Bilder bestimmen, da sowohl auf jeder Halswirbelhöhe, als auch auf jeder behandelten Seite je ein Bild gemacht wurde. Dies ist in der seitlichen Aufnahme allein nicht zuzuordnen, wurden aber auf der Höhe jedes Halswirbels jeweils zwei Bilder abgespeichert, wurden beide Seiten behandelt. Wurde nur eine Seite behandelt, so wurde diesbezüglich auch nur eine Aufnahme gemacht und diese

vom Neurochirurgen dokumentiert. Letztendlich ließen sich nahezu alle behandelten Nerven in ihrer Höhe und Seite nachvollziehen.

2.2.3 Bildung von Gruppen

Zur Vergleichbarkeit verschiedener Patientengruppen wurden die Untersuchten in verschiedene Gruppierungen eingeteilt. Dieses geschah in Anbetracht mehrerer Unterscheidungen.

1. Alter: Die Patienten wurden entsprechend ihres Alters bei der Intervention in die Gruppe 39 Jahre und jünger, 40 - 49 Jahre, 50 - 59 Jahre, 60 - 69 Jahre und 70 und älter eingeteilt
2. Schwindeldauer: Die Patienten wurden in Bezug auf die Dauer ihres Schwindels bei Behandlung in vier verschiedene Gruppen aufgeteilt:
    A. Kleiner/gleich einen Monat
    B. länger als einen Monat, aber weniger als sechs Monate
    C. Größer/gleich sechs Monate und weniger als zwölf Monate
    D. Größer/gleich 12 Monate
3. Outcome: Auch hier wurde das Kollektiv in vier Gruppen unterteilt:
    A. Schwindel komplett verschwunden (Gruppe 1)
    B. Schwindel teilweise verbessert (Gruppe 2)
    C. Keine Änderung (Gruppe 3)
    D. Schwindel verschlechtert (Gruppe 4)
    E. Keine Rückmeldung (Gruppe 5)

    Gruppe 1 und 2 wurden dann zu Patienten mit positivem Outcome zusammengefasst, während 3,4 und 5 im Rahmen eines Worst Case Szenarios“ den negativen Outcome darstellten
4. Höhe des Eingriffs: Die Patienten wurden je nach Eingriffshöhe in Gruppen unterteilt, die nur die obere Halswirbelsäule (Behandlung einschließlich HW 2-3, oder alleinig HW 3) erfasst, oder die mittlere und untere.
5. Andere offensichtlichere Einteilungen nach Geschlecht, Seite des Eingriffs, Klinik, Radiologie, usw. wurden ebenfalls vorgenommen.

2.2.4 Zusammenfassung Arbeitsprozess

Der zur Vorbereitung auf die statistische Auswertung stattgefundene und in den vorherigen Punkten beschriebene Arbeitsprozess wird im folgenden Diagramm noch einmal stichpunktartig zusammengefasst.

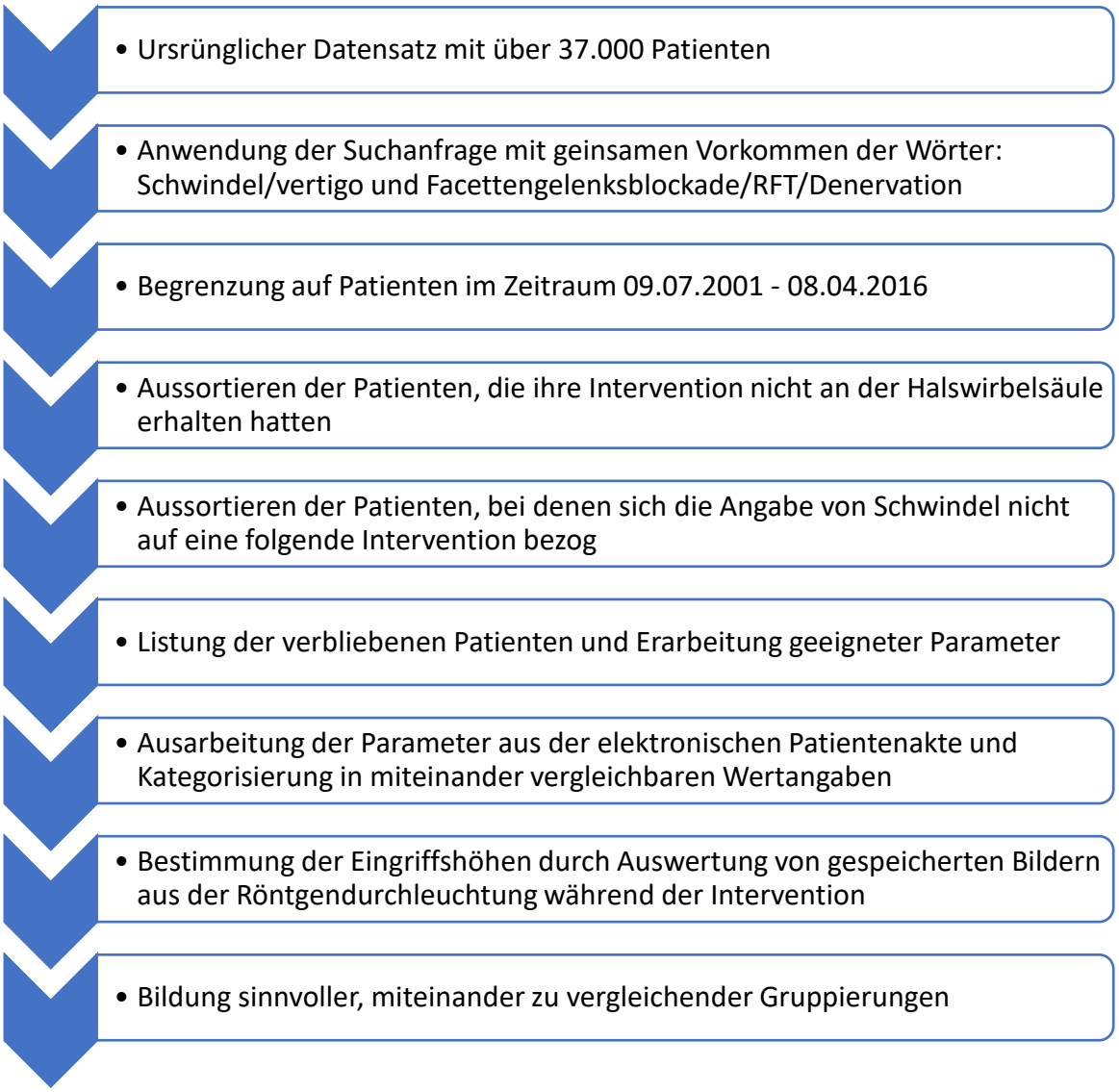


Abbildung 1: chronologisch geordneter Arbeitsablauf zur Erarbeitung der vergleichbaren Datensätze. Der Prozess beginnt mit allen in der Datenbank der Praxis „Nova Clinic“ gelisteten Patienten und endet mit vergleichbaren Gruppen im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien.

2.3 Ergebniseinteilung

Wie bereits unter 2.2.3 beschrieben, wurde das Ergebnis letztendlich in vier Kategorien aufgeteilt.

Gruppe 1: Wenn der Patient angab, dass der Schwindel komplett verschwunden war, wurde der Patient in Gruppe 1 gelistet. Hat der Patient mehrere Interventionen erhalten, so wurde er entweder nur in Gruppe 1 gelistet, wenn er nach jedem dieser Eingriffe angab, dass der Schwindel verschwunden sei, oder er mehrere Eingriffe in einem kurzen Zeitraum (Tage/ wenige Wochen) erhalten hatte und nach der letzten Behandlung vom Schwindel befreit war.

Gruppe 2: Wenn Patienten teilweise eine Besserung nach Intervention verspürten, der Schwindel aber nicht komplett verschwunden war, wurden sie in Gruppe 2 gelistet. Patienten die nur eine Behandlung erhielten und einen solchen Outcome angaben, konnten direkt in diese Gruppe aufgenommen werden. Patienten, die mehrfach behandelt wurden und denen die Intervention manchmal half, manchmal jedoch nicht, wurden ebenfalls in Gruppe 2 gelistet, da der Eingriff bei ihnen definitionsweise letztendlich doch teilweise anschlug. Patienten, die ebenfalls mehrfach behandelt wurden und einmalig vom Schwindel befreit waren, bei weiteren Eingriffen aufgrund wiederkehrender Symptomatik nur noch teilweise, oder gar keine Besserung verspürten, wurden auch in Gruppe 2 eingeteilt.

Gruppe 3: Wenn ein Patient nach Behandlung keine Veränderung verspürte und auch keine Besserung angab, so wurde er unter Gruppe 3 geführt. Wenn ein Patient mehrfach behandelt wurde und nur einmalig eine Besserung über wenige Tage und mehrfach keine Veränderung angab, so wurde er unter Gruppe 3 geführt.

Gruppe 4: Patienten, die nach dem Eingriff eine Verschlechterung der Symptomatik verspürten, wurden unter Gruppe 4 gelistet. Wenn ein Patient mehrmalig keine Verbesserung angab und einmalig eine Verschlechterung der Symptomatik, wurde er ebenfalls der Gruppe 4 zugeteilt.

Letztendlich wurden, wie bereits beschrieben, die Gruppen 1 und 2 zu Patienten mit positivem Outcome zusammengefasst und Patienten der Gruppen 3 und 4 zu solchen mit

negativem Outcome. Die Gruppe 5, die Patienten umfasst, die sich nicht zurückgemeldet hatten, wurde ebenfalls zum negativen Outcome hinzugefügt.

Untersucht wurde dann, ob es bezüglich des Outcomes, oder der unter 2.2.3 beschriebenen Gruppen, signifikante Unterschiede innerhalb dieses Patientenkollektivs gab. Dies diente der Beantwortung der Fragen, ob mehrere Interventionen besser wirken als einzelne, ob das Alter der Patienten Einfluss auf den Outcome hat, ob es Eingriffshöhen gibt, die mehr Erfolg versprechen als andere, ob es geschlechterspezifische Unterschiede gibt, ob die Seite des Eingriffs entscheidend ist, ob die Dauer der bestehenden Symptomatik Auswirkungen auf den Erfolg hat, oder auch, ob es Auffälligkeiten bei Patienten gibt, bei denen die Wirkung der Therapie länger anhielt, als bei anderen.

2.4 Eingriffe

Sowohl Anamnese, Untersuchungsbefunde, radiologische Befundung, Planung des Prozedere als auch Eingriff wurden jeweils von einem der zwei ansässigen Neurochirurgen durchgeführt und entsprechend dokumentiert. Ergab sich während der Vorstellung des Patienten eine Indikation zum MBB oder zur RFT, so wurde diese vor Ort entweder am selben Tag oder mit Bedenkzeit in der Folge durchgeführt. Die Höhe des Eingriffs wurde anhand der klinischen Symptomatik, wie Provokation des Schmerzes durch Druck auf das betroffene Areal, lokale Projektion der Schmerzen auf ein bestimmtes Hautareal oder der Zuhilfenahme sogenannter pain maps zur Identifizierung der Schmerzquelle bestimmt [15]. Eventuell vorliegende radiologische Befunde wurden ebenfalls einbezogen.

Auf Höhe welchen Halswirbels behandelt wurde, wurde dann entweder durch die elektronische Speicherung von Durchleuchtungsbildern während des Eingriffs, oder die händische Eintragung in das Praxisprogramm festgehalten.

Folgende Eingriffsverfahren kamen zum Einsatz:

1. MBB der Halswirbelsäule
2. Radiofrequenztherapie der Halswirbelsäule

2.4.1 Medial Branch Block

Der MBB ist eine Intervention zur Diagnose von Schmerzen, deren Ursprung in einem oder mehreren Wirbelgelenken vermutet wird. Bei positiver Diagnose kommt als Folgeeingriff die Radiofrequenztherapie in Frage. Dieser Eingriff wird sowohl lumbal, thorakal als auch zervikal durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie wird jedoch nur auf zervikale Eingriffe Bezug genommen.

Bei den articulationes zygapophysiales oder auch Facettengelenken, handelt es sich um paarige Gelenke, die sich beidseits zwischen einem processus articularis inferior des höher gelegenen Halswirbels (HW) und dem processus articularis superior des nächst tiefer gelegenen HW befinden. In enger anatomischer Beziehung ist in dieser Gegend, dieses Gelenk versorgend auch der Ramus medialis zu finden. Die Injektion einer Kombination eines Lokalanästhetikums und eines Steroids erfolgt direkt an den dem Ramus medialis (Medial Branch Block). Dieser führt die sensiblen Fasern zur Versorgung der Facettengelenke und der autochthonen Rückenmuskulatur. Der Zugang erfolgt bei HW2 bis HW7 unter Durchleuchtungskontrolle mittels C-Arm in Rückenlage des Patienten. Die Injektion erfolgt von lateral, inferior unter Sicht. Sobald die Nadel ihren Zielort erreicht hat, kann das Medikament verabreicht werden (Abbildung 2).



Abbildung 2 Durchleuchtungskontrolle bei Medial Branch Block. Laterale Ansicht mit Nadellage auf Höhe des fünften Halswirbels. Durchgeführt im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der Praxis „Nova Clinic“ bei einem der Studienteilnehmer.

Im Rahmen der Behandlung wurde als Wirkstoff zum einen Triamcinolon acetonid genutzt. Verwendet wurden die Präparate TriamHexal® 10 und Triam 10 Licht Kristallsus.

Zum anderen wurde der Wirkstoff Bupivacain hydrochlorid genutzt. Hier wurde das Präparat Carbostesin verwendet. Dabei wurde eine 0,25 % Lösung des Carbostesins verwendet.

Pro Injektionsstelle wurden dann jeweils ca. 0,6 ml Carbostesin und 0,5 ml Triamcinolon verwendet. Drei Patienten wurde nur eine halbe Dosis gespritzt und weitere drei Patienten bekamen bei Cortisonunverträglichkeit nur das Lokalanästhetikum. Das Lokalanästhetikum soll nach Injektion für die Blockade des Medial Branch und für eine schnelle Schmerzlinderung sorgen. Das Steroid, durch Behandlung des Entzündungsherdes, für eine länger anhaltende Besserung.

Indikation für einen solchen Eingriff stellt der hochgradige Verdacht auf einen facettengelenkassoziierten Schmerz dar. Dieser wird, wie bereits beschrieben, auf ein Areal eigegrenzt. Es erfolgten im Rahmen der Behandlung jeweils mindestens zwei oder mehr Blockaden von benachbarten Halswirbelhöhen auf Seite der Schmerzquelle. Dies wurde so durchgeführt, da die Facettengelenke jeweils durch zwei Äste, des jeweils drüber und drunter gelegenen Medial Branches, versorgt werden (Abbildung 3).

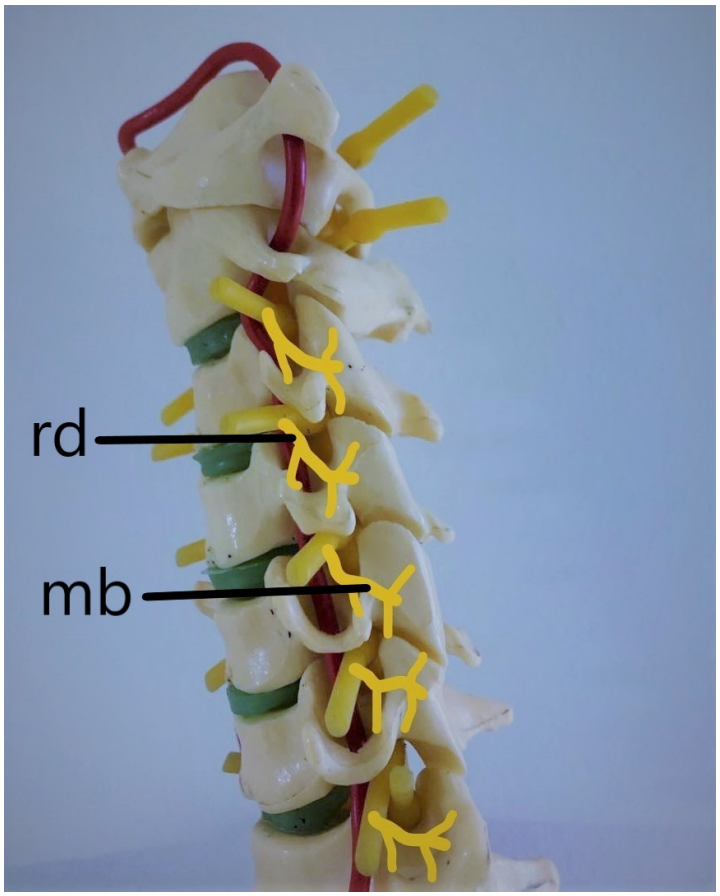


Abbildung 3 Links laterale Ansicht der Spinalnerven, dem Abgang des Ramus dorsalis (rd) und dem zweiteiligen Medial Branch (mb) zur Versorgung der drüber und drunter gelegenen Facettengelenke. Eigene Abbildung durch Einzeichnung der anatomischen Grundlagen am Model 01/2020.

Bei beidseitigen Schmerzen wurde ein bilateraler Block durchgeführt. Komplikationen sind bei diesem Eingriff selten, jedoch kann es zum Beispiel zu lokalen oder allergischen Reaktionen auf die Medikamente kommen. Septische Arthritiden werden größtenteils durch gewissenhaftes Desinfizieren vermieden, während Komplikationen wie Gefäßschäden oder Übergang des Anästhetikums in den Spinalkanal mit vorübergehenden, sensiblen und motorischen Ausfällen möglich, aber unter stetiger radiologischer Kontrolle, extrem selten sind. In diesem Fall wäre eine Atemlähmung möglich und als gefährlichste Komplikation zu nennen.

Auch im Rahmen dieser Studie war in über 90 % der Fälle ein Schmerz im Nacken oder spezieller über den Facettengelenken Indikation für den Eingriff. Der Schwindel wurde in diesen Fällen nebenbefundlich beobachtet und beurteilt.

2.4.2 Radiofrequenztherapie

Die Radiofrequenztherapie ist für Patienten geeignet, die nach in der Regel mindestens zwei kontrollierten MBBs Besserung erfahren haben, jedoch nicht längerfristig von ihren Schmerzen befreit werden konnten. Wie unter 2.2.1 bereits beschrieben, wird auch dieser Eingriff unter Durchleuchtungsbildkontrolle mittels C-Arm getätigt. Der Patient befindet sich in Rückenlage. Eine Narkose ist bei diesem Eingriff nicht erforderlich und kontraindiziert. Der Nacken des Patienten wird für den Eingriff vorbereitet und desinfiziert. Nach lokaler Anästhesie des gewünschten Zielbereiches wird eine Elektrode in der Nähe des zu verödenden Nervens parallel zu diesem platziert. Diese wird zwischen 60 und 90 Sekunden langsam auf ca. 80°C erhitzt und koaguliert den Ramus medialis des gewünschten Spinalnervens.

Indikation für diesen Eingriff ist der Nachweis durch kontrollierte MBBs, dass das betreffende Gelenk die Schmerzursache ist. Ziel dieser Intervention ist es, durch die Unterbrechung der Schmerzweiterleitung die Patienten längerfristig über mehrere Monate von der Schmerzsymptomatik zu erlösen. Die Behandlung wurde ausnahmslos bei Patienten mit Schmerzen als Indikation durchgeführt. Der Schwindel wurde hier ebenfalls nebenbefundlich beobachtet und nachverfolgt.

2.5 Tabellen und Statistik

Bei der für die vorliegende Arbeit verwendeten Programme handelt es sich um:

1. Excel 2016 von Microsoft und SPSS 24 von IBM statistics zur statistischen Berechnung
2. Excel 2016 und SPSS zur graphischen Darstellung von Tabellen
3. RefWorks, Web Based Bibliographic Managment Software zur Literaturverwaltung
4. Word 2016 von Microsoft zur Textverfassung

2.6 statistische Verfahren

Im Rahmen dieser Dissertation wurden folgende statistische Verfahren zur Berechnung von qualitativen und quantitativen Merkmalen verwendet:

- t-Test (erklärt in 3.1.1)
- Mann-Whitney-U-Test (erklärt in 3.1.6 und im Folgenden verwendet)
- Chi-Quadrat-Test (erklärt in 3.1.2)
- Test nach Kolmogorov-Smirnov (erklärt in 3.1.1)
- Levene-Test (erklärt in 3.1.1)
- exakter Test nach Fisher (erklärt in 3.2)
- Kruskal-Wallis-Test (erklärt in 3.1.10)

Die Verwendung jedes dieser Verfahren und die Begründung sind jeweils zum Zeitpunkt der Anwendung im Ergebnisteil beschrieben. Das Signifikanzniveau der in der Arbeit verwendeten Statistiken ist auf $\alpha=0,05$ festgelegt.

2.7 Ethikantrag

Ein gültiger Ethikantrag wurde mit der Antragsnummer 400/17 am 13.12.2017 begutachtet. Es wurden keine etihschen Bedenken geäußert.

3 Ergebnisse

3.1 Outcome der Patienten mit Medial Branch Block

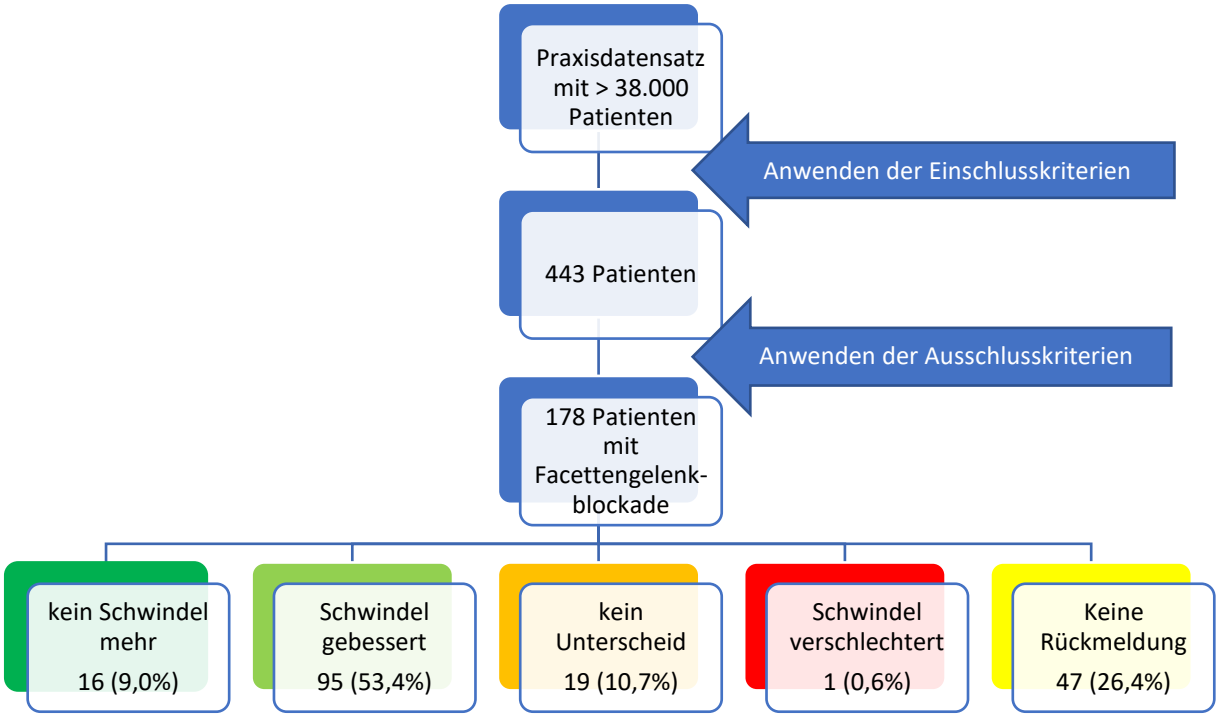


Abbildung 4 *Darstellung aller in der Studie eingeschlossenen Patienten, welche im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach behandelt wurden, nach Anwenden der Ein- und Ausschlusskriterien. Gliederung nach dem unterschiedlichen Outcome. Die grünen Farben fassen einen positiven Outcome zusammen; orange, rot und gelb einen negativen.*

Wie in Abbildung 4 wurden nach Anwendung der Einschlusskriterien (Aufgeführt in Material und Methodik 2.1.1) insgesamt 443 Patienten vorselektiert. Nach weiterer Anwendung der Ausschlusskriterien (Aufgeführt in Material und Methodik 2.1.2) blieben dann 178 Patienten mit einer oder mehrerer MBBs. Hiervon gaben 16 an, dass bei ihnen der Schwindel nach Behandlung komplett verschwunden sei. 95 Patienten gaben an, dass sich bei ihnen die Symptomatik teilweise verbessert hätte. 19 merkten keine Veränderung nach der Intervention. Ein Patient gab an, dass es nach dem Eingriff schlimmer war als zuvor. 47 Patienten meldeten sich nicht zurück. Eine Verteilung dieser Ergebnisse ist in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt und ebenfalls in Abbildung 4 veranschaulicht.

Tabelle 1 *Absolute und relative Häufigkeiten der Outcomes nach Medial Branch Block bei in die Studie eingeschlossenen Patienten mit zervikogenem Schwindel. Links die absolute Häufigkeit, rechts die relative. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

	Häufigkeit	Prozent
Kein Schwindel mehr	16	9,0
teilweise verbessert	95	53,4
keine Veränderung	19	10,7
Schwindel verschlechtert	1	,6
keine Rückmeldung	47	26,4
Gesamt	178	100,0

Somit gaben insgesamt 111 Patienten eine Verbesserung ihrer Symptomatik an. Diese Patienten wurden der Gruppe mit positivem Outcome zugeordnet. Bei 20 wiederum gab es keine Besserung. Sie wurden unter negativem Outcome zusammengefasst. Zur Erstellung eines Worst Case Szenarios, um die Daten qualitativer auswerten zu können, wurden zu den 20 negativen die 47 Patienten hinzugefügt, die nach erhaltener Behandlung keine Rückmeldung über das Anschlagen dieser gegeben haben. Somit wurden die Berechnungen bezüglich des Outcomes mit insgesamt 67 Patienten mit negativem Ergebnis getätigt. Dies entspricht, wie in folgender Abbildung 5 zu sehen, einem positiven Ergebnis von 62,4 %, beziehungsweise einem negativen von 37,6 %.

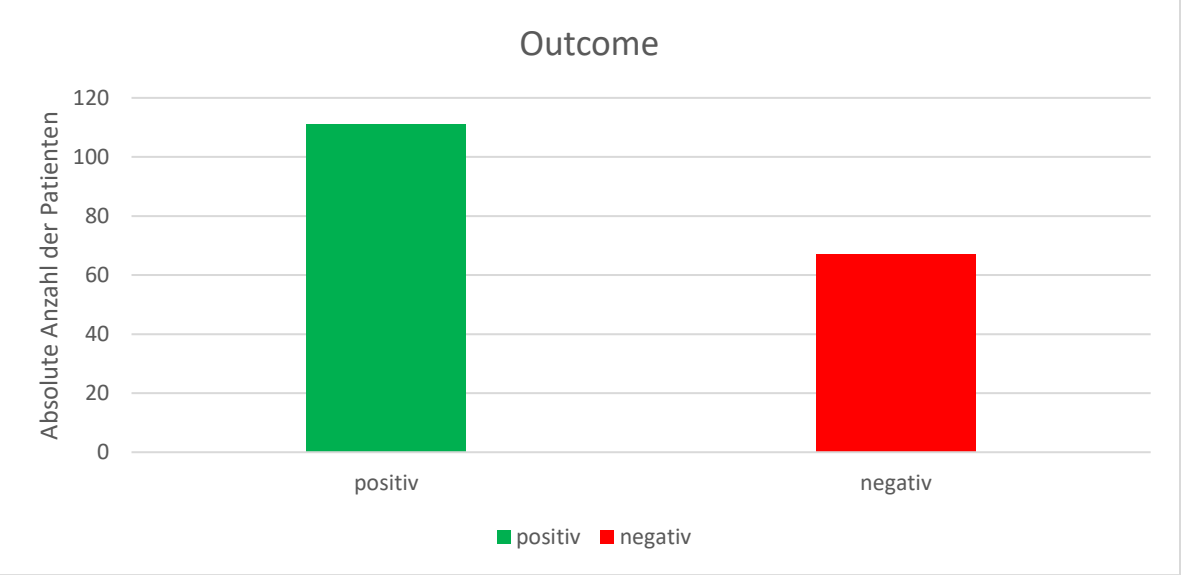


Abbildung 5 *Absolute Anzahl an Patienten mit positivem und negativem Outcome nach Anwendung des Worst Case Szenarios bei allen in die Studie eingeschlossenen Patienten mit Medial Branch Block und Beurteilung des zervikogenen Schwindels. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

3.1.1 Alter

In Hinsicht auf das Outcome wurde dann getestet, ob sich dieses bezüglich der in Material und Methodik aufgeführten Patientengruppen unterscheidet. Dabei fiel auf, dass die Patienten mit positivem Outcome im Schnitt etwas älter waren, als die Patienten ohne Behandlungserfolg. Die 111 Patienten mit positivem Outcome waren durchschnittlich 53,13 Jahre alt (Standardabweichung 13,25), während das Durchschnittsalter bei den Patienten ohne Besserung bei 49,54 Jahren (Standardabweichung 12,55) lag. Das Durchschnittsalter aller Patienten, unabhängig vom Outcome betrug 51,78 Jahre (Standardabweichung 13,07). Die Spannweite aller Patienten betrug 57 Jahre, mit einem Minimum von 21 und einem Maximum von 78 Jahren. Der Median lag mit 51 Jahren nahe dem Mittelwert. Da das Alter der untersuchten Patienten normalverteilt ist (Median und Mittelwert nahezu identisch, typische Verteilungsform im Histogramm (Abbildung 6), rechnerischer Nachweis der Normalverteilung durch den Test nach Kolmogorov-Smirnov p = 0,2), wurde anhand eines t-Tests (T = 1,782) für zwei unabhängige Stichproben untersucht, ob es sich hierbei um einen signifikanten Unterschied handelt. Ein vorher durchgeführter Levene-Test zur Überprüfung auf Varianzen Homogenität (F = 0,497) konnte mit einem p von 0,482 eben diese bestätigen. Durch den t-Test ließ sich bei einem p-Wert von 0,076 jedoch kein signifikanter Unterschied feststellen.

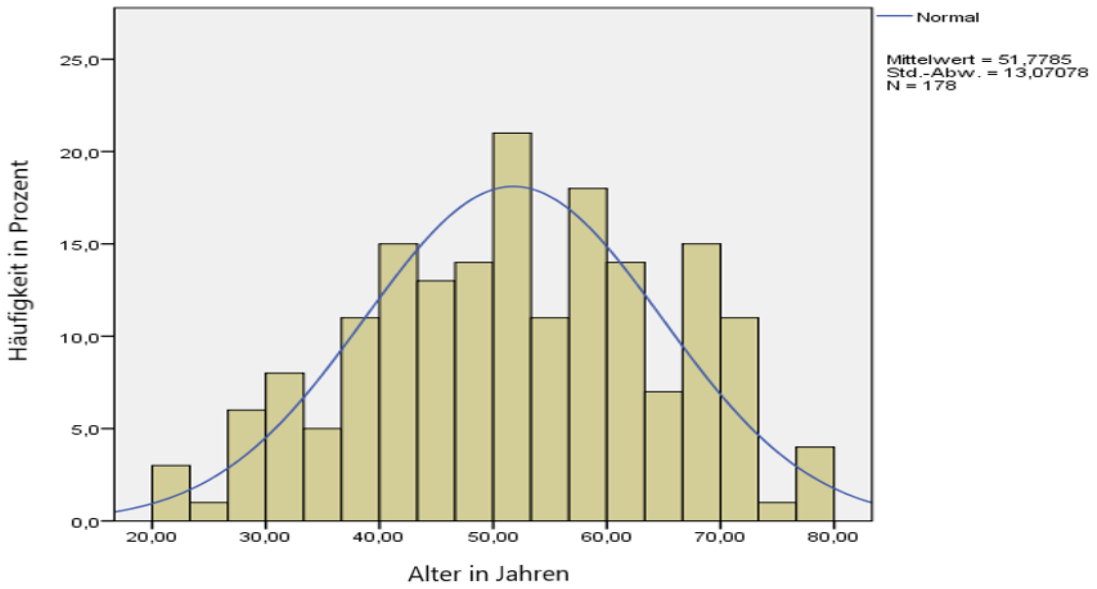


Abbildung 6 *Histogramm zur Verteilung des Alters aller in der Studie durch einen Medial Branch Block behandelten Patienten, die gleichzeitig eine Schwindel Symptomatik beschrieben hatten. Die Normalverteilung wurde durch einen Test nach Kolmogorov-Smirnov (p = 0,2) bestätigt. Auf der X-Achse das Alter in Jahren, auf der Y-Achse das Vorkommen in Prozent. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

Auf die in Material und Methodik vordefinierten Altersgruppen verteilen sich positiver und negativer Outcome wie in der folgenden Tabelle zu erkennen:

Tabelle 2 *Kreuztabelle der Altersgruppen und des Outcomes bei zur Diagnostik eingesetztem Medial Branch Block. Die Altersgruppen sind mit jünger gleich 39, 40-49 Jahren, 50-59 Jahren, 60-69 Jahren und älter als 70 Jahre zusammengefasst. Die Tabelle zeigt den absoluten und relativen Anteil positiver und negativer Ergebnisse, sowie die berechnete erwartete Anzahl. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Altersgruppen	39 und jünger	Anzahl	17	17	34
		Erwartete Anzahl	21,2	12,8	34,0
		% innerhalb von Altersgruppen	50,0 %	50,0 %	100,0 %
	40 - 49	Anzahl	28	14	42
		Erwartete Anzahl	26,2	15,8	42,0
		% innerhalb von Altersgruppen	66,7 %	33,3 %	100,0 %
	50 - 59	Anzahl	30	20	50
		Erwartete Anzahl	31,2	18,8	50,0
		% innerhalb von Altersgruppen	60,0 %	40,0 %	100,0 %
	60 - 69	Anzahl	23	13	36
		Erwartete Anzahl	22,4	13,6	36,0
		% innerhalb von Altersgruppen	63,9 %	36,1 %	100,0 %
	70 und älter	Anzahl	13	3	16
		Erwartete Anzahl	10,0	6,0	16,0
		% innerhalb von Altersgruppen	81,3 %	18,8 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	111	67	178
		Erwartete Anzahl	111,0	67,0	178,0
		% innerhalb von Altersgruppen	62,4 %	37,6 %	100,0 %

Ein Chi-Quadrat-Test (Wert: 5,132) zeigte bei einem p von 0,274 jedoch keinen Anhalt für einen Zusammenhang zwischen den Altersgruppierungen und dem Outcome.

3.1.2 Geschlecht

Weiterhin wurde getestet, ob es bezüglich des Geschlechts Unterschiede beim Behandlungserfolg gab. 105 der untersuchten Patienten waren weiblich, was 59 % aller Teilnehmer ausmacht. Die restlichen 73 Patienten, und somit 41 %, waren männlich. Insgesamt zeigten 61 Frauen ein positives und 44 ein negatives Ergebnis (dies entspricht 58,1 % zu 41,9 %). Bei den Männern waren es 50 positive und 23 negative Ergebnisse (entsprechend 68,5 % zu 31,5 %). Die Verteilung ist entsprechend in Tabelle 3 noch einmal aufgeführt. Die Signifikanz des Unterschiedes wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft, da es sich sowohl bei Geschlecht als auch bei Outcome um qualitative Merkmale handelt. Mit einem p von 0,159 ist der Unterschied jedoch nicht signifikant.

Tabelle 3 *Kreuztabelle Geschlecht und Outcome aller in die Studie eingeschlossenen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Tabelle zeigt den absoluten und relativen Anteil positiver und negativer Ergebnisse, sowie die berechnete erwartete Anzahl. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Geschlecht	weiblich	Anzahl	61	44	105
		Erwartete Anzahl	65,5	39,5	105,0
		% innerhalb von Geschlecht	58,1 %	41,9 %	100,0 %
	männlich	Anzahl	50	23	73
		Erwartete Anzahl	45,5	27,5	73,0
		% innerhalb von Geschlecht	68,5 %	31,5 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	111	67	178
		Erwartete Anzahl	111,0	67,0	178,0
		% innerhalb von Geschlecht	62,4 %	37,6 %	100,0 %

3.1.3 Behandlungshäufigkeit

In der untersuchten Gruppe von Patienten gab es sowohl welche, die nur eine Blockade erhalten haben, als auch solche, die sich mehrfach behandeln ließen. 121 Patienten und somit 68 % ließen sich aufgrund der Schmerzsymptomatik einmal behandeln. Die anderen 57 Patienten (32 %) erhielten mindestens zwei, in einigen Fällen aber auch mehrere Behandlungen. 32 Patienten wurden zweimal behandelt, 15 dreimal, 5 Patienten haben 4 Behandlungen bekommen, bei drei Patienten wurde fünfmal interveniert und jeweils eine Person hat sechs-, beziehungsweise siebenmal MBBs erhalten. Durchschnittlich hat somit jeder Patient 1,56 Interventionen erhalten. Bei den Patienten mit nur einer Behandlung gab es insgesamt 59 positive Ergebnisse (48,8 %) und 62 negative (51,2 %). Patienten, die sich mehr als einmal behandeln ließen, hatten in 52 Fällen ein positives und in 5 Fällen ein negatives Ergebnis (91,2 % zu 8,8 %). Diese Verteilung des Outcomes ist in den folgenden Abbildungen 7 und 8 veranschaulicht und in einem Kreisdiagramm dargestellt. Bei den 32 Patienten, die zweimal behandelt wurden, gab es 28 positive und 4 negative Ergebnisse (87,5 % zu 12,5 %). Bei drei oder mehr Behandlungen (n = 25) waren es sogar 96 % Behandlungserfolg (n = 24) und nur 4 % Misserfolg (n = 1). Bei Testung der Signifikanz auf Unterscheidung des Outcomes zwischen einer und mehrerer Behandlungen mittels Chi-Quadrat-Test konnte ein Zusammenhang nachgewiesen werden (Chi-Quadrat nach Pearson = 29,77, p = 0,000, n = 178). Bei Phi und Cramers V von 0,409 (p = 0,000) kann von einem mittelstarken Zusammenhang ausgegangen werden. Die zugehörige Kreuztabelle folgt in Tabelle 4.

Tabelle 4 *Kreuztabelle Anzahl der Interventionen und Outcome aller Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Geteilt wurde in Einzelbehandlungen und mehrfache Behandlungen. Die Tabelle zeigt den absoluten und relativen Anteil positiver und negativer Ergebnisse, sowie die berechnete erwartete Anzahl. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Anzahl der Interventionen	Nur eine Behandlung	Anzahl	59	62	121
		Erwartete Anzahl	75,5	45,5	121,0
		% innerhalb von „Nur eine Behandlung“	48,8 %	51,2 %	100,0 %
		% innerhalb von Outcome positiv/negativ	53,2 %	92,5 %	68,0 %
	mehrere Behandlungen	Anzahl	52	5	57
		Erwartete Anzahl	35,5	21,5	57,0
		% innerhalb von „mehrere Behandlungen“	91,2 %	8,8 %	100,0 %
		% innerhalb von Outcome positiv/negativ	46,8 %	7,5 %	32,0 %
Gesamt		Anzahl	111	67	178
		Erwartete Anzahl	111,0	67,0	178,0
		% in positiven und negativen Outcome	62,4 %	37,6 %	100,0 %

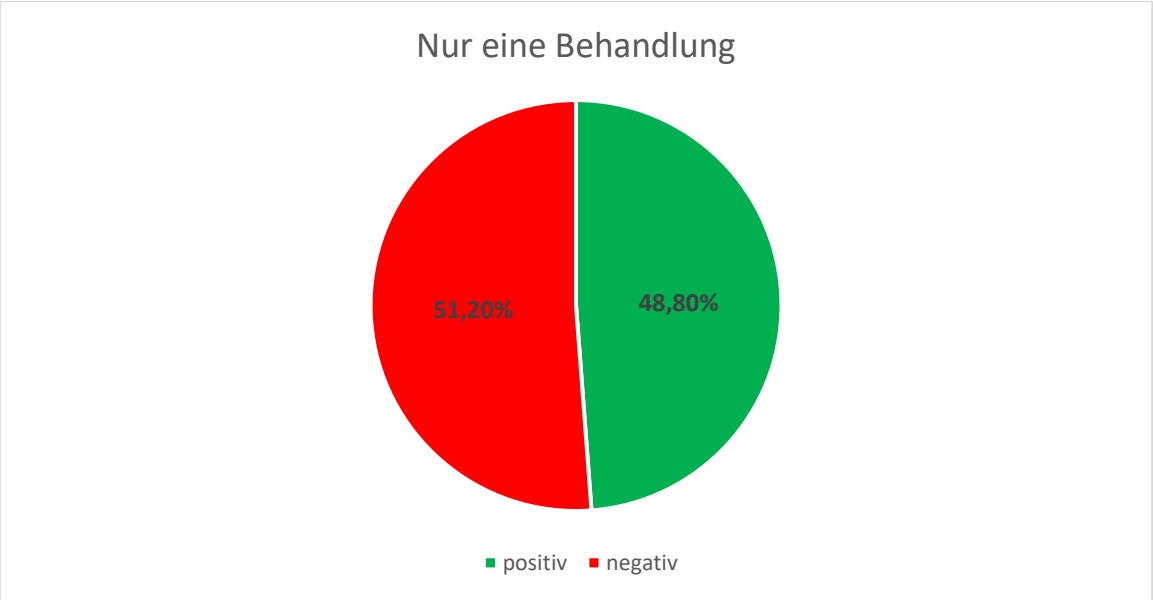


Abbildung 7 *Kreisdiagramm zur Darstellung der Verteilung des Outcomes im Worst Case Szenario bei nur einer Behandlung aller in die Studie eingebundenen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

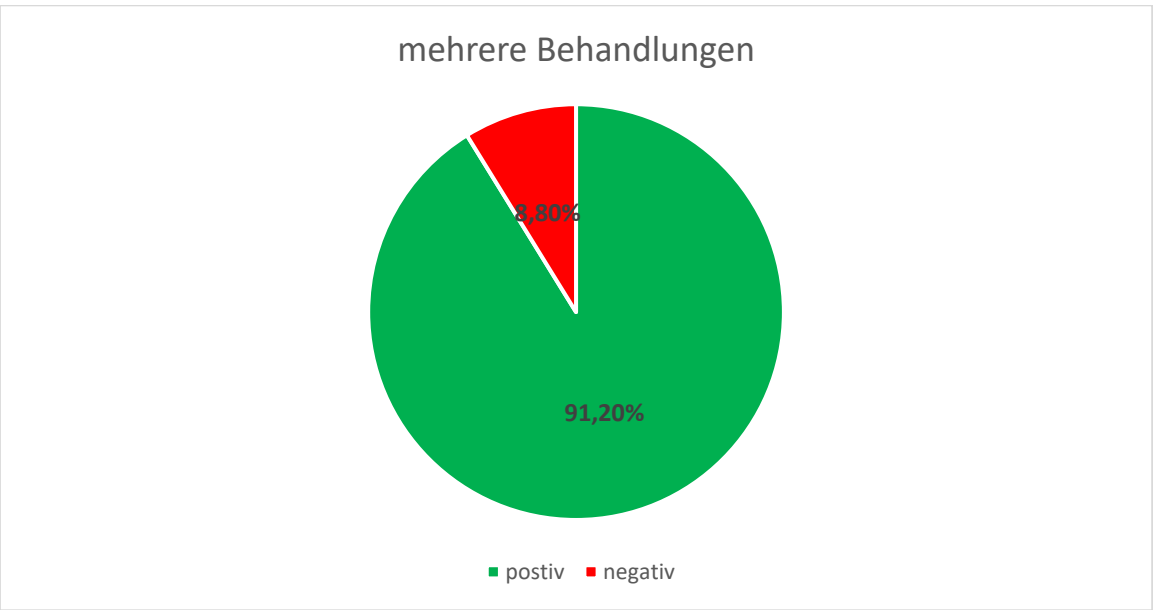


Abbildung 8 *Kreisdiagramm zur Darstellung der Verteilung des Outcomes im Worst Case Szenario bei mehreren Behandlungen aller in die Studie eingebundenen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic“ in Biberach.*

Von den 57 mehrfach behandelten Patienten zeigten 14 initial ein positives, bei der zweiten und folgenden Blockade jedoch negative Ergebnisse (24,6 %). 28 zeigten bei Erst- und Weiterbehandlung positive Ergebnisse (49,1 %). Zehn Patienten, die zuerst keine Besserung sahen, zeigten bei weiterer Behandlung positive Ergebnisse (17,5 %). Fünf Patienten erfuhren sowohl bei Erst- als auch Weiterbehandlung keine Besserung (8,8 %).

3.1.4 Behandlungsseite

Von den insgesamt 178 Patienten wurden 142 Patienten beidseitig behandelt (79,8 %), 35 dagegen nur einseitig (19,7 %). Bei einem konnte aufgrund der fehlenden Aufzeichnungen nicht nachvollzogen werden, ob dieser einseitig oder beidseitig behandelt wurde. Bei den 35 einseitig behandelten Patienten wurde bei 20 Patienten nur auf der linken Seite und bei 15 nur auf der rechten Seite interveniert. Patienten mit beidseitigem Eingriff hatten 65,5 % (n = 93) ein positives Ergebnis und 34,5 % (n = 49) ein negatives. Die einseitig behandelten gaben in 17 Fällen (48,6 %) positives und in 18 Fällen (51,4 %) ein negatives Feedback (links: 8 positiv, 12 negativ; rechts: 9 positiv, 6 negativ). Eine Signifikanzprüfung mittels Chi-Quadrat-Test zeigte bei einem p von 0,064 keinen Zusammenhang.

3.1.5 Behandlungshöhe

Für die Frage, ob das Ergebnis für Patienten, die an der oberen Halswirbelsäule behandelt wurden, sich von dem für die untere Halswirbelsäule unterscheidet, wurden alle Patienten betrachtet, die ihre Intervention auf Höhe einschließlich HW 2-3 oder nur auf HW 3 bekommen haben. Diese wurden dann mit den Patienten verglichen, deren Behandlung HW 2 und 3 nicht miteinschloss. Insgesamt wurden 37 Patienten (20,8 %) nach dieser Definition an der oberen Halswirbelsäule und 140 (78,7 %) an der mittleren bis unteren Halswirbelsäule behandelt. Bei einem Patienten konnte aufgrund des fehlenden Durchleuchtungsbildes nicht nachvollzogen werden, auf welcher Höhe die Intervention stattfand. Eine Behandlung an der oberen Halswirbelsäule ergab in 26 Fällen einen Erfolg (70,3 %) und in 11 Fällen einen Misserfolg (29,7 %). Bei Patienten der anderen Höhen gab es insgesamt 85 positive Ergebnisse (60,7 %) und 55 negative (39,3 %). Ein Chi-Quadrat-Test ergab bei einem p von 0,285 kein signifikantes Ergebnis. Eine weitere Prüfung mit

anderer Definition der oberen Halswirbelsäule (alles Patienten, die mindestens als Halswirbelkörper 3 behandelt wurden), zeigte bei 115 Patienten mit Behandlung der oberen Halswirbelsäule, bei 74 Patienten (64,3 %) ein positives und bei 41 Patienten (35,7 %) ein negatives Ergebnis. Bei den anderen 62 gab es in 37 Fällen (59,7 %) ein positives und in 25 (40,3 %) ein negatives. Im Chi-Quadrat-Test (Wert: 0,376) zeigte sich der Unterscheid bei einem p von 0,54 ebenfalls nicht signifikant. In der folgenden Tabelle 5 sind die Behandlungshöhen der Patienten genau aufgeführt.

Tabelle 5 *Absolute und relative Häufigkeiten der unterschiedlichen Interventionshöhen aller in die Studie eingebundenen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. C (cervikal) beschreibt die Höhe des Halswirbelkörpers, Th (Thorakal) die des Brustwirbelkörpers. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

		Absolute Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Eingriffshöhen	C1-3	1	0,6	0,6
	C2-3	6	3,4	3,9
	C2-4	9	5,1	9,0
	C2-5	9	5,1	14,0
	C2-6	3	1,7	15,7
	C2-7	3	1,7	17,4
	C2-Th2	1	0,6	18,0
	C3	5	2,8	20,8
	C3-4	37	20,8	41,6
	C3-5	35	19,7	61,2
	C3-6	4	2,2	63,5
	C3-7	2	1,1	64,6
	C4	3	1,7	66,3
	C4-5	36	20,2	86,5
	C4-6	6	3,4	89,9
	C5	2	1,1	91,0
	C5-6	8	4,5	95,5
	C5-7	3	1,7	97,2
	C6-7	1	0,6	97,8
	C7	2	1,1	98,9
	C7-Th2	1	0,6	99,4
	Keine Angabe	1	0,6	100,0
	Gesamt	178	100,0	

3.1.6 Schwindeldauer

Von den gesamt 178 Patienten gaben 149 die Dauer ihrer bestehenden Schwindelsymptomatik an. Bei 29 konnte nicht nachvollzogen werden, wie lange der Schwindel bei Behandlung bereits vorbestand. Die Angaben der Patienten reichten von einer Symptomdauer von einem Tag bis zu einem Leiden seit 15 Jahren. Im Median handelt es sich um eine Leidensdauer von 4 Monaten. Der Interquartilsabstand (75. Perzentile/3 Quartile – 25. Perzentile/1 Quartile) beträgt 12 Monate – 1,875 Monate = 10,125 Monate. Patienten mit positivem Ergebnis litten im Median 4 Monate unter der Schwindelsymptomatik. Das gleiche gilt für Patienten mit negativem Ergebnis. Hier waren es ebenfalls 4 Monate. Bei nicht vorliegender Normalverteilung wurden die Ergebnisse mittels Mann-Whitney-U-Test auf einen Zusammenhang zwischen Schwindeldauer und Outcome überprüft. Bei einem p von 0,912 (Mann-Whitney-U-Test: 2576,0) war jedoch kein Unterschied zu erkennen. Danach wurden die Patienten in die bereits in Material und Methodik beschriebenen Gruppen nach ihrer Symptomdauer verteilt (A kleiner/gleich 1 Monat; B größer 1 Monat – kleiner 6 Monate; C größer/gleich 6 Monate – kleiner 1 Jahr; D größer/gleich 1 Jahr). Von den 149 gültigen Angaben fielen 31 Patienten somit in Gruppe A (20,8 %), 58 in B (38,9 %), 17 in C (11,4 %) und 43 in D (28,9 %). Die Erfolgsquoten der unterschiedlichen Gruppen lassen sich in der folgenden Kreuztabelle (Tabelle 6) ablesen. Ein Zusammenhang ist mit einem p von 0,830 im Chi-Quadrat-Test (Wert: 0,883) jedoch nicht nachweisbar.

Tabelle 6 *Verteilung des Outcomes innerhalb der definierten Gruppen für Schwindeldauer, welche alle Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block einschließen. Die Gruppen A bis D sind in der Abbildung definiert. Die Tabelle zeigt den absoluten und relativen Anteil positiver und negativer Ergebnisse, sowie die berechnete erwartete Anzahl. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Gruppen Schwindeldauer	A <= 1 Monat	Anzahl	19	12	31
		Erwartete Anzahl	19,3	11,7	31,0
		% innerhalb von Schwindelgruppen	61,3 %	38,7 %	100,0 %
	B > 1 Monat – <6 Monate	Anzahl	37	21	58
		Erwartete Anzahl	36,2	21,8	58,0
		% innerhalb von Schwindelgruppen	63,8 %	36,2 %	100,0 %
	C >= 6 Monate – < 1 Jahr	Anzahl	12	5	17
		Erwartete Anzahl	10,6	6,4	17,0
		% innerhalb von Schwindelgruppen	70,6 %	29,4 %	100,0 %
	D >= 1 Jahr	Anzahl	25	18	43
		Erwartete Anzahl	26,8	16,2	43,0
		% innerhalb von Schwindelgruppen	58,1 %	41,9 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	93	56	149
		Erwartete Anzahl	93,0	56,0	149,0
		% innerhalb von Schwindelgruppen	62,4 %	37,6 %	100,0 %

Betrachtet man die Anzahl der Interventionen, die die Patienten erhalten haben und vergleicht diese mit der Dauer ihrer Schwindelsymptomatik so zeigt sich diesbezüglich ein signifikanter Unterschied. Die Verteilung der Behandlungsanzahlen auf die einzelnen Gruppen ist in der folgenden Tabelle 7 zu erkennen.

Tabelle 7 *Kreuztabelle Schwindeldauergruppen und Anzahl der Behandlungen, welche alle Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block einschließen. Links die Gruppen sind in der Abbildung definiert, rechts wird in eine oder mehrere Behandlungen in absoluten Zahlen unterschieden. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

		Anzahl der Interventionen		
		eine Behandlung	mehrere Behandlungen	Gesamt
Schwindeldauergruppen	A <= 1 Monat	28	3	31
	B > 1 Monat – <6 Monate	35	23	58
	C >= 6 Monate – < 1 Jahr	11	6	17
	D >= 1 Jahr	29	14	43
Gesamt		103	46	149

Mittels Chi-Quadrat Test (Wert: 8,835) ergibt sich ein p von 0,032 und somit ein signifikantes Ergebnis. Betrachtet man die in der Tabelle dargestellten Gruppen einzeln, sieht man, dass in der Gruppe A 90,03 % nur einen Eingriff erhielten. In Gruppe B waren es 60,34 %, in C 64,71 % und in Gruppe D 67,44 %.

In Gruppe D waren 48,3 % (N = 14) der einmaligen Behandlungen erfolgreich und 51,7 % (N = 15) nicht. In Gruppe C waren es 54,5 % (N = 6) erfolgreich und 45,5 % (N = 5) nicht. Gruppe B zeigte bei einmaligem Behandeln 45,7 % (N = 16) erfolgreiche und 54,3 % (N = 19) nicht erfolgreiche Eingriffe, während in Gruppe A die Intervention zu 57,1 % (N = 16) einen positiven Outcome bei einmaliger Behandlung hatte und zu 42,9 % (N = 12) einen negativen.

3.1.7 Radiologische Befunde

Insgesamt lag bei 147 Patienten ein radiologischer Befund in Form eines MRT´s vor. Von vier Patienten gab es nur CT-Aufnahmen und von zwei nur Röntgen-Bilder. Für 25 Patienten lagen keine aktuellen Bildaufnahmen vor. Bei insgesamt 56 der Patienten (31,5 %) konnte in den Aufnahmen ein Bandscheibenvorfall im Halsbereich nachgewiesen werden. Personen mit Bandscheibenvorfall hatten in 34 Fällen ein positives Ergebnis (60,7 %). 22 hatten einen negativen Outcome (39,3 %). Patienten ohne Bandscheibenvorfall hatten zu 63,1 % (n = 77) Behandlungserfolg und zu 36,9 % (n = 45) keinen. Bei Testung auf Signifikanz mit Chi-Quadrat-Test (Wert: 0,094) ergab sich mit einem p von 0,759 kein Hinweis auf einen Zusammenhang. In Tabelle 8 sind die Höhen der Bandscheibenvorfälle der Patienten einzusehen.

Tabelle 8 *Verteilung der Höhen der Bandscheibenvorfälle aller in die Studie eingebundenen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. HWK (Halswirbelkörper) und BWK (Brustwirbelkörper) beschreiben die Höhe des Bandscheibenvorfalls. Die Ergebnisse sind absolut und relativ auf der rechten Seite aufgeführt. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

		Häufigkeit	Prozent
Höhe der Bandscheibenvorfälle	Kein Vorfall	122	68,5
	HWK 3-7	1	,6
	HWK 3/4	5	2,8
	HWK 3/4; 5/6	1	,6
	HWK 4-6	3	1,7
	HWK 4/5	5	2,8
	HWK 5-6	1	,6
	HWK 5-7	9	5,1
	HWK 5/6	18	10,1
	HWK 6/7	12	6,7
	HWK 7/BWK 1	1	,6
	Gesamt	178	100,0

Bei 57 Patienten des Patientenkollektives wurden im radiologischen Befund Spinalstenosen nachgewiesen. 36 davon hatten ein positives Ergebnis, während 21 ein negatives hatten (63,2 % zu 36,8 %). In der Gruppe ohne Stenose waren es 62 % mit Erfolg und 38 % ohne (n = 75 zu n = 46). Auch dieser kleine Unterscheid ist mit einem p von 0,880 im Chi-Quadrat-Test (Wert: 0,023) nicht signifikant.

75 der Patienten hatten weiterhin Protrusionen im radiologischen Befund. 50 davon wurden erfolgreich behandelt (66,7 %), während 25 keine Verbesserung verzeichneten (33,3 %). Im Vergleich dazu war die Erfolgsquote bei den 103 Patienten ohne Protrusionen bei 59,2 % (n = 61). 42 Patienten (40,8 %) erfuhren keine Besserung. Dieser Unterschied zeigte sich im Chi-Quadrat-Test (Wert: 1,024) als nicht signifikant (p = 0,311).

Im Falle von 20 Patienten war der radiologische Befund vollkommen unauffällig. Von diesen gab es 13 mit positivem Ergebnis und 7 mit negativem (65 % zu 35 %). Bei allen anderen Patienten (n = 158), die entweder einen auffälligen Befund oder keine vorliegende Aufnahme hatten, waren es 98 positive und 60 negative Ergebnisse (62 % zu 38 %). Ein Chi-Quadrat-Test (Wert: 0,067) bot keinen Anhalt für einen signifikanten Zusammenhang (p = 0,796).

3.1.8 Schleudertrauma

In der Patientengeschichte von neun behandelten Patienten ist ein Schleudertrauma vor dem Auftreten des Schwindels beschrieben. Vier dieser neun Patienten hatten nach dem Eingriff einen positiven Outcome (44,4 %), fünf jedoch einen negativen (55,6 %). Bei Patienten ohne Schleudertrauma waren es 107 Patienten mit Behandlungserfolg (63,3 %) und 62 ohne Erfolg (36,7 %). Nichtsdestotrotz handelt es sich hierbei um keinen signifikanten Unterschied. Da eine der erwarteten Häufigkeiten kleiner Fünf ist, wurde mit einem exakten Test nach Fischer gerechnet, um zu prüfen, ob die Behandlung bei Patienten mit Schleudertrauma generell schlechtere Ergebnisse liefert (Einseitige Signifikanz: $p = 0,214$).

3.1.9 Voroperationen

Beim untersuchten Patientenkollektiv waren 141 Untersuchte (79,2 %) bei Behandlung an der Halswirbelsäule nicht voroperiert. 32 Patienten (18 %) waren bei allen ihrer Interventionen bereits an der Halswirbelsäule operiert worden. Die restlichen 5 waren es teilweise (mehrere MBBs bei denen die Patienten teils voroperiert, teils nicht operativ behandelt worden sind). Um zu testen, ob das Ergebnis sich zwischen Patienten mit operativer Vergangenheit ($n = 37$) sich von dem von den anderen 141 unterscheidet, wurde ein Chi-Quadrat-Test gemacht (Wert: 1,245). Bei einem p von 0,264 konnte jedoch kein Zusammenhang nachgewiesen werden, obwohl die positiven Ergebnisse bei den Voroperierten ($n = 26$, 70,3 %), im Vergleich zu den negativen ($n = 11$, 29,7 %), höher liegen als bei den Nichtoperierten (positiv: $n = 85$, 60,3 %; negativ: $n = 56$, 39,7 %).

3.1.10 Dauer der Symptombesserung

Die Angaben der Patienten zur Länge ihrer Besserung des Schwindels unterschieden sich stark. Einige Patienten gaben an, dass der Effekt einige Tage/Wochen/Monate anhielt und es dann zur Regression kam. Einige Patienten wiederum gaben bei Befragung an, dass der Effekt zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung immer noch anhalte und der Schwindel nicht zurückgekehrt sei. Beide Möglichkeiten wurden zur Berechenbarkeit zusammengefasst. Dabei wurde im ersten beschriebenen Fall die Gesamtdauer der Besserung und im zweiten

Fall die Dauer, die vom Patienten zum Zeitpunkt der Befragung angegeben wurde, benutzt, obwohl diese auch noch hätte länger andauern können. Von 111 Patienten mit positivem Ergebnis konnte die Dauer der Verbesserung bei 109 Patienten erfasst werden. Das Minimum der Besserung betrug nur einen Tag, während das Maximum bei über einem Jahr (63,5 Wochen) lag. Bei einer Spannweite von 63,36 Wochen variieren die Angaben deutlich. Die Dauer der Besserung betrug im Median 2 Wochen. Der Interquartilsabstand (75. Perzentile/3. Quartile – 25. Perzentile/1. Quartile) beträgt mit 4 Wochen – 1 Woche = 3 Wochen.

Weiterhin wurde dann getestet, wie sich die verschiedenen Gruppen bei der Dauer, der Besserung des Schwindels unterscheiden. Ein Mann-Whitney-U-Test zeigte beim Vergleich der Eingriffshöhen (Obere HWS wie weiter oben beschrieben und mittlere/untere HWS), dass sich die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheiden. (Mann-Whitney-U: 990; Mittlerer Rang obere HWS: 56,07; Mittlerer Rang mittlere/untere HWS: 51,58, p = 0,525)

Es gibt jedoch einen signifikanten Unterschied bezüglich der Dauer der Besserung in Bezug auf die Behandlungshäufigkeit. Hier wurde überprüft ob sich die Besserungsdauer von Patienten mit einer Behandlung von der durchschnittlichen Besserungsdauer von Patienten mit mehreren Eingriffen unterscheide (Mann-Whitney-U: 1105,5; Mittlerer Rang 1 Behandlung: 48,54 (N = 58); Mittlerer Rang mehrere Behandlungen: 62,34 (N = 51); p = 0,022). Die Effektstärke nach Cohen liegt bei r = 0,218 und entspricht einem schwachen Effekt.

Tabelle 9 *Median der Dauer der Symptombesserung in Wochen bei einer und mehrerer Behandlungen bei allen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Unter N die absolute Anzahl der Patienten, unter Median die Dauer in Wochen. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

Anzahl der Interventionen	N	Median
Eine Behandlung	58	1,4643
mehrere Behandlungen	51	3,0000
Insgesamt	109	2,0000

Dasselbe Testverfahren wurde eingesetzt, um zu überprüfen, ob es hinsichtlich eines einseitigen oder beidseitigen Eingriffs Unterschiede gibt (Mann-Whitney-U: 556,5; Mittlerer Rang beidseitig: 56,88 (N = 91); Median beidseitig: 2,25 Wochen; Mittlerer Rang einseitig: 41,74 (N = 17); Median einseitig: 1,0 Wochen). Bei einem p von 0,66 ist dieser Unterschied jedoch nicht signifikant.

Ebenfalls keinen signifikanten Unterschied der zentralen Tendenzen gab es beim Vergleich der Besserungsdauer mit folgenden Gruppierungen:

- Vor-OP (siehe 2.2.10): Mann-Whitney-U: 993,5, p = 0,542
- Bandscheibenvorfall (siehe 2.2.7): Mann-Whitney-U: 1171,0, p = 0,583
- Stenose (siehe 2.2.7): Mann-Whitney-U: 1145,0, p = 0,275
- Protrusion (siehe 2.2.7): Mann-Whitney-U: 1415,5, p = 0,739
- Geschlecht (siehe 2.2.2): Mann-Whitney-U: 1348,0, p = 0,456

Zuletzt wurde anhand eines Kruskal-Wallis-Tests überprüft, ob es Unterschiede in den zentralen Tendenzen zwischen den in Material und Methodik definierten Altersgruppen gibt.

Tabelle 10 *Mittlere Ränge bei Verwendung des Kruskal-Wallis-Tests für die Altersgruppen, bezogen auf die Symptombesserung bei allen Patienten mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Unter N die Absolute Anzahl, unter Mittlerer Rang die errechnete Rangzahl im Rahmen des Kruskal-Wallis-Tests. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

Altersgruppen	N	Mittlerer Rang
39 und jünger	17	48,71
40-49	28	61,63
50-59	28	48,23
60-69	23	60,07
70 und älter	13	54,58
Gesamt	109	

Trotz der unterschiedlichen mittleren Ränge ist jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied errechnet worden (Chi-Quadrat: 3,807; p = 0,433).

3.2 Patienten mit Radiofrequenztherapie

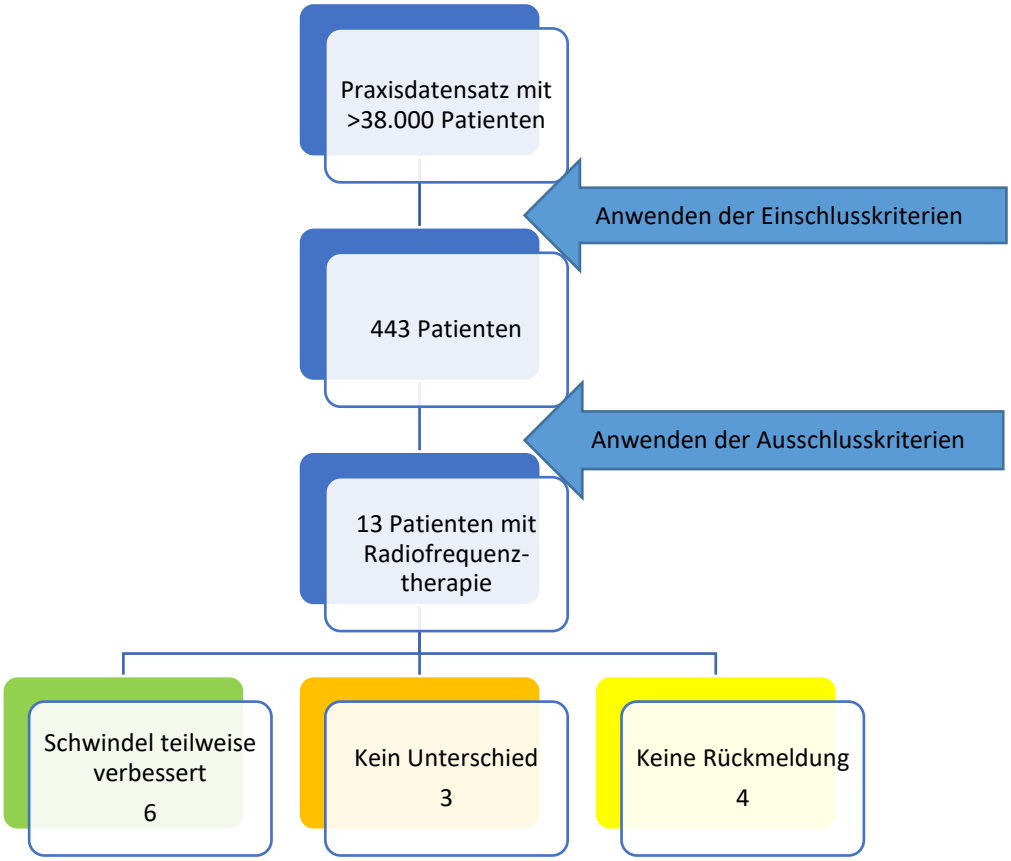


Abbildung 9 *Darstellung aller in der Studie eingeschlossenen Patienten nach Anwenden der Ein- und Ausschlusskriterien. Gliederung nach dem unterschiedlichen Outcome. Die grünen Farben fassen einen positiven Outcome zusammen; orange und gelb einen negativen. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

Wie oben in Abbildung 9 zu sehen, wurde bei insgesamt sechs der 13 verschiedenen Patienten, die bei gleichzeitigem Schwindel eine Radiofrequenzdenervation erhalten haben, eine teilweise Verbesserung nach dem Eingriff verzeichnet. Drei Patienten haben keine Veränderung bemerkt, während vier Patienten sich nicht zurückgemeldet haben. Dabei handelt es sich um 7 weibliche und 6 männliche Patienten. Drei der Frauen hatten einen positiven Outcome, eine einen negativen und drei meldeten sich nicht zurück. Ebenfalls drei der Männer hatten einen Behandlungserfolg, während zwei keinen Erfolg verzeichneten. Bei den Männern meldete sich ein Patient nicht zurück. Um zu überprüfen, ob es einen signifikanten Unterschied bei der Behandlung von Mann und Frau gibt, wurde bei kleinen Fallzahlen durch einen exakten Test nach Fisher überprüft, wie sich das

Geschlecht auf den Outcome auswirkt. Bei einem p von 1 (zweiseitig), beziehungsweise einem p von 0,617 (einseitig) ließ sich jedoch kein Zusammenhang nachweisen.

Zwölf der Patienten wurden nur einmal durch eine Radiofrequenztherapie bei Schwindelangabe behandelt, während ein Patient insgesamt drei Interventionen erhielt. Die Behandlungshöhen der unterschiedlichen Patienten sind in der folgenden Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11 *Verteilung der Eingriffshöhen bei allen in die Studie eingeschlossenen Patienten mit Radiofrequenztherapie und Angabe eines Schwindels. C (cervikal) beschreibt die Höhe des behandelten Halswirbelkörpers. Die Ergebnisse sind in absoluten und relativen Zahlen aufgeführt. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Eingriffshöhe	C2-5	1	7,7	7,7
	C3	2	15,4	23,1
	C3-4	1	7,7	30,8
	C3-5	2	15,4	46,2
	C3-6	1	7,7	53,8
	C4	1	7,7	61,5
	C4-5	2	15,4	76,9
	C4-6	1	7,7	84,6
	C5	1	7,7	92,3
	C5-7	1	7,7	100,0
	Gesamt	13	100,0	

Wie in Tabelle 11 zu sehen, wurden die Patienten ebenfalls auf unterschiedlichen Höhen behandelt. Alle Patienten, die auf einschließlich Höhe Halswirbelkörper 2 oder nur an Halswirbelkörper 3 behandelt wurden, wurden hier wieder als obere Halswirbelsäule definiert. Bei den drei Patienten, die an der oberen Halswirbelsäule behandelt wurden, hatte der Eingriff in zwei Fällen Erfolg. Bei den zehn Patienten der unteren Halswirbelsäule konnte in vier Fällen ein positives Ergebnis erzielt werden. Es wurde anhand eines exakten Tests nach Fisher überprüft, ob sich die Höhe auf den Outcome auswirkt. Bei einem p von 0,559 (zweiseitig), beziehungsweise 0,437 (einseitig) gab es jedoch auch hier keinen Hinweis auf einen Zusammenhang.

Die Therapie wurde bei sieben Patienten beidseits, bei zwei Patienten nur links und bei vier Patienten nur rechts durchgeführt. Eine beidseitige Intervention war in vier Fällen (57,1 %) erfolgreich. Eine einseitige (33,3 %) in zwei Fällen. Es wurde erneut mittels exaktem Test nach Fisher nach einem Zusammenhang gesucht, jedoch konnte bei einseitigem p von 0,383 (zweiseitig 0,592) keiner nachgewiesen werden.

Die Schwindeldauer konnte bei 11 der 13 Patienten erfasst werden und betrug im Median 10,0. Monate. Sie erstreckt sich von einem Minimum von 2,33 Monaten bis zu einem Maximum von 84 Monaten (Spannweite: 81,67). Der Interquartilsabstand (Perzentile 75/Quartile 3 – Perzentile 25/Quartile 3) beträgt 36 Monate – 6 Monate = 30 Monate.

Bei 10 Patienten lagen aktuelle MRT Bilder vor, bei zusätzlichen zwei nur Röntgenbilder. Vier Patienten hatten darauf keinen auffälligen Befund, während sechs Protrusionen, drei Patienten Stenosen und einer einen Bandscheibenvorfall in den Aufnahmen hatten.

Die Verbesserung der sechs Patienten war im Median 5 Wochen lang. Der Interquartilsabstand (Perzentile 75/Quartile 3 – Perzentile 25/Quartile 3) beträgt 9 Wochen – 4 Wochen = 5 Wochen. Bei diesen Angaben ist jedoch zu beachten, dass es sich meist um Angaben von Nachuntersuchungen handelte, die Patienten zu diesem Zeitpunkt weiterhin eine Verbesserung spürten und dieser Effekt wahrscheinlich auch noch weiter anhielt. Minimum der Besserung waren 4 Wochen, Maximum 12 Wochen (Spannweite 8 Wochen).

3.3 Eingriffsbezogene Auswertung

Einige Parameter ließen sich nicht mit einer patientenbezogenen Auswertung darstellen, sodass zusätzlich für diese eine Auswertung nach den einzelnen Eingriffen für sich durchgeführt wurde. So ließen sich wie im Folgenden beschrieben, die Auswirkungen von in der klinischen Untersuchung vorliegenden Ergebnisse auf den Outcome, sowie Unterschiede bei Erst- oder Folgebehandlungen erkennen.

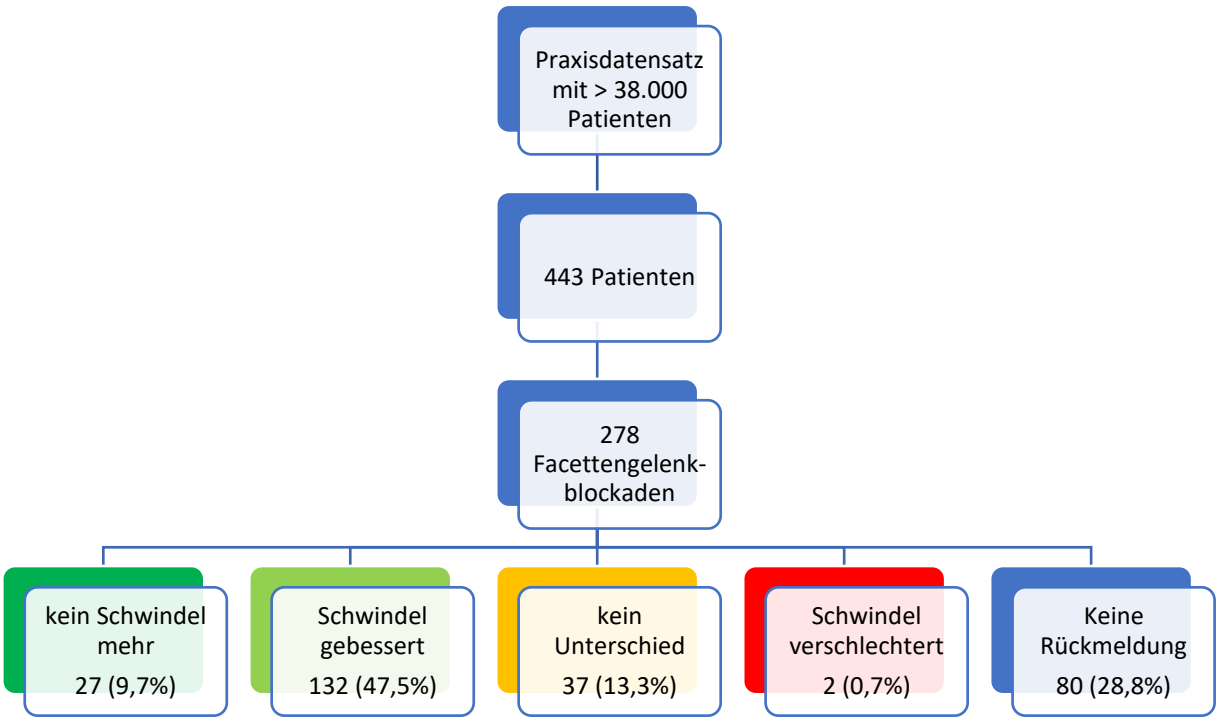


Abbildung 10 *Darstellung aller in der Studie eingeschlossenen Patienten nach Anwenden der Ein- und Ausschlusskriterien. Gliederung nach dem unterschiedlichen Outcome. Die grünen Farben fassen einen positiven Outcome zusammen; orange, rot und gelb einen negativen. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

Wie in Abbildung 10 zu erkennen, wurden in der Studie insgesamt 278 MBBs bei 178 verschiedenen Patienten aufgezeichnet. Während sich die vorherige Auswertung auf die Patienten bezog, bezieht sich diese auf die einzelnen Eingriffe ohne für die einzelnen Patienten zusammengefassten Werte. Insgesamt waren 27 Eingriffe (9,7 %) so erfolgreich, dass die Patienten danach keinen Schwindel mehr hatten. Nach 132 Eingriffen (47,5 %) war

der Schwindel teilweise gebessert, bei 37 Interventionen (13,3 %) gab es keine Veränderung, bei zwei Therapien (0,7 %) war die Symptomatik danach schlimmer als vorher. 80 Eingriffen (28,8 %) folgte keine Rückmeldung. Zählt man die nicht rückgemeldeten Eingriffe zu den negativen Resultaten, ergibt sich ein Resultat von insgesamt 57,2 % Erfolgsquote (N = 159) nach Blockade und 42,8 % Misserfolgsquote (N = 119) oder fehlende Rückmeldung.

3.3.1 Behandlungsnummer

Interessant wird die Betrachtung der Variablen, die sich nur eingriffsbezogen auswerten lassen. Hierzu gehört zum Beispiel die Statistik der erstmaligen Behandlung und der fortführenden Behandlung, also dem zweiten oder weiter folgenden Eingriff. 178 der MBBs wurden als erster Eingriff bei Patienten mit Schwindel eingesetzt. 100 Eingriffe waren Folgebehandlungen. Das Ergebnis ist sich jedoch sehr ähnlich. Bei den Erstbehandlungen waren 57,3 % der Eingriffe erfolgreich (N = 102) und 42,7 % nicht (N = 76). Bei den Folgebehandlungen waren es 57 % (N = 57) Erfolgsquote und 43 % (N = 43) Misserfolg. Bei nahezu gleicher Quote war auch der Chi-Quadrat-Test eindeutig und wies keinen Zusammenhang nach (Wert: 0,002, p = 0,961).

3.3.2 Klinische Untersuchung

Ebenfalls mit der patientenbezogenen Auswertung ließ sich nicht berechnen, wie sehr sich die klinische Symptomatik auf das Ergebnis auswirkte. Ein Patient, der bei vier Eingriffen einmal Parästhesien und dreimal nicht angab, ließ sich nicht sinnvoll für eine valide statistische Auswertung zusammenfassen. Auf die einzelnen Eingriffe bezogen, ergab sich jedoch folgendes Ergebnis:

Bei 278 Eingriffen wurde bei 265 Eingriffen (95,3 %) ein konkreter Nackenschmerz angegeben. Bei 13 Eingriffen (4,7 %) war dies nicht der Fall. Die Erfolgsquoten beider Gruppen stellten sich wie folgt dar:

- kein Nackenschmerz: 6 positive (46,2 %), 7 negative (53,8 %) Ergebnisse

- Nackenschmerz: 153 positive (57,7 %), 112 negative (42,3 %) Ergebnisse

Ein Chi-Quadrat-Test ergab jedoch keinen Anhalt für einen Zusammenhang (Wert: 0,679; p = 0,410).

Die Auswertung der weiteren klinischen Variablen (Facettendruckschmerz, Kopfschmerz, Parästhesien, Paresen, Tinnitus, Nausea, Sehstörungen) und deren Beziehung zum Outcome ist im Folgenden in Tabellenform (Tabellen 12 - 18) kurz dargestellt.

Tabelle 12 *Kreuztabelle Facettendruckschmerz und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Facetten-druckschmerz	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	13	12	25
		Erwartete Anzahl	14,3	10,7	25,0
		Relative Häufigkeit	52,0 %	48,0 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	146	107	253
		Erwartete Anzahl	144,7	108,3	253,0
		Relative Häufigkeit	57,7 %	42,3 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Chi-Quadrat-Test: Wert: 0,303; p = 0,582

Tabelle 13 *Kreuztabelle Kopfschmerzen und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Kopfschmerz	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	93	77	170
		Erwartete Anzahl	97,2	72,8	170,0
		Relative Häufigkeit	54,7 %	45,3 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	66	42	108
		Erwartete Anzahl	61,8	46,2	108,0
		Relative Häufigkeit	61,1 %	38,9 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Chi-Quadrat-Test: Wert: 1,107; p = 0,293

Tabelle 14 *Kreuztabelle Parästhesien und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Parästhesien	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	89	77	166
		Erwartete Anzahl	94,9	71,1	166,0
		Relative Häufigkeit	53,6 %	46,4 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	70	42	112
		Erwartete Anzahl	64,1	47,9	112,0
		Relative Häufigkeit	62,5 %	37,5 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Chi-Quadrat-Test: Wert: 2,157; p = 0,142

Tabelle 15 *Kreuztabelle Parese und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Parese	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	154	116	270
		Erwartete Anzahl	154,4	115,6	270,0
		Relative Häufigkeit	57,0 %	43,0 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	5	3	8
		Erwartete Anzahl	4,6	3,4	8,0
		Relative Häufigkeit	62,5 %	37,5 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Exakter Test nach Fisher: zweiseitig: p = 1,0, einseitig: p = 0,528

Tabelle 16 *Kreuztabelle Tinnitus und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Tinnitus	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	151	114	265
		Erwartete Anzahl	151,6	113,4	265,0
		Relative Häufigkeit	57,0 %	43,0 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	8	5	13
		Erwartete Anzahl	7,4	5,6	13,0
		Relative Häufigkeit	61,5 %	38,5 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Chi-Quadrat-Test: Wert: 0,105; p = 0,746

Tabelle 17 *Kreuztabelle Nausea und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Nausea	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	155	116	271
		Erwartete Anzahl	155,0	116,0	271,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	4	3	7
		Erwartete Anzahl	4,0	3,0	7,0
		Relative Häufigkeit	57,1 %	42,9 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Exakter Test nach Fisher: zweiseitig: p = 1,0, einseitig: p = 0,642

Tabelle 18 *Kreuztabelle Sehstörungen und Outcome bezogen auf jede einzelne Behandlung mit Angabe eines Schwindels und gleichzeitiger Behandlung mittels Medial Branch Block. Die Ergebnisse sind in positiven und negativen Outcome aufgeteilt und in absoluten und relativen Zahlen, sowie der absoluten errechneten erwarteten Anzahl angegeben. Untersucht wurden Patienten im Zeitraum vom 09.07.2001 – 08.04.2016 in der „Nova-Clinic" in Biberach.*

			Outcome		
			positiv	negativ	Gesamt
Sehstörungen	Nicht vorhanden	Absolute Anzahl	152	117	269
		Erwartete Anzahl	153,9	115,1	269,0
		Relative Häufigkeit	56,5 %	43,5 %	100,0 %
	vorhanden	Absolute Anzahl	7	2	9
		Erwartete Anzahl	5,1	3,9	9,0
		Relative Häufigkeit	77,8 %	22,2 %	100,0 %
Gesamt		Absolute Anzahl	159	119	278
		Erwartete Anzahl	159,0	119,0	278,0
		Relative Häufigkeit	57,2 %	42,8 %	100,0 %

Exakter Test nach Fisher: zweiseitig: p = 0,309, einseitig: p = 0,179

Die vorangegangenen Tabellen zeigen, dass es zwischen den Ergebnissen der klinischen Untersuchung und dem Outcome keinen signifikanten Zusammenhang gibt.

4 Diskussion

4.1 Einführung

Furman und Cass beschreiben den zervikogenen Schwindel als Benommenheit und Dysbalance, die aufgrund einer abnormalen Aktivität zervikaler Afferenzen entstehen [23,31]. Historisch wurde diese Vermutung bereits von Ryan und Cope 1955 beschrieben. Sie sahen als Ursache des zervikogenen Schwindels eine Schädigung der Gelenkrezeptoren in der oberen Halswirbelsäule [66,88]. Wrisley et al. ziehen ebenfalls den Schluss, dass eine abnormale Feuerrate der Propriozeptoren der oberen Halsregion zur Fehlinterpretation führt und somit für diese Entität des Schwindels verantwortlich ist [86]. Die Diagnostik und weiterführend auch die Behandlung sollte somit im Bereich der fehlerhaften Propriozeption ansetzen, die auch von weiteren Autoren als Ursache des zervikogenen Schwindels beschrieben wird [11,88].

4.2 Outcome und Einsatz des Medial Branch Blocks

Medial Branch Blocks greifen genau in oben beschriebenes System ein. Durch Umspülung des medialen Astes, des Ramus dorsalis, des Spinalnerven, werden Afferenzen blockiert, sodass die fehlerhaft arbeitenden Propriozeptoren ihre Signale nicht weiterleiten können. Die Ergebnisse dieser Studie im Rahmen eines Worst Case Szenarios zeigen eine positive Beeinflussung der Schwindelsymptomatik bei 62,4 % der Patienten. Daraus lässt sich schließen, dass die Blockade der Afferenzen durchaus dafür geeignet ist, zervikogenen Schwindel nachweisen zu können. Der Nachweis des zervikogenen Schwindels durch MBBs ist in der Hinsicht wichtig, da er, ähnlich wie bei der Schmerzbehandlung des Facettensyndroms, die Grundlage für eine weiterführende Behandlung mittels Radiofrequenzablation darstellen kann. Dies zeigt sich ebenfalls in einem 2018 veröffentlichten Case Report, indem ein Patient auf zwei Medial Branch Blocks positiv, mit einem kompletten Verschwinden der Schwindelsymptomatik für 18, beziehungsweise 22 Stunden reagierte. Auf das positive Ansprechen der MBBs beruhend, erfolgte dann eine Radiofrequenzableitung, welche zu einem positiven Ansprechen von sieben Monaten führte [91]. Dies bestätigt sich auch in den Ergebnissen dieser Studie, bei der sich bei 6 von 13 Patienten der Schwindel durch eine Radiofrequenz-Denervation signifikant besserte.

Medial Branch Blocks zur Diagnostik des zervikogenen Schwindels einzusetzen, erscheint aus vielfacher Hinsicht sinnvoll. Zum einen handelt es sich bei dem Medial Branch Block um ein in der Behandlung von Nackenschmerzen eingesetztes diagnostisches Verfahren, das seit vielen Jahren erfolgreich zur Diagnostik des Facettensyndroms eingesetzt wird und in vielen Studien in seiner Evidenz bestätigt wurde [3,21,50]. Der Eingriff kann in einer neurochirurgischen Praxis problemlos durchgeführt werden und bietet durch das schnelle Ansprechen und die kurze Wirkdauer für den Patienten einen guten Hinweis für einen möglichen Nutzen für eine weiterführende Therapie.

Zum anderen greifen MBBs genau dort ein, wo die Afferenzen der Propriozeptoren über eine Umschaltung im Nucleus cuneatus im Hirnstamm in Richtung primären somatosensiblen Kortex oder Zerebellum ziehen. Über die Medial Branches treten nicht nur nozizeptive Afferenzen in das Rückenmark ein, die Ziel beim MBB in der Schmerzdiagnostik sind, sondern auch die Afferenzen der Golgi-Sehnenorgane, Muskelspindeln und Ruffini-Körperchen [8,11,18,27,76,77,79,81]. Der MBB unterbindet somit nicht nur die Nozizeption, sondern auch die Propriozeption.

Des Weiteren ist es sinnvoll mit den MBBs eine diagnostische Methode zu etablieren, welche zervikogenen Schwindel zuverlässig nachweisen kann, da es bis zum heutigen Zeitpunkt keinen diagnostischen Test gibt, um diese Schwindelentität nachweisen zu können. Ein Nachweis mittels MBB kann nicht nur zeigen, ob es sich beim Schwindel um einen möglichen zervikogenen Schwindel handelt, sondern auch dem Patienten einen Hinweis darauf liefern, welchen Erfolg eine mögliche weiterführende Behandlung mittels Radiofrequenzablation haben könnte.

Die Radiofrequenz-Denervation ist als weiterführende Therapieoption somit durchaus denkbar. Durch Hitzekoagulation des medialen Astes, des Ramus medialis, könnte, wie in der Schmerztherapie, ein durchaus längerer Erfolg der Schwindelreduktion angestrebt werden. Auch bei der Radiofrequenz-Denervation handelt es sich um eine evidenzbasierte Therapie, die bei der Behandlung von Schmerzen bereits viele Jahre angewendet wird [21]. Hinweise, dass diese weiterführende Therapie erfolgversprechend ist, zeigen sich ebenfalls in dieser Studie.

Auf dem Gebiet des zervikogenen Schwindels gibt es derzeit keine epidemiologischen Studien [88]. Auch über die Anwendung von MBBs bei Patienten mit zervikogenem

Schwindel gibt es bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Studien, mit denen sich die Ergebnisse dieser Studie vergleichen ließen. Der Einsatz von MBBs zur Diagnostik bei zervikogenem Schwindel ist somit ein völlig neuer Ansatz, welcher erstmals in dieser Studie untersucht wurde.

Andere lokalanästhetische Verfahren mit Infiltration des Nervus occipitalis major und Triggerpunktinjektionen in die Nackenmuskulatur wurden bereits beschrieben. In einer 2011 veröffentlichten Studie [6] ging es um die Beteiligung des trigeminozervikalen Systems bei Kopfschmerzen. Man wollte herausfinden, ob sich die Injektionen positiv auf die Kopfschmerzsymptomatik und gegebenenfalls auf die Begleitsymptomatik auswirken würden. Es stellten sich insgesamt 147 Patienten mit Schwindel, Kopfschmerzen, oder Tinnitus vor, die mit oben genannter Methode behandelt wurden. Bei insgesamt 44,8 % von 136 Patienten zeigte sich daraufhin nebenbefundlich eine Verbesserung ihrer Schwindelsymptomatik. Auch hier ging man davon aus, dass sich die Symptomatik durch Modulation der zervikalen Afferenzen gebessert habe [6]. Gray beschreibt 1956, dass die Injektion von Lokalanästhetika in die zervikale Muskulatur bei von ihm behandelten Patienten zur Verbesserung ihrer Schwindelsymptomatik beigetragen hat [28]. 1961 beschreibt Cohen, dass Primaten, die bilaterale Injektionen von Lokalanästhetika der dorsalen Nervenwurzeln der Regionen C1 - C3 erhielten, unter Desorientierung und Dysbalance litten [12]. De Jong bestätigt dieses 1977 durch Injektionen ebenfalls in den Regionen C1 - C3. Die von ihm behandelten Affen, Katzen, Hasen und Menschen zeigten bei einseitiger Infiltration ebenfalls ataktische und desorientierte Symptome. Die behandelten Menschen berichteten zudem über eine Fallneigung zur behandelten Seite [17]. Bei 14 Patienten mit zervikogenem Kopfschmerz zeigte sich nach Infiltration der Nervenwurzel C2 lediglich eine leichte Gangabweichung zur behandelten Seite. Posturgraphie, sowie die Koordination zwischen Augen, Kopf und Körper wurden als unauffällig beschrieben [19].

Somit zeigt sich, dass durch anästhetische Verfahren durchaus in das System zwischen Mechanorezeptoren, in Form der Propriozeptoren und Nucleus Cuneatus, Thalamus, Kleinhirn und Großhirnrinde durch die Blockade von Afferenzen eingegriffen werden kann, ob nun durch Injektionen im Bereich des Nervus occipitalis major, Triggerpunktinjektionen, selektive Infiltration der Nervenwurzeln C1 - C3 oder isoliert C2. All diese Verfahren zeigen

durch ihre Auswirkungen auf die Balance und die Fallneigung der untersuchten Menschen oder Tiere, dass erfolgreich in die Signalübertragung eingegriffen werden kann [6,12,17,19,28]. Die Idee, durch MBBs, in dieses System einzugreifen, bestätigt sich somit als konsequent, da alle zusammenlaufenden Afferenzen der Propriozeptoren der Halswirbelsäule über den medialen Ast des Ramus dorsalis des Spinalnervens Anschluss an das Rückenmark finden [8,11,18,27,76,77,79,81].

Gerade den medialen Ast des Ramus dorsalis zu infiltrieren, ist hierbei besonders sinnvoll. Bei den Facettengelenken handelt es sich um stark sensibel innervierte Strukturen, die eine große Fülle an Mechanorezeptoren vorweisen können [60,87]. Besonders die Facettengelenke der Halswirbelsäule besitzen eine große Rezeptordichte [87]. Der mediale Ast des Ramus dorsalis des Spinalnervens versorgt nicht nur zwei benachbarte Facettengelenke, sondern auch Teile der autochtonen Rückenmuskulatur mit den Musculi multifidi, Musculi interspinales und das zugehörige Kerngebiet des Nucleus Cuneatus accessorius.

Zervikogener Schwindel allgemein hängt je nach betrachteter Definition häufig mit Nackenschmerzen und Spondylosen zusammen [43,86,89]. Gerade muskuloskelettale Erkrankungen stehen in starker Verbindung mit zervikogener Schwindelsymptomatik. Dies liegt daran, dass die Propriozeptoren der druckschmerzhaften Nackenmuskulatur ebenso hyperaktiv sind, wie die Mechanorezeptoren der Facettengelenke. Die Propriozeptoren der Muskulatur und der Gelenke stehen in Verbindung und im regen Austausch und kommunizieren auch über benachbarte Gelenkkapseln, Muskeln, Sehnen oder Bänder [53]. Das Ziel des MBB ist es, die hohe Feuerrate der versorgten Facettengelenke und benachbarten Muskulatur zu unterbrechen [91].

Die Ursache der erhöhten Feuerrate und der somit falschen Signalweiterleitung ist dabei folgender: Chemische Stimuli, zum Beispiel in Form eines inflammatorischen Vorgangs, führen zu einer überschießenden Antwort [30]. Dies liegt zum einen an einer Sensibilisierung der Mechanorezeptoren infolge der mechanischen Reizung [9]. Zum anderen nimmt die Nummer der Rezeptoren in der inflammatorischen Reaktion zu [67]. Eine erhöhte Anzahl an Rezeptoren und die zeitgleiche Sensibilisierung sorgen für eine überschießende Antwort, die sich in einer erhöhten Feuerrate der Propriozeptoren zeigt

[9,67]. Dies wiederrum ist Ursache des Schwindels und wird durch MBBs unterbrochen [86,91].

Es wird beschrieben, dass in etwa 50 % aller Patienten mit Spondylosen unter einer Schwindelsymptomatik leiden [90]. Dies lässt sich eindeutig durch zuvor beschriebenen Mechanismus erklären und zeigt sich auch im Patientenkollektiv dieser Studie, in der nur 11,2 % aller Teilnehmer ein unauffälliges Bildmaterial vorliegen hatten. Unterschiede im Anschlagen des MBB zwischen Patienten mit auffälligem oder unauffälligem radiologischem Befund konnten aber nicht festgestellt werden.

4.3 Geschlecht

Betrachtet man Schwindel allgemein, so sind Frauen mit 66,2 % aller Patienten, deutlich häufiger betroffen als Männer [40,64]. Insgesamt wird die einfache Diagnose Schwindel bei Frauen 1,77-mal häufiger gestellt als bei Männern [63]. Auch in dieser Studie, in der es jedoch nicht um Schwindel im Allgemeinen, sondern eine andere Entität des Schwindels geht, überwog der Frauenanteil mit insgesamt 59 % der Patienten. Einen Unterschied zwischen den Geschlechtern beim Behandlungserfolg gab es, wenn man die Patienten einzeln betrachtete, jedoch nicht.

4.4 Behandlungshöhe und Behandlungsseite

Viele Quellen beschreiben, dass gerade der obere Bereich des Nackens und der Halswirbelsäule hoch sensibel innerviert wird [24,59,60,62]. In Studien an Tieren und Menschen ließen sich gerade auf den Leveln C1 - C3 durch Infiltrationen Gangunsicherheiten, Dysbalance und Ataxie auslösen [12,17]. Die erfolgreiche manuelle Therapie bei Patienten mit zervikogenem Schwindel bei Dysfunktion der oberen Halswirbelsäule wurde ebenfalls veröffentlicht [24]. Zusammengefasst geht man davon aus, dass gerade die fehlerhaften Informationen der Propriozeptoren der oberen Halswirbelsäule für den zervikogenen Schwindel verantwortlich sind.

Andere Studien liefern Hinweise auf eine weiter unten liegende Ursache der Schwindelsymptomatik. Insgesamt 50 % der Patienten mit Spondylosen klagen über

Schwindel, Dysbalance oder Gangunsicherheit. Degenerative Erkrankungen der Halswirbelsäule sind jedoch am häufigsten an den Leveln C5/6 und C6/7 vertreten [36].

In dieser Studie wurde das Level der Behandlung mittels Pain maps ausgewählt [15]. Einen Unterschied zwischen der Behandlung der oberen oder unteren Halswirbelsäule zeigte sich jedoch nicht.

Zusätzlich wäre denkbar gewesen, dass, wenn der Patient nur einseitige Schmerzbeschwerden angab, die zur Schwindelsymptomatik führenden Prozesse nur auf einer Seite der Wirbelsäule ablaufen. Zum einen liegt jedoch das Facettensyndrom zu 73 % bilateral vor [41]. Und zum anderen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen einseitig und beidseitig behandelter Patienten. Es reicht also zur Diagnostik, nur die betroffene Seite zu infiltrieren. Eine beidseitige Infiltration scheint nicht immer notwendig zu sein.

4.5 Schleudertrauma

Das Schleudertrauma gilt als eine Ursache für die plötzliche Entstehung zervikogenen Schwindels [20,33,88]. 25 – 50 % aller Schleudertraumata können mit Schwindel in Verbindung gebracht werden [20]. Nach einem Schleudertrauma erfahren die Patienten häufig Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Belastungen der Facettengelenke, des Bandapparates und der Nackenmuskulatur. Ein fehlerhaftes Zusammenspiel dieses Systems alleine kann zur gestörten Propriozeption führen [88]. Mechanische Reizzustände führen ebenfalls über inflammatorische Signalkaskaden zur Sensibilisierung von Propriozeptoren und zu einer Amplifizierung der Reizantwort [9,30,67]. Zudem ist bei Patienten nach Schleudertrauma eine Fehlstellung der Facettengelenke häufiger zu beobachten als bei der Normalbevölkerung. Diese Fehlstellung wiederum kann zur Fehlbelastung und somit seinerseits wieder zum mechanischen Reiz führen [11]. Ein Balanceunterschied zwischen Patienten nach Schleudertrauma und Menschen in der Normalbevölkerung als möglichen Ausdruck des zervikogenen Schwindels wurde bereits von Rubin et al. 1995 als signifikant beschrieben [65].

In dieser Studie zeigte die Behandlung einer kleinen Anzahl an Patienten, die in ihrer Krankengeschichte vorher ein Schleudertrauma erfahren hatten, gegenüber den anderen

behandelten Patienten, keinen signifikanten Unterschied im Outcome. Dies lässt darauf schließen, dass gleichgültig, ob die Ursache des zervikogenen Schwindels traumatisch oder degenerativ ist, der MBB trotzdem einen gleichen Stellenwert in der Diagnostik einnehmen kann. Zudem lässt sich durch ein ähnliches Ansprechen der Patienten mit und ohne Schleudertrauma Rückschluss darauf ziehen, dass bei einem Schleudertrauma meistens ebenfalls zervikogener Schwindel aufgrund einer gestörten Propriozeption Ursache der Dysbalance und Schwindelsymptomatik ist.

Man hätte vermuten können, dass Patienten mit Schleudertrauma schlechter abschneiden würden, da zum einen oben beschriebener Krankheitsmechanismus bei zervikogenem Schwindel symptomatisch werden könnte. Des Weiteren spielen häufig nach Schleudertrauma psychologische Faktoren, wie sekundärer Krankheitsgewinn, Schmerzensgeld oder Versicherungsfragen eine Rolle, die die wahrgenommene Schwindelsymptomatik negativ beeinflussen können [20]. Letztendlich spielen in der Theorie viele verschiedene Aspekte eine Rolle, die auf die Schwindelsymptomatik negativ einwirken können und von denen nicht alle zervikogen sind. Nichtsdestotrotz zeigte sich bei dem behandelten Kollektiv kein signifikanter Unterschied im Ansprechen. Daraus lässt sich ableiten, dass trotz aller verschiedener Möglichkeiten einer Schwindelentstehung nach Schleudertrauma, die Patienten, die sich mit Nackenschmerzen und Schwindel vorstellten, häufig eine zervikogene Ursache hatten. Ebenfalls lässt sich festhalten, dass MBBs zur Diagnostik bei Schleudertrauma ebenso geeignet sind [31].

4.6 Alter der Patienten

Eine ältere Studie gibt Spondylosen als die zweithäufigste Diagnose bei über 65-jährigen Patienten mit Schwindel, direkt nach vaskulären Erkrankungen an [14]. Allgemein ist bekannt, dass sich im Alter, das Vestibular- und das Propriozeptionssystem verschlechtern. Osteoartikuläre und muskuläre Veränderungen, zum Beispiel in Form von Spondylosen, sorgen dafür, dass sich das Nervensystem an ein verändertes afferentes System immer wieder anpassen muss [69,72,88]. Gleichzeitig nimmt aber der Einfluss der Propriozeption in Bezug auf die multisensorische Orientierung des Körpers im Raum im Alter zu, was Veränderungen in diesem System anfälliger für zervikogenen Schwindel machen würde [69,72]. Zusammen mit mechanischen Reizzuständen bei Spondylosen und

inflammatorischen Wirkungskaskaden kann dies wiederum zu zervikogenem Schwindel führen [9,30,67]. Diese Ergebnisse würden dafürsprechen, dass die Diagnose des zervikogenen Schwindels im Alter zunimmt. In dieser Studie befinden sich die meisten Patienten im Alter zwischen 40 - 49 Jahren, mit einem Durchschnittsalter von 51,8 Jahren. Die Abnahme in der Anzahl der älteren Patienten lässt sich dadurch erklären, dass Patienten mit steigendem Alter immer weniger bereit sind, entfernte Spezialisten, wie zum Beispiel einen Neurochirurgen, aufzusuchen [63]. Einen Unterschied im Outcome der MBBs zwischen den verschiedenen untersuchten Altersgruppen zeigte sich, trotz unterschiedlicher Wichtung des propriozeptiven Systems, abhängig vom Alter, nicht [69,72].

4.7 Behandlungshäufigkeit

Ein signifikanter Unterschied zeigte sich zwischen einfach und mehrfach behandelten Patienten. Es war auffällig, dass Patienten, die sich mehr als einmal behandeln ließen, einen signifikant höheren Outcome zeigten, als Patienten, die sich nur einmal behandeln ließen. Das lässt sich zum einen darauf zurückführen, dass Patienten, die nach der ersten Blockade eine Besserung erfuhren, teilweise wiederkamen, um diese zu wiederholen. 91,2 % der mehrfach behandelten Patienten zeigten mindestens ein positives Ansprechen. Da mehrfach behandelte Patienten meist auf unterschiedlichen Ebenen, je nach aktueller Schmerzlokalisation mittels Pain Maps, behandelt wurden, lässt sich hieraus ableiten, dass bei 91,2 % der Patienten mindestens einmal die Quelle des Schwindels ebenfalls gefunden und diagnostiziert wurde [15].

Von den 57 mehrfach behandelten Patienten zeigte sich bei 42 schon bei Erstbehandlung ein positives Ergebnis. 28 von diesen zeigten bei Wiederholung weiterhin ein gutes Ansprechen, während bei 14 im Weiteren das Ergebnis negativ ausfiel. Dies entspricht einer falsch-positiv Rate von 33,3 %. Eine hohe Falsch-Positiv-Rate ist ebenfalls bei MBBs aufgrund von Schmerzen zu beobachten. Goldstandart sind dort mindestens zwei Blöcke, da die Falsch-Positiv-Rate in der Schmerzdiagnostik 52 % beträgt [5]. Natürlich lässt sich dies nicht direkt auf den Schwindel übertragen, da das behandelte Symptom ein völlig anderes ist. Nichtsdestotrotz sollte in zukünftigen Studien, bei Betrachtung der Erfolgsquote, ein Augenmerk auf das Falsch-positive-Ansprechen gelegt werden. Dessen

ungeachtet zeigten sich auch Patienten, die initial keine Besserung verspürten, jedoch bei der Folgebehandlung profitierten. 66,6 % zeigten hier nach initial negativem Ansprechen ein positives. Auch hier gilt zu beachten, dass die Patienten bei Folgebehandlungen auf benachbarten Höhen behandelt wurden. Dies kann zum einen dazu führen, dass die Schwindel auslösende Höhe erst bei der zweiten Blockade oder nur bei der ersten Blockade infiltriert wurde.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine zweite Behandlung in bestimmten Fällen sinnvoll sein kann. Zum einen dient sie bei erfolgreicher erster Behandlung dazu, falsch positive Ergebnisse herauszufiltern, beziehungsweise das Ergebnis der ersten Blockade bestätigen zu können. Zum anderen kann bei nicht erfolgreicher erster Blockade eine zweite Diagnostik auf einer anderen Höhe sinnvoll sein, um den wahren Ursprung der Symptomatik finden zu können.

4.8 Schwindeldauer

Insgesamt zeigte sich zwischen den einzelnen Patienten kein Unterschied im Outcome bezogen auf die Dauer der Schwindelsymptomatik. Auch nach Auswertung verschiedener Patientengruppen, die nach der Dauer der Symptomatik, wie in Material und Methodik beschrieben, geordnet wurden, konnte kein Unterschied festgestellt werden. Jedoch wurde speziell der Überlegung nachgegangen, dass Patienten, die ihre Symptomatik bereits länger beschrieben, möglicherweise Chronifizierungsprozesse durchlaufen, die das Ansprechen auf einen MBB abschwächen könnten.

Aus den unauffälligen Ergebnissen aus den Überschneidungen von Schwindeldauer und Outcome, der Gruppen und dem Outcome, sowie der eingriffsbezogenen Auswertung lässt sich schließen, dass die Dauer der Symptome keinen Einfluss auf den Outcome, beziehungsweise die Aussagekraft der MBBs an sich hat.

Für Schwindel allgemein beschrieben ist, dass je länger eine Schwindelerkrankung unbehandelt bleibt, beziehungsweise nicht richtig diagnostiziert und eingeordnet werden kann, das Risiko für eine sekundäre somatoforme Schwindelerkrankung steigt. Damit gemeint ist das Risiko für eine phobische, beziehungsweise psychisch bedingte und sich sekundär somatoform äußernde Schwindelform [7,29]. Auch wenn sich hier nicht

bestätigen lässt, dass Chronifizierungsprozesse auch für den zervikogenen Schwindel eine Rolle spielen, so sollte dennoch das Ziel lauten, auch diese Patienten so schnell wie möglich zu behandeln. Ähnlich ist dies für den allgemeinen Schwindel beschrieben, bei dem die Patienten sobald wie möglich behandelt werden sollten, um eine Chronifizierung zu verhindern, beziehungsweise das Risiko dafür zu minimieren [7].

4.9 Klinische Untersuchung

Für den zervikogenen Schwindel werden einige Beschwerden beschrieben, die zusätzlich parallel zu diesem, auftreten können. Übelkeit, Empfindlichkeit gegenüber Licht und Geräuschen sind einige davon. Nach Schleudertrauma werden zusätzlich noch Tinnitus bei 14 % und Hörverlust bei 5 % der Patienten beschrieben [88]. Wie genau diese Symptome mit dem zervikogenen Schwindel in Verbindung stehen, wird jedoch nicht beschrieben. Für Beschwerden wie Übelkeit ist sicher das Zusammenspiel mit der Empfindung der Körperlage, also der Propriozeption verantwortlich. Die Area Postrema, das Brechzentrum, kann unter anderem auch zentral, aus den Vestibulariskernen oder anderen Zentren, erregt werden [81]. Gerade die Vestibulariskerne, aber auch andere sensible Zentren, stehen im regen Austausch mit den Propriozeptoren. Somit ist es möglich, dass die Fehlinterpretation der Signale aus den Mechanorezeptoren durch die Vestibulariskerne nicht nur zu Schwindel, sondern auch zu Übelkeit führen kann [86].

Die hier untersuchten Begleitsymptome, Nausea, Tinnitus, Sehstörungen, aber auch Paresen oder Parästhesien, Kopfschmerzen oder Facettendruckschmerz zeigten in Bezug auf den Outcome keine Unterschiede. Daraus lässt sich ableiten, dass diese Begleitsymptome keinen Einfluss auf die Effektivität der Facettenblockade haben. Dies scheint nach dem oben genannten Beispiel über Übelkeit auch logisch, da hier dieselbe Ursache zu sehen ist und die Übelkeit somit nur ein weiteres Symptom des zervikogenen Schwindels darstellt. Ein Eingreifen in das ursächliche System sollte also beiden Symptomen zur Besserung verhelfen. In dieser Studie wurde allerdings lediglich untersucht, ob sich die Begleitsymptome auf den Outcome auswirken und nicht, ob die Blockade auch bei diesen Symptomen zur kurzzeitigen Besserung führen kann.

4.10 Dauer der Symptombesserung

Die Ergebnisse zur Dauer der Symptombesserung variierten bei den Patienten stark interindividuell. Zwar waren es im Median 2 Wochen der Besserung, jedoch wurden diese Ergebnisse klar durch Ausreißer in die Länge gezogen. Dies zeigt sich auch durch eine Spannweite der Angaben von insgesamt 63,36 Wochen, also Ergebnissen zwischen einem Tag und 63,5 Wochen. Genaue Angaben über die Dauer der Symptombesserung können jedoch, bedingt durch das Studiendesign, nicht getroffen werden. Hierzu wären prospektive Studien mit regelmäßigen Nachkontrollen, festgesetzten Endpunkten und regelmäßiger Rückmeldung der Patienten notwendig. Viele Angaben der Patienten in dieser Studie sind als Minimalangaben aufzufassen, da sie größtenteils bei Nachuntersuchungen getroffen wurden, viele Patienten aber zu späteren Zeitpunkten nicht mehr vorstellig wurden und somit nicht mehr nachverfolgt werden konnten. Zudem macht sich in dieser Auswertungskategorie auch das Fehlen einer wirklichen Skala zur Auswertung des Schwindels bemerkbar, da es einigen Patienten schwer fiel zu sagen, ob der Schwindel immer noch besser sei als zu Beginn, oder ob sie inzwischen wieder zu den Ausgangsbeschwerden zurückgekehrt waren.

Zuletzt wurde, genau wie auf den Outcome, überprüft, ob sich andere Dinge auf die Dauer der Verbesserung auswirken. Die Eingriffshöhe zeigte hierbei, genau wie auf das positive oder negative Ergebnis, keinen Einfluss. Jedoch konnte ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Behandlungshäufigkeit festgestellt werden. Patienten, die nur einmalig behandelt wurden, gaben an, im Median 1,46 Wochen eine Erleichterung verspürt zu haben. Patienten, die mehrfach behandelt wurden, waren mit 3,00 Wochen im Median doppelt so lange symptomgebessert.

Eventuell könnte dies daran liegen, dass Facettensyndrome häufig über mehrere Etagen und auf beiden Seiten vorliegen [41]. Dementsprechend kann es sein, dass bei der ersten Behandlung nicht alle schwindelbeeinflussende Nerven oder die Nerven auf der nicht auslösenden Seite mit Anästhetikum umspült wurden und der Schwindel persistieren oder schneller zurückkehren konnte. Ob Patienten in ihrer Krankengeschichte nur einseitig oder letztendlich beidseitig behandelt wurden, hatte jedoch keinen Einfluss auf die Dauer der Besserung. Betrachtet man jedoch jeden Eingriff einzeln, so hatten einseitige Eingriffe eine

mediane Besserung von einer Woche und beidseitige von zwei Wochen. Ein signifikanter Unterschied, der ebenso auf die bereits beschriebene Theorie anwendbar ist.

Keinen Einfluss auf die Dauer der Besserung hatten Voroperationen, radiologische Befunde, wie Bandscheibenvorfall, Stenosen oder Protrusionen, das Geschlecht oder das Alter.

4.11 Andere operative Eingriffe

Bei den 6 der 13 Patienten, bei denen aufgrund von Schmerzen eine Radiofrequenz-Denervation erfolgte, die ebenfalls einen positiven Outcome bezüglich Schwindel zeigten, gab es eine Besserung im Median von 5 Wochen. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Minimalangabe handelt, da häufig nach erstmaliger positiver Rückmeldung im Verlauf keine weitere Rückmeldung erfolgte. Somit ist davon auszugehen, dass der eigentliche Effekt einer Radiofrequenzablation für zervikogenen Schwindel länger anhält. Dies zeigt auch ein Case Report, in dem ein Patient nach Radiofrequenzablation eine Schwindelbesserung von 7 Monaten erfuhr. Weitere Ablationen führten bei ihm ihrerseits zu Besserungen zwischen 6 - 10 Monaten [91].

Vergleichen lassen sich die beschriebenen Ergebnisse nur mit anderen Ansätzen zur Behandlung des zervikogenen Schwindels. Es gibt einen Ansatz mittels perkutaner Laser-Disc-Dekompression [61]. Hier wurden die Patienten nach 24 - 66 Monaten nachuntersucht. Im Durchschnitt habe die Nachuntersuchung nach 41,8 Monaten stattgefunden. Bei 18 der insgesamt 35 Patienten werden die Symptome bei der Nachuntersuchung als vollständig verschwunden beschrieben. Bei weiteren sieben Patienten wird der Schwindel als signifikant verbessert beschrieben. Ein Unterschied der Altersgruppen oder des Geschlechts wird nicht beschrieben. Insgesamt lässt sich auch hier nicht einsehen, wie lange die Patienten insgesamt gebessert waren, oder ob es sich um eine dauerhafte Lösung der Beschwerden handelte, da nur das Ergebnis der fest terminierten Nachuntersuchung angegeben ist [61]. Die Erfolgsquote insgesamt liegt zwischen 71,4 % und 85,71 %.

Ein Verfahren, das sich durch Durchtrennung und Entfernung des Ligamentums longitudinale posterior auszeichnet [42], gibt nach sechs Monaten eine Verbesserung von

mindestens 75 % bei vier von acht Patienten, eine Verbesserung von 50-75 % bei einem und bei zwei von 25-49 % an. Dieser Eingriff erfolgte im Rahmen einer anterioren zervikalen Diskektomie, bei der das Ligamentum longitudinale posterior der betroffenen Segmente teilweise, oder komplett gelöst und dann abgetragen wurde mit anschließender ventraler Fusion. Kritisch muss jedoch gesehen werden, dass diese Verbesserung sich nicht alleinig auf den Schwindel, sondern auf einen ganzen Symptomkomplex bezieht und nicht ersichtlich ist, welche Rolle der Schwindel alleine einnimmt, sodass auch diese Ergebnisse nicht direkt mit den hier beschriebenen vergleichbar sind [42]. Jedoch lässt sich durch die ventrale Fusion erklären, dass es hier zu einer selektiven Ausschaltung der Facettengelenke und seiner Afferenzen kommt. Fehlerhafte Feuerraten würden insofern auch nicht weiter übertragen werden. Ein zervikogener Schwindel würde somit an der Fusionsstelle nicht mehr bestehen.

Des Weiteren wurde eine Studie beschrieben [44], in der ebenfalls durch anteriore zervikale Diskektomie und Fusion 116 Patienten behandelt wurden. 44 Patienten mit Schwindel wurden hier einer Kontrollgruppe von 72 Patienten ohne Schwindel gegenübergestellt. In der folgenden Auswertung wird zwar beschrieben, dass sich die Patienten nach Behandlung durchschnittlich um circa drei Punkte im Schwindelscore signifikant verbesserten, es wird jedoch leider nicht beschrieben, wie viele Patienten sich insgesamt verbesserten, wann die Nachkontrolle war und wie lange dieser Effekt angehalten habe, sodass sich mit diesen Ergebnissen ebenfalls schwierig ein Vergleich anstellen lässt [44]. Die Idee hinter der Verbesserung ist, wie in der vorherig beschriebenen Studie, die Ausschaltung der Propriozeptoren durch ventrale Fusion.

Letztendlich zeigen die hier aufgeführten operativen Erfolge, dass durch Ausschaltung der Facettengelenke, die Schwindelsymptomatik verbessert werden kann. Den Ergebnissen dieser Studie entsprechend, lässt sich sagen, dass mit MBBs ein zuverlässiges Diagnosetool zur Verfügung steht. Dies kann zum einen zervikogenen Schwindel diagnostizieren, der seine Ursache in einer Fehlerkette, bedingt durch gestörte Propriozeption, hat. Zum anderen kann sie dem Patienten aber auch einen Ausblick auf das Ergebnis geben, welches möglicherweise mit einer folgenden Radiofrequenzablation des Medial Branches zu erreichen wäre.

In dieser Studie wurden auch bereits an der Halswirbelsäule voroperierte Patienten betrachtet. Zum größten Teil handelt es sich dabei um Patienten, bei denen ein Bandscheibenvorfall der Halswirbelsäule oder eine Spinalkanalstenose versorgt werden mussten. Auswirkungen auf den Outcome der hier betrachteten MBBs hatten diese Operationen jedoch keine. Der Outcome unterschied sich bei operierten und nicht operierten Patienten nicht.

4.12 Vorteile und Grenzen der Studie

Dies ist die erste Studie, die zeigt, dass MBBs bei Patienten mit zervikogenem Schwindel als diagnostisches Tool verlässlich eingesetzt werden können. An einem großen Patientenkollektiv von 178 Behandelten konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass dieser Ansatz die gewünschten Ergebnisse, für den zuvor nicht eindeutig nachweisbaren zervikogenen Schwindel, liefern kann. Beim MBB handelt es sich um ein validiertes Verfahren, welches bereits seit vielen Jahren routinemäßig in der Schmerztherapie eingesetzt wird [3,21]. Der MBB kann als spezifisches Tool für die Entität des zervikogenen Schwindels genutzt werden, da er selektiv Afferenzen aus Mechanorezeptoren der Halswirbelsäule ausschalten kann [8,11,18,27,76,77,79,81]. Somit sind MBBs allein für diese Schwindelursache nutzbar. Überschneidungen mit anderen Ursachen für Schwindel sind nicht zu erwarten.

Nichtsdestotrotz existieren einige Grenzen dieser Studie. Die Patienten wurden im gesamten Setting wegen Schmerzen behandelt. Auch die Diagnostik wurde dementsprechend auf Schmerzen ausgelegt und nicht auf Schwindel. Dessen Beurteilung war im Ursprung nur nebensächlich. Demzufolge waren die erhobenen Daten über die Schwindelsymptomatik nicht sehr genau, beziehungsweise nicht hierfür ausgelegt. Die Angaben darüber, wie lange ein Schwindel schon besteht oder wie lange sich dieser verbesserte, waren häufig nur vage auszuwerten. Die Angabe, wie deutlich sich die Symptomatik verbesserte, konnte nicht anhand eines Fragebogens ausgewertet werden, sondern musste nachträglich mit Hilfe der Patientenangaben in grobe Kategorien eingeteilt werden.

Da es sich bei dieser Studie um eine retrospektive Arbeit handelt, lassen sich Dinge wie ein möglicher Placeboeffekt nicht ausschließen. Prospektive, Fall-Kontrollstudien mit

festgelegten Nachkontrollen und Endpunkten, bei denen Patienten auf wirkliche Facettenblockaden und Placebo-Blockaden getestet werden, könnten zeigen, ob sich die Ergebnisse dieser Studie bestätigen lassen, jedoch erscheinen diese weder ethisch noch finanziell realisierbar [31].

Des Weiteren handelt es sich bei dem untersuchten Patientenkollektiv sicher nicht um einen auf die Allgemeinheit anwendbaren Querschnitt an Patienten. Es wurden nur Patienten betrachtet, die von sich aus, den Weg in eine neurochirurgische Praxis gefunden haben. Zum einen sind die meisten Patienten mit Schwindel in einer neurologischen oder HNO-ärztlichen Praxis zu erwarten, zum anderen nimmt nicht jeder Mensch den Weg zu einem niedergelassenen Spezialisten auf sich. Vor allem ältere Leute scheuen den Weg zu einem weiter entfernten Spezialisten [63].

Um die Diagnostik verfeinern zu können, wäre es wünschenswert, ein Patientenkollektiv untersuchen zu können, das bereits HNO-ärztlich und neurologisch untersucht wurde. Somit ließe sich die Diagnose eines zervikogenen Schwindels deutlich präziser stellen. Der dann untersuchende Neurochirurg sollte die Technik der MMBs natürlich auch gut beherrschen, um eine möglichst präzise Ergebnisauswertung zu erhalten.

Zuletzt bringt die Einteilung der Patienten einige Grenzen mit sich. Die Einteilung, ob der Eingriff bei mehrfach behandelten Patienten einen positiven Outcome besitzt, setzte voraus, dass die Ergebnisse von mehreren Eingriffen zusammengefasst werden mussten. Dies sorgt dafür, dass ein eventuell einmalig negatives Ergebnis bei einigen Patienten in der Definition verloren ging.

4.13 Schlussfolgerung und Ausblick

MBBs eignen sich als diagnostisches Werkzeug zur Feststellung von zervikogenem Schwindel, indem sie die Afferenzen der gestörten Mechanorezeptoren blockieren und somit direkt in das, für den Schwindel ursächliche System eingreifen [31]. Dadurch lässt sich eindeutig feststellen, ob der zervikogene Schwindel eines Patienten durch die Informationsweiterleitung über die Medial Branches bedingt ist, oder nicht. Eine Erfolgsquote von 62,4 % im Worst Case Szenario bei Patienten mit Nackenschmerzen und zervikogenem Schwindel zeigt, dass die Ursache bei diesen Patienten im Sinne eines

zervikogenen Schwindels nachgewiesen werden konnte. Zukünftig muss sich in prospektiven Fall-Kontrollstudien, mit für Nachkontrollen und Endpunkte festgelegten Terminen und einer geeigneten Skala zur Auswertung der Schwindelsymptomatik zeigen, ob sich die Ergebnisse dieser Studie bestätigen lassen. Sollte dies der Fall, sein so wäre der nächste konsequente Schritt, die anschließende Behandlung mittels Radiofrequenzablation der Medial Branches. Auch hierfür müssten gut durchgeplante Studien im Anschluss erfolgen. Mit dem MBB gäbe es aber nicht nur für die Diagnostik des zervikogenen Schwindels allgemein, sondern auch für die fortführende Behandlung, ein geeignetes Werkzeug, um betroffenen Patienten eine Perspektive geben zu können.

5 Zusammenfassung

5.1 Einleitung

Der zervikogene Schwindel ist unter allen Entitäten des Schwindels eine kontrovers diskutierte. Er zeichnet sich durch ein Gefühl der Dysbalance und Benommenheit aus und erzeugt bei den Betroffenen ein größtenteils unbefriedigend behandeltes Leidensbild. Es ist bekannt, dass eine fehlerhafte Propriozeption auch zur fehlerhaften Interpretation der Signalkaskaden führen kann. Dies kann zu Schwindel führen. Medial Branch Blocks (im folgenden MBBs) sind ein in der Diagnostik von Facttensyndromen seit vielen Jahren etablierte Methode zur Identifizierung, ob die Nackenschmerzen von einem oder mehreren medialen Ästen der Rami dorsales der Spinalnerven stammen oder nicht. Es ist jedoch nicht bekannt, ob MBBs auch genutzt werden können, um zervikogenen Schwindel zu diagnostizieren. Allgemein gibt es für diese Entität bis heute kein zuverlässiges Diagnosetool, weswegen diese Arbeit einen völlig neuen Ansatz verfolgt

5.2 Material und Methodik

Betrachtet wurden in einer retrospektiven Auswertung Patienten, die in einer einzelnen neurochirurgischen Praxis in einem Zeitabschnitt vom Jahr 2001 bis zum April 2016 mittels MBB aufgrund ihrer Schmerzsymptomatik diagnostisch betrachtet wurden. Gleichzeitig hatten die Patienten in ihrer Anamnese eine Schwindelsymptomatik angegeben, welche nach erfolgreicher Injektion meist erneut evaluiert wurde. Genutzt wurde eine Blockade mit 1 ml Bupivacain (0,25 %) und 20 mg Triamcinolon. Diese wurde unter Durchleuchtungskontrolle mittels C-Bogen in etablierter Standarddurchführung verabreicht. Durchgeführt wurden Blockaden auf einer, oder beiden Seiten, einem, oder mehreren Höhenlevels und als Eingriff einmalig oder mehrmalig. Analysiert wurden diese Daten durch die retrospektive Filterung patientenspezifischer Angaben und Zusammenfassung zur besseren Beurteilung diverser Kriterien. Der Outcome allgemein wurde in Gruppen nach klinischem Ansprechen wie „komplett verschwunden“, „verbessert“, „nicht verändert“, „verschlechtert“ und „nicht zurückgemeldet“ eingeteilt. Die ersten beiden Gruppen wurden dann im Rahmen eines Worst Case Szenarios zum positiven und die drei letzten zum negativen Outcome zusammengefasst.

5.3 Ergebnisse

Insgesamt erfüllten 178 Patienten die Ein- und Ausschlusskriterien. 62,4 % der Patienten berichteten von einem positiven Ergebnis. Im Rahmen des Worst Case Szenarios zeigte sich bei 37,6 % ein negatives Ergebnis. Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 51,78 Jahren. Die Verbesserung der Symptomatik war im Median ca. zwei Monate nachzuvollziehen. Keinen signifikanten Unterschied auf den Outcome hatten letztendlich das Alter, das Geschlecht, die Behandlungsseite, die Behandlungshöhe und die Schwindeldauer. Die Ergebnisse von neun Patienten mit Schleudertrauma zeigen zu den restlichen 169 Patienten in einem exakten Test nach Fisher ebenfalls keinen signifikanten Unterschied.

5.4 Diskussion und Schlussfolgerung

MBBs eignen sich als diagnostisches Werkzeug zur Feststellung von zervikogenem Schwindel, indem sie die Afferenzen der gestörten Mechanorezeptoren blockieren und somit direkt in das, für den Schwindel ursächliche System eingreifen. Dadurch lässt sich eindeutig feststellen, ob der zervikogene Schwindel eines Patienten durch die Informationsweiterleitung über die Medial Branches bedingt ist, oder nicht. Eine Erfolgsquote von 62,4 % im Worst Case Szenario bei Patienten mit Nackenschmerzen und zervikogenem Schwindel zeigt, dass die Ursache bei diesen Patienten im Sinne eines zervikogenen Schwindels nachgewiesen werden konnte. Zukünftig muss sich in prospektiven Fall-Kontrollstudien, mit für Nachkontrollen und Endpunkte festgelegten Terminen und einer geeigneten Skala zur Auswertung der Schwindelsymptomatik zeigen, ob sich die Ergebnisse dieser Studie bestätigen lassen. Sollte dies der Fall, sein so wäre der nächste konsequente Schritt, die anschließende Behandlung mittels Radiofrequenzablation der Medial Branches. Auch hierfür müssten gut durchgeplante Studien im Anschluss erfolgen. Mit dem Medial Branch Block gäbe es aber nicht nur für die Diagnostik des zervikogenen Schwindels allgemein, sondern auch für die fortführende Behandlung, ein geeignetes Werkzeug, um betroffenen Patienten eine Perspektive geben zu können.

6 Literaturverzeichnis

1. Agrawal Y, Carey J P, Della Santina C C, Schubert M C, Minor L B: Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. Archives of Internal Medicine, 169: 938-944 (2009)

2. Alund M, Ledin T, Odkvist L, Larsson S E: Dynamic posturography among patients with common neck disorders. A study of 15 cases with suspected cervical vertigo. Journal of vestibular research: equilibrium & orientation, 3: 383-389 (1993)

3. Artner J, Klessinger S: Interventions on facet joints. Techniques of facet joint injection, medial branch block and radiofrequency ablation. Der Radiologe, 55: 840-846 (2015)

4. Barnsley L, Lord S, Bogduk N: Comparative local anaesthetic blocks in the diagnosis of cervical zygapophysial joint pain. Pain, 55: 99-106 (1993)

5. Barnsley L, Lord S, Wallis B, Bogduk N: False-positive rates of cervical zygapophysial joint blocks. The Clinical journal of pain, 9: 124-130 (1993)

6. Baron E P, Cherian N, Tepper S J: Role of greater occipital nerve blocks and trigger point injections for patients with dizziness and headache. The neurologist, 17: 312-317 (2011)

7. Best C, Tschan R, Eckhardt-Henn A, Dieterich M: Who is at risk for ongoing dizziness and psychological strain after a vestibular disorder? Neuroscience, 164: 1579-1587 (2009)

8. Bican O, Minagar A, Pruitt A A: The spinal cord: a review of functional neuroanatomy. Neurologic clinics, 31: 1-18 (2013)

9. Birrell G J, McQueen D S, Iggo A, Coleman R A, Grubb B D: PGI2-induced activation and sensitization of articular mechanonociceptors. Neuroscience letters, 124: 5-8 (1991)

10. Bogduk N, Marsland A: The cervical zygapophysial joints as a source of neck pain. Spine, 13: 610-617 (1988)

11. Brandt T, Bronstein A: Cervical vertigo. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 71: 8-12 (2001)

12. Cohen L A: Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination. Journal of neurophysiology, 24: 1-11 (1961)

13. Cohen S P, Bajwa Z H, Kraemer J J, Dragovich A, Williams K A, Stream J, Sireci A, McKnight G, Hurley R W: Factors predicting success and failure for cervical facet radiofrequency denervation: a multi-center analysis. Regional anesthesia and pain medicine, 32: 495-503 (2007)

14. Colledge N R, Barr-Hamilton R M, Lewis S J, Sellar R J, Wilson J A: Evaluation of investigations to diagnose the cause of dizziness in elderly people: a community based controlled study. BMJ (Clinical research ed.), 313: 788-792 (1996)

15. Cooper G, Bailey B, Bogduk N: Cervical zygapophysial joint pain maps. Pain medicine (Malden, Mass.), 8: 344-353 (2007)

16. Cote P, Kreitz B G, Cassidy J D, Thiel H: The validity of the extension-rotation test as a clinical screening procedure before neck manipulation: a secondary analysis. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 19: 159-164 (1996)

17. de Jong P T, de Jong J M, Cohen B, Jongkees L B: Ataxia and nystagmus induced by injection of local anesthetics in the Neck. Annals of Neurology, 1: 240-246 (1977)

18. Diaz E, Morales H: Spinal Cord Anatomy and Clinical Syndromes. Seminars in ultrasound, CT, and MR, 37: 360-371 (2016)

19. Dieterich M, Pollmann W, Pfaffenrath V: Cervicogenic headache: electronystagmography, perception of verticality and posturography in patients before and after C2-blockade. Cephalalgia: an international journal of headache, 13: 285-288 (1993)

20. Endo K, Ichimaru K, Komagata M, Yamamoto K: Cervical vertigo and dizziness after whiplash injury. European Spine Journal, 15: 886-890 (2006)

21. Falco F J, Manchikanti L, Datta S, Wargo B W, Geffert S, Bryce D A, Atluri S, Singh V, Benyamin R M, Sehgal N, Ward S P, Helm S 2nd, Gupta S, Boswell M V: Systematic review of the therapeutic effectiveness of cervical facet joint interventions: an update. Pain physician, 15: 839-868 (2012)

22. Freppel S, Bisdorff A, Colnat-Coulbois S, Ceyte H, Cian C, Gauchard G, Auque J, Perrin P: Visuo-proprioceptive interactions in degenerative cervical spine diseases requiring surgery. Neuroscience, 255: 226-232 (2013)

23. Furman, J M, Cass, S P, Whitney, S : Vestibular disorders: A Case Study Approach to Diagnosis and Treatment 3rd Edition, Oxford University Press Inc, Case 58: 368-372 (2010)

24. Galm R, Rittmeister M, Schmitt E: Vertigo in patients with cervical spine dysfunction. European Spine Journal, 7: 55-58 (1998)

25. Gassmann K G, Rupprecht R, IZG Study Group: Dizziness in an older community dwelling population: a multifactorial syndrome. The journal of nutrition, health & aging, 13: 278-282 (2009)

26. Go G, Hwang S H, Park I S, Park H: Rotational Vertebral Artery Compression : Bow Hunter's Syndrome. Journal of Korean Neurosurgical Society, 54: 243-245 (2013)

27. Grande-Alonso M, Moral Saiz B, Minguez Zuazo A, Lerma Lara S, La Touche R: Biobehavioural analysis of the vestibular system and posture control in patients with cervicogenic dizziness. A cross-sectional study. Neurologia (Barcelona, Spain), 33: 98-106 (2016)

28. Gray L P: Extra labyrinthine vertigo due to cervical muscle lesions. The Journal of laryngology and otology, 70: 352-361 (1956)

29. Grill E, Strupp M, Muller M, Jahn K: Health services utilization of patients with vertigo in primary care: a retrospective cohort study. Journal of neurology, 261: 1492-1498 (2014)

30. Hadjipavlou A G, Tzermiadianos M N, Bogduk N, Zindrick M R: The pathophysiology of disc degeneration: a critical review. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 90: 1261-1270 (2008)

31. Hahn T, Halatsch M E, Wirtz C, Klessinger S: Response to Cervical Medial Branch Blocks In Patients with Cervicogenic Vertigo. Pain physician, 21: 285-294 (2018)

32. Hahn T, Klessinger S: Kann interventionelle Schmerztherapie auch gegen Schwindel wirken? Neuro aktuell, 9: 14-15 (2017)

33. Hain T C: Cervicogenic causes of vertigo. Current opinion in neurology, 28: 69-73 (2015)

34. Igarashi M, Miyata H, Alford B R, Wright W K: Nystagmus after experimental cervical lesions. The Laryngoscope, 82: 1609-1621 (1972)

35. Jost G F, Dailey A T: Bow hunter's syndrome revisited: 2 new cases and literature review of 124 cases. Neurosurgical focus, 38: 7 (2015)

36. Karlberg M, Persson L, Magnusson M: Reduced postural control in patients with chronic cervicobrachial pain syndrome. Gait & posture, 3: 241-249 (1995)

37. Kelders W P A, Kleinrensink G J, van der Geest J N, Feenstra L, de Zeeuw C I, Frens M A: Compensatory increase of the cervico-ocular reflex with age in healthy humans. The Journal of physiology, 553: 311-317 (2003)

38. Kirpalani D, Mitra R: Cervical facet joint dysfunction: a review. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 89: 770-774 (2008)

39. Klessinger S: Medial Branch Blocks of the Cervical and Lumbar Spine. Techniques in Orthopaedics, 28: 18-22 (2013)

40. Lai Y T, Wang T C, Chuang L J, Chen M H, Wang P C: Epidemiology of vertigo: a National Survey. Otolaryngology - head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 145: 110-116 (2011)

41. L'Heureux-Lebeau B, Godbout A, Berbiche D, Saliba I: Evaluation of paraclinical tests in the diagnosis of cervicogenic dizziness. Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology, 35: 1858-1865 (2014)

42. Li J, Gu T, Yang H, Liang L, Jiang D J, Wang Z C, Yuan W, Wang X W: Sympathetic nerve innervation in cervical posterior longitudinal ligament as a potential causative factor in cervical spondylosis with sympathetic symptoms and preliminary evidence. Medical hypotheses, 82: 631-635 (2014)

43. Li Y, Peng B: Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment of Cervical Vertigo. Pain physician, 18: 583-595 (2015)

44. Liu X M, Pan F M, Yong Z Y, Ba Z Y, Wang S J, Liu Z, Zhao W D, Wu D S: Does the longus colli have an effect on cervical vertigo?: A retrospective study of 116 patients. Medicine, 96: 63-65 (2017)

45. Lu D C, Zador Z, Mummaneni P V, Lawton M T: Rotational vertebral artery occlusion-series of 9 cases. Neurosurgery, 67: 1066-1072 (2010)

46. Lystad R P, Bell G, Bonnevie-Svendsen M, Carter C V: Manual therapy with and without vestibular rehabilitation for cervicogenic dizziness: a systematic review. Chiropractic & Manual Therapies, 19: 21 (2011)

47. Maarsingh O R, Dros J, Schellevis F G, van Weert H C, van der Windt D A, ter Riet G, van der Horst H E: Causes of persistent dizziness in elderly patients in primary care. Annals of family medicine, 8: 196-205 (2010)

48. Magnusson M, Malmstrom E M: The conundrum of cervicogenic dizziness. Handbook of clinical neurology, 137: 365-369 (2016)

49. Malmstrom E M, Karlberg M, Melander A, Magnusson M, Moritz U: Cervicogenic dizziness - musculoskeletal findings before and after treatment and long-term outcome. Disability and rehabilitation, 29: 1193-1205 (2007)

50. Manchikanti L, Singh V, Falco F J, Cash K M, Fellows B: Cervical medial branch blocks for chronic cervical facet joint pain: a randomized, double-blind, controlled trial with one-year follow-up. Spine, 33: 1813-1820 (2008)

51. McDonnell M N, Hillier S L: Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. Cochrane Database of Systematic Reviews, 1: 1465-1858 (2015)

52. Minguez-Zuazo A, Grande-Alonso M, Saiz B M, La Touche R, Lara S L: Therapeutic patient education and exercise therapy in patients with cervicogenic dizziness: a prospective case series clinical study. Journal of exercise rehabilitation, 12: 216-225 (2016)

53. Morinaka S: Musculoskeletal diseases as a causal factor of cervical vertigo. Auris, Nasus, Larynx, 36: 649-654 (2009)

54. Neuhauser H K, Radtke A, von Brevern M, Lezius F, Feldmann M, Lempert T: Burden of dizziness and vertigo in the community. Archives of Internal Medicine, 168: 2118-2124 (2008)

55. Newman-Toker D E, Cannon L M, Stofferahn M E, Rothman R E, Hsieh Y H, Zee D S: Imprecision in patient reports of dizziness symptom quality: a cross-sectional study conducted in an acute care setting. Mayo Clinic proceedings, 82: 1329-1340 (2007)

56. Newman-Toker D E, Dy F J, Stanton V A, Zee D S, Calkins H, Robinson K A: How Often is Dizziness from Primary Cardiovascular Disease True Vertigo? A Systematic Review. Journal of General Internal Medicine, 23: 2087-2094 (2008)

57. Peh W: Image-guided facet joint injection. Biomedical Imaging and Intervention Journal, 7: 4 (2011)

58. Reid S A, Callister R, Katekar M G, Treleaven J M: Utility of a brief assessment tool developed from the Dizziness Handicap Inventory to screen for Cervicogenic dizziness: A case control study. Musculoskeletal science & practice, 30: 42-48 (2017)

59. Reid S A, Callister R, Snodgrass S J, Katekar M G, Rivett D A: Manual therapy for cervicogenic dizziness: Long-term outcomes of a randomised trial. Manual therapy, 20: 148-156 (2015)

60. Reid S A, Rivett D A: Manual therapy treatment of cervicogenic dizziness: a systematic review. Manual therapy, 10: 4-13 (2005)

61. Ren L, Guo B, Zhang J, Han Z, Zhang T, Bai Q, Zeng Y: Mid-term efficacy of percutaneous laser disc decompression for treatment of cervical vertigo. European journal of orthopaedic surgery & traumatology, 24: 153-158 (2014)

62. Richmond F J, Abrahams V C: Morphology and distribution of muscle spindles in dorsal muscles of the cat neck. Journal of neurophysiology, 38: 1322-1339 (1975)

63. Rieger A, Mansmann U, Maier W, Seitz L, Brandt T, Strupp M, Bayer O: Management of patients with the cardinal symptom dizziness or vertigo. Gesundheitswesen, 76: 32-38 (2014)

64. Roque Reis L, Lameiras R, Cavilhas P, Escada P: Epidemiology of Vertigo on Hospital Emergency. Acta Medica Portuguesa, 29: 326-331 (2016)

65. Rubin A M, Woolley S M, Dailey V M, Goebel J A: Postural stability following mild head or whiplash injuries. The American Journal of Otology, 16: 216-221 (1995)

66. Ryan G M, Cope S: Cervical vertigo. Lancet (London, England), 269: 1355-1358 (1955)

67. Schaible H G, Schmidt R F: Effects of an experimental arthritis on the sensory properties of fine articular afferent units. Journal of neurophysiology, 54: 1109-1122 (1985)

68. Schappert S M: National Ambulatory Medical Care Survey: 1989 summary. Vital and health statistics.Series 13, Data from the National Health Survey, 110: 1-80 (1992)

69. Schweigart G, Chien R D, Mergner T: Neck proprioception compensates for age-related deterioration of vestibular self-motion perception. Experimental brain research, 147: 89-97 (2002)

70. Shum G L, Cinnamond S, Hough A D, Craven R, Whittingham W: Test-Retest Reliability of Measuring the Vertebral Arterial Blood Flow Velocity in People With Cervicogenic Dizziness. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 40: 255-262 (2017)

71. Smuck M, Crisostomo R A, Trivedi K, Agrawal D: Success of initial and repeated medial branch neurotomy for zygapophysial joint pain: a systematic review. PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation, 4: 686-692 (2012)

72. Strupp M, Arbusow V, Borges Pereira C, Dieterich M, Brandt T: Subjective straight-ahead during neck muscle vibration: effects of ageing. Neuroreport, 10: 3191-3194 (1999)

73. Tjell C, Rosenhall U: Smooth pursuit neck torsion test: a specific test for cervical dizziness. The American Journal of Otology, 19: 76-81 (1998)

74. Tjernstrom F, Zur O, Jahn K: Current concepts and future approaches to vestibular rehabilitation. Journal of neurology, 263: 65-70 (2016)

75. Treleaven J, Jull G, LowChoy N: The relationship of cervical joint position error to balance and eye movement disturbances in persistent whiplash. Manual therapy, 11: 99-106 (2006)

76. Trepel M: 2.2.2 Rami anteriores und Rami posteriors der Spinalnerven. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 27-28 (2017)

77. Trepel M: 3.4.1 Hinterhorn. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 92 (2017)

78. Trepel M: 3.5.1 Tractus spinothalamicus. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 96-97 (2017)

79. Trepel M: 3.5.2 Hinterstrangbahnen. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 97-98 (2017)

80. Trepel M: 6.5.3 Lemniscus medialis und Lemniscus trigeminalis. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 149 (2017)

81. Trepel M: 7.3.1 Afferente Bahnen. In: Trepel M: Neuroanatomie Struktur und Funktion. 7. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier Gmbh: S. 161-164 (2017)

82. van Eerd M, Patijn J, Lataster A, Rosenquist R W, van Kleef M, Mekhail N, Van Zundert J: 5. Cervical facet pain. Pain practice: the official journal of World Institute of Pain, 10: 113-123 (2010)

83. Wakayama K, Murakami M, Suzuki M, Ono S, Shimizu N: Ischemic symptoms induced by occlusion of the unilateral vertebral artery with head rotation together with contralateral vertebral artery dissection - case report. Journal of the neurological sciences, 236: 87-90 (2005)

84. Weingart C, Schneider H J, Sieber C C: Syncope, falls and vertigo. Der Internist, 58: 916-924 (2017)

85. Wiest G: Journal für Neurologie Neurochirurgie und Psychiatrie, 17: 7-12 (2016)

86. Wrisley D M, Sparto P J, Whitney S L, Furman J M: Cervicogenic dizziness: a review of diagnosis and treatment. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 30: 755-766 (2000)

87. Wyke, B: Conference on the Ageing Brain: cervical Articular Contributions to Posture and Gait: their Relation to Senile Disequilibrium. Age and Ageing, 8: 251-258 (1979)

88. Yacovino D A, Hain T C: Clinical characteristics of cervicogenic-related dizziness and vertigo. Seminars in neurology, 33: 244-255 (2013)

89. Yahia A, Ghroubi S, Jribi S, Malla J, Baklouti S, Ghorbel A, Elleuch M H: Chronic neck pain and vertigo: Is a true balance disorder present? Annals of physical and rehabilitation medicine, 52: 556-567 (2009)

90. Yang L, Yang C, Pang X, Li D, Yang H, Zhang X, Yang Y, Peng B: Mechanoreceptors in Diseased Cervical Intervertebral Disc and Vertigo. Spine, 42: 540-546 (2017)

91. Zhu X, Grover M J: Cervicogenic Dizziness Successfully Treated With Upper Cervical Medial Branch Nerve Radiofrequency Ablation: A Case Report. A&A practice, 10: 150-153 (2018)

Danksagung aus Gründen des Datenschutzes entfernt

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt