

Mögliche Lagevariationen des Ganglion cervicale superius

Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades

„Master of Science“ in Osteopathie

im Universitätslehrgang Osteopathie der Donau Universität Krems

eingereicht von

Dr. med. univ. Diana Stöckl

Zentrum für traditionelle chinesische Medizin und
Komplementärmedizin

Betreut von:

Mag. Dr. Astrid Grant-Hay
Wiener Schule für Osteopathie

& Ao. Univ. –Prof. Dr. Michael L. Pretterklieber
Medizinische Universität Wien
Zentrum für Anatomie und Zellbiologie
Abteilung für angewandte Anatomie

Wien, November 2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Dr. Diana Stöckl, geboren am 20. April 1984 in Tulln erkläre,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Master Thesis mein Unternehmen oder einen externen Kooperationspartner betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

Unterschrift

Datum

Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei meinen Betreuern Ao. Univ. –Prof. Dr. Michael L. Pretterkieber und Mag. Dr. rer. nat. Astrid Grant-Hay für die Unterstützung und Hilfe beim Erarbeiten meiner Masterthesis bedanken. Weiters möchte ich mich bei den Universitätsprofessoren, - assistenten und –lektoren Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Pretterkieber, Priv. Doz. Dr. Dr. Peter Brugger, Dr. Michel Dedeyan, Dr. Lukas Eichelberger, Mag. Dr. Gerlinde Gruber, Univ.- Prof. Dr. Helmut Gruber und Mag. Dr. Doris Schamall bedanken, welche mir durch den freien Zugang zu ihren Präparaten erst den Umfang dieser Arbeit ermöglicht haben.

Gender Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Masterthese das generische Maskulinum angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

Zusammenfassung deutsch

In dieser Studie wurden im Zentrum für Anatomie und Zellbiologie der Medizinischen Universität Wien die zervikalen Abschnitte der Grenzstränge von 21 verstorbenen Körperspendern (12 Frauen, 9 Männer) makroskopisch-anatomisch präpariert und vermessen. Es wurden jeweils beidseits die Halsbereiche der Grenzstränge (Truncus sympathicus) dargestellt und die Ganglia cervicalia superiora in ihrer kranio-kaudalen Ausdehnung vermessen und deren Lage zur Schädelbasis bestimmt. Dazu wurde die Distanz zwischen dem Unterrand des Foramen jugulare und dem kranialen Pol des Ganglion cervicale superius mit einer handelsüblichen Schublehre vermessen. In drei der 21 Individuen konnte unilateral kein Ganglion cervicale superius gefunden werden, womit diese aus den folgenden allgemeinen Berechnungen ausgenommen wurden. Bei den restlichen 18 Präparaten war der Unterschied des Abstands zwischen dem oberen Pol aller linker beziehungsweise rechter Ganglia cervicalia superiora und der Schädelbasis im Seitenvergleich mit einem p-Wert von 0.4589 nicht signifikant, womit hier die Nullhypothese angenommen werden darf und es somit keine Seitenpräferenz bezüglich des Längenabstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis gibt. Der Längenunterschied aller linker versus rechter Ganglia cervicalia superiora im Seitenvergleich war mit einem p Wert von 0.2858 ebenfalls nicht signifikant. So kann auch hier von der Richtigkeit der Nullhypothese ausgegangen werden, womit auch in dieser Frage keine signifikante Seitenpräferenz bestehen. Innerhalb einzelner Individuen allerdings ergab sich kein wiederkehrendes Muster bezüglich der Links-Rechts Merkmalsausprägungen. Misst man die Beträge der Ganglienlänge beziehungsweise deren Abstand zur Schädelbasis und rechnet innerhalb eines Individuums die Ergebnisse versus Null (entspräche keinem Unterschied), so waren die Resultate hochsignifikant mit einem p Wert von 0.0. Womit bezüglich dieser Fragestellungen die Nullhypothese verworfen werden kann und man annehmen muss, dass intraindividuell sowohl die Länge der beiden Ganglia cervicalia superiora als auch deren Abstand zur Schädelbasis differieren.

Schlagwörter: Ganglion cervicale superius, Schädelbasis, Seitenunterschiede, Längenunterschiede, Abstand Schädelbasis

Abstract English

We dissected the cervical part of the sympathetic trunk of 21 individuals (12 female, 9 men; all voluntary body donors) in the Center of Anatomy and Cell Biology of the Medical University of Vienna. The anatomic specimens were fixed with a mixture of formaldehyde and phenol. The cervical portions of both sympathetic trunks were dissected in order to expose the superior cervical ganglia in their whole cranio-caudal extension. By means of a slide-gauge, the distance between the cranial base (exactly the jugular foramen) and the upper pole of the superior cervical ganglion was measured as well as the length of the superior cervical ganglia on each side. In general, the distance first mentioned did not show any significant difference between the right and the left side of the body ($p=0.4589$) hence the existence of any difference in the right and left distances between the cranial base and the upper pole of the superior cervical ganglia has to be denied. In addition, also the length of the right and left superior cervical ganglia did not reveal any statistical significant difference. In the latter case, the p-value can be given with 0.2858. Within individuals there does not exist repetitive pattern of right/left characteristics. The individuals dissected during this study did not show any typical features concerning the arrangement and size of the superior cervical ganglion. However, intra-individual side differences have been found to exist. They may be even quantified by calculating the length of the ganglion or the distance to the jugular foramen and versus zero (which would mean no difference) resulting in a high significant difference represented by a p value of 0.0. Thus it has to be assumed that intra-individually both the length and the distance between the superior cervical ganglion and the jugular foramen show asymmetric values.

Keywords: superior cervical ganglion, cranial base, laterality, length, distance to cranial base

Inhaltsverzeichnis

1. Theorieteil	9
1.1. anatomische Grundlagen	9
1.2. Osteopathische Relevanz	13
2. Forschungslücke	17
3. Forschungsfrage	18
3.1. Primäre Forschungsfrage	18
3.2. Sekundäre Forschungsfrage	18
4. Ethikkommission	20
5. Methodologie	21
5.1. Datenverwendung und Datenschutz	21
5.2. Präparationsduktus	21
5.3. Forschungsdesign	23
5.4. Stichprobengröße und Stichprobenbeschreibung	23
5.5. Ausschlusskriterien	23
5.6. Materialien	24
5.7. Kooperierende Institutionen	24
5.8. Messinstrumente	24
5.9. Datenaufbereitung	24
6. Ergebnisse	25

6.1 Abstand der Ganglia cervicalia superiora von der Schädelbasis	27
6.2 Länge Ganglion cervicale superius	34
6.3 Sexuelle Dimorphismen	40
6.3.1. Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis unter Rücksichtnahme sexueller Dimorphismen	40
6.3.2. Länge des Ganglion cervicale superius unter Rücksichtnahme sexueller Dimorphismen	46
7. Diskussion	54
8. Schlussfolgerungen	59
9. English Version	61
10. Literaturverzeichnis	72
11. Tabellen	75
12. Abbildungen	81
13. Anhang	95

1. Theorieteil

1.1. anatomische Grundlagen

Das autonome, auch vegetatives Nervensystem genannt, steuert den Aktivitätszustand innerer Organe, beziehungsweise reguliert in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Anforderungsprofil die Umverteilung von körpereigenen Ressourcen (Aumüller, 2007). So hat es beispielsweise übergeordnete Funktion bei der Regulation der Weitstellung von Gefäßen in Muskelzellen oder der Darmwand, oder der Regulation der Herzfrequenz. Die Regelzentrale des sympathischen Nervensystems liegt im Hypothalamus (Klinke, 2002). Die Funktionen des autonomen Nervensystems laufen unwillkürlich und unabhängig vom somatischen Nervensystem ab, und passieren somit weitgehend unbewusst.

Es handelt sich beim autonomen Nervensystem größten Teils um efferente Fasern, welche zu 3 Gruppen zusammengefasst werden können:

- Pars sympathica
- Pars parasympathica
- Plexus entericus

In weiterer Folge möchte ich mich in dieser Masterarbeit mit der Pars sympathica beschäftigen.

Der Truncus sympathicus erstreckt sich zwischen der Schädelbasis und dem Os coccygis (Aumüller, 2007). Das spinale Kerngebiet des Sympathikus umfasst die Rückenmarkssegmente C8 bis L2 (-3), wobei im Bereich des Rückenmarks das Seitenhorn (Nucleus intermediolateralis) dessen Ursprungsneurone beheimatet (Aumüller, 2007). Die Axone der sympathischen Nervenfasern (erste oder präganglionäre Nervenfasern) lagern sich den efferenten Fasern der jeweiligen Spinalnerven an und verlassen somit über die Vorderwurzel das Rückenmark (Aumüller, 2007). Nach einer kurzen gemeinsamen Strecke mit dem Spinalnerven zweigen die sympathischen Fasern als Ramus communicans albus zum Grenzstrangganglion ab, um dort großteils synaptisch auf das zweite (postganglionäre) efferente Neuron umgeschaltet zu werden (Weiglein, 2012). Nach Umschaltung verläuft das postganglionäre Neuron über den Ramus communicans griseus zurück zum Spinalnerv, um von dort seinen Weg zum jeweiligen Zielorgan zu nehmen (Weiglein, 2012). Die Fasern des cervicalen und lumbosakralen Sympathikus werden ebenfalls aus dem Ursprungsgebiet zwischen C8 bis L3 gespeist (Weiglein, 2012). Auch hier werden Ganglien gebildet, welche aus dem Zusammenschluss der Sympathikus-Fasern mehrerer Rückenmarkssegmente

entstehen. Insgesamt bilden sich 3 zervikale, 10 – 11 thorakale, 4 lumbale und 4 sakrale, jeweils paarig angelegte Ganglia, sowie ein unpaares Ganglion impar im Bereich des Os coccygis (Aumüller, 2007). Diese Ganglia, gemeinsam mit den sich verbindenden Fasern (Rami interganglionares) bilden den schon eingangs erwähnten Grenzstrang oder Truncus sympathicus (Aumüller, 2007).

Im Bereich des Abdomens entlässt der Sympathikus Nerven, welche in den Grenzstrangganglien nicht umgeschaltet werden sondern in den prävertebralen Ganglien ihre synaptische Verschaltung auf das zweite Neuron erfahren (Aumüller, 2007). Die Aufgabe dieser Nervi splanchnici liegt in der Versorgung der Bauchorgane (Aumüller, 2007). Der Vollständigkeit halber sein noch die sympathische Versorgung der Beckenorgane erklärt. Von einem Plexus hypogastricus superior ausgehend, welcher seinen Ursprung im autonomen Geflecht um die Aorta abdominalis – gespeist aus den thorakalen und lumbalen Bereichen des Nucleus intermediolateralis - hat, erreichen sympathische Fasern die Organe des kleinen Beckens. Aus dem Plexus hypogastricus superior entstehen ab der Bifurcatio aortae der Aorta die beiden paaren Nervi hypogastrici als separate Faserbündel nach kaudal um beidseits von Harnblase und Rektum (bei der Frau ebenfalls beidseits des Uterus) den nun mit parasymphatischen Fasern gemischten Plexus hypogastricus inferior zu bilden. Von hier erfolgt die Verteilung zu den verschiedenen Erfolgsorganen (Weiglein, 2012).

Im Bereich des Halses und Kopfes bildet der Sympathikus drei, anstatt von acht, wiederum paaren Halsganglien (Aumüller, 2007; Weiglein, 2012), das heißt die Ganglia cervicalia superiora, media und inferiora. Das Ganglion cervicale inferius liegt ventral des Kopfes der ersten Rippe und kann durch Verschmelzen mit dem ersten thorakalen Ganglion das sogenannte Ganglion cervicothoracicum - auch Ganglion stellatum genannt - bilden (Aumüller, 2007). Das Ganglion cervicale medium wird vor dem sechsten Halswirbel liegend beschrieben und kann oft fehlen (Aumüller, 2007). Doch im Mittelpunkt des Interesses dieser Masterthese soll das Ganglion cervicale superius stehen:

In den rezenten Lehrbüchern (Aumüller, 2007; Weiglein, 2012) wird die Lage des Ganglion cervicale superius – falls überhaupt beschrieben - auf Höhe des zweiten bis dritten Halswirbelkörpers (CII- CIII) angegeben. Oft findet man über die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius keine Information (Aumüller, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012). In Gray's Anatomy (Berry, 1995) wird das Ganglion cervicale superius als das größte der drei Halsganglien beschrieben. Es wird beschrieben, dass es aus der Fusion der oberen 2-4 Halsganglien entstanden ist, allerdings findet sich keine

Information über die Höhenlokalisation des Ganglions. Im Lehrbuch von J. Henle (Henle, 1879) aus dem Jahr 1879 findet sich das Ganglion cervicale superius ebenfalls auf Höhe von CII- CIII, er gibt die Länge des Ganglion cervicale superius mit durchschnittlich 20mm an, gibt allerdings keine Hinweise auf mögliche Seitenunterschiede. Eine genauere Angabe über die Lage besagter anatomischer Struktur gibt uns Hyrtl (Hyrtl, 1870) in seinem 1870 verfassten Lehrbuch der Anatomie des Menschen:

Das obere Halsganglion, das grösste im Knotenstrang des Sympathicus, hat in der Regel eine länglich-ovale, am oberen und unteren Ende zugespitzte Gestalt, ist meistens etwas platt gedrückt und variiert in Grösse und Konfiguration so häufig, dass es die mannigfaltigsten Formen, von der spindelförmigen bis zu eckig-verzogenen Anschwellung annehmen kann. Seine Länge steht zwischen 8'''-16''', seine Breite zwischen 2'''-3''', seine Dicke beträgt etwa 1½'''. Es liegt auf dem *Musculus rectus capitis anticus major*, vor den Querfortsätzen des zweiten bis dritten oder vierten Halswirbels hinter der *Carotis interna*, und hinter dem *Nervus vagus* und *hypoglossus*, an deren Scheiden es mehr weniger innig adhärirt. (Hyrtl, 1870)

Ebenfalls etwas genauere Angaben über das Ganglion cervicale superius findet man im Lehrbuch von Rauber-Kopsch aus dem Jahre 1912 (Kopsch, 1912), in dem das Ganglion cervicale superius als eine platte spindelförmige Anschwellung von 25-30mm Länge, 6-8mm Breite und 3-5mm Dicke angegeben wird, welche vor den Querfortsätzen des II.-III. Halswirbels, sowie vor dem M. longus capitis und der Fascia prävertebralis, hinter der A. carotis interna und medial vom Stamm des Nervus vagus gelegen sein soll. A. Hafferl (Hafferl, 1969) beschreibt zumindest das zeitweise Fehlen einer Ganglion-Bildung, auch wenn er sich ausgesprochen dürftig über die Lage dieser Struktur ausspricht:

... das Ganglion cervicale superius des Sympathicus, das als spindelförmige Anschwellung erscheint, findet man an der oberen Grenze des Trigonum caroticum, der Arteria carotis interna von hinten und medial angelagert. Manchmal ist das Ganglion nicht deutlich gegen den Nerven abgesetzt. Es ist dann nur daran kenntlich, dass sich der Nerv nach oben hin verbreitert. (Hafferl, 1969)

Weder in alten, noch in neueren Lehrbüchern finden sich Hinweise über die Ausprägung einer Seitendifferenz des obersten cervicalen Grenzstrangganglions in Bezug zu dessen kranio-kaudaler Länge oder zu dessen Abstand zur Schädelbasis. Erfahrungsberichte von langjährig Lehrenden am Zentrum für Anatomie und Zellbiologie wie Ao. Univ.-Prof. Dr.

Michael Pretterklieber oder Mag. Dr. Gerlinde Gruber weisen allerdings auf einen Seitenunterschied sowohl in der Längenausprägung, als auch in der Höhenlokalisierung der Ganglia cervicalia superiora hin.

Es finden sich wenige Artikel, welche sich mit der Lokalisation des Ganglion cervicale superius beschäftigen, und falls doch, so gehen die Autoren nicht auf mögliche Seitenunterschiede ein. So werden meist zwei verschiedene Lokalisationen, auf denen sich das Ganglion befinden soll, beschrieben: Laut den Studien von Civelek E. (Civelek, 2007, 2008) soll das Ganglion cervicale superius vor dem vierten Halswirbel zu finden sein, wo hingegen Saylam C. (Saylam, 2009) die Höhe des Ganglion cervicale superius mit dem zweiten Halswirbel angibt. Wisco J. (Wisco, 2012) beschreibt die Länge des Ganglion cervicale superius im Hinblick auf einen möglichen Geschlechtsunterschied bei Frauen mit einem Medianwert von 3,81cm, bei Männern mit einem Medianwert von 4,11cm, sowie dessen Weite und Oberflächenausdehnung, allerdings ist in dieser Arbeit kein Hinweis auf die Höhenlokalisierung des Ganglion cervicale superius oder auf allgemeine beziehungsweise interindividuelle Seitenunterschiede zu finden.

Das Versorgungsgebiet des Ganglion cervicale superius entspricht dem Kopf und Thoraxinhalten (Aumüller, 2007), beides Gebiete, welche ein breites Einsatzgebiet für das osteopathische Arbeiten darstellen. So versorgt der Nervus jugularis den neunten und zehnten Hirnnerven (Nervus glossopharyngeus und Nervus vagus) mit sympathischen Fasern (Aumüller, 2007). Der Nervus caroticus internus umspielt die Arteria carotis interna und zieht mit ihr durch das Foramen lacerum zur Schädelbasis um dort den Plexus caroticus internus zu bilden, welcher einerseits über die Regulation der Weite intracerebraler Gefäßlumina die Durchblutung des Schädelinhaltes steuert (Aumüller, 2007). Andererseits bildet er den Nervus petrosus profundus, welcher sich mit den Nervus petrosus major zusammenschließt und mit ihm gemeinsam die vegetative Steuerung von Tränendrüsen und den Drüsen des Nasen- und Rachenraums, sowie deren Schleimhaut innehat (Weiglein, 2012). Der Nervus petrosus profundus innerviert außerdem den Musculus tarsalis Mülleri (Weiglein, 2012). Über efferente Fasern des Ganglion cervicale superius hat der Sympathikus Kontakt zur Epiphyse und deren Funktionen (Ulfig, 2008). Über die Nervi carotici externi erreicht der Sympathikus die Speicheldrüsen sowie Mundschleimhaut und die Gesichtshaut. Die Rami laryngopharyngei versorgen den Rachen (Pharynx) und Kehlkopf (Larynx) sympathisch (Aumüller, 2007). Der Nervus cardiacus superior aus dem Ganglion cervicale superius versorgt gemeinsam mit den Nervi cardiaci medius und inferius aus den beiden kaudalen

cervicalen Grenzstrangganglien das Herz und steuert in Zusammenschau mit den Rami cardiaci des Nervus vagus die Erregungsleitung des Herzens (Aumüller, 2007).

Embryologisch sei noch zu ergänzen, dass die Zellen, welche sich in weiterer Folge zu Nerven des sympathischen vegetativen Nervensystems entwickeln der Neuralleiste abstammen (O'Rahilly, 1941). Jene Zellen, welche sich zu Nerven des sympathischen Grenzstranges differenzieren wandern aus der Neuralleiste aus um paramedian zu beiden Seiten der primitiven embryonalen Wirbelsäule den Truncus sympathicus mit seinen typischen Ganglien zu bilden (Rohen, 2006). Der Grenzstrang stellt in den darauffolgenden Entwicklungsschritten den Ursprung für das Weiterwandern einzelner Zellen dar, welche sich nun nicht mehr symmetrisch segmental in Richtung Peripherie entwickeln, sondern sich zu den prävertebralen Ganglien zusammenschließen (Rohen, 2006). Abschließend zur embryologischen Entwicklung des sympathischen Nervensystems sein noch die Entstehung des Nebennierenmarks und der Paraganglien angeführt, welche thematisch dem sympathischen, vegetativen Nervensystem zuzuordnen sind. Die Zellen dieser Organe entstammen ebenfalls der ektodermalen Neuralleiste (Rohen, 2006). Jene Vorläuferzellen, welche in Kontakt mit der an der dorsalen Bauchwand gelegenen Nebennierenanlage kommen differenzieren sich zum Nebennierenmark (Rohen, 2006). Unter sogenannte Paraganglien versteht man Neuralleistenderivate welche nahe der Herzbasis (Paraganglion aortale) oder im Abdominalraum vor der Aorta (Paraganglion aorticoabdominale, Zuckerkandl-Organ) zu liegen kommen und ebenfalls aus chromaffinen Zellen bestehen (Rohen, 2006).

1.2. Osteopathische Relevanz

Die Osteopathie wurde Ende des 19. Jahrhunderts durch den amerikanischen Arzt Andrew Taylor Still (A.T. Still) etabliert. Zur damaligen Zeit war die allopathische Medizin noch auf wenige, oft schädliche Medikamente beschränkt. So schreibt A.T. Still über die Gabe von Whiskey und Kalomel (Quecksilber) als damals gebräuchliche Medikation für allerlei Erkrankungen (Still, 1899). A.T. Still suchte nach neuen Wegen der Heilung und verband verschiedenste alt hergebrachte Heilmethoden wie das bone setting der amerikanischen Ureinwohner oder den Grundzügen der Mechanik mit neuen Methoden wie Elektrizität, Physiologie, genauen anatomischen Kenntnissen et cetera (Still, 1899). Für A.T. Still kam der menschliche Körper einer Maschine gleich, die mechanischen Prinzipien folgt und auch so repariert werden kann, wobei er auch immer die Rolle einer größeren Macht betont.

In seinem Zitat „Find it, fix it and leave it alone“¹ kommt dieses Zusammenspiel vom Reparieren durch den Osteopathen (fix it) und das schlussendliche Überlassen der Heilung an eine höhere Macht (leave it alone) zur Geltung. So wie es für einen Mechaniker wichtig ist die Einzelteile einer Maschine zu kennen um sie reparieren zu können, sollte es für einen Arzt und Osteopathen selbstverständlich sein den menschlichen Körper zu kennen. So betont er immer wieder die Wichtigkeit der Anatomie und anatomischer Kenntnisse für einen guten Osteopathen. Mit einem Zitat von Andrew Taylor Still soll daher seine Einstellung zur Anatomie als Grundlage der Osteopathie gezeigt werden. So schrieb er in seinem Buch "Philosophy of Osteopathy" (Still, 1899) „I wish to impress it upon your minds that you begin with anatomy, and you end with anatomy, a knowledge of anatomy is all you want or need, as it is all you ever will use in your practice, although you may live one hundred years.“. A.T. Still betrachtete die Anatomie als die fundamentale Basis der Osteopathie. Ohne genaue Kenntnisse der Anatomie entließ A. T. Still seine Studenten nicht aus der theoretischen Ausbildung um am Menschen zu arbeiten, und so erscheint es mir als durchwegs sinnvoll eine Arbeit zur Erlangung genaueren Wissens über anatomische Grundlagen zu schreiben. Nach dem Stand der heutigen Wissenschaft würde er wohl nicht nur über die Anatomie als eine der wichtigen Grundlagen der Osteopathie sprechen, sondern andere Grundlagenfächer wie Physiologie, Histologie, Embryologie in den Kanon des essentiellen Wissens eines Osteopathen mit hineinnehmen. Sowohl in den frühen Lehren von A.T. Still, als auch in den Ausformungen seiner Schüler wie Sutherland (Sutherland, 1939) kommt immer wieder die Wichtigkeit der Möglichkeit von Bewegung zu Geltung. Kann sich ein Organ beziehungsweise ein Gewebe nicht mehr bewegen, so beginnt Stagnation, Flüssigkeiten, Elektrizität und Information kann nicht mehr frei fließen, die Selbstheilungskräfte sind eingeschränkt und der Mensch wird krank (Still, 1902).

Zentral scheint mir hier das Nervensystem inklusive der zerebrospinalen Flüssigkeit beim Funktionieren der Information und Selbstheilungskräfte. Als Steuerzentrale lenkt es Funktionen des Körpers, und das sympathische Nervensystem in Detail die Weit- beziehungsweise Engstellung der Gefäße, womit sich die Wichtigkeit der Struktur für die Arterienregel und im weiteren Verlauf für das Zirkulieren von Nährstoffen und Sauerstoff, und für das Abtransportieren von Stoffwechselendprodukten ergibt (Klinke, 2002).

¹ Dieses Zitat wurde von A.T. Still nicht niedergeschrieben, doch entspricht dieser Satz den basalen Ideen der Osteopathie. Trotzdem A.T. Still dieses Zitat nie niedergeschrieben hat, wird behauptet, dass er diesen Satz oftmals zu seinen Studenten gesagt haben soll.

Somit schließt sich der Kreis nach der Rechtfertigung einer anatomischen Grundlagenstudie bezüglich der Wichtigkeit beim osteopathischen Arbeiten.

Folglich erscheint mir die Fragestellung nach der Lokalisierbarkeit des Ganglion cervicale superius für das osteopathische Arbeiten von hohem Stellenwert, da das vegetative Nervensystem als solches eine zentrale Rolle bei der Koordination von Körperfunktionen hat. In A. T. Still's Lehre kam dem Nervensystem als Ganzes eine tragende Rolle zu, wobei jedes seiner Einzelteile (sensibles, sensorisches, motorisches, vegetatives Nervensystem) für ihn den gleichen Stellenwert zu haben schien um beim Erhalt und der Entstehung von Gesundheit und Wohlbefinden mitzuwirken, wie er immer wieder in seinen Büchern betont (Still, 1899).

Im speziellen Fall des Ganglion cervicale superius, welches wie oben erwähnt funktionell dem vegetativen Nervensystem zugeordnet werden kann, liegt die Bedeutung des osteopathischen Arbeitens im Behandeln von Krankheitsbildern, welche mit dem Ausfall des Ganglion cervicale superius beziehungsweise seiner Nervenäste verbunden sind. Hierzu zählen eine Hyper- beziehungsweise Hypohidrosis der Gesichtshaut, eine Störung der Befeuchtung der Mund- und Nasenschleimhäute, ein Horner-Syndrom (Böcker, 2001; Masuhr, 2007; Renz-Polster, 2004; Wolf, 1963) bis hin zu chronischen Kopfschmerzen und Migräne. Kardial kann eine Fehlfunktion des Sympathikus zu einer erhöhten beziehungsweise erniedrigten Chromo-, Ino-, Bathmo-, Lusi- und Dromotropie des Herzens führen (Renz-Polster, 2004). In Lehrbüchern der klassischen Schulmedizin finden sich selten die Zusammenhänge zwischen dem sympathischen Nervensystem und den oben genannten Symptomenkomplexen extrapoliert, doch ergeben sich die Krankheitsbilder aus den physiologischen Aufgabenbereichen des Sympathikus im kranio-cervicalen Bereich, beziehungsweise dessen Ausfall. Das Ganglion cervicale superius wird außerdem bei sympathikotonen Patienten mit behandelt, wenn am Grenzstrang als Ganzes gearbeitet wird. Es stellt sich für mich darüber hinaus die Frage ob bei Manipulationen der Halswirbelsäule auch automatisch ebenfalls Manipulationen oder Irritationen im Bereich des Grenzstranges – und somit des Ganglion cervicale superius – stattfinden, wobei hier wiederum die Höhenlokalisierung des Ganglion cervicale superius von Relevanz ist, da es wohl am ehesten bei denjenigen Halswirbel Thrusts mit reagiert, bei welchen das Ganglion cervicale superius direkt ventral des manipulierten Zygapophyseal-Gelenks (Facettengelenks) und damit nahe des Informationsinputs liegt. Auch bei allgemeinen osteopathischen Techniken, wie dem general osteopathic treatment (GOT) und vor allem bei Techniken im kranio-cervicalen Bereich, wird der Grenzstrang, so bei der Mobilisation des Halses oder der oberen Thoraxapertur das Ganglion cervicale superius mit behandelt. Gleiches gilt für viszerale Behandlungen, wenn beispielsweise

durch eine Dekoadaptation des Schädels der Ösophagus oder die Fascia buccopharyngea gedehnt wird.

2. Forschungslücke

Wie schon in der Einleitung dargestellt werfen sich aufgrund von inhaltlichen Lücken einige Fragen auf, welche ich in dieser Arbeit versucht habe zu schließen. So werden in alten Lehrbüchern die Höhenlokalisierung der beiden Ganglia cervicalia superiora – des linken und des rechten - immer simultan angegeben, ohne Rücksichtnahme auf eventuelle Seitendifferenzen. Das Ganglion cervicale superius wird in den meisten Lehrbüchern auf Höhe C II- III (Aumüller, 2007; Hyrtl, 1870; J., 1870; Weiglein, 2012) angegeben, in rezenten Publikationen selten auch auf Höhe C IV (Civelek, 2007, 2008), womit sich eine Spanne von 3 Wirbelsegmenten ergibt, welche die Angabe zur Lage ausgesprochen ungenau macht. Da allerdings wie A.T. Still betonte der Stellenrang der Anatomie nicht genug betont werden kann wirft sich die Frage auf, auf welcher Höhe das Ganglion cervicale superius nun wirklich zu finden ist, oder ob es hier eine inhärente Lagevariation gibt, und ob vielleicht doch Seitendifferenzen zu finden sind, wie sich dies aus der empirischen Erfahrung langjähriger Anatomen des Wiener Institutes für Anatomie herauszukristallisieren scheint. Der Erwerb dieses Wissens würde die Möglichkeiten des genaueren Arbeitens und Fokussierens mit sich bringen und somit wohl zu einer Verbesserung der Ergebnisse osteopathisch, manuellen Arbeitens führen.

3. Forschungsfrage

3.1. Primäre Forschungsfrage:

Gibt es interindividuelle Seitenunterschiede in Bezug zum Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis?

Gibt es einen intraindividuellen Seitenunterschied in Bezug zum Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis?

Können makroskopisch fassbare sexuelle Dimorphismen in Bezug zum Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis gefunden werden?

Primäre Studienhypothese:

Die Lage des Ganglion cervicale superius variiert nicht zwischen verschiedenen Individuen mit seiner Höhenlokalisierung in Bezugnahme auf die Schädelbasis.

Die Lage des Ganglion cervicale superius variiert nicht innerhalb eines Individuums mit seiner Höhenlokalisierung in Bezugnahme auf die Schädelbasis

Es können keine makroskopisch fassbaren sexuellen Dimorphismen in Bezug zum Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis gefunden werden.

3.2. Sekundäre Forschungsfrage:

Gibt es interindividuelle Seitenunterschiede in Bezug auf die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius?

Gibt es einen intraindividuellen Seitenunterschied in Bezug auf die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius?

Können makroskopisch fassbaren sexuelle Dimorphismen in Bezug auf die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganlion cervicale superius gefunden werden?

Sekundäre Studienhypothese:

Die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius variiert nicht zwischen verschiedenen Individuen.

Die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius variiert nicht innerhalb eines Individuums bezüglich Seitendifferenzen.

Es können keine makroskopisch fassbaren sexuellen Dimorphismen in Bezug zur kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius gefunden werden.

4. Ethikkommission

Da die Medizin in Gegensatz zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern wie Physik oder Mathematik in ihrem Wesen keine exakte Wissenschaft ist, gilt es, sie stets auf das neue zu beweisen. Die Mitglieder einer Population werden aufgrund der verschiedenen Konstitutionstypen ihrer Einzelpersonen nie gleich auf eine Therapie ansprechen, womit das Anschlagen selbst allgemein akzeptierter Therapiekonzepte bei jedem einzelnen Patienten re-evaluiert werden muss. Umso mehr gilt es Vorsicht bei neuen Methoden, Konzepten und Ideen über den Körper und seinen Funktionen walten zu lassen. Trotzdem sollte es das Bestreben eines jeden Arztes oder Osteopathen sein, die neuesten Forschungsergebnisse zu kennen und interpretieren zu können, da nur so Fortschritt passieren kann und neue und effektivere beziehungsweise auch schonender Heilverfahren entwickelt und angewandt werden können. Die Rolle des am Menschen arbeitenden Therapeuten unterscheidet sich grundlegend von der des Forschers, so ergeben sich automatisch beim konvergieren beider Rollen auf eine Person Interessenskonflikte, wobei das Wohlergehen des Patientin immer im Mittelpunkt stehen sollte. Um diesen ethischen Anforderungen gerecht zu werden wurde nach den Gräuel des zweiten Weltkrieges der Weltärztebund ins Leben gerufen um den Mediziner ihre ethischen Verpflichtungen ins Bewusstsein zu bringen und klare Grundsätze für medizinische Forschungen und ethisches Handeln zu etablieren. Schlussendlich entstand 1964 die Deklaration von Helsinki, welche in den darauffolgenden Jahren mehrmals überarbeitet wurde, und heute als Referenz für Forschungsethik gilt. So sind Forschung und Entwicklung wohl unentbehrlich, und in Zusammenschau mit einer ethischen Kontrollaufsicht ein goldener Mittelweg um für Patienten auch in Zukunft die beste medizinische Versorgung gewährleisten zu können (association, 1964)

Um diesen Vorgaben des rechten Medizin-ethischen Handelns Folge zu leisten wurde diese Studie Mitte Jänner 2014 bei der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien eingereicht. Laut Beschluss am 11.02.2014, EK Nr: 1032/2014, Projekttitel „Mögliche Lagevariationen des Ganglion cervicale superius“, Antragsteller/in Fr. Dr. med. Diana Stöckl, Institution: Zentrum für Anatomie und Zellbiologie, Abteilung für angewandte Anatomie, besteht kein Einwand gegen die Studie.

Die Studienteilnehmer unterzeichneten zu Lebzeiten eine schriftliche Einwilligungserklärung, womit sie ihre Körper post mortem der Lehre und Wissenschaft verschrieben haben Das Formular ist der Masterthese im Anhang beigefügt.

5. Methodologie

5.1. Datenverwendung und Datenschutz

Die Anonymität der Studienteilnehmer wurde strikt gewahrt. Es wurden fremdanamnestisch keine persönlichen Daten bezüglich der Studienleichen erhoben oder aus Krankenakten extrahiert, einzig das Geschlecht der Verstorbenen wird protokolliert. Sämtliche elektronisch gespeicherte Daten werden entsprechend Punkt 7 der Richtlinien der Medizinischen Universität Wien über "Good Scientific Practice" (siehe GSP_MedUniWien_NEU.pdf, veröffentlicht im 18. Mitteilungsblatt Nr. 21 aus 2012) behandelt und ausschließlich auf einem Rechner im Zentrum für Anatomie und Zellbiologie verwahrt, der durch Passwort geschützt ist. Die Daten verbleiben strikt anonymisiert an der Medizinischen Universität Wien und werden der Dissertantin ausschließlich für diese Masterthese respektive daraus resultierende Originalarbeiten zu Verfügung gestellt.

5.2. Präparationsduktus

An 21 anatomischen Präparaten von Körperspendern, die sich zu Lebzeiten freiwillig per testamentarischer Verfügung (siehe betreffendes Formular im Anhang) dem Zentrum für Anatomie und Zellbiologie für Lehr- und Forschungszwecke verschrieben haben, wurde diese Studie im Rahmen des Kurses "Organmorphologie II" durchgeführt. An diesen sogenannten Studienleichen wurden jeweils beidseits die zervikalen Abschnitte der Grenzstränge präpariert und die Ganglia cervicalia superiora in ihrer kranio-kaudalen Ausdehnung mit einer handelsüblichen analogen Schublehre (HM Helu-2, Herbert Müllner Werkzeuggroßhandel GmbH, Eugendorf bei Salzburg, Österreich) vermessen. Die Präparation der Grenzstränge erfolgte zum Teil bereits durch Studierende im Rahmen der Pflichtpraktika "Organmorphologie I und II". Im Anschluss an die Arbeit der Studierenden innerhalb ihrer Praktika wurden die Ganglia cervicalia superiora im Spatium parapharyngeum vollständig auspräpariert und vermessen. Die Lage des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis wurde bestimmt, indem die Entfernung zwischen dem Unterrand des Foramen jugulare und dem kranialen Pol des Ganglion gemessen wurde. Der Arbeitsschritt der Vermessung wurde zusätzlich photographisch dokumentiert.

Die Präparation erfolgte nach der 'Anleitung zur topographischen-anatomischen Präparation an der ganzen Leiche nach einem „Rotationssystem“ 'gemäß der Präparieranleitung von Eva B. Krammer (Krammer, 1982):

„Die Dermis des Halses wird von median-kranial beginnend unter Darstellung des Platysmas bis zum Vorderrand des Musculus trapezius abpräpariert. Nach Darstellung und Abpräparation des Platysmas wird die Fascia colli superficialis, welche die Begrenzung des Trigonum caroticum darstellt zur Ansicht gebracht. Nach Eröffnung der Vagina carotica ist das in ihr verlaufende Gefäß-Nervenbündel zu präparieren. Die A. carotis communis wird aufwärts bis zu ihrer Teilung in eine Arteria carotis interna et externa verfolgt und die Radix superior der Ansa cervicalis profunda bis zum Nervus hypoglossus zurückverfolgt, der in einem kaudal konvexen Bogen die Arterien des Trigonum caroticum überkreuzt. Nun werden die ersten Äste der A. carotis externa präpariert: die Arteria lingualis, die Arteria facialis, die Arteria pharyngea ascendens, die Arteria occipitalis und die Arteria sternocleidomastoidea, welche parallel zum Nervus accessorius zieht. Der Nervus accessorius wird im hinteren Teil des Trigonum aufgesucht; er erscheint unterhalb des Venter posterior musculi digastrici, meist oberflächlich der Vena jugularis interna. Die in variabler Höhe vom Nervus vagus - manchmal auch vom Nervus laryngeus superior - abgehenden Rami cardiaca cervicales werden präpariert. In der Tiefe des Trigonum findet sich, in die Lamina praevertebralis der Fascia cervicalis (Fascia colli profunda) eingelagert, der Truncus sympathicus mit seinem Ganglion cervicale superius. Durch Kratzen mit der Skalpellspitze werden dieser und der vom Ganglion abgehende Nervus cardiacus cervicalis superior dargestellt. Alle aufgesuchten Gebilde werden bis an die Grenzen des Trigonum verfolgt. Um den Grenzstrang vom Foramen jugulare nun bis zur Thoraxapertur darstellen zu können, wird das Corpus mandibulae lateral des mandibulären Ursprunges des Venter anterior musculi digastrici durchsägt und der rechte Mandibularbogen nach Durchtrennung der an ihm haftenden Muskeln (Musculus mylohyoideus, Musculus mylopharyngeus) und des Nervus alveolaris inferior, zusammen mit dem daran heftenden Musculus pterygoideus medialis entfernt. Beim Durchtrennen des Nervus alveolaris inferior bleibt die Kontinuität zwischen dem Nervenstamm und dem knapp oberhalb des Foramen mandibulae abgehenden Nervus mylohyoideus erhalten. Die vom Processus styloideus entspringenden Muskeln werden präpariert, um die topographische Beziehung diverser Arterien (Arteria carotis externa, Arteria facialis, Arteria palatina ascendens) zu diesen darstellen zu können. Nach Entfernung der Fascia stylopharyngea können die Gebilde des Gefäß- Nervenstranges, welche vom Trigonum caroticum beziehungsweise vom Trigonum submandibulare ausgehen, in ihrer vollen Ausdehnung dargestellt und in Richtung Schädelbasis verfolgt werden. Diese seien: die Arteria carotis interna, die Arteria pharyngea ascendens, die Vena jugularis interna, der Nervus accessorius, der Nervus hypoglossus, der Nervus vagus, der Nervus

glossopharyngeus, und schließlich der ganz dorsal vor dem Musculus splenius capitis und der Fascia prävertebralis gelegene Truncus sympathicus mit seinem Ganglion cervicale superius.

Um nun das Ganglion cervicale superius vermessen zu können, wurde der Schädel vom Rumpf abgesetzt, indem die Schädelbasis beidseits von den Processus mastoidei zum Foramen magnum durchtrennt wird. Nun kann das Viscerocranium gemeinsam mit den Teilen der Schädelbasis, welche vor dem Foramen magnum liegen, nach vorne geklappt werden und die Gebilde der Spatia retro- und parapharyngea genau präpariert und inspiziert werden. “

In Anlehnung an die Arbeit von Wisco J. et al (Wisco, 2012) wurden die kranialen und kaudalen Grenzen des Ganglion cervicale superius mittels Palpation und Inspektion festgelegt. Um die Genauigkeit der Grenzen der kranio-kaudalen Ausdehnung des Ganglion cervicale superius zu sichern wurde jedes Ganglion von zwei Untersuchern unabhängig voneinander inspiziert und palpiert und so die Grenzen definiert.

5.3. Forschungsdesign

Bei dieser Mastherthese handelt es sich um eine retrospektiv, explorative, makroskopisch, vergleichende Studie an der Abteilung für angewandte Anatomie des Zentrums für Anatomie und Zellbiologie der Medizinischen Universität Wien.

5.4. Stichprobengröße und Stichprobenbeschreibung

Es wurden an 21 Individuen jeweils beidseits die Grenzstränge cervical präpariert und das Ganglion cervicale superius in seiner kranio-kaudalen Ausdehnung vermessen. Die Lage des Ganglions wurde jeweils in Bezug zur Schädelbasis protokolliert, wobei hier als Bezugspunkt der kaudale Rand des Foramen jugulare fungiert. Es wurde auf Seitendifferenzen sowohl innerhalb einzelner Individuen, als auch in der Gesamtpopulation geachtet. Um einen eventuellen sexuellen Dimorphismus feststellen zu können wurde festgehalten ob es sich um Präparate von weiblichen oder männlichen Individuen handelt.

5.5. Ausschlusskriterien

Konnte einer der beiden Grenzstränge in seinem cervicalen Bereich nicht durchgehend präpariert werden, so stellte dies ein Ausschlusskriterium zur Aufnahme des Präparates in die Studienpopulation dar.

5.6. Materialien

Untersucht wurden 21 fixierte Studienleichen am Institut für Anatomie und Zellbiologie. Die Präparate wurden in einem Phenol-Formalin Gemisch fixiert, durch welches die unterschiedlichen Gewebe gut differenzierbar waren und auch der notwendige Gewebserhalt gegeben war.

5.7. Kooperierende Institutionen

Die Studie wurde am Institut für Anatomie und Zellbiologie der Medizinischen Universität Wien, Abteilung für systemische Anatomie in enger Zusammenarbeit mit Ao. Univ.- Prof. Dr. Michael L. Pretterklieber und unter dessen Leitung durchgeführt. Erst auf Grund der freundlichen Unterstützung diverser Lehrender, welche mir ihre Lehrpräparate für Vermessungen zur Verfügung gestellt haben, konnte diese Studie realisiert werden. Hier zu nennen seien Priv.-Doz. DDr. Peter Brugger, Dr. Michel Dedeyan, Dr. Lukas Eichelberger, Mag. Dr. Gerlinde Gruber, emer. Univ.-Prof. Dr. Helmut Gruber und Mag. Dr. Doris Schamall.

5.8. Messinstrumente

Die oberen und unteren Pole des Ganglion cervicale superius wurden makroskopisch jeweils durch zwei Untersucher festgelegt. Die kranio-kaudale Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius wurden, ebenso wie der Abstand des oberen Pols des Ganglion cervicale superius zum Unterrand des Foramen jugulare, mit einer handelsüblichen Schublehre (HM Helu-2, Herbert Müllner Werkzeuggroßhandel GmbH, Eugendorf bei Salzburg, Österreich) gemessen und in cm aufgezeichnet. Die Seitendifferenzen wurden in Bezug zur Höhenlokalisation und zur Ausdehnung des Ganglion cervicale superius innerhalb eines Individuums vermerkt, weiters wurde das Geschlecht des Präparats aufgezeichnet.

5.9. Datenaufbereitung

Die im Sezierraum aufgezeichneten Daten wurden in Microsoft Excel 2010 überführt. Zur weiteren statistische Ausarbeitung wurde IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp. Armonk, New York, USA) und R (R Development Core team, Auckland, New Zealand) herangezogen.

6. Ergebnisse

Es wurden für diese Studie die zervikalen Bereiche der Grenzstränge von neun männlichen und zwölf weiblichen Individuen untersucht. Der Unterschied in der Geschlechterverteilung ergibt sich, da sich mehr Frauen als Männer zu Studienzwecken post mortem verschreiben. In drei Individuen (zwei Männer, eine Frau) waren unilateral - jeweils linksseitig – makroskopisch keine Ganglia cervicalia superiora ausfindig zu machen. Womit in 14,29% der Studienleichen unilateral keine makroskopisch determinierbare Ganglienbildung stattgefunden hat und somit in diesen Präparaten per definitionem eine Seitendifferenz zu finden war. Da in diesen Präparaten allerdings keine Lokalisationsvariabilitäten berechnet werden konnten, wurden sie von weiteren Berechnungen exkludiert.

Ein koinzidentes Fehlen des Ganglion cervicale superius in ein und demselben Individuum wurde im Rahmen der vorliegenden Studie nicht beobachtet. Da es sich bei der Fragestellung dieser Masterthesis um die Höhenlokalisierung und um quantitative Seitenunterschiede bezüglich der Länge der Struktur handelt, und dies bei ausbleibender Bildung relevanter Strukturen nicht berechnet werden konnte, erfolgte die weitere Auswertung der Befunde ausschließlich mit den Daten der 18 verbliebenen Präparate, welche eine beidseitige Ganglienbildung aufweisen.

Womit sich eine Geschlechterverteilung wie in Tabelle (Tab) 1 dargestellt ergibt:

Tab 1: Geschlechtsverteilung innerhalb der Präparate

	absolute Häufigkeit	Prozent
männlich	7	38,9
weiblich	11	61,1
total	18	100

In zehn Individuen begann strikt unilateral das Ganglion cervicale superius bereits an der Schädelbasis, wobei dies rechts sieben Mal (bei zwei Männern und fünf Frauen) und links drei Mal vorkam (ein Mann, zwei Frauen). Diese offensichtlich häufige Normvariante wurde - das sei nochmals betont - immer nur ein- und niemals beidseitig beobachtet.

Eine weitere Normvariante konnte in Form einer nur einseitigen makroskopisch erkennbaren Bildung des Ganglion cervicale superius gefunden werden. Dieses makroskopische Fehlen trat in unserer Stichprobe immer nur linksseitig auf, wie im Beispiel in Abbildung (Abb.) 1 gut zu erkennen ist. In diesen drei Fällen konnte konstant ein Ganglion cervicale superius auf der Gegenseite gefunden werden. Immerhin stellen diese drei Individuen bezogen auf die vorliegende Studie 14,29% der untersuchten Stichprobe dar. Da dieses Projekt als Pilotstudie geplant war, lässt dieses Ergebnis möglicherweise keinen auf die Gesamtbevölkerung repräsentativen Rückschluss zu.

Die Ergebnisse in unserer Studie konnten aufzeigen, dass seine zu erwartende Hypertrophie des Ganglion cervicale superius der Gegenseite in diesen Fällen nicht stattfand. In zwei von drei Fällen war der Median der Längen der Ganglia der Gegenseite mit 2,6cm beziehungsweise 2,4cm kleiner als der durchschnittliche Median der verbleibenden Population, welche mit 2,8cm ermittelt werden konnte. Dies entspricht immerhin einem Anteil von 66,6%. Lediglich in dem einen verbliebenen Fall ist das Ganglion in seiner Expression derart manifestiert wie es zu erwarten gewesen wäre: Mit 3,8cm Längenausdehnung überragt das kontralaterale Ganglion cervicale superius den Durchschnittsmedian. Die Abstände der rechten Ganglia cervicalia superiora in Relation zum Unterrand der ipsilateralen Foramina jugularia soll für die drei Studienleichen mit linksseitig fehlendem Ganglion cervicale superius angeführt sein. Der Durchschnittsmedian des Abstandes der oberen Pole der rechten Ganglia cervicalia superiora kann wie oben bereits angegeben mit 2,0cm angenommen werden. Im Vergleich dazu konnte in zwei der drei Individuen größere Abstände zur Schädelbasis – mit 2,8cm, beziehungsweise 2,4cm – ausgemacht werden. Interessanterweise endete bei einer weiblichen Studienleiche mit linksunilateraler ausbleibender Ganglienbildung das kontralaterale Ganglion cervicale superius unmittelbar an der Schädelbasis.



Abb 1. Beispiel einer intraindividuellen Seitendifferenz

Die Überprüfung der Voraussetzungen für parametrische Testverfahren erfolgte mittels Shapiro-Francia Normalitätstest. Da die vorliegenden Daten bezüglich des Abstandes zur Schädelbasis und der Differenz der Abstände, wie in Tabelle 2 demonstriert, nicht normalverteilt sind, erfolgt die Auswertung der Daten bezüglich des Abstandes zur Schädelbasis mittels Wilcoxon Rangsummentest, bezüglich der Länge des Ganglion cervicale superius mit einem t-Test. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0.05$ festgelegt.

Tab. 2 Überprüfung auf Normalverteilung, Shapiro-Francia Normalitätstest

	Shapiro - Wilk-Test		
	Statistic	df.	Sig.
Länge Ganglion links	0,944	18	0,336
Länge Ganglion rechts	0,973	18	0,85
Abstand von SB links	0,942	18	0,314
Abstand von SB rechts	0,865	18	0,015
Betrag Längenunterschied	0,923	18	0,147
Betrag Abstand von SB	0,895	18	0,047

6.1. Abstand des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis

Wie in Tabelle 3 darstellt konnten alle 18 zur Verfügung stehenden Präparate zur statistischen Berechnung von signifikanten inter- und intraindividuellen Unterschieden herangezogen werden.

Tab. 3. Zur Verfügung stehende Präparate zur Berechnung des Abstandes des Ganglion cervicales superius zur SB

	Valid		Fehlen		Total	
	Absolu	Prozen	Absolu	Prozen	Absolu	Prozen
Abstand von SB links	18	100%	0	0%	18	100
Abstand von SB rechts	18	100%	0	0%	18	100

Tab. 4. statistische Werte bezüglich Abstand des Ganglion cervicale superius zur SB

		Abstand von Schädelbasis links	Abstand von Schädelbasis rechts
N	valide	18	18
	fehlend	0	0
Mittelwert		1,8111	1,6444
Median		1,85	2
SD		0,95787	1,32364
Min. Abstand		0	0
Max. Abstand		4,1	4
Percentilen	25%	1,2	0
	50%	1,85	2
	75%	2,225	2,525

Hier soll ein kurzer Abriss über die statistischen Daten des Abstandes des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis gegeben werden. Zum besseren Überblick werden zu erst die Werte des linken, darauf folgend die Daten des rechten Ganglion cervicales superius diskutiert. Die Daten sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Der minimale Abstand des oberen Pols der linken Ganglia cervicalia superiora zum Unterrand des Foramen jugulare beträg 0cm, womit hier das Ganglion cervicale superius unmittelbar kaudal der Schädelbasis endet. Der maximale Abstand kann mit 4,1cm angegeben werden. Dadurch errechnet sich ein Mittelwert von 1,8cm mit einer Standartabweichung von 0,96. Der Median beträgt 1,85cm. Die 25% Percentile des Abstandes des linken Ganglion cervicale superius kann somit mit einem Wert von 1,2cm, sowie einer 75% Percentile vom 2,2cm angegeben werden. Somit darf angenommen werden, dass 50% der Daten einen Abstand vom Foramen jugulare aufweisen, welcher zwischen 1,2cm und 2,25cm liegt. Aus den Percentilen ergibt sich ein Interquartilsabstand von 1cm, welcher ein Streuungsmaß für den Median darstellt.

Im nachfolgenden Histogramm (Abb. 3) sind die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der linken Ganglia cervicalia superiora angeführt.

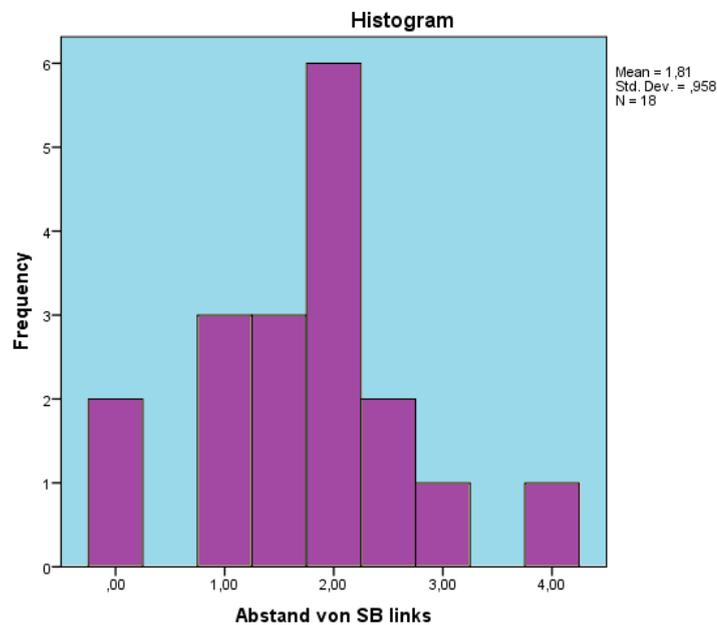


Abb. 2. Histogramm über die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der linken Ganglia cervicalia superiora zur Schädelbasis (SB)

In Abbildung 3 sind die oben angeführten statistischen Werte zur leichteren Übersicht als Boxplot dargestellt.

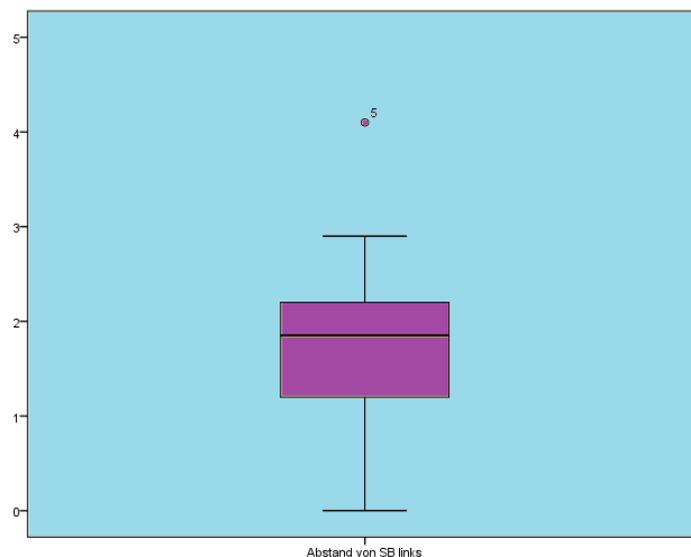


Abb.3. Boxplot Abstand der linken Ganglia cervicalia superiora von der SB

Bezüglich der Abstände der rechten Ganglia cervicalia superiora zur Schädelbasis soll im

Fachfolgenden die Rede sein.

Das Histogramm in Abbildung 4 zeigt die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der rechten Ganglia cervicalia superiora.

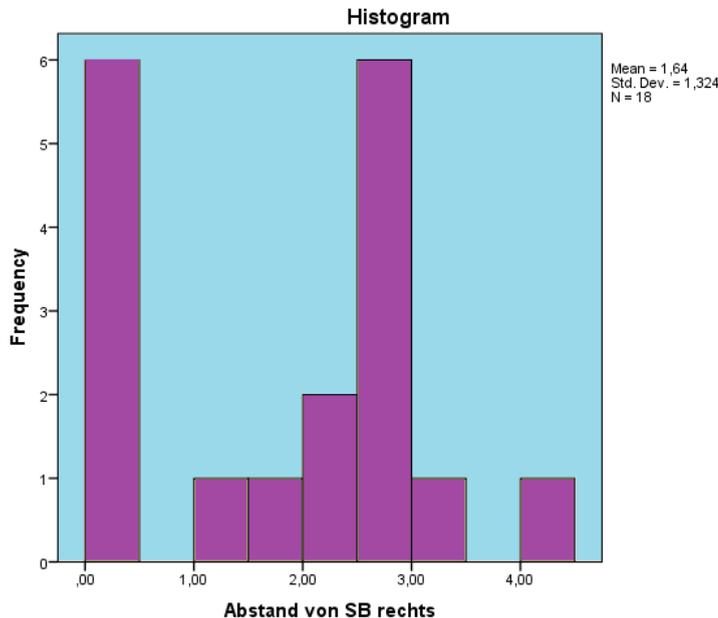


Abb. 4. Histogramm über die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der rechten Ganglia cervicalia superiora zur SB

Der minimale Abstand des makroskopisch auszumachenden oberen Pols des rechten Ganglion cervicale superius beträgt ebenfalls – wie auch auf der Gegenseite – 0cm, dies heißt, dass auch auf der rechten Seite die Ganglia cervicalia superiora teilweise bis zum Unterrand des Foramen jugulare ragen. Der maximale Abstand von der Schädelbasis kann rechts mit 4cm angegeben werden. Der Mittelwert der Abstände der rechten Ganglia cervicalia superiora zur Schädelbasis beträgt 1,6cm mit einer Standardabweichung von 1,32. Der Median beträgt 2cm. Die 25% Percentile der Abstände der Ganglia cervicalia superiora entfällt auf den Wert 0cm, die 75% Percentile auf 2,5cm. Womit hier rückgeschlossen werden kann, dass auf der rechten Seite 50% der Abstände der Ganglien einen Wert zwischen 0cm und 2,5cm aufweisen. Folglich kann für die Variable “Abstand des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis” ein Interquartilsabstand von 2,5cm angenommen werden.

In Abbildung 5 sind die oben angeführten statistischen Werte zur leichteren Übersicht als Boxplot dargestellt.

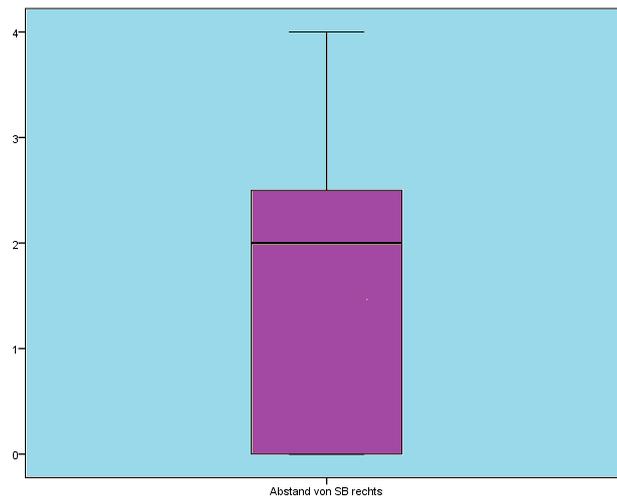


Abb. 5. Boxplot Abstand der rechten Ganglia cervicalia superiora von der SB

Es wurden die Daten nun mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung überprüft (siehe Tabelle 5).

Tab. 5 Shapiro Wilk Test zur Prüfung auf Normalverteilung

	Test auf Normalverteilung					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Abstand von SB links	0,151	18	0,2	0,942	18	0,314
Abstand von SB rechts	0,226	18	0,015	0,865	18	0,015

Der Abstand der Ganglia cervicalia superiora zur Schädelbasis rechts ist laut Shapiro Wilk Test nicht normalverteilt, der Abstand der Ganglia cervicalia superiora links allerdings schon. Somit wird der Abstand der Ganglia cervicalia superiora mit einem nicht parametrischen Verfahren berechnet. Hierfür wurde der Wilcoxon- Vorzeichen- Rangtest herangezogen. Wertet man den Abstand des Ganglion cerviale superius vom Foramen jugulare im Seitenvergleich, indem der Abstand aller linker Ganglia cervicalia superiora aller Präparate gegen alle rechten Ganglia cervicalia superiora aller Präparate getestet wird, aus, so ergibt sich bei einem p Wert von 0.445 keine Signifikanz.

Dies soll heißen, dass es keine Seitenpräferenz gibt, welche auf einen weiteren (respektive kürzeren) Abstand des Ganglion cerviale superius vom Foramen jugulare auf der linken (respektive rechten) Seite hindeutet. Da die Abstände intra- und interindividuell variieren, heben sich Seitenpräferenzen innerhalb einer Population auf. Somit muss auf diese Fragestellung bezogen die Nullhypothese angenommen werden.

Die unten stehenden Abbildungen 5 und 7 (Streudiagramm und Punktauftragung) zeigen deutlich, dass bei interindividueller Analyse des Abstandes des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis keine Gesetzmäßigkeiten gefunden werden können, da sich die Unterschiede aufheben.

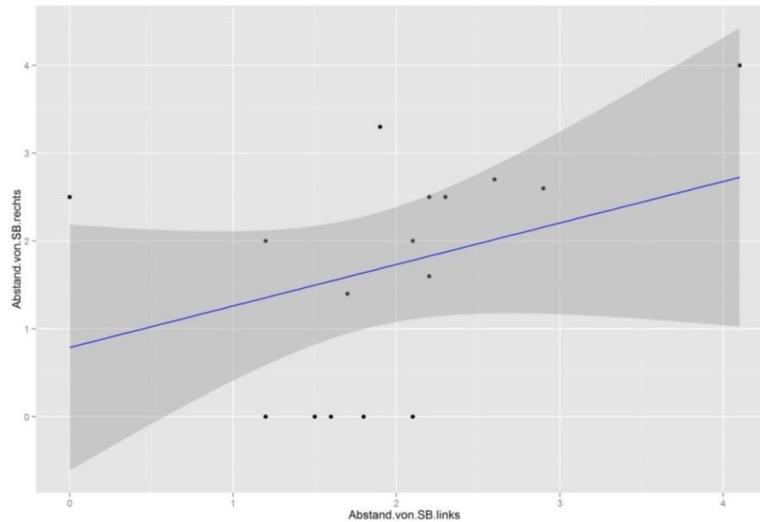


Abb. 6. Streudiagramm Abstand des Ganglion cervicale superius von der SB im Seitenvergleich

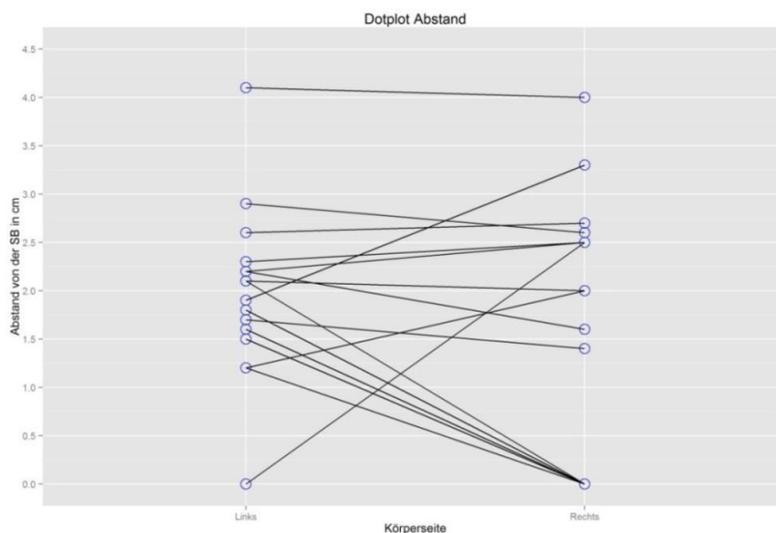


Abb. 7. Punktauftragung der Abstände des Ganglion cervicale superius von der SB im Seitenvergleich

Offen bleibt hier allerdings noch die Frage ob man von intra-individuellen rechts-links

Unterschieden der Ganglienbildung ausgehen kann? Für die Berechnung von Unterschieden innerhalb eines Individuums wurden die Differenz der Abstände jeweils aller Individuen einzeln von links und rechts berechnet und deren Beträge versus Null (entspricht null cm Unterschied) gerechnet. Da die Differenz der Abstände nicht normalverteilt sind, wurde zur Berechnung der Signifikanz der wiederum der Wilkoxon-Vorzeichen-Rang Test verwendet. Wie das Ergebnis von p gleich 0.0 eindeutig zeigt ergibt sich eine hohe Signifikanz. Daraus folgend kann die Nullhypothese verworfen werden, und es kann angenommen werden, dass bei ein und demselben Individuum der Abstand des oberen Pols des Ganglion cerviale superius von der Schädelbasis links und rechts ungleich groß ist.

Der Boxplot in Abbildung8 zeigt die Werte des Betrages der Abstandsunterschiede zu Schädelbasis nochmals auf graphische Weise.

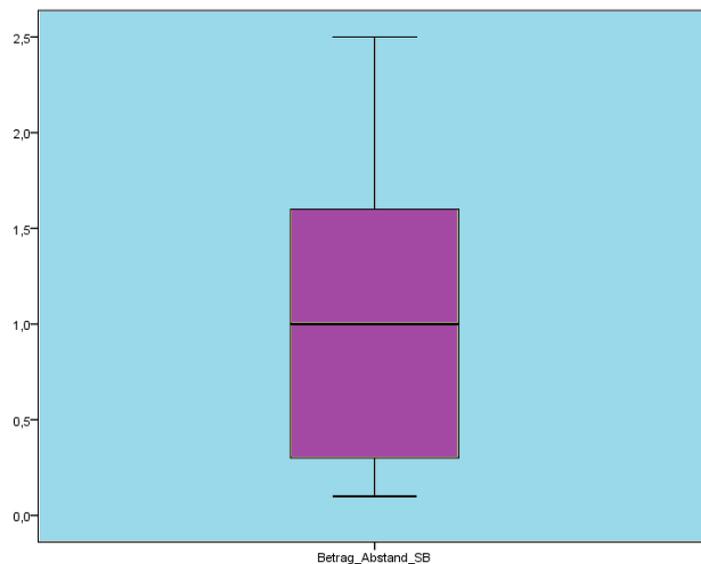


Abb. 8. Boxplot zur Betrages der Abstandsunterschiede zur SB

Tab. 6 statistische Eckpfeiler bezüglich des Abstandes des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis

		Betrag Abstand SB							
N valide	N fehlend	Mittelwert	Median	SD	Min. Abstand	Max. Abstand	25% Percentile	50% Percentile	75% Percentile
18	0	1,0333	1	0,83736	0,1	2,5	0,275	1	1,65

Im Nachfolgenden sollen die Daten wie in Abbildung 8 zu entnehmen nochmals kurz beschrieben werden. Der minimalen intraindividuelle Abstandsunterschied zwischen den Ganglion cervicale superius wird mit 0,1cm, der maximale Abstand mit 2,5cm berechnet. Es ergeben sich ein Mittelwert von 1cm mit einer Standartabweichung von 0,84 und ein Median von 1cm. Wobei der Wert 0,3cm auf die 25% Percentile und der Wert 1,7cm auf die 75% Percentile entfallen. Hieraus

wiederum errechnet sich ein Interquartilsabstand für den Betrag des Abstandes der Ganglia cervicalia superiora von 1,4cm.

6.2. Länge Ganglion cervicale superius

Auch für die Berechnung statistischer Längenunterschiede konnten alle verbleibenden 18 Präparate verwendet werden.

Tab. 7 Anzahl der zur Verfügung stehende Präparate

	Valid		Fehlend		Tota	
	Absol	Proze	Absol	Proze	Absol	Proze
Länge Ganglion links	18	100%	0	0%	18	100
Länge Ganglion rechts	18	100%	0	0%	18	100

Die allgemeinen Daten bezüglich der kranio-kaudalen Längenausdehnungen des Ganglion cervicale superius beider Seiten soll hier wiederum seitengetrennt angegeben werden, beginnend mit den Daten der linken Seite, danach werden die Daten des rechten Ganglia cervicalia superiora erörtert. Zur leichteren Übersichte sind die statistischen Ergebnisse in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tbl. 8 statistische Eckpfeiler der Länge des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis

		Länge Ganlgion links	Länge Ganglion rechts
N	valide	18	18
	fehlend	0	0
Mittelwert		2,8111	2,55
Median		2,8	2,6
SD		0,61442	0,77479
Min. Länge		1,8	1,2
Max. Länge		3,7	4
Percentilen	25	2,275	1,925
	50	2,8	2,6
	75	3,4	3,1

Die minimale Länge des linken Ganglion cervicale superius beträgt 1,8cm, das längste Ganglion hatte eine Dimension von 3,7cm. Dem Mittelwert für die Länge der linken Ganglia cervicalia superiora kann mit 2,8cm angegeben werden, wobei sein Standartabweichung 0,61 beträgt. Auf den Median entfällt der Wert 2,8cm. Die 25% Percentile beträgt 2,3cm, die 75% Percentile 3,4cm. Dies bedeutet, dass 50% aller gemessenen Ganglia cervicalia superiora der linken Seiten eine Länge zwischen 2,3cm und 3,4cm aufweisen. Aus den Percentilen ergibt sich ein

Interquartilsabstand von 1,1cm.

Im nachfolgenden Histogramm (Abbildung 9) sind die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der linken Ganglia cervicalia superiora angeführt.

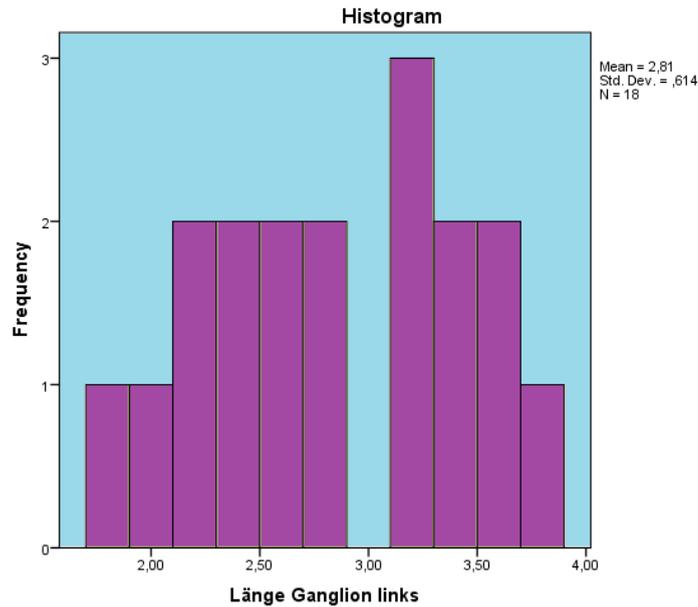


Abb. 9. Histogramm Länge Ganglion links

Zusammengefasst in einem Boxplot können die Daten nun der nachfolgenden Abbildung 10 nochmals entnommen werden.

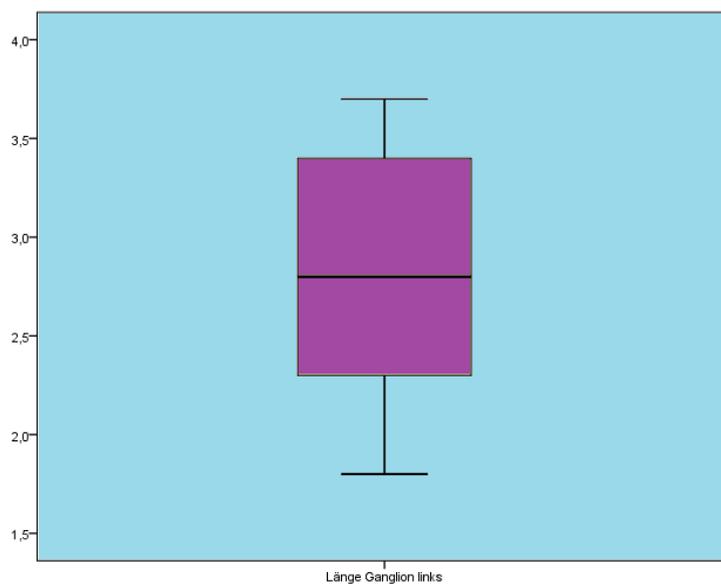


Abb. 10. Boxplot Länge Ganglion links

Für die rechte Seite gilt, dass die kürzeste Länge des rechten Ganglion cervicale superius 1,2cm

war, die maximale Ausdehnung ist mit 4cm anzugeben. Der Mittelwert kann mit 2,6cm, seine Standardabweichung mit 0,77 berechnet werden. Der Wert des Median beträgt für die Länge des rechten Ganglion cervicale superius 2,6cm, die 25% Percentile 1,9cm und die 75% Percentile 3,1cm. Daraus ergibt sich wiederum ein Interquartilsabstand von 1,2cm.

In Abbildung 11 sind die Abstandsverteilungen der rechten Ganglia cervicalia superiora graphisch zu entnehmen.

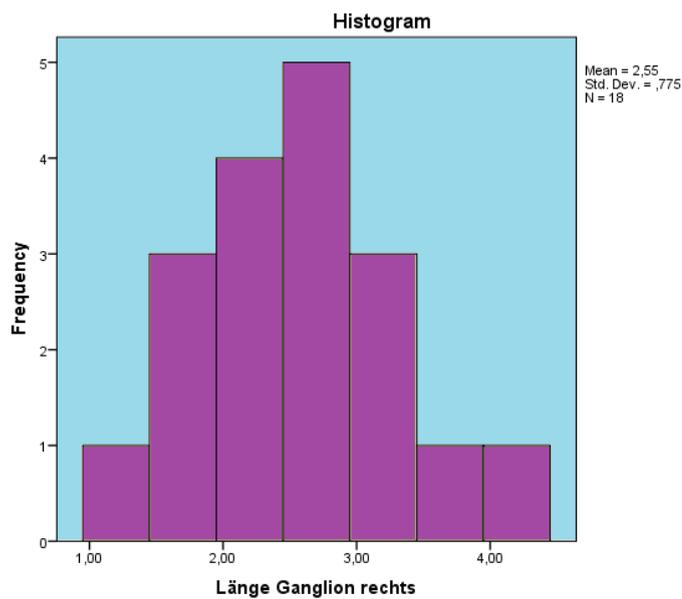


Abb. 11. Histogramm Länge Ganglion rechts

Im nachfolgenden Boxplot sind die statistischen Daten bezogen auf die kranio-kaudale Längenausdehnung der rechten Ganglia cervicalia superiora zu finden.

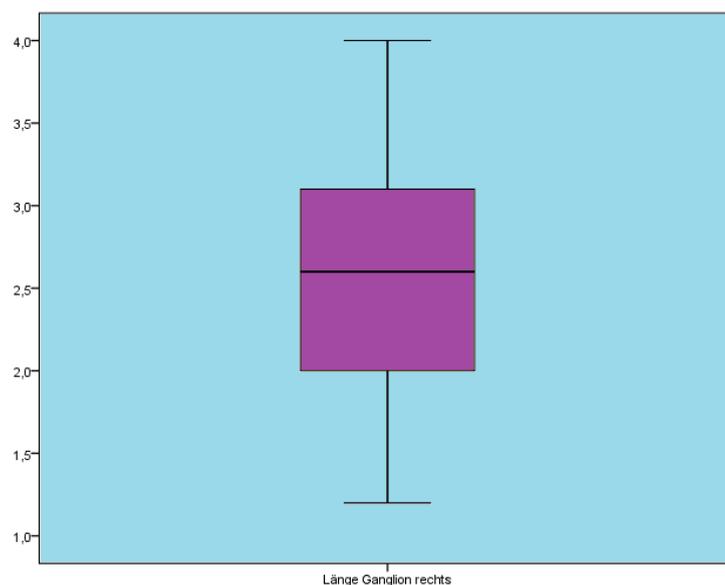


Abb. 12. Boxplot Länge Ganglion rechts

Die Daten betreffend der Länge beider Ganglia cervicalia superiora wurden nun auf ihre Normalverteilung hin mit dem Shapiro-Wilk Test geprüft.

Tab. 9 Test auf Normalverteilung der Längen der Ganglia cervicalia superiora

	Test Auf Normalverteilung					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Länge Ganglion links	0,126	18	0,2	0,944	18	0,336
Länge Ganglion rechts	0,094	18	0,2	0,973	18	0,85

Da die Daten für beide Seiten bezüglich der Länge der Ganglia cervicalia superiora normalverteilt sind konnte für die statistische Auswertung der t-Test herangezogen werden.

Wertet man die Längenunterschiede des Ganglion cerviale superius im Seitenvergleich und testet alle Ganglien aller Testpersonen der linken Seite versus alle Ganglien aller Testpersonen der rechten Seite so sind die Unterschiede bei einem p Wert von 0.237 und einem Signifikanzniveau von 0.05 nicht signifikant. Somit muss – was die Fragestellung nach der allgemeinen Seitendifferenz anbelangt – hier die Nullhypothese angenommen werden, es gibt keine Seitenunterschiede zwischen links und rechts innerhalb einer Population. Dies bedeutet, dass auf keiner Seite – weder links noch rechts – prinzipiell die kranio-kaudale Ausdehnung des Ganglion länger beziehungsweise kürzer ist als auf der Gegenseite. Da die Längsausdehnung des Ganglion auf beiden Seiten in gleicher Weise variiert, heben sich die Unterschiede auf.

Die unten stehenden Abbildungen 13 und 14 (Streudiagramm und Punktauftragung) zeigen deutlich, dass auch in Bezug auf die Länge des Ganglion cerviale superius bei interindividueller Analyse des Abstandes des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis keine Gesetzmäßigkeiten gefunden werden können, auch hier heben sich die Seitenunterschiede auf.

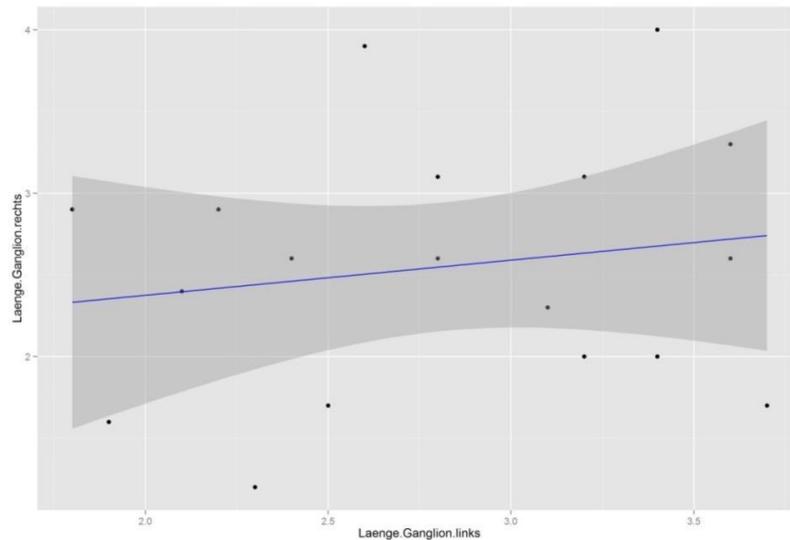


Abb. 13. Streudiagramm der Länge des Ganglion cervicale superius im Seitenvergleich

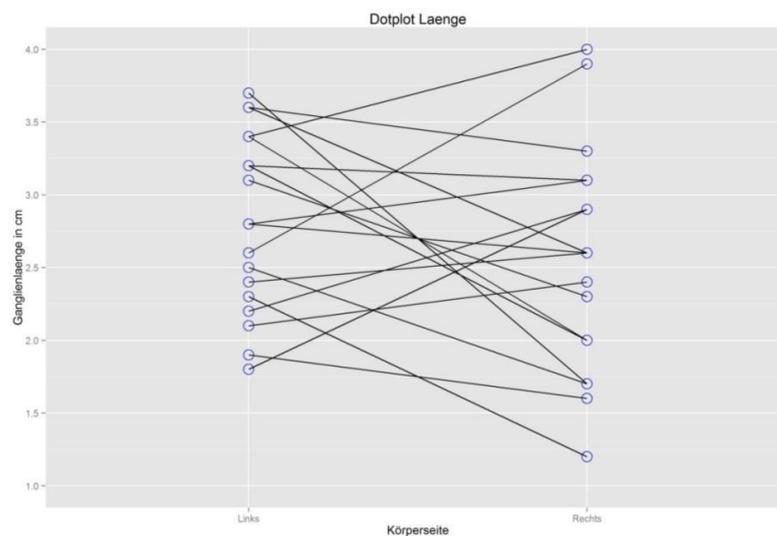


Abb. 14. Punktauftragung der Länge des Ganglion cervicale superius im Seitenvergleich

Vergleichbar mit der Fragestellung bezüglich intraindividuelle Unterschiede bezüglich des Abstandes des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis ergibt sich auch in Bezug auf die Länge des Ganglion cervicale superius die Frage, ob dessen Längenausprägung innerhalb eines Individuums in Bezug auf Seitenunterschiede variiert? Um dies zu berechnen wurde für jedes Präparat der Betrag des Längenunterschieds der Ganglien links und rechts berechnet. Da es nun nicht mehr darum geht ob es innerhalb dieser Stichprobe bezogen auf alle Präparate auf der linken oder rechten Seite die längeren (respektive kürzeren) Ganglien zu finden sind, wurden die Beträge der Differenzen genommen und versus Null gerechnet um zu sehen ob sich diese signifikant von Null unterscheiden. Da die Differenzen der Längen normalverteilt sind wurde

zur Berechnung der Signifikanz der T-Test verwendet. Das Ergebnis ist mit einem p Wert von 0.0 hochsignifikant, womit die Nullhypothese verworfen werden kann, und angenommen werden muss, dass es intraindividuelle Seitenunterschiede in Bezug auf die Längendimension des Ganglion cerviale superius gibt.

Im nachfolgenden können der Abbildung 16 und der Tabelle 10 die statistischen Werte bezogen auf den Betrag der Länge beider Ganglia cervicalia superiora entnommen werden.

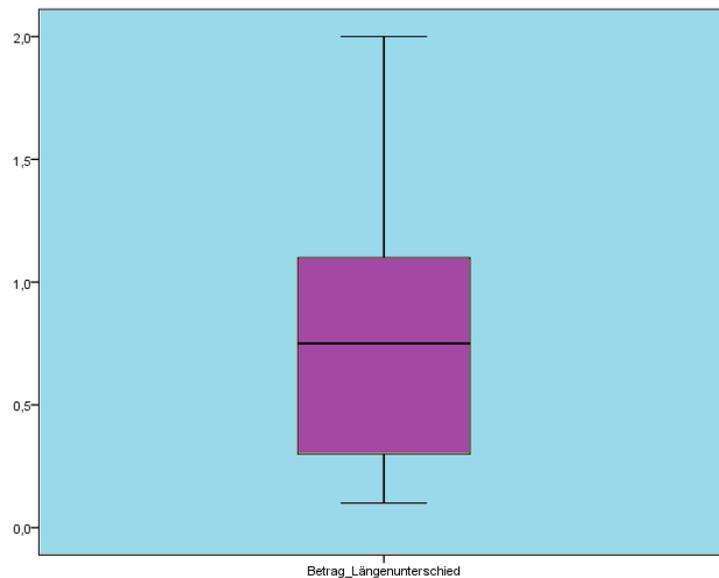


Abb. 15. Boxplot Betrages der Längenunterschiede

Tab. 10 statistische Eckpfeiler bezüglich des Betrages der Länge der Ganglia cervicalia superiora

		Betrag Länge							
N valide	N fehlend	Mittelwert	Median	SD	Min. Abstand	Max. Abstand	25% Percentile	50% Percentile	75% Percentile
18	0	0,7611	0,75	0,52372	0,1	2	0,3	0,75	1,125

Wie in Abbildung 15 zu erkennen ergibt die statistische Auswertung der Daten einen minimalen intraindividuellen Längenunterschiede von 0,1cm, sowie einen maximalen Längenunterschied von 2cm. Der Mittelwert beträgt 0,8cm mit einer Standardabweichung von 0,52. Der Median kann mit 0,8cm veranschlagt werden. Die 25% Percentile hat einen Wert von 0,3cm, der Wert der 75% Percentile beträgt 1,1cm. Daraus ergibt sich wiederum ein Interquartilsabstand von 0,8cm.

6.3. Sexuelle Dimorphismen

6.3.1 Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis unter Rücksichtnahmen sexueller Dimorphismen

Da sich die Frage aufwirft, ob das Geschlecht einen Unterschied in der Ausprägung der untersuchten Eigenschaften des Ganglion cerviale superius verursachen kann wurde die Statistik nochmals getrennt für Männer und Frauen gerechnet.

Um prüfen zu können, ob die Unterschiede einzelner Parameter wie der Länge der Ganglien rechts beziehungsweise links, der Abstand von der Schädelbasis rechts beziehungsweise links und die Beträge der Längenunterschiede und des Abstandes von der Schädelbasis zwischen Männern und Frauen signifikant sind, wurde zu Beginn der geschlechtsspezifischen Auswertung statistischer Daten wiederum auf das Vorhandensein von Normalverteilungen geprüft. Das Ergebnis ist in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tab 13. geschlechtergetrennte Überprüfung auf Normalverteilung, Shapiro-FranciaNormalitätstest

Shapiro - Wilk Test für	
	Signifika
männlich	
Länge Ganglion links	0,335
Länge Ganglion rechts	0,657
Abstand von SB links	0,589
Abstand von SB rechts	0,605
Betrag	0,468
Betrag Abstand von SB	0,255
weiblich	
Länge Ganglion links	0,477
Länge Ganglion rechts	0,73
Abstand von SB links	0,553
Abstand von SB rechts	0,004
Betrag	0,402
Betrag Abstand von SB	0,379

Wie in den nicht nach Geschlecht getrennten Daten finden sich auch hier die Variablen „Länge Ganglion links“, „Länge Ganglion rechts“ und „Abstand zur Schädelbasis links“, also alle Variablen bis auf den „Abstand zur Schädelbasis rechts“ normalverteilt. So werden eben genannte Variablen bis auf den Abstand zur Schädelbasis rechts mit einem t-Test geprüft, der Abstand zur Schädelbasis allerdings mit einem Mann-Whitney Test berechnet.

Die statistischen Daten für den Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis nach Entfallen der weiblichen Studienleichen sollen zu erst für das linke, und danach für das rechte Ganglion cervicale superius beschrieben werden.

In Tabelle 11 sind die geschlechtsgetrennt berechneten statistische Werte, welche den Abstand des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis betreffen, veranschaulicht:

Tab. 11. statistische Auswertung bezüglich des Abstandes des Ganglion cervicale superius getrennt zur Schädelbasis nach Geschlechtern und Seiten

		Abstand Ganglion links	Abstand Ganglion rechts
Männliche Präparate			
	Anzahl der Präparate	7	7
	Mittelwert	1,8429	1,6429
	Median	1,7	1,6
	SD	1,23674	1,40696
	Minimum	0	0
	Maximum	4,1	4
	25% Percentile	1,2	0
	75% Percentile	2,2	2,5
Weibliche Präparate			
	Anzahl der Präparate	11	11
	Mittelwert	1,7909	1,6455
	Median	1,9	2,5
	SD	0,80057	1,33818
	Minimum	0	0
	Maximum	2,9	3,3
	25% Percentile	1,2	0
	75% Percentile	2,3	2,6

Die Berechnung des linken Ganglion cervicale superius der männlichen Individuen unsrer Stichprobe ergibt einen minimalen Abstand von 0cm, sowie einen maximalen Abstand von 4,1cm. Weiters ergibt sich ein Mittelwert von 1,8cm und einer Standartabweichung von 1,24. Der Median entfällt auf einen Wert von 1,7cm, und die 25% Percentile auf einen Wert von 1,2cm. Die 75% Percentile kann mit 3,6cm angegeben werden, der Interquartilsabstand mit 2,4cm.

Diese Daten können nachfolgend dem Boxplot der Abbildung 16 entnommen werden.

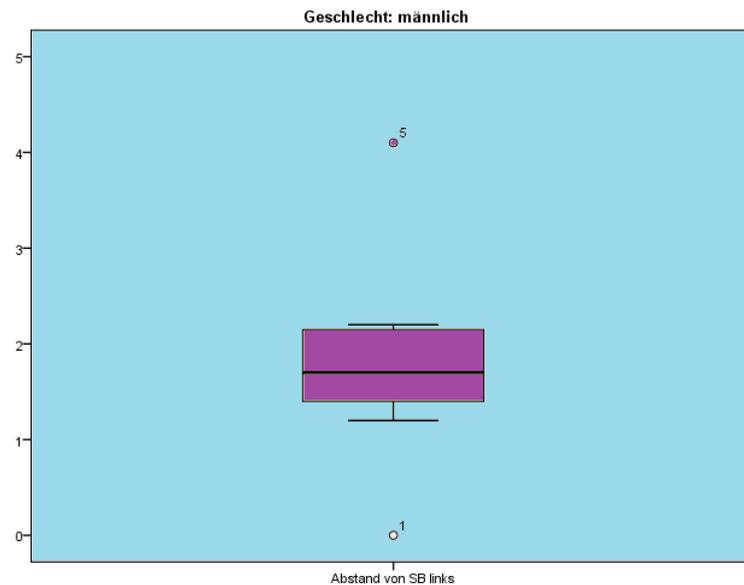


Abb. 16. Boxplot Abstand von SB links, Männer

Für die rechten Ganglia cervicalia superiora der männlichen Studienleichen bedeutet eine geschlechtsgetrennte Auswertung ebenfalls einen minimalen Abstand von der Schädelbasis von 0cm, sowie einen maximalen Abstand von 4cm. Der Mittelwert kann hier mit 1,6cm, seine Standardabweichung mit 1,41 und der Median mit einem Wert von ebenfalls 1,6cm angegeben werden. Weiters findet sich eine 25% Percentile von 0cm und eine 75% von 2,5cm, sowie ein daraus resultierender Interquartilsabstand von 2,5cm.

Die statistischen Werte der rechten Ganglia cervicalia superiora des männlichen Teils der Stichprobe sind graphisch dargestellt im Boxplot der Abbildung 17.

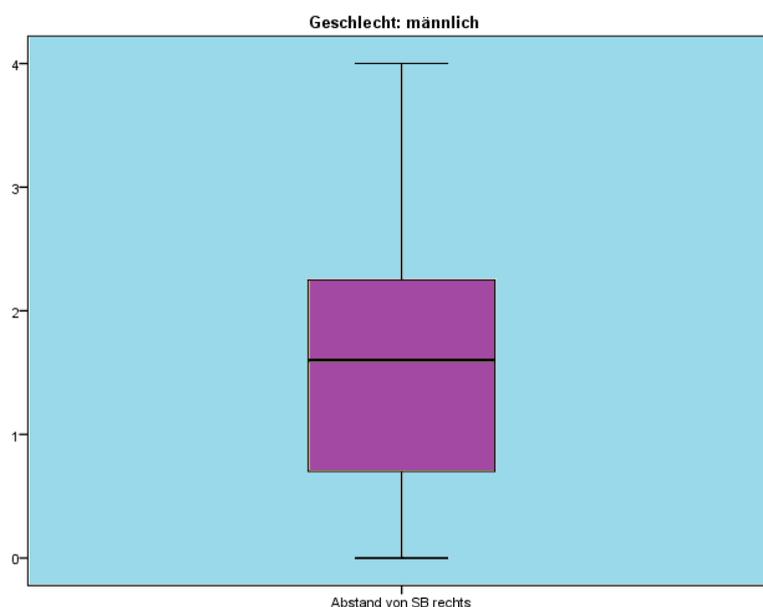


Abb. 17. Boxplot Abstand von SB rechts, Männer

Die Berechnung der Abstände der linken Ganglia cervicalia superiora der weiblichen Individuen der Stichprobe ergibt einen minimalen Abstand von 0cm, ein maximaler Abstand von 2,9cm. Weiters einen Mittelwert von 1,8cm und einer Standartabweichung von 0,8. Der Median entfällt auf einen Wert von 1,9cm, und die 25% Perzentile auf einen Wert von 1,2cm. Die 75% Perzentile kann mit 2,3cm angegeben werden, der Interquartilsabstand mit 1,1cm. Wiederzufinden sind diese Daten in Abbildung 18.

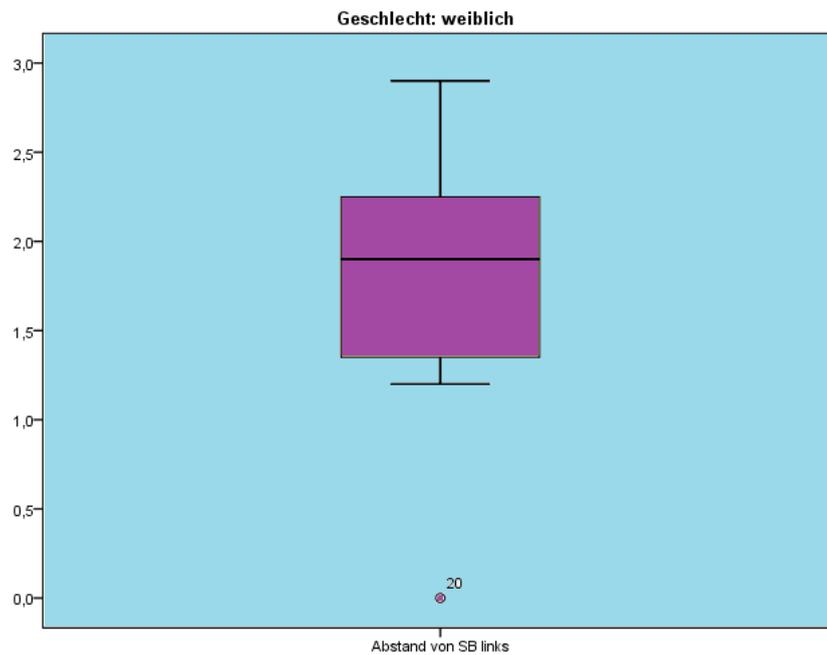


Abb. 18. Boxplot Abstand von SB links, Frauen

Für die rechten Ganglia cervicalia superiora bedeutet eine geschlechtsgetrennte Auswertung für den weiblichen Teil der Stichprobe einen minimalen Abstand zur Schädelbasis von 0cm, sowie einen maximalen Abstand von 3,3cm. Der Mittelwert kann hier mit 1,6cm, seine Standartabweichung mit 1,34 und der Median mit einem Wert von ebenfalls 2,5cm angegeben werden. Weiters findet sich eine 25% Perzentile von 0cm und eine 75% von 2,6cm, sowie ein daraus resultierender Interquartilsabstand von 2,6cm. Diese Werte können ebenfalls Abbildung 19 entnommen werden.

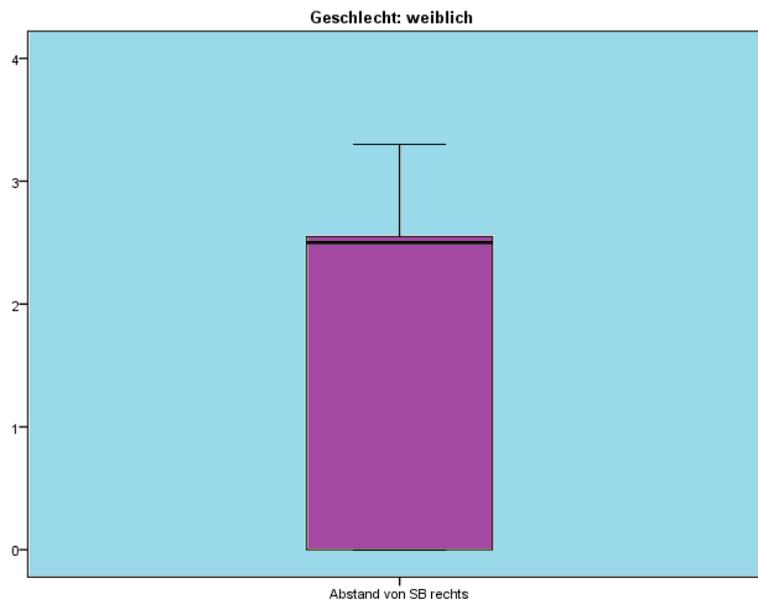


Abb. 19. Boxplot Abstand von SB rechts, Frauen

Für die intraindividuellen Abstandsunterschiede wird zur Prüfung eines signifikanten Unterschiedes innerhalb der männlich als auch der weiblichen Untergruppen unserer Stichproben der Mann-Whitney Test verwendet, da die Daten nicht normalverteilt sind. für die linke Seite der t-Test verwendet, da die Daten der rechten Ganglia cervicalia superiora normalverteilt sind.

Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 ergab sich wie schon bei der Gesamtstichprobe, in welcher sowohl Männer als auch Frauen inkludiert waren, dass sich auch innerhalb der einzelnen Untergruppen (somit sowohl für die männliche, als auch für die weibliche Gruppe) die Unterschiede aufheben und sich keine Seite als die mit dem kürzeren, respektive längeren, Abstand des oberen Pols des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis hervor tut.

Tab. 12 geschlechtsgetrennte Darstellung der statistischen Eckpfeiler nach Berechnung der intraindividuellen Beträge der Abstandsunterschiede

		Betrag Abstandsunterschied
Männliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	7
	Mittelwert	0,9143
	Median	0,6
	SD	0,90079
	Minimum	0,1
	Maximum	2,5
	25% Percentile	0,1
	75% Percentile	1,6
Weibliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	11
	Mittelwert	1,1091
	Median	1,2
	SD	0,83001
	Minimum	0,1
	Maximum	2,5
	25% Percentile	0,3
	75% Percentile	1,8

Wie in Tabelle 12 ersichtlich ergeben sich für den Betrag der intraindividuellen Abstandsunterschiede für die männlichen Individuen ein minimaler Abstandsunterschied von 0,1cm, sowie ein maximaler Abstandsunterschied von 2,5cm. Der Mittelwert beträgt für die männlichen Studienleichen 0,9cm mit einer Standardabweichung von 0,9. Der Medianwert entfällt auf 0,6cm. Mit 0,1cm kann die 25% Percentile angegeben werden, mit 1,6cm die 75% Percentile und mit 1,5cm der daraus resultierende Interquartilsabstand. Die Daten bezüglich des Betrages der Abstandsunterschiede in der männlichen Gruppe ist Abbildung 20 zu entnehmen.

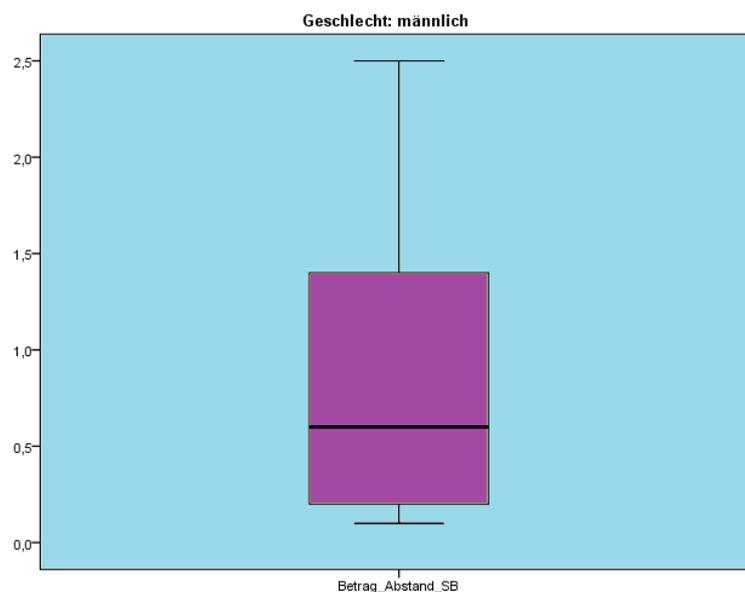


Abb. 20. Boxplot Betrag der Abstandsunterschiede, Männer

Bei den Frauen findet sich ein minimaler intraindividuellem Abstandsunterschied von 0,1cm, ein maximaler Abstandsunterschied von 2,5cm. Der Mittelwert beträgt hier 1,1cm mit einer Standardabweichung von 0,83. Der Median beträgt 1,2cm mit einer 25% Perzentile von 0,3cm, einer 75% Perzentile von 1,8cm und einem Interquartilsabstand von 1,5cm. Die Daten können der Abbildung 21 nochmals entnommen werden.

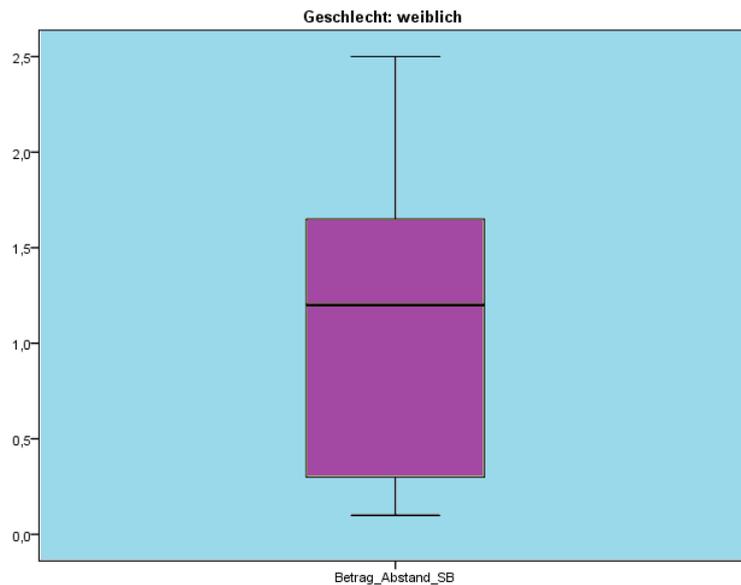


Abb. 21. Boxplot Betrag Abstandsunterschiede Frauen

Gleich dem Vorgehen wie bei der Berechnung der nicht geschlechterspezifischer Aufteilung der Signifikanzprüfung auf intraindividuelle Abstandsunterschiede werden die einzelnen Beträge der Abstände versus Null gerechnet. Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 und einem errechneten p Wert von 0,0 kann sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen davon ausgegangen werden, dass der Abstand des linken versus des rechten Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis innerhalb einzelner Individuen ungleich groß ist.

Um die Daten zu komplettieren folgen nun die statistischen Daten bezüglich der nach geschlechtsspezifischer Aufteilung erfolgten Berechnung für den Abstand des oberen Pols des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis.

6.3.2 Länge des Ganglion cervicale unter Rücksichtnahmen sexueller Dimorphismen

Die statistischen Daten für die Länge des Ganglion cervicale superius nach Entfallen der weiblichen Studienleichen sollen zu erst für das linke, und danach für das rechte Ganglion

cervicale superius beschrieben werden. Danach erfolgt die Beschreibung der Resultate für die weibliche Gruppe der Stichprobe nach geschlechtsspezifischer Auswertung der Daten.

In Tabelle 14 sind die geschlechtsgetrennten berechneten statistische Werte veranschaulicht:

Tab. 14. geschlechtsgetrennte sowie seitengetrennte Darstellung statistischer Eckpfeiler bezüglich der Längen des Ganglion cervicale superius

	Länge Ganglion links	Länge Ganglion rechts
Männliche Präparate		
Anzahl der Präparate	7	7
Mittelwert	2,9857	2,6
Median	2,8	2,6
SD	0,55506	0,57735
Minimum	2,2	1,7
Maximum	3,6	3,3
25% Percentile	2,5	2
75% Percentile	3,6	3,1
Weibliche Präparate		
Anzahl der Präparate	11	11
Mittelwert	2,7	2,5182
Median	2,6	2,4
SD	0,64962	0,90423
Minimum	1,8	1,2
Maximum	3,7	4
25% Percentile	2,1	1,7
75% Percentile	3,2	3,1

Die Berechnung der linken Ganglia cervicalia superiora der männlichen Individuen der Stichprobe ergibt eine minimale Länge von 2,2cm, eine maximale Länge von 3,6cm. Weiters einen Mittelwert von 2,99cm und einer Standardabweichung von 0,56. Der Median entfällt auf einen Wert von 2,8cm, und die 25% Percentile auf einen Wert von 2,5cm. Die 75% Percentile kann mit 3,6cm angegeben werden, der Interquartilsabstand mit 1,1cm. Diese Daten sind auch dem Boxplot in Abbildung 22 zu entnehmen.

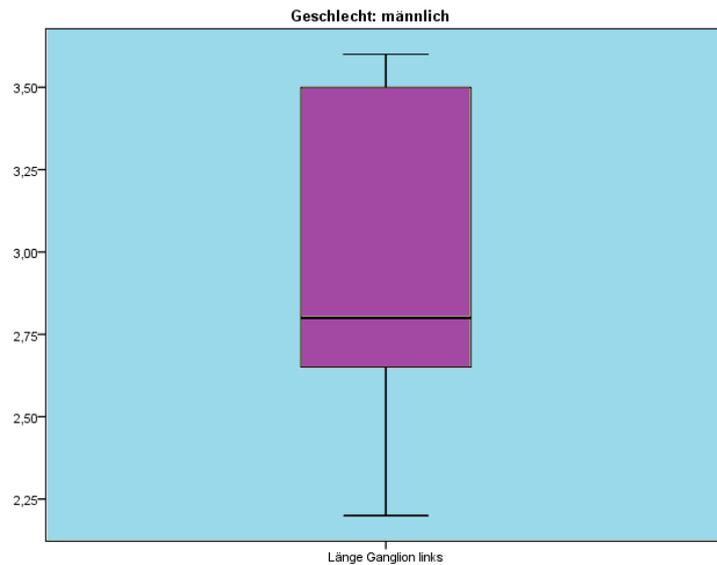


Abb. 22. Boxplot Ganglionlänge links, Männer

Für die rechten Ganglia cervicalia superiora bedeutet eine geschlechtsgetrennte Auswertung für den männlichen Teil der Stichprobe eine minimale Längenausdehnung von 1,7cm, sowie eine maximale Länge von 3,3cm. Der Mittelwert kann hier mit 2,6cm, seine Standardabweichung mit 0,58 und der Median mit einem Wert von ebenfalls 2,6cm angegeben werden. Weiters findet sich eine 25% Percentile von 2cm und eine 75% von 3,1cm, sowie ein daraus resultierender Interquartilsabstand von 1,1cm. Graphisch dargestellt in Abbildung 23.

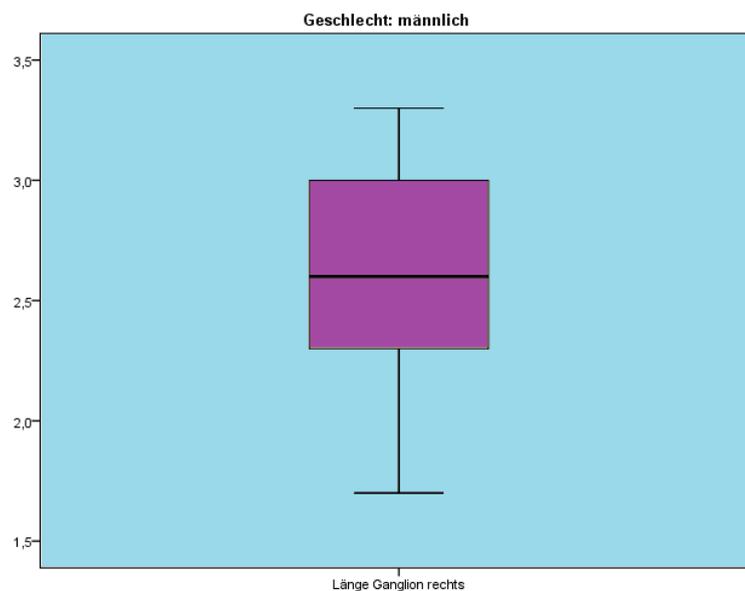


Abb. 23. Boxplot Ganglionlänge rechts, Männer

Die Berechnung der linken Ganglia cervicalia superiora der weiblichen Individuen der

Stichprobe ergibt eine minimale Länge von 1,8cm, eine maximale Länge von 3,7cm. Weiters einen Mittelwert von 2,7cm und einer Standardabweichung von 0,65. Der Median entfällt auf einen Wert von 2,6cm, und die 25% Perzentile auf einen Wert von 2,1cm. Die 75% Perzentile kann mit 3,2cm angegeben werden, der Interquartilsabstand mit 1cm, ersichtlich in Abbildung 24.

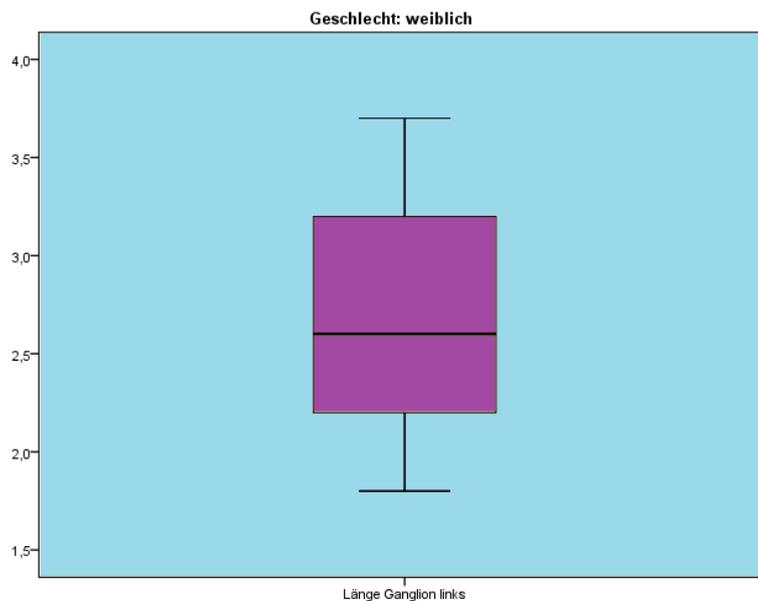


Abb. 24. Boxplot Ganglionlänge links, Frauen

Für die rechten Ganglia cervicalia superiora bedeutet eine geschlechtsgetrennte Auswertung für den weiblichen Teil der Stichprobe eine minimale Längenausdehnung von 1,2cm, sowie eine maximale Länge von 4cm. Der Mittelwert kann hier mit 2,5cm, seine Standardabweichung mit 0,9 und der Median mit einem Wert von ebenfalls 2,4cm angegeben werden. Weiters findet sich eine 25% Perzentile von 1,7cm und eine 75% von 3,1cm, sowie ein daraus resultierender Interquartilsabstand von 1,4cm, ersichtlich in Abbildung 25.

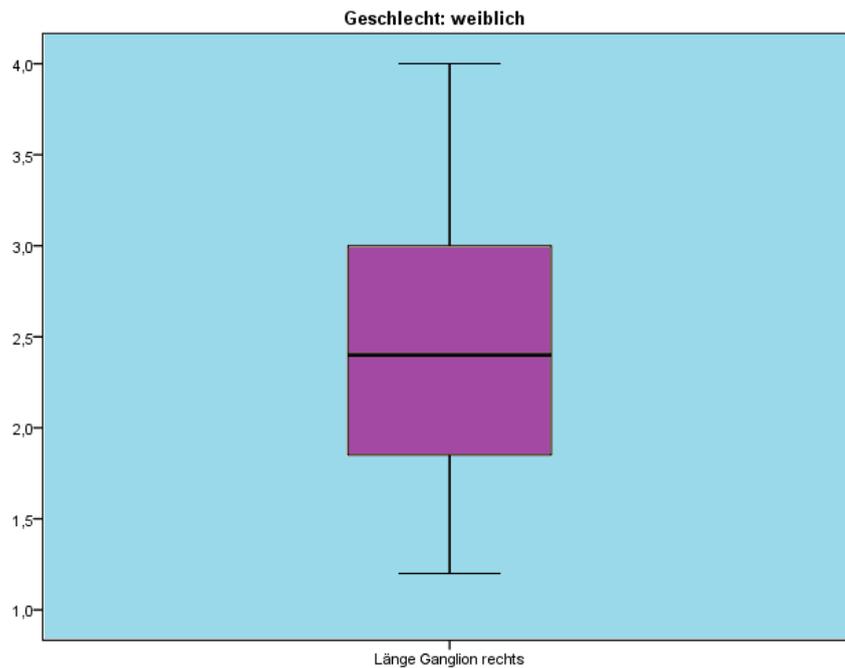


Abb. 25. Boxplot Ganglionlänge rechts, Frauen

Zur Prüfung ob es signifikante Unterschiede innerhalb der männlich oder weiblichen Untergruppen unserer Stichproben gibt wurde, da alle vier Gruppen (Länge Ganglion links Männer, Länge Ganglion rechts Männer, Länge Ganglion links Frauen, Länge Ganglion rechts Frauen) normalverteilt sind, der t-Test herangezogen, mit welchem berechnet werden konnte, dass es auch bei der nach Geschlechtern getrennt geprüften interindividuellen Längenausdehnungen weder bei Frauen noch bei Männern signifikante Unterschiede gibt. Dies heißt auch bezüglich der Länge des Ganglion cervicale superius heben sich die Unterschiede innerhalb der nach Geschlechtern getrennten Gruppen auf.

Tab. 15. geschlechtsgetrennte Darstellung der statistischen Eckpfeiler nach Berechnung der intraindividuellen Beträge der Längenunterschiede

		Betrag Längenunterschied
Männliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	7
	Mittelwert	0,6714
	Median	0,7
	SD	0,43861
	Minimum	0,2
	Maximum	1,4
	25% Percentile	0,3
	75% Percentile	1
Weibliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	11
	Mittelwert	0,8182
	Median	0,8
	SD	0,5845
	Minimum	0,1
	Maximum	2
	25% Percentile	0,3
	75% Percentile	1,2

Wie in Tabelle 15 ersichtlich ergeben sich für den Betrag der intraindividuellen Längenunterschiede für die männlichen Individuen ein minimaler Längenunterschied von 0,2cm, sowie ein maximaler Längenunterschied von 1,4cm. Der Mittelwert beträgt für die männlichen Studienleichen 0,7cm mit einer Standardabweichung von 0,44. Der Medianwert entfällt auf 0,7cm. Mit 0,3cm kann die 25% Percentile angegeben werden, mit 1cm die 75% Percentile und mit 0,7cm der daraus resultierende Interquartilsabstand. Ersichtlich sind die Daten bezüglich der Beträge der Längenunterschiede bei der männlichen und weiblichen Subgruppe in den Abbildungen 26 und 27.

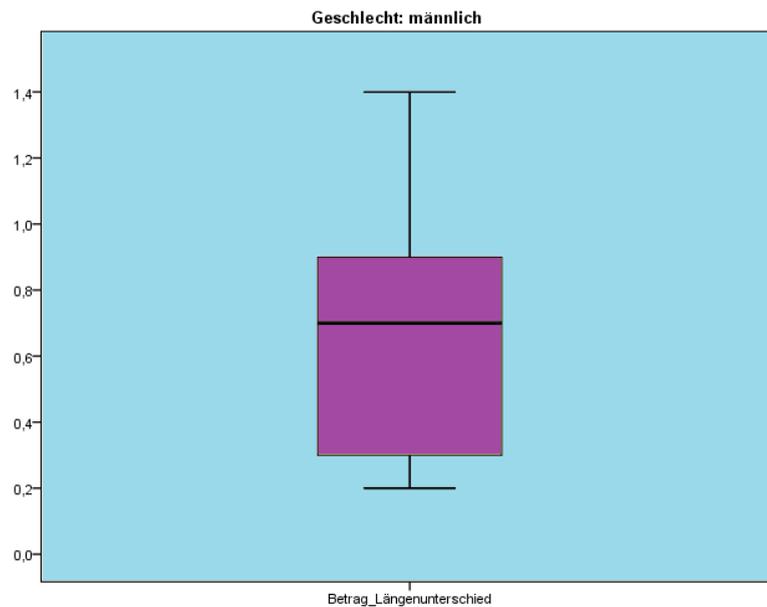


Abb. 26. Boxplot Betrag Längenunterschied, Männer

Bei den Frauen findet sich ein minimaler Längenunterschied von 0,1cm, ein maximaler Längenunterschied von 2cm. Der Mittelwert beträgt hier 0,8cm mit einer Standardabweichung von 0,58. Der Median beträgt 0,8cm mit einer 25% Percentile von 0,3cm, einer 75% Percentile von 1,2cm und einem Interquartilsabstand von 0,9cm.

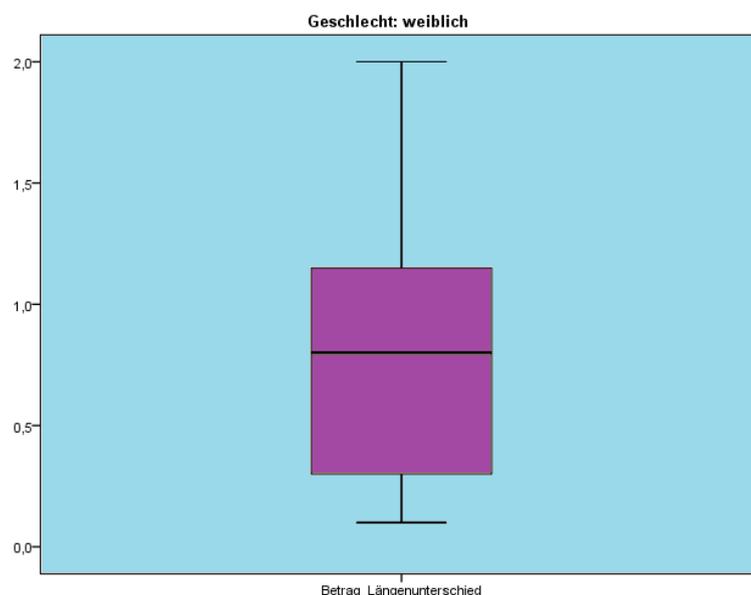


Abb. 27. Boxplot Betrag Längenunterschied, Frauen

Gleich dem Vorgehen wie für nicht geschlechterspezifischer Aufteilung der Signifikanzprüfung auf intraindividuelle Längenunterschiede werden die einzelnen Beträge

der Längen versus Null gerechnet. Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 und einem errechneten p Wert von 0,0 kann sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen von einem Längenunterschied der Ganglia cervicalia superiora innerhalb eines Individuums ausgegangen werden.

7. Diskussion

In dieser vorliegenden Pilotstudie sollten die Ganglia cervicalia superiora des Truncus sympathicus im Halsbereich untersucht werden. Sowohl der Abstand der einzelnen Ganglien zum Unterrand des Foramen jugulare, als auch deren individuelle Längenausdehnung wurden einerseits in Bezug auf das hier vorliegende Sample, andererseits in Bezug auf intraindividuelle Seitenunterschiede untersucht. Anhand der in dieser Studie gewonnenen Ergebnisse, denen statistisch signifikante Werte zugrunde liegen (Überprüfung auf Normalverteilung, Shapiro-Francia Normalitätstest, Auswertung mittels Wilcoxon Rangsummentest, T-Test, Mann-Whitney Test, Wilcoxon-Vorzeichen-Rang Test) konnte gezeigt werden, dass sich bezogen auf die Gesamtpopulation die Merkmalsunterschiede links und rechts aufheben. Dies bedeutet, dass sich weder ein statistisch signifikanter Seitenunterschied bezogen auf den Abstand des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis noch bezüglich dessen Längenausdehnung zeigt. Innerhalb der Stichprobe heben sich somit die Unterschiede auf. All diese Daten stimmen mit den bisher erschienenen Lehrbüchern (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012) und medizinischen Artikeln (Civelek, 2007, 2008; Wisco, 2012) überein. Betrachtet man nun die intraindividuellen Seitendifferenzen, so zeigt sich, dass innerhalb einzelner Individuen davon ausgegangen werden darf, dass das linke und das rechte Ganglion cervicale superius sowohl bezüglich des Abstandsunterschieds zum Unterrand des Foramen jugulare als auch hinsichtlich der Längenausdehnung unterschiedlich sind. In keinem der genannten Lehrbücher (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012) oder der genannten medizinischen Artikel (Civelek, 2007, 2008; Wisco, 2012) konnten Hinweise auf intraindividuelle Seitendifferenzen gefunden werden. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden die Daten der männlichen und weiblichen Studienleichen nochmals getrennt von einander (männliche Individuen: $n = 7$, weibliche Individuen: $n = 11$) berechnet um mögliche sexuelle Dimorphismen aufzuzeigen. Berechnet man nun die Seitenunterschiede bezogen auf den Abstand des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis, so findet sich auch hier weder bei den Männern, noch bei den Frauen eine Seitenpräferenz ob eines längeren (respektive kürzeren) Abstandes zum Unterrand des Foramen jugulare innerhalb der einzelnen Stichproben. Das Gleiche gilt für die Frage bezüglich der Länge des Ganglion cervicale superius. Da sich die Unterschiede innerhalb der Stichprobe aufheben, kann keine Seite definiert werden, auf welcher das Ganglion dazu neigt eine im Vergleich längere (respektive kürzere) kranio-kaudale Ausdehnung zu haben. Intraindividuell kann sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen davon ausgegangen werden, dass es, sowohl bezogen auf den Abstandsunterschied

als auch auf den Längenunterschied, innerhalb einzelner Individuen einen rechts-links Unterschied gibt.

Bezüglich der Länge des Ganglion cervicale superius finden sich bei Wisco et al. (Wisco, 2012) geschlechtsspezifische Angaben, so wird bei Frauen die Länge des Ganglion cervicale superius mit 3,81cm angegeben, bei Männern mit 4,11cm. Diese Längenangaben konnte in unserer Studie so nicht nachvollzogen werden, da laut unseren Daten der Median der Längenausdehnung des Ganglion cervicale superius bei Frauen 2,5cm und bei Männern 2,7cm beträgt. Inter- oder intraindividuelle Unterschiede der Längenausprägung des Ganglion cervicale superius wurden in der Arbeit von Wisco et al. (Wisco, 2012) nicht bearbeitet. Diese Studie liefert somit erste Daten, welche die Seitenunterschiede innerhalb einzelner Individuen bezüglich des Abstandes des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis, beziehungsweise die intraindividuelle Seitendifferenz bezüglich dessen Längenausdehnung aufzeigt. Hiermit konnten neue Daten über den asymmetrischen Charakter des als paariges Organ angelegten Grenzstranges erhoben werden.

Interessanterweise zeigte sich bei der Präparation dreier Körperspender das bisher noch nicht beschriebene Erscheinungsbild eines unilateralen Fehlens der makroskopischen Ausbildung eines Ganglion cervicale superius. Immerhin stellen diese drei Individuen bezogen auf die vorliegende Studie 14,29% der untersuchten Stichprobe dar. Da dieses Projekt als Pilotstudie geplant war, lässt dieses Ergebnis möglicherweise keinen auf die Gesamtbevölkerung repräsentativen Rückschluss zu, dennoch ist eindeutig ein Trend zu erkennen, dem in zukünftigen Untersuchungen Augenmerk geschenkt werden sollte. Das Ausbleiben der Ganglionbildung war ausnahmslos linksseitig zu finden. Typischerweise wäre bei Fehlen oder hypotropher Manifestation einer paarig angelegten Struktur eine kompensatorische Hypertrophie der Gegenseite zu erwarten gewesen, wie bereits hinlänglich in der einschlägigen Fachliteratur bekannt und belegt ist, nachzulesen in Waldeyer Anatomie des Menschen (Anderhuber, 2012). Die Ergebnisse in unserer Studie entsprachen nicht diesen Erwartungen, da in zwei von drei Fällen der Median der Längen der Ganglia der Gegenseite mit 2,6cm beziehungsweise 2,4cm kleiner waren als der durchschnittliche Median der verbleibenden Population, welcher mit 2,8cm ermittelt werden konnte. Lediglich in einen Fall ist das Ganglion cervicale superius in seiner Expression derart manifestiert wie es zu erwarten gewesen wäre: mit 3,8cm Längenausdehnung überragte das kontralaterale Ganglion cervicale superius den Durchschnittsmedian. Um die Merkmalsausprägungen der drei Individuen vollkommen zu beschreiben, seien hier noch die Abstände deren rechter Ganglia cervicalia superiora in Relation zum Unterrand der ipsilateralen Foramina jugularia angeführt. Der Durchschnittsmedian des Abstandes der oberen Pole der

rechten Ganglia cervicalia superiora kann wie oben bereits angegeben mit 2,0cm angenommen werden. Im Vergleich dazu konnte in zwei der drei Individuen größere Abstände zur Schädelbasis – mit 2,8cm, beziehungsweise 2,4cm – ausgemacht werden. Interessanterweise endete bei einer weiblichen Studienleiche mit linksunilateral ausbleibender Ganglienbildung das kontralaterale Ganglion cervicale superius unmittelbar an der Schädelbasis. Gerade hier stellt sich im osteopathischen Kontext die Frage, ob und inwieweit sich eine therapeutische Manipulation bei Fehlen dieser Struktur auf das vegetative sympathische Nervensystem des Patienten sowohl im cervikalen, als auch im cranialen Bereich auswirkt oder eben nicht.

In anatomischen Lehrbüchern (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfing, 2008; Weiglein, 2012) wird die Lage des Ganglion cervicale superius immer in Relation zu den dorsal des Grenzstranges gelegenen Wirbelkörpern angegeben. Die Höhenlokalisierung des Ganglion cervicale superius auf diese Art anzugeben, erscheint bei näherer Betrachtungsweise allerdings als ausgesprochen ungenau, da die Wirbelkörper selbst individuell hohe kranio-kaudale Dimension aufweisen und somit keinen exakten Bezugspunkt darstellen können. In dieser Studie wurde erstmals der Abstand des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis vermessen und hat so als erste reproduzierbare Erkenntnisse über die Höhenlokalisierung des Ganglion cervicale superius bezogen auf eine Stichprobe der Allgemeinpopulation hervorgebracht.

Als Kritikpunkte der aktuellen Studie muss die Messgenauigkeit der Methode in Frage gestellt werden. Der obere und untere Pol des Ganglion cervicale superius wurde ausschließlich durch makroskopische Inspektion und Palpation bestimmt. Eine an sich überlegenswerte Vermessung der Distanzen an einer Serie histologischer Querschnitte würde zwar ermöglichen, den kranialen Beginn des Ganglion cervicale superius eindeutiger durch das Perikaryon der kranialsten Ganglionzelle zu bestimmen. Nur müsste man dann nicht nur den Truncus sympathicus in der ganzen Länge ab der Schädelbasis in Serie schneiden, man müsste auch – um ein Verziehen des an sich sehr verformbaren Grenzstranges hintanzuhalten – die umliegenden Weichteile und zumindest den das Foramen jugulare bildenden Teil des Os occipitale mit einbeziehen und in Paraffin einbetten. Damit entstünden aber einerseits Streck- bzw. Schrumpfungartefakte durch die notwendige Präparation sowie eine sehr große Anzahl auch relativ umfangreicher Querschnitte. Diese wären beim Schneiden sehr schwer zu handhaben und das Schneiden von Gewebe unterschiedlicher Dichte und Härte würde zu einem Verziehen der Schnitte und im schlimmsten Fall zum Verlust zumindest einiger Schnitte führen. Zuzufolge der langjährigen Erfahrung eines darin versierten Morphologen (Pretterkieber, personal communication, 2014) käme dazu der nicht leicht zu berechnende Schnittverlust durch die

nicht konstant zu haltende Messerdicke, womit die zu erwartende größere Genauigkeit wieder zu relativieren ist.

Das Foramen jugulare bietet einen guten und konstanten Bezugspunkt zur Vermessung der Lage am anatomischen Präparat, allerdings muss festgestellt werden, dass beim praktischen Arbeiten am Patienten diese Öffnung an der Schädelbasis nicht palpierbar ist und daher als praktisch nutzbarer Referenzpunkt ausfällt. Trotzdem wurde er hier gewählt, da so ein fast geradliniges Messen der Distanz möglich war und somit ein Verfälschen der Resultate durch einen Parallaxenfehler vermieden worden ist. Dieser hätte sich automatisch eingestellt, wäre alternativ die Distanz zwischen der untersten Kante des Processus mastoideus und dem oberen Pol des Ganglion cervicale superius gemessen worden. Dem hätte sich auch die Tatsache entgegengestellt, dass an den Präparaten aus den Studenten-Sezierkursen der Processus mastoideus noch von den dort inserierenden Muskeln, d.h. dem Musculus sternocleidomastoideus und dem Musculus splenius capitis bedeckt war. Darüber hinaus ist bekannt (Scheurer, 2000), dass der Processus mastoideus in seiner Größenausprägung bei Männern und Frauen variabel ist. Zusätzlich muss angenommen werden, dass auf Grund des relativ großen zeitlichen Spielraumes in Bezug auf die Pneumatisation des Processus mastoideus (erstes bis maximal viertes Lebensjahr) bei kindlichen Patienten die zu ertastende Prominenz des Os temporale erst recht spät klinisch genutzt werden kann (Czerny, 2001). Daher wurde in dieser Studie dem zwar am Patienten nicht direkt zugänglichen, aber als Referenzpunkt ungleich stabileren Foramen jugulare der Vorzug gegeben. Da keine der Vorpublikationen vorhandene intraindividuelle Seitendifferenzen beachtet hat, ist diese Masterthese als Pilotstudie zu verstehen, die dem Selbstverständnis einer solchen Studie entsprechend nur anhand eines kleinen Stichprobenumfangs durchgeführt wurde. Bei weiterführenden Studien sollte die Stichprobengröße allerdings größer gewählt werden um die Aussagekraft der Studie zu verbessern.

Durch die Fixierung der Studienleichen mit einem Phenol-Formalin Gemisch kommt es bekannter Weise durch den damit verbundenen Entzug von Gewebsflüssigkeit zu einer gewissen Schrumpfung des Gewebes (Piechocki, 1967; Steinmann, 1982), welche sich höchst wahrscheinlich auch auf die Längenangaben bezüglich des Ganglion cerviale superius auswirkt. Um diesen Störfaktor auszuschließen, könnten weiterführende Studien an Lebenden in Form von Magnetresonanz-Tomographien durchgeführt werden. Dabei ist zunächst die Darstellbarkeit des Grenzstranges mit Hilfe dieser für die Differenzierung von Weichteilgeweben sicher optimalen bildgebenden Technik zu klären, die nach Angaben von Adams et al. (George, 2008) allerdings auf Grund seiner doch kleinen Dimension limitiert ist. Auch werden

Magnetresonanztomographien im Kopf-Halsbereich nicht von allen Menschen gleich gut toleriert, so dass mit einer entsprechenden Zahl von Studienabbrechern zu rechnen ist. Um die vorab angesprochenen Schrumpfungartefakte auszuschließen, bliebe noch die Vermessung an unfixierten Präparaten als weitere Alternative. Dabei sind aber die beim notwendigen Zugang zum Spatium parapharyngeum resp. zur Schädelbasis unumgänglichen Blutungen als ebensolcher Nachteil zu werten wie die postmortale Autolyse, die zu einer Erweichung vor allem des Nervengewebes und damit erneut zu einer schlechteren Differenzierbarkeit führt. Summa summarum kann daher die in dieser Studie gewählte Methodik als absolut reproduzierbare Technik angesprochen und – zumindest für einen Pilotversuch – als sicher angemessen angesehen werden.

8. Schlussfolgerungen

Zu wissen, dass es innerhalb eines Individuums Seitenunterschiede in der Ausprägung der Merkmale „Länge“ und „Abstand von der Schädelbasis“ des Ganglion cerviale superius gibt, sollte Therapeuten dazu veranlassen bei Techniken an der Halswirbelsäule, wie zum Beispiel Rotations- oder Lateralflexionsthursts daran zu denken, dass sich derlei Impulse unterschiedlich effektiv auf Strukturen, welche vom Sympathikus versorgt werden, auswirken. Da die vegetative sympathische Versorgung des kompletten Kopf- und Halsbereiches, sowie teilweise des Herzens über das Ganglion cerviale superius läuft, sollte diese Struktur beim osteopathischen Handeln und Denken nicht vernachlässigt werden. In der Osteopathie wird oft mit „Bildern im Kopf“ gearbeitet (personal communication Mario Kraml, Osteopath, Burghausen, Deutschland), wobei hier davon ausgegangen werden kann, dass die Ergebnisse des osteopathischen Arbeitens umso besser werden, je genauer die anatomischen Kenntnisse des behandelnden Osteopathen sind. Das Fokussieren bestimmter palpabler wie auch nicht direkt zugänglicher anatomischer Strukturen, wie sie der Grenzstrang oder auch das Ganglion cerviale superius darstellen, werden umso reiner und effektiver, je detaillierter das Wissen um die zu behandelnde Struktur ist.

Das Ergebnis dieser Studie zeigt, dass sowohl die Abstände des linken und rechten Ganglion cerviale superius von der Schädelbasis, als auch die Längenausdehnungen der Ganglia selbst ungleich groß sind. Somit kann keine Voraussage getroffen werden welches Ganglion weiter beziehungsweise näher an der Schädelbasis liegt, oder auch welches eine größere (respektiv kleinere) Längenausdehnung hat. Es konnte jedoch ein Median des Abstandes des Ganglion cerviale superius vom Foramen jugulare rechts mit 2,0cm und links mit 1,85cm definiert werden. Im osteopathischen Alltag könnte somit der Abstand des Ganglion cerviale superius rechts mit 2,0cm und links mit 1,85cm von der Schädelbasis angenommen und fokussiert werden. Da dieser Abstand nicht unmittelbar mit der Höhenlokalisierung des zweiten Halswirbels zusammenfällt, sollte man beim klinischen Arbeiten das Ganglion cerviale superius nicht automatisch – wie in anatomischen Lehrbüchern beschrieben (Aumüller, 2007; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Weiglein, 2012) – auf Höhe C II vermuten. Hier erscheint es exakter als Bezugspunkt die Schädelbasis zu wählen und von hier aus mit der Hand ca. 2cm nach kaudal zu wandern um dort am Ganglion cerviale superius zu arbeiten. Wie aus den Ergebnissen der Auswertung unserer Daten hervorgeht, gibt es innerhalb einzelner Individuen bezogen auf den Abstand des rechten beziehungsweise linken Ganglion cerviale superius zum Unterrand des ipsilateralen Foramen jugulare signifikante Seitenunterschiede. Während des osteopathischen Handelns sollte daran gedacht werden, dass somit die Manipulation eines Halswirbelsegments

möglicherweise unterschiedliche Effekte auf die Strukturen der linken beziehungsweise rechten Seite eines Patienten hat, welche von den sympathischen Fasern, die über das Ganglion cervicale superius versorgt werden. Bei der erneuten Auswertung der Daten mit Rücksichtnahme auf geschlechtsspezifische Unterschiede waren die Ergebnisse den Daten, welche nicht unter Berücksichtigung des Geschlechtes errechnet wurden ähnlich. Somit konnte auch nach Trennung der Stichprobe in eine männliche und weibliche Subgruppe für beide Geschlechter festgestellt werden, dass sich innerhalb der Gruppen die Unterschiede links und rechts aufheben, und dass es innerhalb einzelner Individuen sowohl bei Männern, als auch bei Frauen signifikante Links-Rechtsunterschiede gibt. Somit gelten oben diskutierte Überlegungen bezüglich der Lage und dessen therapeutische Auswirkungen für Männer und Frauen gleichermaßen. Hinsichtlich der Länge des Ganglion cervicale superius gibt es weder bei Männern noch bei Frauen signifikante Seitenunterschiede. Bei einer durchschnittlichen kranio-kaudalen Ausdehnung des linken Ganglion cervicale superius von 2,8cm und des Rechten von 2,6cm kann angenommen werden, dass es in seiner Länge eine einzelne Phalanx meist überragt. Diese Tatsache sollte sich bei Hochgeschwindigkeitsmanipulationen allerdings nicht auf die Effektivität der Technik auswirken, da bei einem Thrust theoretisch die Weichteile um einen Wirbel beziehungsweise ein manipuliertes Gelenk diffuse und nicht punktuell mitstimuliert werden. Bei Techniken anderer Art wie Weichteiltechniken oder kraniales Fokussieren könnte es auf Grund oben stehender Überlegungen möglicherweise sinnvoll sein sich zumindest mit zwei Fingern an das Ganglion cerviales superius heranzutasten.

9. English Version

Background

The autonomic nervous system controls visceral functions and the reallocation of the body's own resources (Aumüller, 2007), including tasks such as cardiovascular, pulmonary and intestinal regulation. The hypothalamus acts as the head of the sympathetic nervous system (Klinke, 2002). Autonomous functions are on principle thought to be involuntary and independently from the somatic nervous system.

The autonomic nervous system consists of effective subsystems, belonging to any of these 3 groups:

Pars sympathica

Pars parasympathica

Plexus entericus

The scope of this thesis is to explore the topographical anatomy of the cervical region of the pars sympathica in further detail.

The sympathetic trunk extends from the base of the skull to the os coccygis (Aumüller, 2007). In contrast, the perikarya of the sympathetic neurons are localized within the intermediolateral nucleus of the spinal cord which, in turn, ranges from the eighth cervical to the second or third lumbar segment thus forming a part of the lateral horn of the spinal cord grey matter. By interganglionic branches, the cervical as well as lumbosacral parts of the sympathetic trunk also derive their preganglionic fibers from this spinal nucleus (Weiglein, 2012). Regularly, the sympathetic trunk forms paired ganglia: 3 in its cervical, 10 – 11 in its thoracic, 4 in its lumbar and 4 in its sacral region. In addition, an impar ganglion is localized in front of the os coccygis (Aumüller, 2007). These ganglia, together with the intervening cords, form the sympathetic trunk (Aumüller, 2007). In the area of the neck and the head the autonomic nervous system forms three paired ganglia, the superior, middle and inferior cervical ganglia (Aumüller, 2007). The inferior cervical ganglion is located between the base of the transverse process of the seventh cervical vertebra and the neck of the first rib and can merge with the

first thoracic ganglion - the result being the cervicothoracic or stellate ganglion (Aumüller, 2007). The middle cervical ganglion is usually to be found in front of the sixth cervical vertebra but has been reported to be occasionally absent (Aumüller, 2007).

The main focus of this thesis will be laid on the topographic arrangement of the superior cervical ganglion.

In modern textbooks, anatomy this ganglion is usually described as covering the level of the second to third cervical vertebrae. Concerning the cranio-caudal dimension of the superior cervical ganglion no exact quotations can be found in commonly used anatomy textbooks (Aumüller, 2007; Ulfing, 2008; Weiglein, 2012). It is described as the largest of the three ganglia of the neck (Berry, 1995), formed from a fusion of the upper ganglia (which are described as being between 2-4 in number originally), and located at the level of C II – C IV. This location of the superior cervical ganglion is also found in older textbooks, e.g. as of Henle (Henle, 1879), Hyrtl (Hyrtl, 1870) and Rauber-Kopsch (Kopsch, 1912). Hafferl (Hafferl, 1969) describes that the superior cervical ganglion sometimes can hardly be differentiated from the superior cervical trunk, but does not engage with lateral differences within individuals in these cases. Recent publications state that the superior cervical ganglion is located either at the level of the fourth (Civelek, 2007, 2008) or even second cervical vertebra (Saylam, 2009; Wisco, 2012). Interestingly enough, none of the previous authors (Civelek, 2007, 2008; Saylam, 2009; Wisco, 2012) have dealt with side differences, neither in the cranio-caudal extension nor in the location of the superior cervical ganglion in relation to the cervical part of the spine. Moreover, counting from the quotations just mentioned, a reasonable amount of variation in the relation between the ganglion and the spinal column can be assumed. Nevertheless, none of these researchers have looked for a more stable landmark, e.g. within the skull base, to localize the superior cervical ganglion in a more reliable manner.

The superior cervical ganglion is responsible for the vegetative innervation of the head and thorax (Aumüller, 2007). both important areas in the fields of osteopathy. Sympathetic fibers derived from the jugular nerve accompany both the glossopharyngeal and vagus nerve (Aumüller, 2007). The internal carotid nerve forms a plexus covered by the sheath of the internal carotid artery and enters the skull via the carotid canal. Its main function is to control the arterial blood flow inside the skull by regulating the diameter of the cerebral arteries (Aumüller, 2007). Additionally, it gives rise to the deep petrosal nerve which, in turn, unifies with the greater petrosal nerve to control the lacrimal and salivary glands as well as the

tension of the upper eye lid by innervating the smooth tarsal muscle (of MUELLER) (Weiglein, 2012). There is further evidence that the superior cervical ganglion has direct connections with the epiphysis which are explainable by the fact that the pineal corpus is involved in the regulation of the day-night rhythm (Ulfig, 2008; Weiglein, 2012). Additional branches, for example the external carotid nerves supply the salivary glands and the facial skin. Moreover the laryngopharyngeal branches innervate the pharynx and larynx (Aumüller, 2007). Another medial branch of the superior cervical ganglion, the superior cardiac nerve, innervates the heart together with the middle and inferior cardiac nerves which, in turn, branch off from more caudal segments of the cervical part of the sympathetic trunk. Together with the cardiac branches originating from the vagal nerve they play an important role in controlling the electrical activity of the heart (Aumüller, 2007) .

Osteopathy traces its beginnings back to the end of the 19th century, propagated by the American surgeon Andrew Taylor Still (A.T. Still). Allopathic medicine was in its infancy, A.T. Still himself has reported whiskey and mercurous chloride being prescribed as a remedy for a variety of physical and mental ailments (Still, 1899). Unsatisfied with current medical standards, he sought to unify traditional healing methods, for example the bone setting method of native Indians, with modern scientific approaches such as electricity, physiology and detailed anatomical knowledge (Still, 1899). A.T. Still understood the human body as a complex machine, subject to the principles of mechanics. Just like any machine could be repaired, so could the human body. He concluded that in order for a medical practitioner - and osteopath - to treat his patients effectively, the need for in-depth knowledge regarding the “parts” of the patient’s body couldn’t be understated. Knowledge of human anatomy was to be paramount: „I wish to impress it upon your minds that you begin with anatomy, and you end with anatomy, a knowledge of anatomy is all you want or need, as it is all you ever will use in your practice, although you may live one hundred years.” (Still, 1899)

Considering the importance of this paradigm, the topographical location of the superior cervical ganglion appears to be of extreme interest for practical osteopathy, simply because of the sympathetic nervous system and its influence on body functions, especially in regards to the multitude of symptoms treated in osteopathy in relation to ailments of the superior cervical ganglion, such as hyperhidrosis or hypohidrosis of the facial skin, hyposalivation, Horner’s syndrome (Böcker, 2001; Still, 1902; Sutherland, 1939; Wolf, 1963), chronic daily headaches or even migraines. Dysfunction of the sympathetic nervous system can also lead to an altered chronotropy, inotropy, bathmotropy, lusitropy and dromotropy (Böcker, 2001).

Conventional textbooks often fail to mention the causality between the autonomic nervous system and above mentioned symptoms, despite them being directly related to the physiological activities of the sympathetic nervous system in the craniocervical area - or its failure thereof.

Patients suffering from increased activity of the sympathetic nervous system are usually being treated at the area of their sympathetic trunk - and therefore also at their superior cervical ganglion. But why exactly should the vertebral height of the superior cervical ganglion be properly defined? Because any and all manipulation of the cervical spine mean a manipulation of the sympathetic trunk itself - hence also of the superior cervical ganglion, especially in cases when zygapophyseal (facet) joints are manipulated which are, in turn, closely adjacent to the ganglion.

Even during general osteopathic treatments (GOT), the sympathetic trunk is usually being treated as well. Treatments like cervical joint or upper thorax aperture mobilization, as well as visceral treatments such as deconfiguration of the skull, lead to stretching of the esophagus or of the buccopharyngeal fascia and may thus also affect the superior cervical ganglia via existing interconnections between the several layers of cervical fascia.

Primary research questions

Does the distance between the superior cervical ganglion and the base of the skull show any signs of intraindividual lateralization?

Is the distance between the upper pole of the superior cervical ganglion and the base of the skull prone to sexually dimorphic variation?

Primary study hypothesis

The location of the superior cervical ganglion in relation to the jugular foramen does not differ between individuals.

No sexual dimorphism can be discerned macroscopically in regards to differences in the distance between the upper pole of the superior cervical ganglion and the base of the skull.

Secondary research questions

Is there an interindividual sidedness in regards to the craniocaudal extension of the superior cervical ganglion?

Are there macroscopically discernable, sexually dimorphic differences in regards to the craniocaudal extension of the superior cervical ganglion?

Secondary study hypothesis

No interindividual side difference in the craniocaudal extension of the superior cervical ganglion does exist. Furthermore, this dimension is not prone to any sexual dimorphism.

Methods

The study was conducted at the Center for Anatomy and Cell Biology of the Medical University of Vienna under the supervision of Michael L. Pretterklieber, MD, associate professor of anatomy.

The study was based on 21 specimens taken from 9 male and 12 female individuals who had donated their bodies by their last will to the Center of Anatomy and Cell Biology of the Medical University of Vienna. In each of them, the sympathetic trunk was dissected and both upper and lower pole of the superior cervical ganglion located independently by two researchers. Specimen in which the cervical part of the sympathetic trunk was proven to be incomplete as a result of prior less skillful student dissection were excluded from this study. Following a careful anatomic preparation, the total craniocaudal extension of the superior cervical ganglion was measured by using a sliding caliper. Using the same instrument, the distance between the jugular foramen and the cranial pole of the superior cervical ganglion was determined to establish its location in relation to the base of the skull. All measurements were in addition documented photographically.

This diploma thesis shall be understood as retrospective, explorative, macroscopic and comparative study.

Recorded data has been processed with Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp. Santa Rosa, CA, USA). Additional statistical processing was based upon the software program IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp. Armonk, New York, USA).

Results

With the exception of three individuals (2 male, 1 female, in total 14.29%) in which the superior cervical ganglion was found to be absent on the left side, the ganglion was present on both sides of the neck. Specimens with only unilateral presence of the superior cervical ganglion were

excluded from further analysis of side differences.

Due to the nature of the study - exploring quantitative side differences in size and position of the superior cervical ganglion in relation to the skull base - all further calculations are based on the findings from the 18 remaining specimens exhibiting bilateral ganglia formation.

In ten individuals, strictly unilateral the superior cervical ganglion was found to arise closely adjacent to the skull base. In 7 individuals (2 male, 5 female), this type of ganglion formation was established on the right side and 3 individuals (1 male, 2 female) on the left side. It has again to be stressed, that in none of the specimens this type of ganglion formation immediately adjoining the skull base was present bilaterally.

Parametric approach uses the Shapiro-Francia test. Since the data regarding distance between the superior cervical ganglion and the base of the skull as well as the side differences in distance do not show a normal distribution, we decided to employ the Wilcoxon signed-rank test for the parameter 'distance to the cranial base'. Since the data regarding the length of the superior cervical ganglion shows a normal distribution on both sides, we therefor decidet to use the t-test for calculation of significant differences in side effects regarding the length of the ganglia. Significance had been defined as $\alpha = 0.05$

Minimal distance measured between the upper pole of the superior cervical ganglion and the jugular foramen was 0 cm on both sides, i.e. in these cases (as already mentioned), the ganglion formation started directly adjacent to the skull base. On the other hand, the maximum distance measured between the upper pole of the superior cervical ganglion and the jugular foramen was 4 cm on the right side and 4.1 cm on the left.

Distance range of the right superior cervical ganglion to the jugular foramen is 4.0 cm, at a median of 2.0 cm. Distance range on the left side is 4.1 cm at a median of 1.85 cm.

This leads to a 25th percentile on the right side for the distance between the jugular foramen and the upper pole of the superior cervical ganglion with a value of 0 cm, meaning the upper pole of the ganglion can be found directly underneath the base of the skull, and the 75th percentile at a value of 2.5 cm. On the left side the 25th percentile measures 1,2 cm, and the 75th percentile at a value of 2.2 cm.

Calculating the distance of the superior cervical ganglion from the jugular foramen, comparing both sides by testing the distance of all the left superior cervical ganglia of all

preparations versus all the right superior cervical ganglia, no significance with a value of 0.445 could be shown. This demonstrates that there is no side preference indicating a longer (or shorter) distance of the superior cervical ganglion from the jugular foramen on the left side (or the right side). Side preferences are balanced out by the fact that the distance is sometimes longer (or shorter) on the left and sometimes on the right.

The null hypothesis must therefore be accepted, there is no tendency within one population indicating that the distance between the upper poles of the left superior cervical ganglion and the basis of the skull is shorter than on the right side or vice versa. The question remains, however, whether within individuals right-left differences regarding the distance of the upper pole of the superior cervical ganglion to the cranial base can be found. In order to clarify this question, the difference of the distances between right and left were recorded and calculated versus zero (corresponding to zero cm in difference). Since the difference of the distances is not normally distributed, the Wilcoxon signed-rank test was used to calculate the significance level.

The result of p equal to 0.0 clearly shows that there is a high significance. Consequently, the null hypothesis can be rejected and it can be assumed that on an individual level the distance from the upper pole of the superior cervical ganglion to the base of the skull is unequal on the right and left side.

The maximum length of the superior cervical ganglia was 4 cm on the right side and 3.7 cm on the left side. The smallest longitudinal extension was 1.2 cm on the right and 1.8 cm on the left.

The range of the right superior cervical ganglia can be specified with 2.8 cm, the value of the median is 2.6 cm. The range of the left superior cervical ganglia is 1.9 cm, the value of the median 2.8 cm.

It follows that for the right side there the 25th percentile carries the value of 1.9 cm, and the 75th percentile a value of 3.1 cm. For the left side there the 25th percentile is at 2.3cm, the 75th percentile at 3.4 cm.

Evaluating the differences in length of the superior cervical ganglia on both sides and testing all the left ganglia of all subjects versus all the right ganglia of all subjects, the differences are found not to be significant with a p -value of 0.237 and a significance level of 0.05.

The null hypothesis has to be accepted. Thus, in the present series of specimens the cranio-caudal length of the superior cervical ganglion did not show any side-specific characteristics.

Intra-individual side differences which have been observed have been balanced out in the whole study group.

However, concerning again this intra-individual side difference in the length of the superior cervical ganglion obviously present, the difference in length of the right and left ganglia was calculated individually for each specimen.

As it is now no longer a question whether the longer (respectively shorter) ganglia are found on the left or right side, the differences were calculated versus zero to see if they are significantly different from zero. The differences in length are normally distributed, so a t-test was used to calculate the significance level. The result is highly significant with a p value of 0.0, thus rejecting the null hypothesis. It must therefore be assumed that there are intra-individual side differences in terms of length of the superior cervical ganglia and predominantly the right ganglion cervicale superius covers a larger cranio-caudal extension than its left counterpart.

The question remains whether the sex of the individual has an influence on either the position or the length of the superior cervical ganglion.

In order to examine whether the differences between individual parameters such as the length of the superior cervical ganglion bilateral, the distance from the base of the skull on both sides of the neck, the differences in length as well as the distance from the base of the skull between men and women are significant, they were initially tested for normal distribution.

The variables “length ganglion left”, “length ganglion right” and “distance to the base of the skull left” are - with the exception of “distance to the base of the skull right” – again normally distributed. So the questions belonging the length of the ganglia were checked with a t-test, the distance to the base of the skull was checked with a Mann-Whitney test, because normal distribution could not be found. No difference between both sides can be identified for the variables within one population, just as in the calculations where men and women had not been studied separately.

The differences in length and the distance between the ganglia and the base of the skull were subsequently tested with regard to side differences on an individual level. Since differences in the length of the superior cervical ganglion in men and women are normally distributed, a t-test for significance was performed. Both men and women were found to show a significant difference in the length of the left and right superior cervical ganglia on an intra-individual level.

The differences in the distance between the upper poles of the superior cervical ganglion and the jugular foramen were found to lack a normal distribution, so the Wilcoxon signed-rank test was performed to test for significance. Based on this analysis, again bilaterally the distances between the superior cervical ganglion and the base of the skull are found to show statistically significant differences on an individual level in both sexes.

Discussion

In summary we could show, that applying to the whole series of specimens studied the side differences regarding the distance between the superior cervical ganglion and the cranial base as well as the length of the ganglion are equalized. These findings correspond with information found in anatomy books and recent publications (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012). In anatomy textbooks, the location of the superior cervical ganglion is generally specified in relation to the cervical vertebrae (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012). Taking into account that the vertebrae themselves present an individual cranio-caudal dimension and therefore cannot serve as a fixed reference point, we needed to define an alternative reference point. Thus, instead of referring to the cervical vertebrae, in this master thesis, the location of the superior cervical ganglion was firstly determined using the distance between the upper pole of the superior cervical ganglion and the jugular foramen as part of the cranial base. Hence the first time reproducible measurements from a static reference point were taken and calculated in order to define the localization of the superior cervical ganglion in a more exact way. Moreover, on an intra-individual level, statistical significant side differences in the characteristics of the superior cervical ganglion referred to in this thesis could be found. Within individuals both the distance between the superior cervical ganglion and the cranial base and the length of the ganglion have shown distinct side differences. This gives us new information about the asymmetric arrangement of the superior sympathetic trunk which has not been mentioned neither in appropriate anatomy books (Aumüller, 2007; Berry, 1995; Hafferl, 1969; Henle, 1883; Hyrtl, 1870; Kopsch, 1912; Masuhr, 2007; Ulfig, 2008; Weiglein, 2012) nor in original publications (Civelek, 2007, 2008; Wisco, 2012).

Unfortunately three of the specimens had to be excluded from further investigations. In these three specimens, which represent 14,29% of the whole study population, only a unilateral macroscopic visible ganglion formations had taken place. As it is not possible to calculate the length or position of an absent structure or compare it to the contralateral ganglion statistical

analyses were exclusively calculated with data from the remaining 18 specimen with bilateral ganglion formation.

As a potential shortcoming of this study it has to be mentioned that the poles of the superior cervical ganglion were only localized by inspection and palpation. However, considering potential alternatives, macroscopic palpation seems to be the most appropriate way to solve this problem. For the only alternative technique to define the poles of the ganglion more exactly would mean to use histological serial cross-sections of the cervical part of the sympathetic trunk as a whole. In order to avoid any distortion of the rather mobile sympathetic trunk, it seems necessary to prepare whole mount specimens including the surrounding soft (and even hard) tissues. Using this really elaborative technique, the upper and lower end of the ganglion could be precisely localized by identifying the most cranial vs. caudal perikaryon of ganglion cells. On the other hand, loss and distortion of tissue during slicing may again cause biases and hence will not ameliorate the measuring accuracy.

For anatomic issues, the jugular foramen provides a good and constant reference point for measuring the position on the anatomical specimen. Considering daily clinical work the jugular foramen is hard to palpate, so we thought about using the mastoid process as a good accessible bony prominence and reference point to determine the location of the superior cervical ganglion. Unfortunately the mastoid process varies in its dimension between men and women, so that the results would not be reproducible (Scheurer, 2000). In addition it is well known that the development of the mastoid process differs individually from the first to the fourth year (Czerny, 2001), so that the osteopath cannot use this reference point in children patients. Recapitulating this information we decided to focus on the jugular foramen as reference point because of its stable character.

The anatomical specimens were fixated with a phenol-formaldehyde-mixture which leads to a reduction in body size because of the loss of tissue fluid. Consequently this also affects the length of the superior cervical ganglion. In order to eliminate this disturbance variable, further studies could have to be planned as radiological studies (e.g. using magnetic resonance). A disadvantage of this approach would be the rising costs of the study. Moreover, Adams et al (George, 2008) showed that the identifying the sympathetic trunk on MR cross sectional images is at least at the moment beyond the spatial resolution of this technique. Thus, all in all the method applied herein can consequently be assumed as suitable for the aim of the study.

Conclusion

Osteopaths should be aware that the characteristics of the “distance to the jugular foramen” and

the “cranio-caudal length expansion” of the superior cervical ganglion vary from person to person. These findings could offer an explanation for the disparities noted in response to treatment of those structures supplied by sympathetic fibres arising from the superior cervical ganglion . Due to the fact that the head, neck, throat and also partially the heart are innervated by sympathetic nerves of the superior cervical ganglion this structure should not be neglected in osteopathic diagnosis and management. Osteopathic practice often involves visualization of anatomical structures that are not immediately accessible. If this has to be done, the more precisely one can create anatomical pictures in our minds, the more effective the therapeutic outcome should be. The results of this study reveal that there was no consistency in the distance of the superior cervical ganglion from the jugular foramen on either side in the individuals assessed. So within this study population differences are extinguished and no prediction can be made as to which side the ganglion is closer to the cranial base. This having been noted, the variation is relatively small with the median distance being 2cm on the left and 1,85cm on the right. Thus this is the location where the osteopath should direct their focus while working on the superior cervical ganglion . Consequently during high velocity manipulation within the cervical region, different effects could occur in left or right side target tissue of the fibres of the superior cervical ganglion. The gender of the individual does not appear to influence the outcomes the results in both the male and female populations do not differ from the mixed sample. Thus the length of the superior cervical ganglion can be presumed in both males and females, with a median length of 2,0cm. As no lateral specific patterns of these targets are known and it has been revealed that it is not possible to predict the exact location or size of the ganglion within a population, it is thereby also not possible to precisely predict the outcome in those structures supplied by the superior cervical ganglia consequent to a mobilization of the cervical spine on the right or left

10. Literaturverzeichnis

- Anderhuber, F. (2012). Innere Organe in Thorax, Abdomen und Becken. In F. Anderhuber, F. Pera, J. Streicher. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (19. Auflage, S. 870-872) Berlin, Deutschland: deGruyter.
- Aumüller, G. (2007). Hals - Gliederung, Muskulatur und Leitungsbahnen. In G. Aumüller, G. Aust, A. Doll, J. Engele, J. Kirsch, S. Mense, . . . H.-G. Zilch (Hrsg.), *Anatomie* (1. Auflage, S. 190-192, 902-903). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.
- Berry, M. M., & Standring, S.M. (1995). Nervous system. In L.H. Bannister, M.M. Berry, P. Collins, M. Dyson, J.E. Dussek, . . . S.M. Standring (Hrsg.), *Gray's Anatomy* (38. Auflage, S.1300-1302). New York, NY: Chirchill Livingston.
- Müller, K.M. (2001). Respirationstrakt. Obere Atemwege. In A. Aguzzi, W. Böcker, F. Borchard, A. Bornemann, J. Birner, M. Brockmann, . . . D. Zimmermann (Hrsg.), *Pathologie* (2. Auflage, S. 594). München, Deutschland: Urban & Fischer / Elsevier GmbH
- Civelek, E., Kiris, T., Hepgul, K., Canbolat, A., Ersoy, G., & Cansever, T. (2007). Anterolateral approach to the cervical spine: major anatomical structures and landmarks. Technical note. *J Neurosurg Spine*, 7(6), 669-678. doi: 10.3171/SPI-07/12/669
- Civelek, E., Kiris, T., Hepgul, K., Canbolat, A., Ersoy, G., & Cansever, T. (2008). Surgical anatomy of the cervical sympathetic trunk during anterolateral approach to cervical spine. *Eur Spine J*, 17(8), 991-995. doi: 10.1007/s00586-008-0696-8
- Czerny, C. (2001). *Schädelbasis*. In J. Brossmann, C. Czerny, J. Freischmidt. (Hrsg.), *Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts* (14. Auflage, S. 424-425). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.
- George, A., Haydar, A.A., & Adams, W.M. (2008). Imaging of Horner's syndrome. *Clinical Radiology*, 63, 499-505. doi: 10.1016/j.crad.2007.12.006
- Hafferl, A. (1969). *Lehrbuch der topographischen Anatomie* (3. Auflage). Berlin, Deutschland: Springer.
- Henle, J. (1879). *Handbuch der Nervenlehre des Menschen* (2. Auflage). Braunschweig, Deutschland: Friedrich Vieweg und Sohn.
- Henle, J. (1883). *Grundriss der Anatomie des Menschen* (2. Auflage). Braunschweig, Deutschland: Friedrich Vieweg und Sohn.
- Hyrtl, J. (1870). *Lehrbuch der Anatomie des Menschen, mit Rücksicht auf physiologische Begründung und praktische Anwendung* (11. Auflage). Wien, Österreich: Wilhelm

- Braumüller, K. K. Hof- und Universitätsbuchhändler.
- Klinke, R., & Silbernagel, S. (2002). *Physiologie* (3. Auflage). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.
- Krammer, E. B. (1982). *Anleitung zur topographisch-anatomischen Präparation an der ganzen Leiche nach einem "Rotationssystem"* (2. Auflage). Wien, Österreich.
- Masuhr, K. (2007). *Neurologie* (6. Auflage). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme .
- Piechocki, R. (1967). *Makroskopische Präparationstechniken. Leitfaden für das Sammeln, Präparieren und Konservieren. Teil 1* (2. Auflage). Leipzig, Deutschland: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G.
- Kopsch. (1912). *Rauber's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. V. Nervensystem* (9. Auflage). Leipzig, Deutschland: Georg Thieme.
- Hach-Wunderle, V. (2004). Gefäße. In S.-P. Aries, B. Bätge, M. Braun, A. Brüniger, C. Dodt, J. Fischer, . . . P. Wellhoener (Hrsg.), *Basislehrbuch Innerer Medizin*. (3. Auflage, S. 228). München, Deutschland: Urban & Fischer
- O'Rahilly R. (1941). *Human Embryology & Teratology* (2. Auflage). New York, New York: Wiley-Liss
- Rohen J. (2006). *Funktionelle Embyrologie* (3. Auflage). Stuttgart, Deutschland: Schattauer
- Saylam, C., Ozgiray, E., Orhan, M., Cagli, S., & Zileli, M. (2009). Neuroanatomy of cervical sympathetic trunk: a cadaveric study. *Clin Anat*, 22(3), 324-330. doi: 0.1002/ca.20764
- Scheurer, & L., Black, S. (2000). *Developmental juvenile Osteology*. San Diego, Kalifornien: Academic Press.
- Steinmann, W. (1982). *Makroskopische Präparationsmethoden* (2. Auflage). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.
- Still, A. T. (1899). *Philosophy of Osteopathy*. Kirksville, Missouri.
- Still, A. T. (1902). *Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy*. Kansas City, Missouri: Hudson-Kimberly Pub. Co.
- Sutherland, W. G. (1939). *The cranial bowl: A treatise relating to cranial articular mobility, cranial articular lesions and cranial technic*. Mankato, Minnesota: Free press company.
- Ulfig, N. (2008). *Neuroantomie* (1. Auflage). Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.
- Weiglein, A. (2012). Kopf, Cranium und Hals, Collum. In F. Anderhuber, F. Pera, J. Streicher. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (19. Auflage, S. 870-872) Berlin, Deutschland: deGruyter.
- Wisco, J., Stark, E., Safir, I., Rahman, S. (2012). A heat map of superior cervical ganglion

location relative to the common carotid artery bifurcation. *Anesth Analg*, 114(2), 462-465. doi: 10.1213/ANE.0b013e31823b676d

Wolf, H. (1963). *Einführung in die innere Medizin* (8. Auflage, S. 221) Stuttgart, Deutschland: Georg Thieme.

World medical association. (1964). *Declaration of Helsinki*. *JAMA*. 2013;310(20):2191-2194. doi:10.1001/jama.2013.281053

11. Tabellenverzeichnis

Tab 1: Geschlechtsverteilung innerhalb der Präparate

	absolute Häufigkeit	Prozent
männlich	7	38,9
weiblich	11	61,1
total	18	100

Tab. 2 Überprüfung auf Normalverteilung, Shapiro-Francia Normalitätstest

	Shapiro - Wilk-Test		
	Statistic	df.	Sig.
Länge Ganglion links	0,944	18	0,336
Länge Ganglion rechts	0,973	18	0,85
Abstand von SB links	0,942	18	0,314
Abstand von SB rechts	0,865	18	0,015
Betrag Längenunterschied	0,923	18	0,147
Betrag Abstand von SB	0,895	18	0,047

Tab 3. statistische Auswertung des Abstandes des Ganglion cervicale superius. Zu Verfügung stehende Präparate

	Valid		Fehlen		Total	
	Absolu	Prozen	Absolu	Prozen	Absolu	Prozen
Abstand von SB links	18	100%	0	0%	18	100
Abstand von SB rechts	18	100%	0	0%	18	100

Tab. 4. statistische Werte bezüglich Abstand des Ganglion cervicale superius zur SB

		Abstand von Schädelbasis links	Abstand von Schädelbasis rechts
N	valide	18	18
	fehlend	0	0
Mittelwert		1,8111	1,6444
Median		1,85	2
SD		0,95787	1,32364
Min. Abstand		0	0
Max. Abstand		4,1	4
Percentilen	25%	1,2	0
	50%	1,85	2
	75%	2,225	2,525

Tab. 5 Shapiro Wilk Test zur Prüfung auf Normalverteilung

Test auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Abstand von SB links	0,151	18	0,2	0,942	18	0,314
Abstand von SB rechts	0,226	18	0,015	0,865	18	0,015

Tab. 6 statistische Eckfeiler bezüglich des Abstandes des Ganglion cervicale superius von der Schädelbasis

		Betrag Abstand SB							
N valide	N fehlend	Mittelwert	Median	SD	Min. Abstand	Max. Abstand	25% Percentile	50% Percentile	75% Percentile
18	0	1,0333	1	0,83736	0,1	2,5	0,275	1	1,65

Tab. 7 Anzahl der zur Verfügung stehende Präparate

	Valid		Fehlend		Tota	
	Absol	Proze	Absol	Proze	Absol	Proze
Länge Ganglion links	18	100%	0	0%	18	100
Länge Ganglion rechts	18	100%	0	0%	18	100

Tab. 8 statistische Eckpfeiler der Länge des Ganglion cervicale superius zur Schädelbasis

		Länge Ganglion links	Länge Ganglion rechts
N	valide	18	18
	fehlend	0	0
Mittelwert		2,8111	2,55
Median		2,8	2,6
SD		0,61442	0,77479
Min. Länge		1,8	1,2
Max. Länge		3,7	4
Percentilen	25	2,275	1,925
	50	2,8	2,6
	75	3,4	3,1

Tab. 9 Test auf Normalverteilung der Längen der Ganglia cervicalia superiora

	Test Auf Normalverteilung					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Länge Ganglion links	0,126	18	0,2	0,944	18	0,336
Länge Ganglion rechts	0,094	18	0,2	0,973	18	0,85

Tab. 10 statistische Eckpfeiler bezüglich des Betrages der Länge der Ganglia cervicalia superiora

		Betrag Länge							
N valide	N fehlend	Mittelwert	Median	SD	Min. Abstand	Max. Abstand	25% Percentile	50% Percentile	75% Percentile
18	0	0,7611	0,75	0,52372	0,1	2	0,3	0,75	1,125

Tab. 11. statistische Eckpfeiler bezüglich des Ganglion cervicale superius getrennt nach Geschlechtern und Seiten

	Abstand Ganglion links	Abstand Ganglion rechts
Männliche Präparate		
Anzahl der Präparate	7	7
Mittelwert	1,8429	1,6429
Median	1,7	1,6
SD	1,23674	1,40696
Minimum	0	0
Maximum	4,1	4
25% Percentile	1,2	0
75% Percentile	2,2	2,5
Weibliche Präparate		
Anzahl der Präparate	11	11
Mittelwert	1,7909	1,6455
Median	1,9	2,5
SD	0,80057	1,33818
Minimum	0	0
Maximum	2,9	3,3
25% Percentile	1,2	0
75% Percentile	2,3	2,6

Tab. 12 geschlechtsgetrennte Darstellung der statistischen Eckpfeiler nach Berechnung der intraindividuellen Beträge der Abstandsunterschiede

	Betrag Abstandsunterschied
Männliche Präparate	
Anzahl der Präparate	7
Mittelwert	0,9143
Median	0,6
SD	0,90079
Minimum	0,1
Maximum	2,5
25% Percentile	0,1
75% Percentile	1,6
Weibliche Präparate	
Anzahl der Präparate	11
Mittelwert	1,1091
Median	1,2
SD	0,83001
Minimum	0,1
Maximum	2,5
25% Percentile	0,3
75% Percentile	1,8

Tab 13. geschlechtergetrennte Überprüfung auf Normalverteilung, Shapiro-Francia Normalitätstest

Shapiro - Wilk Test für	
	Signifika
männlich	
Länge Ganglion links	0,335
Länge Ganglion rechts	0,657
Abstand von SB links	0,589
Abstand von SB rechts	0,605
Betrag	0,468
Betrag Abstand von SB	0,255
weiblich	
Länge Ganglion links	0,477
Länge Ganglion rechts	0,73
Abstand von SB links	0,553
Abstand von SB rechts	0,004
Betrag	0,402
Betrag Abstand von SB	0,379

Tab. 14. geschlechtsgetrennte sowie seitengetrennte Darstellung statistischer Eckpfeiler bezüglich der Längen des Ganglion cervicale superius

	Länge Ganglion links	Länge Ganglion rechts
Männliche Präparate		
Anzahl der Präparate	7	7
Mittelwert	2,9857	2,6
Median	2,8	2,6
SD	0,55506	0,57735
Minimum	2,2	1,7
Maximum	3,6	3,3
25% Percentile	2,5	2
75% Percentile	3,6	3,1
Weibliche Präparate		
Anzahl der Präparate	11	11
Mittelwert	2,7	2,5182
Median	2,6	2,4
SD	0,64962	0,90423
Minimum	1,8	1,2
Maximum	3,7	4
25% Percentile	2,1	1,7
75% Percentile	3,2	3,1

Tab. 15. geschlechtsgetrennte Darstellung der statistischen Eckpfeiler nach Berechnung der intraindividuellen Beträge der Längenunterschiede

		Betrag Längenunterschied
Männliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	7
	Mittelwert	0,6714
	Median	0,7
	SD	0,43861
	Minimum	0,2
	Maximum	1,4
	25% Percentile	0,3
	75% Percentile	1
Weibliche Präparate		
	Anzahl der Präparate	11
	Mittelwert	0,8182
	Median	0,8
	SD	0,5845
	Minimum	0,1
	Maximum	2
	25% Percentile	0,3
	75% Percentile	1,2

12. Abbildungsverzeichnis



Abb 1. Beispiel einer intraindividuellen Seitendifferenz

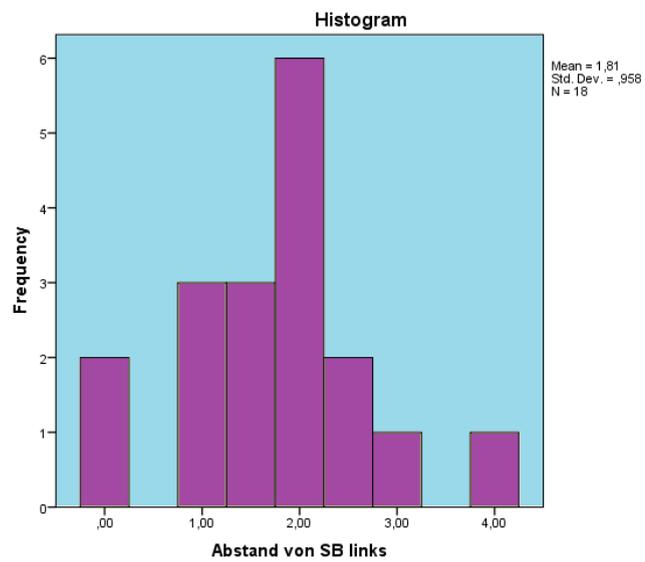


Abb. 2. Histogramm über die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der linken Ganglia cervicalia superiora zur SB

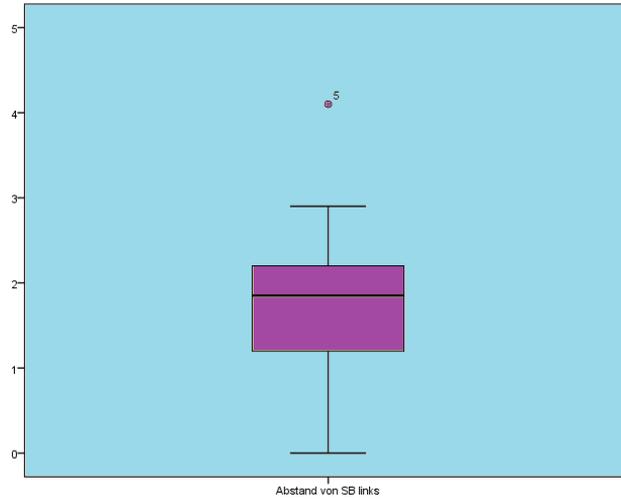


Abb.3. Boxplot Abstand der linken Ganglia cervicalia superiora von der SB

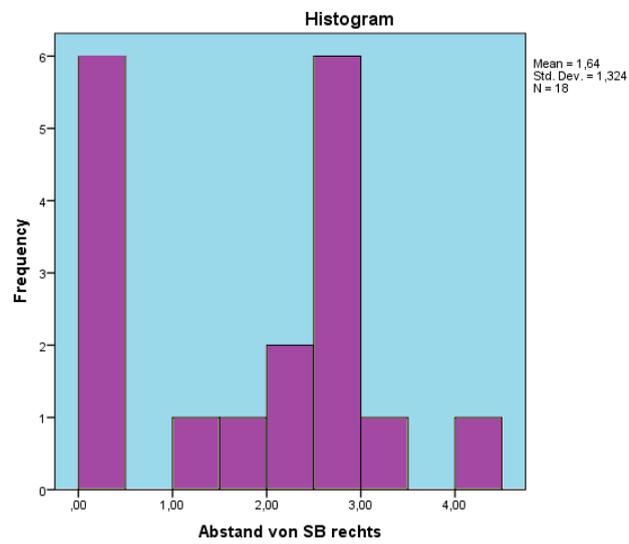


Abb. 4. Histogramm über die Häufigkeiten der Abstandsverteilung der rechten Ganglia cervicalia superiora zur SB

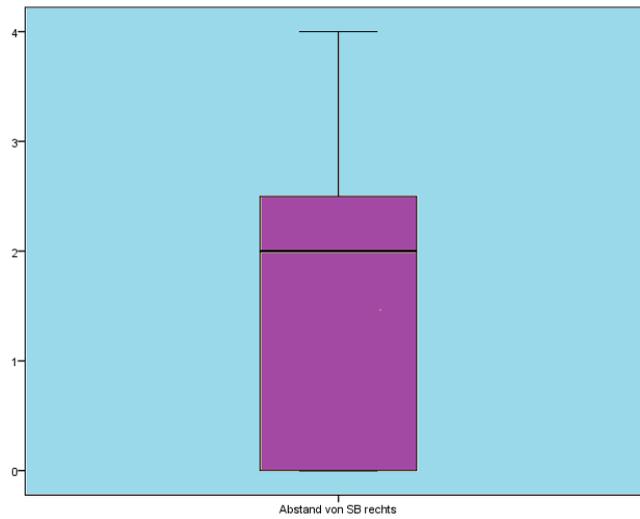


Abb. 5. Boxplot Abstand der rechten Ganglia cervicalia superiora von der SB

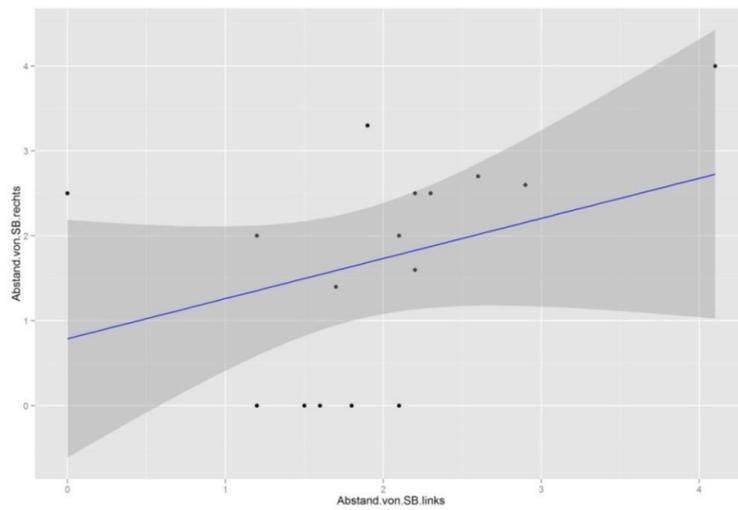


Abb. 6. Streudiagramm Abstand des Ganglion cervicale superius von der SB im Seitenvergleich

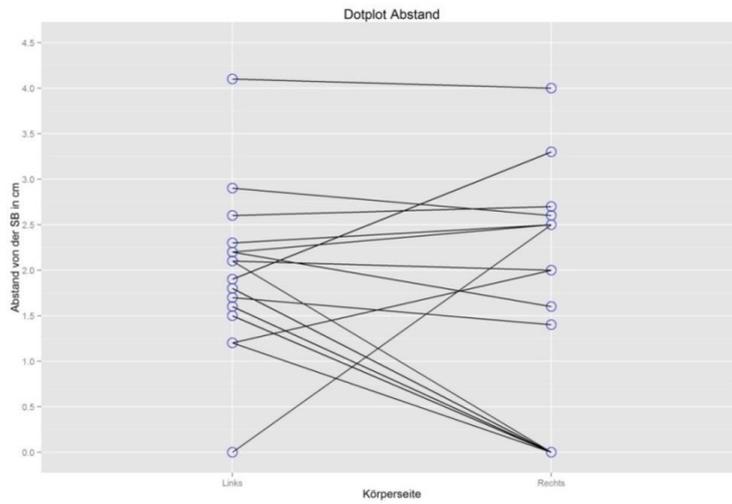


Abb. 7. Punktauftragung der Abstände des Ganglion cervicale superius von der SB im Seitenvergleich

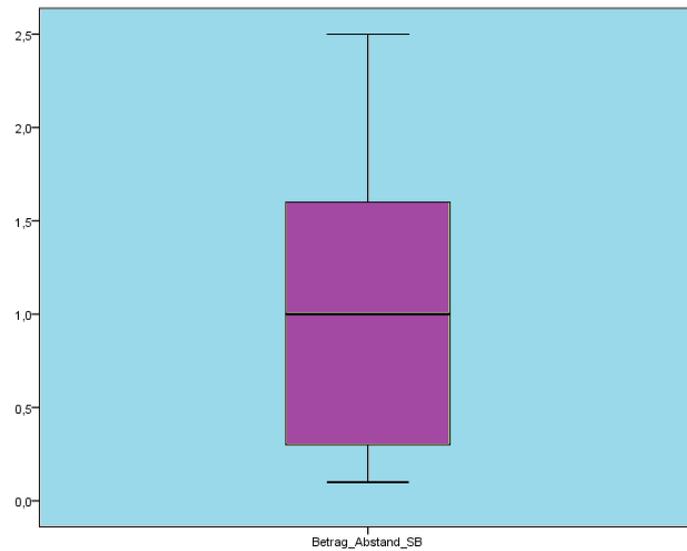


Abb. 8. Boxplot zur Betrages der Abstandsunterschiede zur Schädelbasis

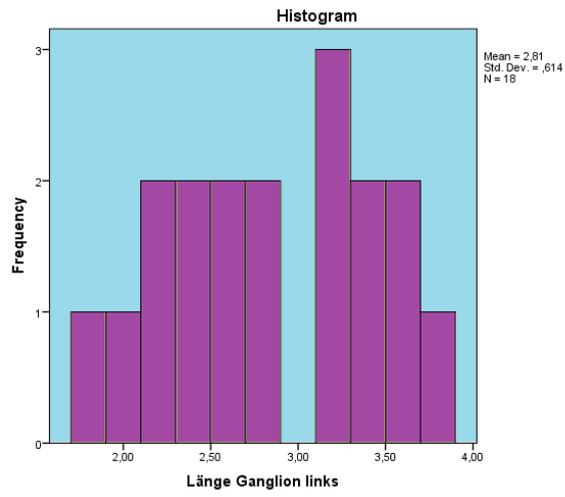


Abb. 9. Histogramm Länge Ganglion links

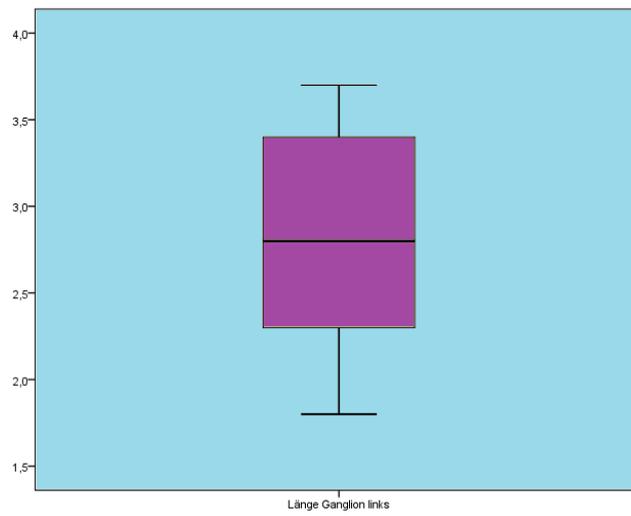


Abb. 10. Boxplot Länge Ganglion links

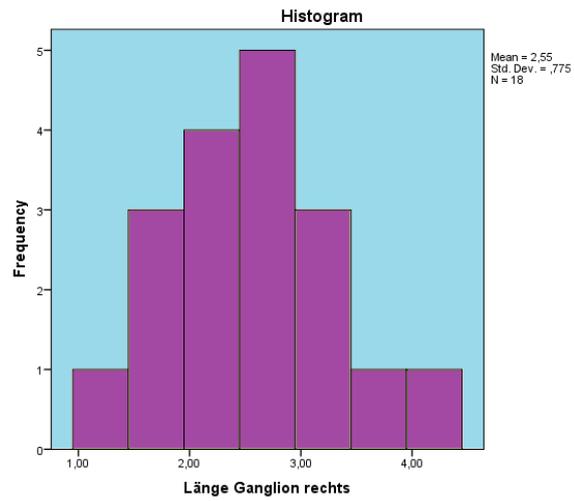


Abb. 11. Histogramm Länge Ganglion rechts

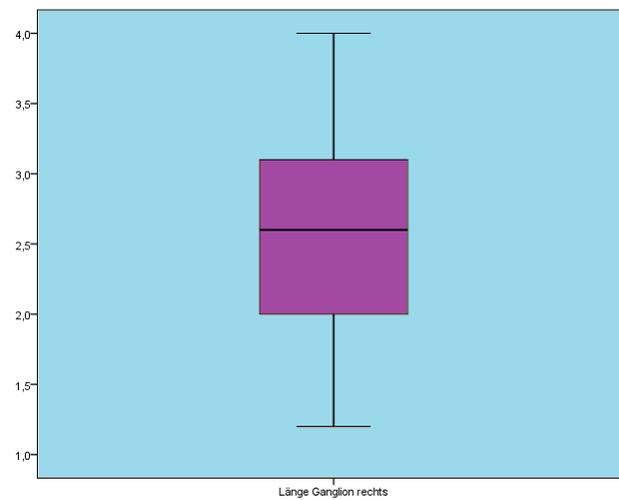


Abb. 12. Boxplot Länge Ganglion rechts

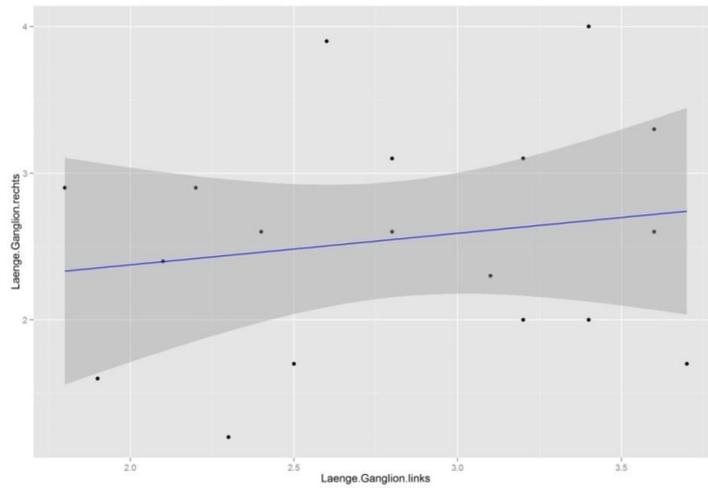


Abb 13: Streudiagramm der Länge des Ganglion cervicale superius im Seitenvergleich

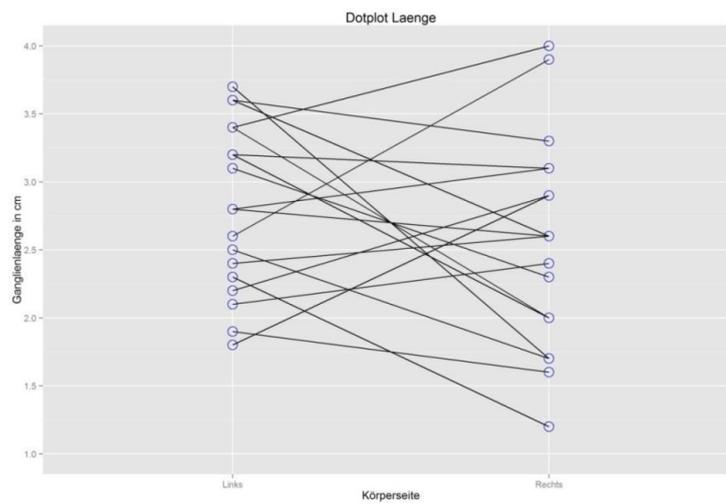


Abb 14: Punktauftragung der Länge des Ganglion cervicale superius im Seitenvergleich

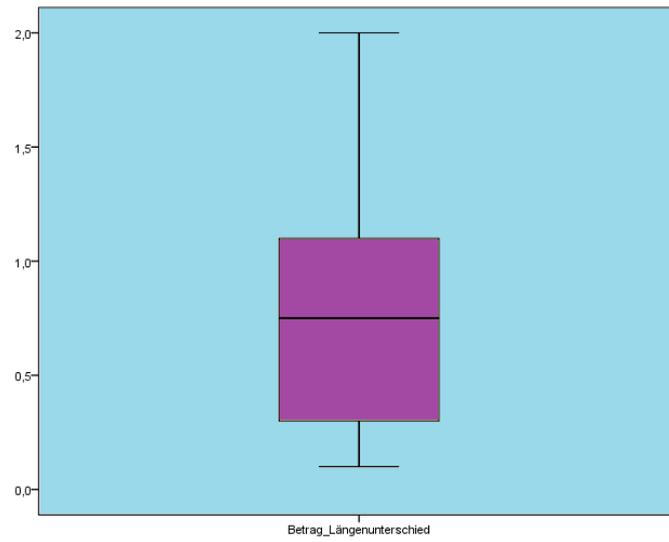


Abb. 15. Boxplot Betrages der Längenunterschiede

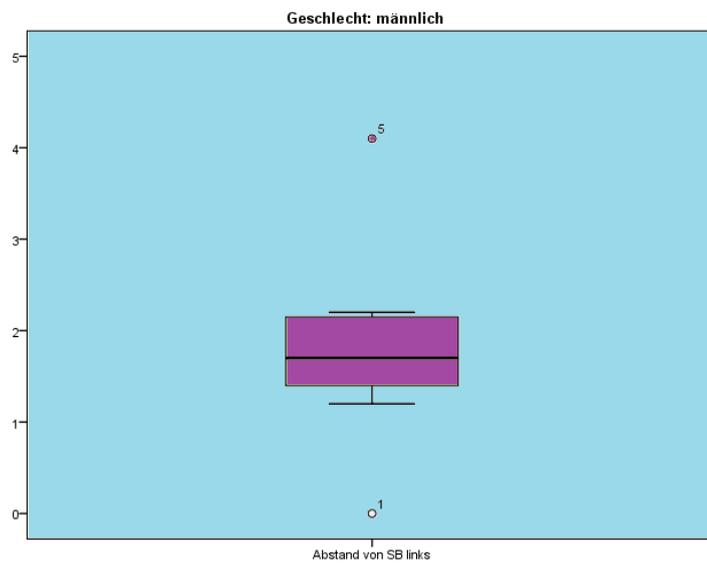


Abb. 16. Boxplot Abstand von SB links, Männer

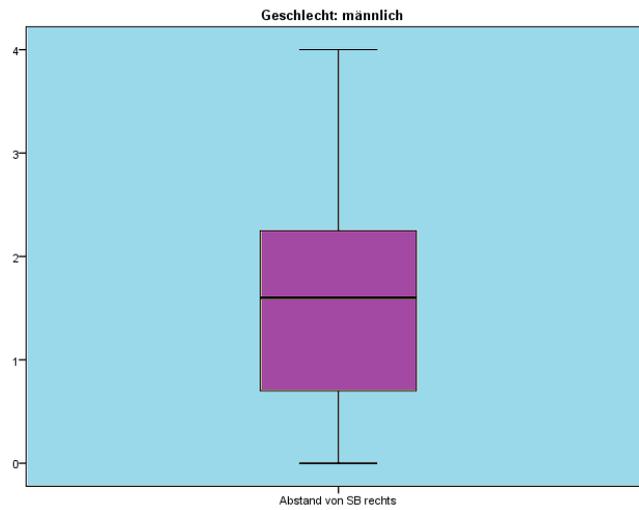


Abb. 17. Boxplot Abstand von SB rechts, Männer

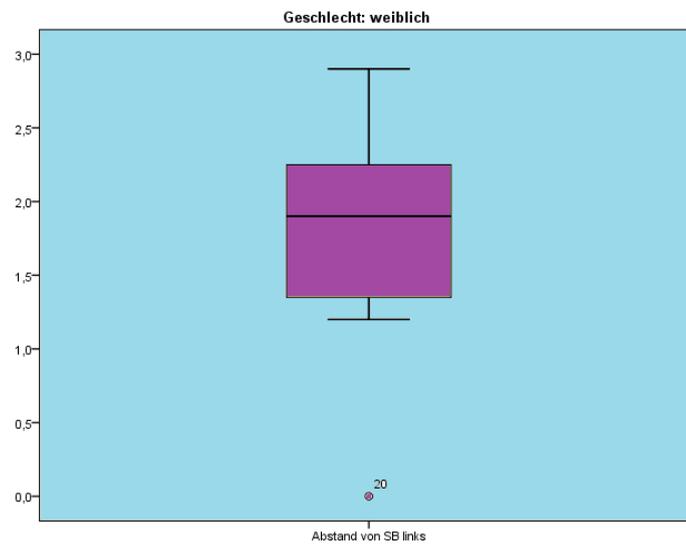


Abb. 18. Boxplot Abstand von SB links, Frauen

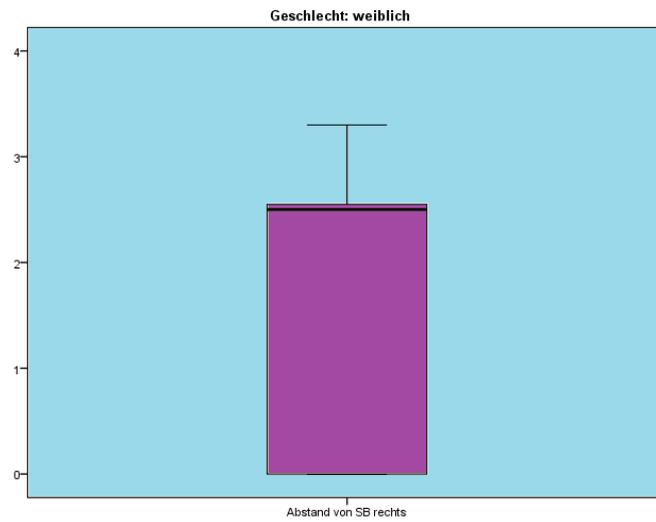


Abb. 19. Boxplot Abstand von SB rechts, Frauen

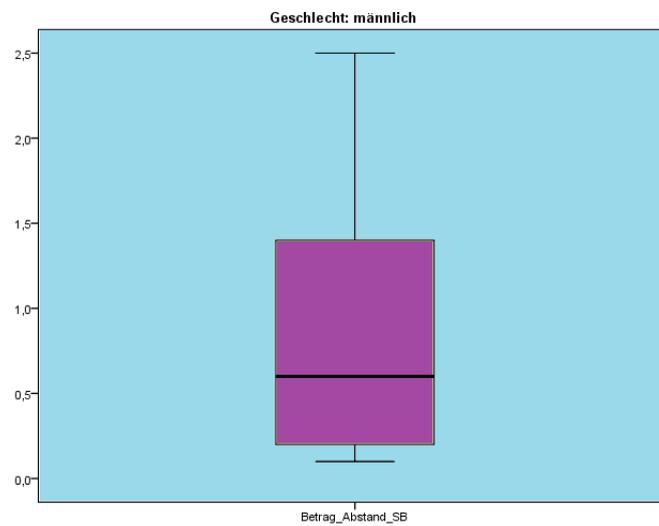


Abb. 20. Boxplot Betrag der Abstandsunterschiede Männer

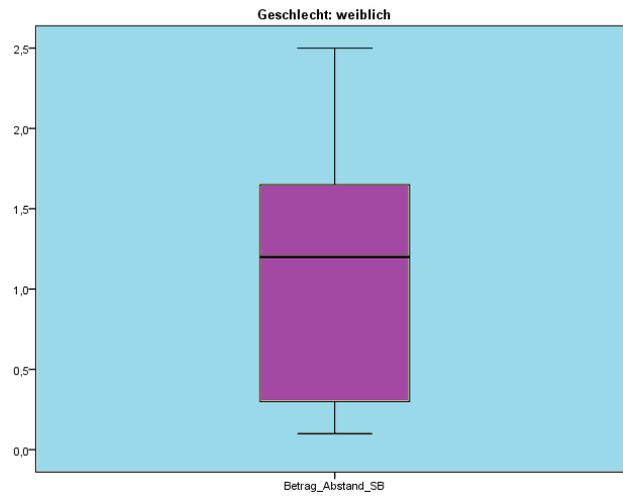


Abb. 21. Boxplot Betrag Abstandsunterschiede Frauen

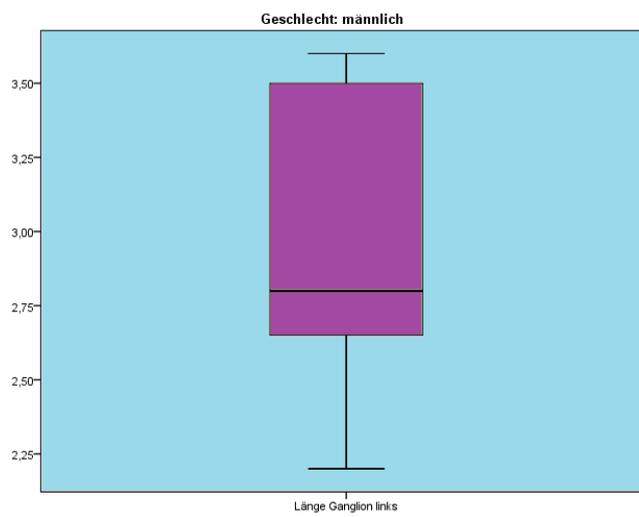


Abb. 22. Boxplot Ganglionlänge links, Männer

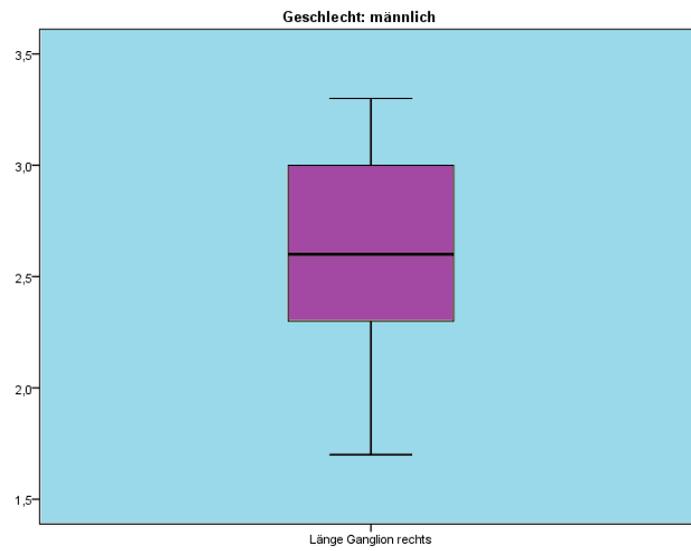


Abb. 23. Boxplot Ganglionlänge rechts, Männer

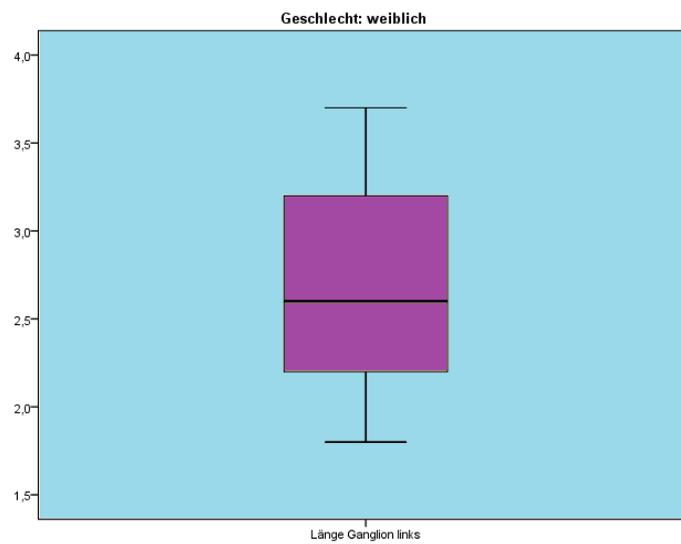


Abb. 24. Boxplot Ganglionlänge links, Frauen

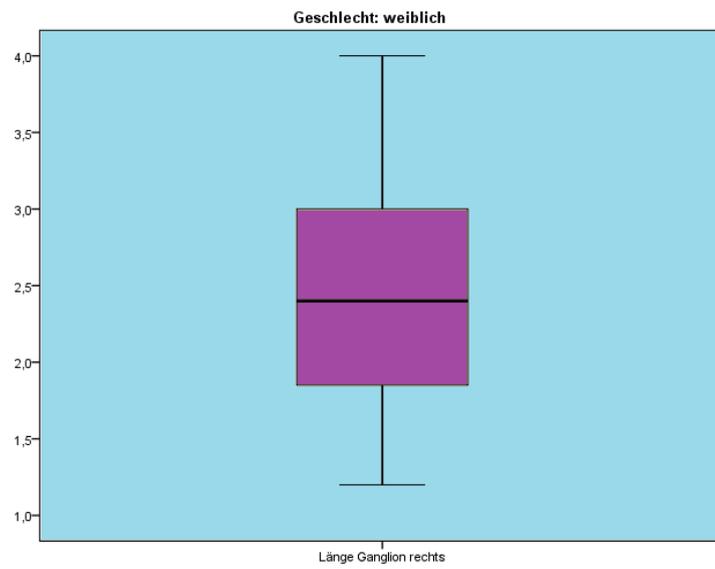


Abb. 25. Boxplot Ganglionlänge rechts, Frauen

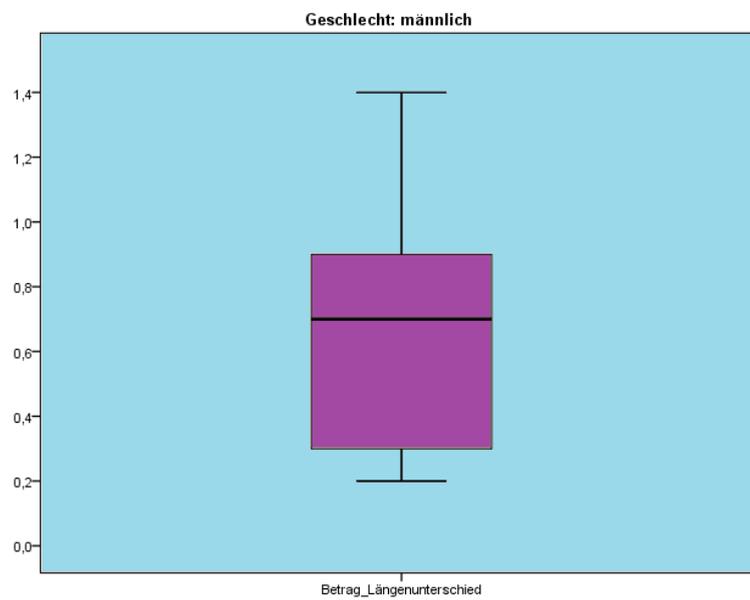


Abb. 26. Boxplot Betrag Längenunterschied, Männer

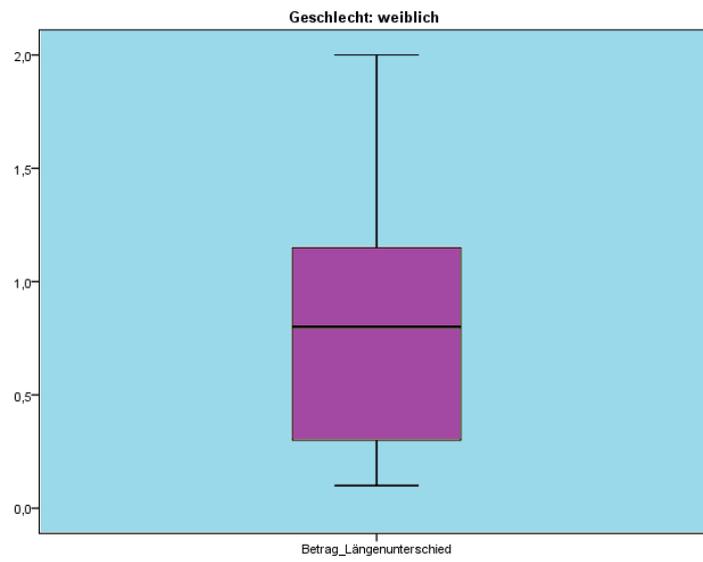


Abb. 27. Boxplot Betrag Längenunterschied, Frauen

13. Anhang – Vermächtnis zur Körperspende

Vermächtnis zur Körperspende

Ich vermache hiermit meinen Körper nach meinem Ableben der Medizinischen Universität Wien, Zentrum für Anatomie und Zellbiologie zur Heranbildung von Ärztinnen und Ärzten, zur ärztlichen Weiterbildung sowie für die medizinische Wissenschaft.

Ich erkläre hiermit, dass meine Angehörigen mit dieser letztwilligen Verfügung einverstanden sind und nach meinem Ableben das Institut für Anatomie so bald wie möglich verständigen werden.

Weiters erkläre ich mein Einverständnis, dass mein Körper nach Abschluss der Untersuchungen eingeäschert wird.

Familienname..... Vorname.....

Geburtsdatum..... Geburtsort.....

Strasse, Hausnummer.....

Postleitzahl..... Wohnort.....

Telefon.....

Bitte teilen Sie uns Änderungen Ihrer Adresse mit !

Ich bestätige mein Einverständnis, den Kostenbeitrag in Höhe von € 400.- für die aus meiner Körperspende entstehenden Kosten umgehend auf das Konto der Medizinischen Universität mittels beiliegendem Zahlschein einzuzahlen. Das Vermächtnis wird erst dann gültig, wenn der Kostenbeitrag entrichtet ist.

Ich verfüge ferner, dass die Urne am Wiener Zentralfriedhof in der Grabstätte der Anatomie beigesetzt wird.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Das Vermächtnis wird bestätigt mit der Verpflichtung, die Verfügung im Sinne des Verstorbenen zu erfüllen.

Wien, am

.....
Für das Zentrum für Anatomie
und Zellbiologie