

**Beschreibung der Insertionsstellen des Ligamentum vertebropericardiacum und
der Verbindung zum vegetativen Nervensystem:**

**Eine anatomische Grundlagenstudie an nach Thiel konservierten menschlichen
Leichen.**

Masterthesis zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

im Universitätslehrgang **Osteopathie**

eingereicht von

Rene Hoffmann

Zentrum für Traditionelle Chinesische Medizin und Komplementärmedizin

an der Donau Universität Krems

Betreuer/in: **Dr., Astrid, Grant Hay**

Betreuer/in: **Dr., Erich, Mayer-Fally, MSc, D.O.**

Pasching, Dezember 2014

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, **Hoffmann Rene**, geboren am 18.01.1980 in Linz 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.

DANKSAGUNGEN / WIDMUNGEN

Zuerst möchte ich mich beim Institutsvorstand des Instituts für Anatomie der Medizinischen Universität Graz Prof. Dr. med. Dr. h.c. Friedrich Anderhuber für die Bewilligung dieser Studie bedanken.

Ganz besonderen Dank möchte ich Herrn Univ. Prof. M. D. Andreas Weiglein aussprechen, der mir den Kontakt zu Prof. Dr. med. Dr. h.c. Friedrich Anderhuber erst ermöglichte, der mir als Experte in seinem Fachgebiet bei allfälligen Fragen und Wünschen mit Rat und Tat zur Seite stand. Der aufregendste Moment der Studie war, unter Anleitung von Prof. Weiglein in den Katakomben der Anatomie Graz, die Leichen zu sezieren. Mein Dank gilt ebenfalls seinem Assistenten Dr. med. Manuel Dreu.

Dankbar bin ich für die Hilfe von Mag. Anna Vo, MSc und Ing. DI (FH) Jürgen Sonnleitner für das Korrekturlesen meiner Masterthesis.

Zu tiefstem Dank verpflichtet bin ich meinen Eltern, die mich nicht nur während der Masterarbeit, sondern während meines gesamten Studiums tatkräftig unterstützt und ermutigt haben.

Ein ganz besonderes Dankeschön gilt meiner Freundin Theresia Vo, die mich so intensiv in der stressigen Zeit unterstützt hat und mir so viel Liebe und Kraft gegeben hat. Ohne Dich hätte ich das alles nicht geschafft.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei Dr. Astrid Grant Hay und Dr. Erich Mayer-Fally, MSc, D.O. für die Betreuung und Unterstützung bedanken.

KURZFASSUNG

Rene Hoffmann: Beschreibung der Insertionsstellen des Ligamentum vertebropericardiacum und der Verbindung zum vegetativen Nervensystem: Eine anatomische Grundlagenstudie an nach Thiel konservierten menschlichen Leichen.

Hintergrund: Im Zuge meiner osteopathischen Ausbildung wurden spezielle Behandlungstechniken für das Ligamentum vertebropericardiacum erlernt, die eine Reaktion des vegetativen Nervensystems hervorrufen. Die Literatur liefert jedoch keine eindeutigen Hinweise auf diese Thematik. Einige Autoren beschreiben zwar den Verlauf des Ligamentum vertebropericardiacum, allerdings werden die Angaben nicht durch anatomische Studien belegt. Einen anatomischen Nachweis über die Verbindung zwischen dem Band und dem Sympathicus wurde in der Literatur nicht eindeutig beschrieben.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist einerseits nachzuforschen, ob der Verlauf dieser Ligamenta aus der Literatur der Korrektheit entspricht, andererseits um neue Erkenntnisse hinsichtlich der anatomischen Verbindung zwischen dem Ligamentum vertebropericardiacum und dem vegetativen Nervensystem zu gewinnen.

Methode: Es ist eine anatomische Grundlagenstudie an insgesamt 54 menschlichen Leichen durchgeführt worden. Die Studie fand am Institut für Anatomie der Medizinischen Universität Graz statt. Die menschlichen Leichen waren nach der von Walter Thiel beschriebenen Konservierungsmethode einbalsamiert worden.

Ergebnisse: Das Ligamentum vertebropericardiacum konnte bei jeder Leiche dargestellt werden. Die Struktur erstreckt sich von der oberen Brustwirbelsäule bis zur Pars posterior pericardii. Die dorsale Verankerung verläuft lateral entlang des ersten bis fünften Wirbelkörpers der thoracalen Wirbelsäule und unmittelbar vor den Rippenköpfchen-Gelenken der ersten bis zur fünften Rippe.

Schlussfolgerungen: Die Studie weist neue wissenschaftliche Erkenntnisse hinsichtlich neuer Verbindungen des Ligamentum vertebropericardiacum auf, die für die Osteopathie und der Medizin von großer Wichtigkeit sein können.

Schlüsselwörter: Ligamentum vertebropericardiacum, vegetatives Nervensystem, Osteopathie

ABSTRACT

Rene Hoffmann: Description of the insertion sites of the ligament vertebropericardiacum and the connection to the autonomic nervous system: A baseline anatomy study in Thiel embalmed human cadavers.

Background: In osteopathic school, special treatment techniques for the ligament vertebropericardiacum are learned, which cause a reaction of the autonomic nervous system. However, the literature provides no clear evidence of this issue. Although some authors have described the course of the ligament vertebropericardiacum, information has not been confirmed by anatomical studies. An anatomical proof of the connection between ligament vertebropericardiacum and the sympathetic nervous system has not been clearly described in the literature.

Aim: The purpose of this study is two fold to investigate whether the course of these ligaments complies with documented literature and to gain new insights into the anatomical connection between the ligament vertebropericardiacum and the autonomic nervous system.

Method: A baseline anatomic study was performed in a total of 54 human Thiel embalmed cadavers. The study took place at the Medical University of Graz.

Results: The ligament vertebropericardiacum was identified in each cadaver. The structure extended from the upper thoracic spine to the posterior pericardial pars. The dorsal anchorage extended laterally along the first to the fifth thoracic vertebra of the spine.

Conclusion: This study resulted in findings concerning new compounds of the ligament vertebropericardiacum, which may be of great importance for osteopathy and medicine.

Keywords: Ligament vertebropericardiacum, vegetative nervous system, osteopathy

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG.....	III
ABSTRACT	IV
INHALTSVERZEICHNIS.....	V
1. Einleitung	1
2. Allgemeines und Definitionen	4
3. Anatomische Grundlagen.....	6
3.1 Neuronenschaltung	8
3.2 Afferente Innervation der Organe	8
3.3 Der Sympathicus.....	9
3.4 Parasympathicus.....	10
3.5 Vegetative Neurotransmitter.....	11
3.6 Vegetative Rezeptoren.....	11
3.7 Wirkung des VNS.....	12
3.8 Plexus cardiacus	13
4. Physiologie des Herzens.....	15
4.1 Herzbeutel und Perikard.....	16
5. Ligamentum vertebropericardiacum	17
6. Embryologischer Hintergrund.....	18
6.1 Körperhöhlen	18
6.2 Perikardhöhle und Herzschlauch.....	19
6.3 Entwicklung von Rückenmark und peripherem Nervensystem	20
7. Bewegungsphysiologie der Brusthöhle.....	22
8. Anatomische Verbindungen des Perikards.....	24
8.1 Innere Faszien	24
8.1.1 Fascia cervicalis media	24
8.1.2 Fascia cervicalis profunda.....	24
8.1.3 Fascia endothoracica	25
8.2 Faszien der Mittelachse	25

8.2.1	Fascia interpterygoidea, pterygotemporomandibulare und palatina.....	26
8.2.2	Fascia pharyngobasilaris.....	26
8.3	Diaphragma	27
9.	Manuelle Therapie und die Effekte auf den Sympathicus und auf das Herz	29
10.	Forschungsfrage	32
11.	Methodologie	33
11.1	Forschungsdesign.....	33
11.2	Präparationsvorgang.....	34
11.2.1	Verwendete Materialien und Instrumente	34
11.2.2	Präparation der Ligamenta vertebropericardiaca.....	35
12.	Konservierungsmethode nach Thiel	38
12.1	Material und Methode	40
12.1.1	Zurückgelegte Verfahrensweise	40
12.1.2	Konservierungslösungen.....	41
12.2	Applikation der Lösung.....	43
12.2.1	Erläuterung der Applikationen	44
12.2.2	Applikation der Eingeweidelösung.....	44
12.2.3	Pflege der Leiche bei der Bearbeitung	46
12.2.4	Vorteile der Thielkonservierung.....	47
13.	Ergebnisse	48
14.	Diskussion.....	50
15.	Zusammenfassung und Ausblick.....	52
16.	Literaturverzeichnis	54
ANHANG		60
1	Abbildungsverzeichnis.....	60
2	Untersuchungsprotokoll.....	61
3	Abkürzungsverzeichnis	62
Englische Zusammenfassung/English summary		63

Hinweis:

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

1. Einleitung

Der menschliche Körper ist ein System, bestehend aus unzähligen Komponenten, die miteinander kommunizieren und interagieren. Diese Korrelation zwischen Struktur und Funktion ist eine der fünf Prinzipien der Osteopathie und ist ein wichtiger Aspekt in der Osteopathie (Delaunois, 2010). Die Anatomie sowie die Visualisierung ihrer Struktur gelten daher als wesentliche Voraussetzung für osteopathisches Wissen (Abehsera, 2010). In Kriksville (USA) wurden die Studenten von Still (Begründer der Osteopathie) „in den beiden ersten Jahren nur mit der Anatomie vertraut gemacht. Diese Zielrichtung wird bis in die Gegenwart beibehalten“ (Kwakman, 2005, S. 492). Heutzutage hat die Physiologie, aufgrund vieler neuer Erkenntnisse in der Medizin, an Bedeutung gewonnen. Das Know-how über das vegetative Nervensystem, seine angrenzenden Beziehungen zum neuroendokrinen und anatomischen Aufbau, sowie die Betrachtung der Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Systemen des Körpers ist essentiell. Im beruflichen Alltag werden Therapeutinnen mit dieser Thematik laufend konfrontiert (Slater, 2005).

Zhang, Dean, Nosco, Strathopoulos und Floros (2006) beschäftigen sich mit der Wirkung der Chiropraktik auf die sympathischen und parasympathischen Aktivitäten des Nervensystems mittels Herzratenvariabilitätsanalyse. Ein Abfall der Hauttemperatur oder ein Anstieg der Leitfähigkeit der Haut wird durch cervicale Mobilisierung hervorgerufen (Sterling, Jull, & Wright, 2001).

Im Zuge meiner osteopathischen Ausbildung wurden spezielle Behandlungstechniken für das Ligamentum vertebropericardiacum (im Folgenden als VPL bezeichnet) erlernt, die eine Reaktion des vegetativen Nervensystems hervorrufen. Die gesamte deutsche und englische Literatur liefert jedoch keine eindeutigen Hinweise auf diese Thematik. Einige Autoren beschreiben zwar den Verlauf des VPL, allerdings wurden die Angaben nicht durch anatomische Studien belegt. Ein anatomischer Nachweis über die Verbindung zwischen dem Band und dem Sympathicus wurde in der deutschen und englischen Literatur nicht eindeutig beschrieben.

Osteopathie hilft den Menschen, sie ist bemüht Beschwerden zu lindern und beschleunigt Heilungsprozesse mit gezielten, genau definierten Methoden. Methoden, welche akribisch gelehrt, konsequent geübt, und punktgenau angewandt werden müssen, um ihre volle Wirkung zu entfalten. Die Erfolge sind vielversprechend. So vielversprechend, dass sie auch von einer steigenden Anzahl von Schulmedizinern als sinnvolle Ergänzung und alternative Erweiterung verstanden und akzeptiert werden.

Aber nicht immer, und das hat mich erstmals während eines Vortrages in Wien verblüfft, sind alle Grundlagen osteopathischer Methoden bis ins kleinste Detail erforscht,

geschweige denn dokumentiert. Es wurde scheinbar bisher aus den verschiedensten Gründen darauf verzichtet, alle anatomischen Grundlagen zu sammeln und wissenschaftlich zu untersuchen, um deren Relevanz und Tragweite für die kommenden Generationen aufzubereiten. Die Dynamik der erzielten Heilungserfolge überstieg möglicherweise die zeitlichen und finanziellen Möglichkeiten der handelnden Institutionen. Eines der Beispiele hierfür ist das VPL. Seine Existenz war bisher zwar vermutet worden, da eine offensichtlich erfolgreiche Behandlungsmethode nur dadurch erklärbar war, jedoch hat niemand dieses „Verbindungs-Band“ bislang durch anatomische Studien nachweisen können. In der Technik steht man sehr oft vor ähnlichen Phänomenen: Ein gewisses physikalisches Verhalten wird beobachtet und mathematisch beschrieben, jedoch führt erst die Entdeckung eines gesuchten Teilchens zur vollständigen Erklärung des Sachverhalts. Im Zeitalter des Cern erleben wir dies immer öfter.

Während eines Sezierkurses im März 2013 in Graz sprach ich mit dem Vortragenden Prof. Dr. Weiglein über meine Idee, das VPL zum Thema meiner Masterthesis zu machen, und zwar in Form einer anatomischen Grundlagenstudie. Prof. Dr. Weiglein bot mir ohne zu zögern seine Hilfe an.

Sehr froh darüber machte ich mich an jenem Tag auf meinen Heimweg nach Linz, und auf der mehrstündigen Fahrt kreisten meine Gedanken immer wieder um meine neue, noch schwer einschätzbare Aufgabe. Prof. Dr. Weiglein konnte mich zwar sicherlich betreffend der wissenschaftlichen und medizinischen Aspekte unterstützen, völlig neue Herausforderungen, wie beispielsweise das Sezieren von Leichen, würden mir aber dennoch nicht erspart bleiben, und damit beschritt ich sicherlich persönliches Neuland. Es würde bestimmt spannend werden, ob ich an meine persönlichen Grenzen stoßen, oder diese gar überschreiten würde.

Ein weiterer wichtiger Aspekt resultiert aus der derzeitigen Situation der Osteopathie in Österreich in Bezug auf ihre Anerkennung und Verankerung als Berufszweig. Der anatomische Nachweis der Existenz des VPL würde zwar verspätet, aber doch, systematisch und wissenschaftlich fundiert zur Rechtfertigung einer erfolgreichen Behandlungsmethode führen und damit einen möglichen Lösungsweg für ähnlich strittige Problemstellungen vorzeigen.

Mit viel Enthusiasmus möchte ich also meine Kolleginnen ermuntern, sich vermehrt mit den medizinischen Grundlagen unseres Tuns auseinanderzusetzen, denn die Zukunft der Osteopathie kann durch neue Erkenntnisse nur noch lebendiger und spannender werden. Und je mehr man weiß, desto offensichtlicher erkennt man die verbliebenen Wissenslücken.

Die Motivation für meine Masterthesis resultiert also zum einen aus meinem persönlichen Forschungsdrang, zum anderen reizt mich die mögliche Tragweite betreffend der Verankerung der Osteopathie als nutzstiftende Lehre im Sinne des Menschen.

Ich möchte dies durch meine Arbeit untermauern. Basierend auf dieser Pilotstudie können in der Osteopathie neue Erkenntnisse gewonnen werden, um präzisere und effizientere Techniken zu entwickeln.

Das Ziel dieser Arbeit ist einerseits nachzuforschen, ob die Verlaufsangaben dieser Ligamenta aus der Literatur der Korrektheit entsprechen, andererseits neue Erkenntnisse hinsichtlich der anatomischen Verbindung zwischen dem Band und dem vegetativen Nervensystem (im Folgenden als VNS bezeichnet) zu gewinnen. Die Ergebnisse können eine Grundlage für weiterführende Forschungstätigkeiten und der Entwicklung von neuen Techniken darstellen.

2. Allgemeines und Definitionen

Im Folgenden wird versucht, die Morphologie und Topologie des Nervensystems durch einige Definitionen zu erklären.

Einteilung Nervensystem morphologisch

1. Zentrales Nervensystem (ZNS): Gehirn und Rückenmark.
2. Peripheres Nervensystem (PNS): Spinalnerven, Hirnnerven, Spinalganglien und Schaltganglien (Trepel, 2011).

Einteilung Nervensystem funktionell

1. Somatisches (willkürliches) Nervensystem: bewusste sensible und motorische Leistungen
2. Vegetatives (unwillkürliches) Nervensystem: unbewusste Leistungen (Mayer, 2012).

Nervenzellmorphologie

1. Multipolares Neuron (alle efferenten Neurone)
2. Bipolares Neuron (überträgt afferente Informationen einiger Sinnesorgane)
3. Pseudounipolares Neuron (überträgt afferent zu den terminalen synaptischen Endkolben) (Weninger, 2011).

Nervenfasern

Nervenfasern bestehen aus einem Axon (Neurit) und einer Markscheide.

Weninger (2010, S. 11) gliedert die Nervenfasern in:

1. „Afferent: leitet Information von der Peripherie zum ZNS. (Neuriten pseudounipolarer oder bipolarer Neurone)
2. Efferent: leitet Information vom ZNS in die Peripherie (Neuriten multipolarer Neurone)“.

Afferente Nervenfasern leiten aufgenommene Informationen zum ZNS. Man unterscheidet somatische und viszerale Afferenzen. Die somatischen Afferenzen leiten Informationen (Berührungsempfindung, Temperaturwahrnehmung, Schmerzempfindung, Propriozeption) zum ZNS. Die viszeralen Afferenzen leiten Informationen von den Organen zum ZNS (Mayer, 2012).

Ganglion

Weninger (2010) definiert zwei Arten von Ganglien:

1. Pseudounipolares Ganglion
 - besteht aus pseudounipolaren Nervenzellen
 - keine Synapsenbildung an Ganglienzellen
 - keine Erregungsverarbeitung im Ganglion
 - e.g. Spinalganglion, sensible Ganglien entlang von Hirnnerven

2. Schaltganglion
 - besteht aus multipolaren Nervenzellen
 - Synapsenbildung an den Ganglienzellen
 - Erregungsverarbeitung (e.g. Amplifizierung) an Ganglienzellen
 - e.g. efferente Ganglien des vegetativen Nervensystems. (S. 12)

3. Anatomische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die anatomischen Grundlagen des sympathischen und parasympathischen Systems beschrieben und Fachbegriffe erklärt.

Ein Teil des vegetativen Nervensystems (VNS) wird von vegetativen Nerven und Ganglien gebildet, denen die Innervation des Herzmuskels, der glatten Muskulatur sowie der Drüsen obliegt. Es besteht aus einer zentralen wie peripheren Komponente. Der zentrale Anteil umfasst das Mittelhirn, das Zwischenhirn, die Brücke, das Rückenmark und das verlängerte Rückenmark. Aufgrund der unterschiedlich efferenten Faserkategorien wird das periphere efferente VNS, neben dem hier nicht behandelten, enteralen Nervensystem, in Sympathicus und Parasympathicus gegliedert. Tandler (1929) beschreibt den Sympathicus als eine Art von Nervenfasern, die anfänglich keine selbständige Struktur darstellen. Sie verlaufen gemeinsam als vegetativer Anteil, über eine längere Distanz, mit den Hirn- und Rückenmarksnerven. Diese vegetativen Nervenfasern verlassen den gemeinsamen Nervenstamm und ziehen zu den Gefäßen der Körperhöhlen, zu den Drüsen, den Gefäßen der Haut und zur glatten Muskulatur. Zu den Fasern der Eingeweide zählen jene vegetativen Nervenfasern, die sich nur einen kurzen Weg mit den Cerebrospinalnerv teilen. Diese Nervenfasern enden in denselben Organen wie die des Parasympathicus. Im Unterschied zu dem des Parasympathicus zweigen diese aber viel eher von den Wurzeln des Cerebrospinalnervs ab und bilden schon eher ein eigenständiges und weitverzweigtes System. Diese Fasern, die aus dem Thoracolumbalmark entspringen, werden sympathische Nerven oder als Sympathicus betitelt. Als Parasympathicus oder als parasympathischer Anteil des vegetativen Nervensystems werden die Nerven bezeichnet, die aus dem Mesencephalon, Rhombencephalon und dem Sacralmark entstammen. Eine eindeutige Klassifikation zwischen sympathischen und parasympathischen Fasern kann in der Peripherie nicht mehr gegeben werden, da diese sich an mehreren Verlaufsstellen miteinander vermischen. Die efferenten vegetativen Fasern verlaufen mit mindestens einer Unterbrechung zu den Erfolgsorganen, im Gegensatz zu den somatischen Fasern, die ununterbrochen zu ihren Zielorganen ziehen. Die parasympathischen Fasern gehen in die peripheren Ganglien über und die sympathischen in die Vertebral- bzw. Prävertebralganglien.

Tandler (1929) differenziert daher:

1. Präganglionäre sympathische Fasern zwischen dem Thoracolumbalmark einerseits und den Vertebral- bzw. Prävertebralganglien andererseits und postganglionäre und sympathische Fasern zwischen diesen Ganglien und den Erfolgsorganen und
2. Präganglionäre parasympathische Fasern zwischen den Mesencephalon und Rhombencephalon (bzw. dem Sakralmark) und den peripheren Ganglien und schließlich postganglionäre parasympathische Fasern zwischen diesen Ganglien und den Erfolgsorganen. (S. 363)

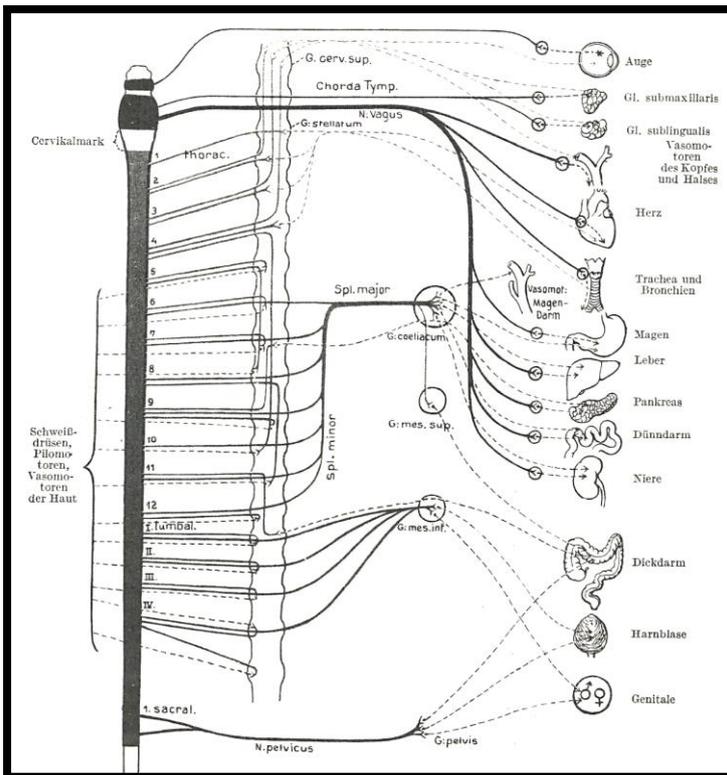


Abbildung 1: Sympathicus und Parasympathicus (Tandler, 1929, S. 362)

Der Grenzstrang oder auch Truncus Sympathicus genannt befindet sich anterior der Wirbelsäule. Im Prinzip liegt der Truncus Sympathicus im Cervical - und Thoracalabschnitt weiter voneinander entfernt, währenddessen im Lumbal - und Sacralabschnitt dieser näher zusammen liegt. Im Cervicalbereich verläuft dieser anterior der Querfortsätze z. B. befindet sich das Ganglion cervicale superior anterior des ersten und zweiten Querfortsatzes, das Ganglion cervicale medium liegt anterior des sechsten Querfortsatzes, das Ganglion cervicale inferior (Stellatum) liegt ventral am Hals der ersten Rippe. Im Thoracalbereich befinden sich die Ganglien entlang der Rippenköpfchen. Des Weiteren sind die Ganglien im Lendenwirbelbereich vor den Wirbelkörpern positioniert.

Im Sacralbereich endet der Grenzstrang anterior des Os coccygis im Ganglion impar (Kahle, 2002; Ulfig, 2008).

Ulfig (2008) beschreibt eine zusätzliche dritte, eigenständige Gruppe des vegetativen Nervensystems, die als Darmwandnervensystem oder enterisches Nervensystem bezeichnet wird. Laut Ulfig (2008) befinden sich die Neurone

im Plexus submucosus (Meißner-Plexus, in der Tunica submucosa) und im Plexus myentericus (Auerbach-Plexus, zwischen Stratum circulare und Stratum longitudinale der Tunica muscularis). Sie sind v. a. verantwortlich für die autonome Steuerung der Darmbewegung (zur Durchmischung und Fortbewegung des Inhalts) sowie die Sekretion der Darmwanddrüsen. (S. 226)

3.1 Neuronenschaltung

Timm, Pera und Anderhuber (2012) unterscheiden im Hinblick auf die Neuronenschaltung von prä- und postganglionär vier Konstellationen:

1. Das präganglionäre Neuron des Sympathicus wird zumeist in den rückenmarksnahen para- oder prävertebralen Ganglien (als organfern) umgeschaltet.
2. Die Umschaltung des präganglionären parasympathischen Neurons erfolgt in organnahen parasympathischen Ganglien. Eine Ausnahme davon bilden die Tränen- und Speicheldrüsen.
3. Daneben existieren erste Neurone, die erst im Erfolgsorgan umgeschaltet werden (ENS und vaskuläre Nervenzellen).
4. Eine 4. Gruppe von Neuronen zieht ohne Umschaltung zu den Paraganglien (Nebennierenmark). (S. 74)

3.2 Afferente Innervation der Organe

Die Vermittlung der Aktivitäten der viszeralen Organe erfolgt in der Regel nicht bis in die höheren Hirnzentren. Ausgenommen sind Informationen über den Füllungsstatus von Ösophagus, Magen, Rektum und Blase. Bei einer potenziellen Gefährdung eines Organs, zum Beispiel durch Erkrankung, werden Symptome wie Unbehagen und Schmerz bemerkt, meist ein vages und schwer zu beschreibendes Gefühl. Viszeraler Schmerz unterscheidet sich von somatischem Schmerz, hauptsächlich aufgrund der unterschiedlichen anatomischen Strukturen beider Systeme. Viszerale afferente Fasern

besitzen freie Nervenendigungen und sind entweder nicht oder dünn myelinisiert. Es scheint, dass alle histologisch spezifizierten Schichten der Organe durch sensorische Afferenzen innerviert sind. Deren Dichte und Spezifität unterscheidet sich in den einzelnen Schichten und Organen (Drewes, 2003).

Manche inneren Organe (z. B. Nieren, Lungen, Milz und Leber) werden nur an deren Kapsel von sensorischen Nerven innerviert. Bei Verletzungen innerhalb des Organs kommt es zu keiner Informationsweiterleitung an das Bewusstsein (Cervero, 1994). Die Afferenzen übermitteln bei manchen Organen nur Schmerz (Herz, Bauchspeicheldrüse, Harnröhre) und bei anderen Organen (Ösophagus, Magen, Rektum und Blase) Schmerz und andere Empfindungen (z. B. Informationen über den Füllungszustand) (Drewes et al., 2002). Viszerale Afferenzen verlaufen vorrangig mit sympathischen Nerven zum Zentralnervensystem, teilweise auch mit parasymphatischen Nerven und auf andere Bahnen (Cervero, 1994).

3.3 Der Sympathicus

Der Sympathicus besteht unter anderem aus vertebralen oder lateralen Ganglien (Grenzstrang). Dieser ist mit den Rami interganglionares (kurze nervenzellfreie Nervenstränge) strickleiterförmig zu einem einheitlichen Strang verbunden, dem sogenannten Grenzstrang. Dieser erstreckt sich vom Occiput bis zum Os coccygis an beiden Seiten der Wirbelsäule entlang und endet mit einem unpaaren Ganglion (Ganglion impar). Der Grenzstrang steht durch die Rami communicantes mit dem Rückenmark in Beziehung und verläuft vom Cervicalsegment sieben bis zum zweiten bzw. dritten Lumbalwirbel. Gegenüber der Kreuzungsstelle des Ramus dorsalis oder direkt ventral treten die Rami communicantes immer vom betreffenden Spinalnerv ab. Anschließend ziehen sie medianwärts weiter und fallen in dem angrenzenden Ganglion des Grenzstranges ab. Die Rami communicantes verhalten sich sehr unterschiedlich. Mehrere Äste verlaufen nicht nur zum Ganglion des Grenzstranges, das in gleicher Höhe liegt, sondern auch zu den höher und tiefer gelegenen Ganglien (Kahle, 2002).

Clara (1942) gibt folgende Beschreibung:

Man unterscheidet Rami communicantes albi und Rami communicantes grisei. Die Bezeichnung rührt daher, daß erstere wegen ihrer markhaltigen Fasern weißlich erscheinen, während letztere wegen ihrer marklosen bzw. markarmen Fasern ein durchsichtiges graues Aussehen haben. Makroskopisch ist allerdings eine Trennung in Rami communicantes albi und grisei meist nicht durchführbar, da in den Segmenten, in denen Rami communicantes albi und grisei gleichzeitig vorkommen,

sie vielfach nicht völlig getrennt verlaufen, sondern vielfach zu einem einheitlichen Nerven verschmelzen. (S. 218)

Die Rami communicantes albi und deren markhaltige Fasern haben ihren Ursprung in den Zellen des Seitenhorns. Daher kommen diese nur in den Rückenmarkssegmenten vor, die eine Seitenhornkette ausgebildet haben. Anders besteht bei den Rami communicantes grisei eine Verbindung zwischen Grenzstrang und den Spinalnerven. Deren marklose Fasern stammen aus den Zellen der Grenzstrangganglien und nutzen die Spinalnerven als Leitbahnen in die Peripherie. Deswegen können sie ebenfalls dort vorkommen, wo keine Rami communicantes vorhanden sind (Rohen, 2001).

Definition laut Pschyrembel (2002):

Pars sympathica des vegetativen Nervensystems, die morphologisch aus dem Truncus sympathicus mit den zugehörigen sympathischen Nerven, Geflechten und peripheren (prävertebralen) Ganglien. In den Seitenhörnern der Segmente cervical acht bis lumbal drei befinden sich die Neuronen des Sympathikus. Die präganglionären Fasern ziehen sich entlang der vorderen Wurzeln sowie über die Rami communicantes albi zum Grenzstrang. Beim Sympathicus ist die Umschaltung organfern. Das bedeutet, dass die Umschaltung direkt im Grenzstrang oder in den peripheren Ganglien (G. coeliacum, mesentericum sup. u. inf. usw.) erfolgt. (S. 1616)

3.4 Parasympathicus

Slater (1999) gliedert den Parasympathicus in einen Kopf- sowie Sacralabschnitt. In den Kernen des N. oculomotorius, N. facialis, N. glossopharyngeus, N. vagus und in den parasympathischen Kopfganglien (Ganglion ciliare, pterygopalatinum, oticum sowie submandibulare) befinden sich die präganglionären Neuronen. Aus den intermediolateralen Neuronen des zweiten, dritten und vierten Sacralsegments entspringen die präganglionären Fasern des Sacralbereichs (Nn. pelvici). Vom terminalen Ganglion, im Bereich des Erfolgsorgans, müssen die präganglionären Neuronen eine längere Strecke zurücklegen als die postganglionären Fasern. Im Vergleich zum sympathischen Nervensystem ist die Divergenz zwischen prä- und postganglionären Fasern geringer als im parasympathischen System. Dies reflektiert höchstwahrscheinlich eine höhere spezifischere wie lokalisierte Funktion des Parasympathicus wieder. Bei der Übertragung des Signals von den präganglionären zu den postganglionären Neuronen, existiert eine Divergenz und Konvergenz. Bei Wischermeyer und Gründer (2010) bedeutet die Divergenz, „dass ein präganglionäres Neuron auf mehrere postganglionäre Zellen

projiziert und Konvergenz, dass ein postganglionäres Neuron mehrere präganglionäre Eingänge enthält“ (S. 485).

3.5 Vegetative Neurotransmitter

Vegetative Neuronen setzen Neurotransmitter an ihren Synapsen und an ihren Verbindungsstellen mit den viszerale Zielorganen frei. Als Neuroeffektor-Junktion werden diese Punkte beschrieben. Die Gliederung erfolgt in cholinerge und adrenerge Neurone. Beide Neurotransmitter steuern die Neurotransmission im VNS nicht allein (Slater, 2005).

Cholinerge Fasern schütten Acetylcholin aus, und adrenerge Neuronen setzen Noradrenalin frei. Aufgrund der raschen Inaktivierung des Acetylcholins durch das Enzym Acetylcholinesterase sind die cholinergen Aktivitäten kurzlebig. Zu den cholinergen Neuronen zählen (Slater, 2005):

- Alle sympathischen sowie parasympathischen präganglionären Neurone
- Alle parasympathischen und postganglionären Fasern
- Mehrere sympathische postganglionäre Neurone zu den Blutgefäßen in der Skelettmuskulatur, den Schweißdrüsen, den äußeren Geschlechtsorganen sowie zur Haut.

Adrenerge Fasern werden häufig in den sympathischen postganglionären Neuronen gefunden. Der Effekt des Noradrenalins ist von längerer Dauer und generalisierter, da es in den Blutstrom eintreten kann, und sehr viel langsamer inaktiviert wird als Acetylcholin (Kahle, 2002).

3.6 Vegetative Rezeptoren

Die Membranrezeptoren für Adrenalin und Noradrenalin werden als Adrenozeptoren bezeichnet. Jänig (2004) unterscheidet

zwei Familien von α -Adrenozeptoren (α_1 - und α_2 -), die je noch einmal in drei Untertypen eingeteilt werden, und drei Typen von β -Adrenozeptoren. Adrenalin und Noradrenalin haben etwa gleich starke Wirkung auf die α_1 -Adrenozeptoren und β_3 -Adrenozeptoren, Noradrenalin wirkt stärker als Adrenalin auf β_1 -Adrenozeptoren, Adrenalin wirkt stärker als Noradrenalin auf α_2 - und β_2 -Adrenozeptoren. (S. 431)

1. α_1 -Adrenozeptoren beeinflussen in der glatten Muskulatur die Vasokonstriktion von Arteriolen, Uterus, Ductus deferens, Bronchiolen, Harnblasensphinkter, Magen-Darmsphinkter und M. dilatator pupillae.
2. α_2 -Adrenozeptor reduziert die Speicheldrüsensekretion, Insulinsekretion, Lipolyse und erhöht die Aggregation von Thrombozyten.
3. β -Adrenozeptoren setzen den Second messenger frei und aktivieren die Proteinkinase.
4. β_1 -Adrenozeptoren erhöhen die basale Reninfreisetzung in der Niere und wirken auf das Herz (chrono-, dromo- und inotrop).
5. β_2 -Adrenozeptoren dilatieren (Muskelgefäße und Bronchien), entspannen die Muskulatur des Uterus, Ductus deferens, Magen und Darm. Sie führen zu Freisetzung von Insulin und erhöhen die Glykogenolyse (Leber und Muskulatur) sowie zu einer Hemmung der Thrombozytenaggregation.
6. β_3 -Adrenozeptoren erhöhen die Wärmeproduktion in den braunen Fettzellen (Silbernagl & Despopoulos, 2000).

3.7 Wirkung des VNS

Das vegetative Nervensystem ist für die Stimulation und permanente Kontrolle der Organfunktionen verantwortlich. Die Steuerung erfolgt unwillkürlich. Einige Funktionen des menschlichen Körpers wie z. B. Kreislaufregulation, Herz- und Atemfrequenz, Wärme- und Energiehaushalt, werden kontinuierlich über das VNS gelenkt. Vor allem werden die gesamte glatte Muskulatur und zahlreiche Drüsen innerviert (Mayer, 2012).

Sympathicus und Parasympathicus sind zum Teil antagonistisch wirkende Systeme, die in einem alternierenden Gleichgewicht zueinander stehen. Durch eine Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit beschleunigt der Sympathicus die Herz- und Atemfrequenz, die Pupillen erweitern sich, die Haaraufrichtungsmuskulatur wird aktiviert und eine erhöhte Schweißabsonderung tritt ein. Im selben Augenblick reduzieren sich die Motilität von Magen und Darm, ebenso die Sekretion der intestinalen Drüsen. Im Vergleich dazu induziert ein dominanter Parasympathicus eine vermehrte intestinale Motilität und Sekretion, verlangsamt die Herz- und Atemfrequenz, fördert Defäkation sowie Miktion und verkleinert die Pupillen (Kahle, 2002).

Laut Timm, Pera und Anderhuber (2012) steuert das Darmnervensystem (enterische Nervensystem) die Grundfunktionen des Gastrointestinaltraktes und verwandter Organe. Das enterische System kann unabhängig vom Zentralnervensystem arbeiten.

3.8 Plexus cardiacus

Folgender Teil setzt sich ausführlich mit dem Plexus cardiacus, des Brustteiles auseinander. Es wurde gezielt nur von einem Autor zitiert, da dieser die Anatomie sehr detailreich und genau beschreibt.

Der Plexus cardiacus, ist eine geflechtartige Verbindung bestehend aus

- Nn. cardiaci aus den drei Halsganglien,
- Herzäste aus den ersten zwei bis drei Brustganglien (Nn. cardiaci thoracici)
- Parasympathischer Rami cardiaci, die teilweise unmittelbar aus dem N. Vagus, teils aus dessen Ästen, N. laryngeus cranialis und N. laryngeus caudalis entspringen (Clara, 1942).

Eine scharfe Trennung zwischen den Vagus- und Sympathicusfasern ist hier aufgrund des erheblichen Transfers zwischen sympathischen und parasympathischen Anteilen nicht mehr möglich (Clara, 1942).

Das Herzgeflecht teilt sich in eine oberflächliche und tiefe Schicht. Der oberflächliche Teil liegt auf dem konkaven Rand des Aortenbogens, sowie an der Teilungsstelle der A. pulmonalis. Der Plexus cardiacus superficialis enthält

- vorrangig den R. cardiacus cranialis des linken N. vagus,
- den N. cardiacus cranialis des linken Sympathicus,
- einzelne Fasern des rechten N. cardiacus cranialis und des unteren linken Vagusastes sowie
- ein oder zwei Ganglien (Ggl. cardiacum) (Clara, 1942).

Das tiefe Geflecht befindet sich zwischen den Lungenvenen und der Aorta. In den Plexus cardiacus profundus strahlen

- die gesamten rechtsseitigen sympathischen Wurzeln,
- alle Äste des rechten N. Vagus,
- der mittlere und untere N. cardiacus und
- die späteren abgehenden mittleren und unteren Vagusfasern (Clara, 1942).

Von beiden Plexusschichten ziehen Geflechte mit den großen Gefäßen in die Peripherie sowie mit den Coronararterien zum Herz (Clara, 1942).

Vom vorderen Plexus coronarius ziehen Äste entlang der A. coronaria dextra über den rechten Vorhof zur rechten Herzkammer. Der linke Vorhof sowie die linke Kammer werden vom hinteren Plexus coronarius versorgt. Dessen Äste begleiten den Verlauf der A. coronaria sinistra. Aus dem dritten und vierten Brustsegment entspringen die sympathisch präganglionären Wurzelfasern des Herzgeflechts. Die Umschaltung erfolgt zu einem minimalen Anteil schon in den jeweiligen Grenzstrangganglien, zu einem

größeren Teil erst im Ganglion stellare und zu einem enormen Teil erst bei den Ganglien des Herzgeflechtes. Die einzigen Fasern, die für die Beschleunigung des Herzens verantwortlich sind, stammen aus dem Nn. cardiaca caudales. Sie werden als Nn. accelerantes definiert. Ein erheblicher Anteil aller sensiblen Bahnen des Herzens sowie der Aorta ziehen über die dorsalen Wurzeln wie dem Sternganglion mittels der R. communicantes albi zum Rückenmark. Die betreffenden Segmente laufen von cervical acht bis thoracal vier und thoracal eins bis einschließlich fünf (Clara, 1942).

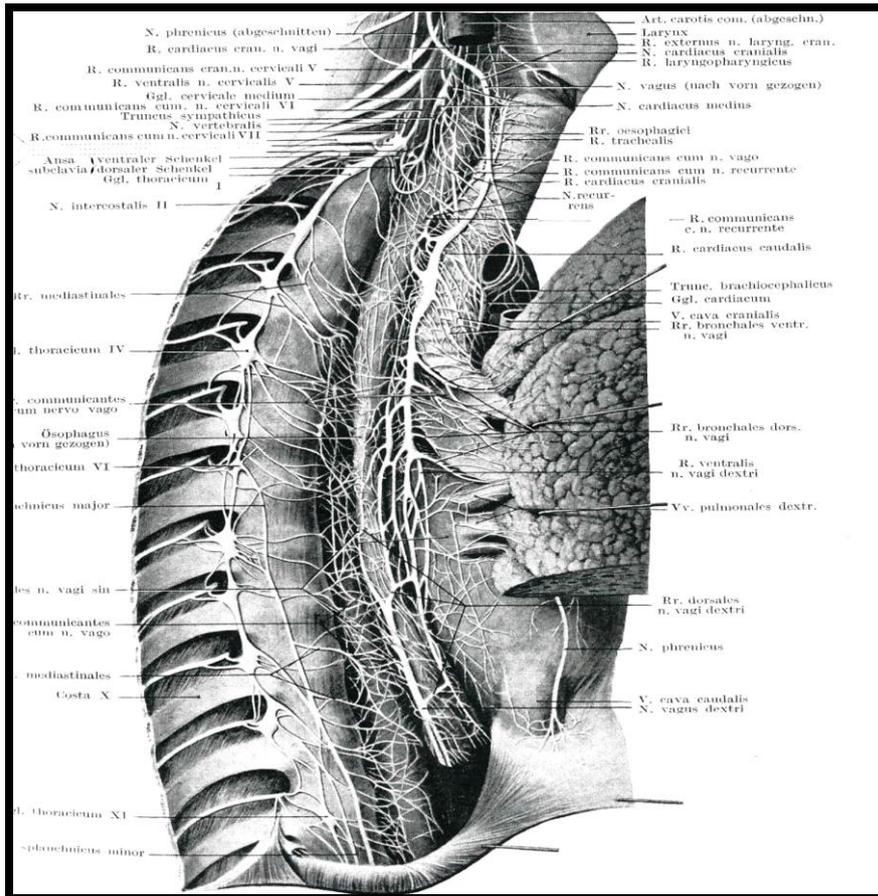


Abbildung 2: Die Brustgeflechte des rechten Sympathicus (Clara, 1942, S. 231)

4. Physiologie des Herzens

Auf die Physiologie des Herzens und das Perikard wird in diesem Kapitel vertiefender eingegangen. Dieses Wissen um die Anatomie sowie Physiologie ist für das weitere Verständnis wesentlich.

Die Innervation des Herzens erfolgt durch den Plexus cardiaci (thoracal zwei bis vier) und über den zehnten Hirnnerv. Der N. vagus steuert antagonistisch die sympathischen Vorhofwirkungen (Frequenzreduzierung) und der Plexus beschleunigt die Herzfunktionen auf der Ventrikel- sowie Vorhofebene (Kraft- und Frequenzerhöhung). Sowohl parasymphatisch als auch sympathisch findet die Versorgung des Herzens statt. Die Ansteuerung des ventrikulären Erregungsleitungssystems, des Koronarsystems, des Arbeitsmyokards der Ventrikel und der Atrien und des Sinus- und AV-Knotens, erfolgt über den Sympathicus. Noradrenalin dient als bestimmender Überträgerstoff. Ebenso wird das Herz durch parasymphatische Fasern des N. vagus innerviert. Zum Sinus- und zum AV-Knoten sowie zur Muskulatur der Vorhöfe ziehen die zahlreichsten parasymphatischen Fasern. Als signifikantester Überträgerstoff des zweiten Neurons wird Acetylcholin beschrieben (Piper, 2004).

Piper (2004) differenziert die Wirkung des Sympathicus wie folgt:

- An den Schrittmacherzellen steigert er die Spontanfrequenz (positiv chronotrope Wirkung)
- Die Fortleitung der Erregung im Erregungsleitungssystem wird beschleunigt (positiv dromotrope Wirkung), was sich besonders deutlich im AV-Knoten auswirkt
- Im Bereich der Vorhof- und Kammermuskulatur steigert der Sympathicus die Kraftentwicklung unabhängig von der Vordehnung (positiv inotrope Wirkung)
- Die Relaxation des Herzmuskels wird ebenfalls beschleunigt (positiv lusitrope Wirkung)
- Durch direkte und indirekte Effekte erweitert die Sympathicus-Stimulation auch das Koronarsystem (vasodilatorische Wirkung). (S. 560)

Die β -Adrenozeptoren übertragen die Wirkung des Sympathicus auf das Herz. Diese Membranrezeptoren sind transmembranale Proteine mit sieben Helixstrukturen, und sitzen in den Membranen der Effektorzellen. Die α -Adrenozeptoren rufen eine teilweise inotrope Reaktion des Herzens hervor. Durch die Stimulation des Sympathicus, werden

Noradrenalin und Adrenalin aus dem Nebennierenmark freigesetzt und wirken sich unterschiedlich auf das Herz aus (Silbernagl & Despopoulos, 2000).

Die Wirkung des Parasympathicus ist hauptsächlich auf die Strukturen des Atriums begrenzt. Er fungiert

- „negativ chronotrop am Sinusknoten,
- negativ inotrop an der Vorhofmuskulatur sowie
- negativ dromotrop am AV-Knoten“ (Piper, 2004, S. 560).

4.1 Herzbeutel und Perikard

„Das viszerale Blatt (Epikard) des Herzbeutels setzt sich auch auf den Anfangsteil der großen Gefäße (Aorta, Truncus pulmonalis und V. cava superior) fort und schlägt hier in das parietale Blatt des Herzbeutels (Lamina parietalis, Pericardium) um“. (Anderhuber, Timm, Pera, & Peuker, 2012, S 473).

Zwischen dem Perikardium serosum (innere Blatt) und Perikardium fibrosum (äußeres Blatt) befindet sich die Perikardhöhle. Diese enthält eine seröse Flüssigkeit von circa 20 Milliliter. Diese Strukturen ermöglichen ein optimales Gleiten des Perikards während der Atem- und Herzpumpbewegungen. Beim Perikardium serosum handelt es sich um eine glatte Epithelschicht. Im Gegensatz dazu besteht das Perikardium fibrosum aus zwei bis drei Schichten Kollagenfasern. Diese verlaufen längs, quer sowie überkreuzend und bilden ein elastisches Netz. Durch diese spezielle Struktur kann sich der Herzbeutel bis zu 35 Prozent ausdehnen (Meert, 2007). Über das Ligamentum phrenicopericardiacum ist das Pericardium fibrosum mit dem Centrum tendineum des Zwerchfells verbunden (Van den Heede, 2005).

Nach den Recherchen von Meert (2007) gehen folgende Bindegewebsfasern des Perikardium fibrosum in angrenzende Strukturen über:

- Ligamentum phrenicopericardiacum
- Ligamentum aorticopericardiacum
- Ligamentum tracheopericardiacum
- Membrana bronchopericardiaca
- Ligamentum sternopericardiacum superior und inferior
- Ligamentum thymopericardiaca
- Ligamentum vertebropericardiaca

5. Ligamentum vertebropericardiacum

In diesem Kapitel wird das noch wenig erforschte VPL behandelt.

Als einer der wenigen Autoren definiert Paoletti (2001) das VPL als „sehr fibrös, die aus den sagittalen Septen entwickelt wurden. Vom sechsten Halswirbel bis zum dritten Brustwirbel lassen sich ihre Ansätze nicht von denen der sagittalen Septen der Fascia pharyngobasilaris an der Fascia cervicalis profunda unterscheiden. Sie enden am Oberrand des Perikards“ (S. 80).

Eine weitere Beschreibung über diese Bandstruktur von Van den Heede (2005) lautet:

- Ursprung: cervical sieben bis thoracal zwei
- Ansatz: Ober-und Rückseite des Pericardium fibrosum.

Meert (2007) erwähnt die Bandstruktur, jedoch ohne Angaben der Insertionsstellen.

Laut Barral und Mercier (2005) befindet sich das Band zwischen dem Perikard und der Wirbelsäule.

Dies sind die einzigen Quellen, die im Zuge der Recherche gefunden wurden. Van den Heede (2005); Meert (2007) und Paoletti (2001) beziehen sich nicht auf wissenschaftliche Studien über das VPL. Sie stellen das VPL in Skizzen dar, ohne auf die entsprechenden Quellenangaben zu verweisen. Barral und Mercier (2005) verweisen auf ein französisches Anatomiebuch mit dem Titel „Humaine Anatomie von Rouviere H.“ aus dem Jahr 1967.

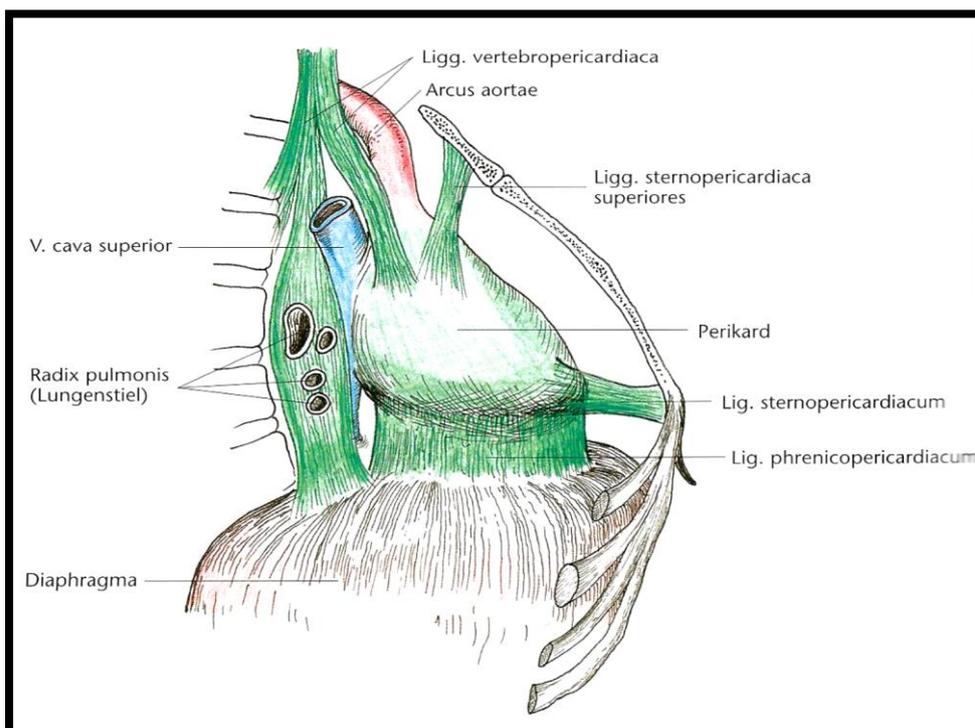


Abbildung 3: Die Bandstrukturen des Perikards (Paoletti, 2001, S. 80)

6. Embryologischer Hintergrund

Zum besseren Verständnis der Anatomie des VPL und des gesamten Nervensystems wird an dieser Stelle auf einen Teil des Entwicklungsprozesses eingegangen. In der Osteopathie hat die Embryologie einen hohen Stellenwert und dient als Basis für unterschiedliche osteopathische Behandlungstechniken.

Das Bindegewebe hat seinen Ursprung zum größten Teil im Mesoderm sowie vereinzelt im Neuroektoderm (Neuralleiste). Das Mesoderm befindet sich zwischen Ektoderm und Entoderm (Ulfig, 2009).

Strunk (2013) gliedert das Mesoderm wie folgt:

- „axiales Mesoderm (Chorda dorsalis)
- paraxiales Mesoderm (Somiten)
- intermediäres Mesoderm (Harn und Geschlechtsapparat)
- laterales Mesoderm oder Seitenplattenmesoderm (seröse Auskleidungen der Körperhöhlen: Pleura, Peritoneum, Perikard)“ (S. 12).

Das laterale Mesoderm bildet sich gemäß Strunk (2013) in:

- „Bindegewebe und Knochen der Extremitäten
- Bindegewebe und Knochen des Rumpfes
- Bindegewebe und glatte Muskulatur der Eingeweide
- seröse Häute (Perikard, Epikard, Endokard, Pleura, Peritoneum)
- Blutzellen
- Blutgefäße und deren Hüllen
- Hüllen der Nerven
- Herz
- Lymphgefäße
- Milz
- Nebennierenrinde“ (S. 13).

6.1 Körperhöhlen

Zu Beginn haben Körperhöhlen seitlich des Mesoderms Kontakt mit dem extraembryonalen Zöлом. Diese vereinigen sich am 28. Tag zu einer hufeisenförmigen Körperhöhle (intraembryonales Zöлом). Es folgt eine Segmentierung des seitlichen Mesoderms in eine parietale und somatische Schicht. Die intraembryonale Körperhöhle gliedert sich, innerhalb des zweiten Monats, in eine Pleura-, Perikard- und Peritonealhöhle

auf. Zwei pleuroperikardiale Membranen sowie ein Septum transversum entstehen oben und zwei pleuroperitoneale Membranen unten. In der sechsten Woche wandern die pleuroperitonealen Schichten nach innen und vereinigen sich mit dem Septum transversum und dem Mesoderm, welches vor der Speiseröhre liegt. Auf diese Weise erfolgt eine Trennung der Peritonealhöhle von den Pleurahöhlen. Das Septum transversum entwickelt sich im weiteren Verlauf zum Zwerchfell. Ebenso verschmelzen während der siebten Woche die pleuroperikardialen Membranen mit dem Mesoderm und trennen dadurch die Perikardhöhle von den Pleurahöhlen. Daraus entwickeln sich später die serösen Höhlen des Menschen (Meert, 2007).

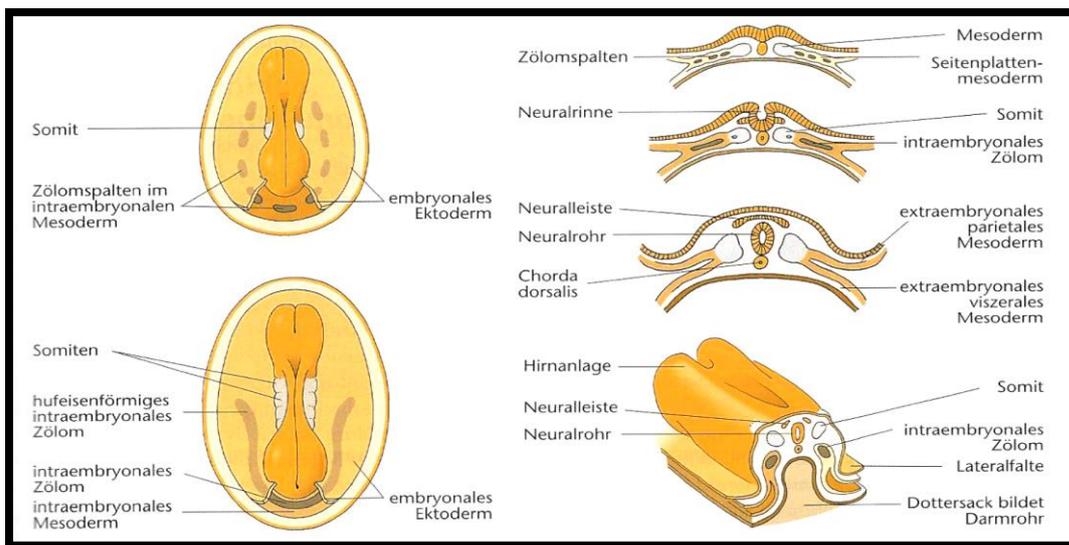


Abbildung 4: Das intraembryonale Zölom der dritten und vierten Woche (Meert, 2007, S. 35)

6.2 Perikardhöhle und Herzschlauch

Nach dem Verschluss des Neuralrohres und der Ausbildung der Gehirnbläschen entwickelt sich das zentrale Nervensystem nach oben. Sadler (2003) gibt folgende Beschreibung:

Durch das Wachstum der Kopfanlage und die kraniale Abfaltung des Embryos wird die Prächordalplatte (die spätere Rachenmembran oder Buccopharyngealmembran) nach vorne verlagert, während das Herz und die Perikardhöhle in den Halsbereich des Embryos und später in den Thorax zu liegen kommen. (S 189)

Laut Drews (2006) ist die Abfaltung eine Verschmelzung der rechten sowie linken Herzanlage in der Mittellinie. Rohen und Lütjen-Drecoll (2011) beschreibt die Wanderung des Herzens Richtung Thorax als Descensus cordis. Durch die enge Beziehung mit dem

Entodermrohr geht gleichzeitig eine Induktion der Leberanlage vom Perikard aus. Am Anfang der dritten Woche entwickelt sich aus dem Kopfende der Keimscheibe die Perikardhöhle. Der hufeisenförmige Hohlraum umschließt die paarigen dünnwandigen Endothelrohre, gebildet vom Dottersack zu beiden Seiten der vorderen Darmbuchten. Weiters beschreibt Stöckl (2013): „diese beiden Endothelschläuche verschieben sich gemeinsam mit den angrenzenden Schenkeln der Perikardhöhle nach medial, sodass eine einheitliche Perikardhöhle entsteht, in der die beiden Endothelrohre miteinander verschmelzen und damit den primitiven Endokardschlauch der Herzanlage bilden“ (S. 14). Die kardiogene Platte wird zwischen Endokardschlauch und der angrenzenden Wand der Perikardhöhle erzeugt. Daraus entwickelt sich später das Epikard sowie Myokard (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2011).

6.3 Entwicklung von Rückenmark und peripherem Nervensystem

Das Neuralrohr beinhaltet für das zentrale und periphere Nervensystem die wichtigen Anlagesubstanzen. Es wird dorsal von der Epidermis und ventral von der Chorda dorsalis durch verschiedene Induktionsfaktoren beeinflusst. Dadurch entwickelt sich der ventrale Anteil mehr motorisch und der dorsale Anteil sensibel. Aus den ausgewanderten Zellen der Neuralleiste entstehen kleine Verdickungen, aus denen sich die Spinalganglien entwickeln. Die Zellen wandern weiter nach peripher und werden zu Stammzellen für das gesamte Nervensystem. Beidseits neben der embryonalen Wirbelsäule setzen sich die Neuralleistenzellen zum Grenzstrang zusammen und unterteilen sich gemeinsam mit den Spinalganglien segmentweise in Ganglien und Nervenstränge. Laut Rohen und Lütjen-Drecoll (2011) wandern

weitere Zellen aus, die sich aber nicht mehr bilateral symmetrisch in Segmenten, sondern median in zentralen Steuerungszentren, d. h. in den prävertebralen Ganglienknotten anordnen, z. B. an der Herzbasis (Plexus cardiacus) oder vor der Aorta um den Truncus coeliacus herum (Ggl. coeliacum, Ggl. mesentericum sup. und aorticorenale, zusammen auch als Sonnengeflecht bezeichnet, Plexus solaris) oder an der Wurzel der A. mesenterica inf. (Ggl. mesentericum inf.) oder im kleinen Becken (Plexus hypogastricus inf.). (S. 59)

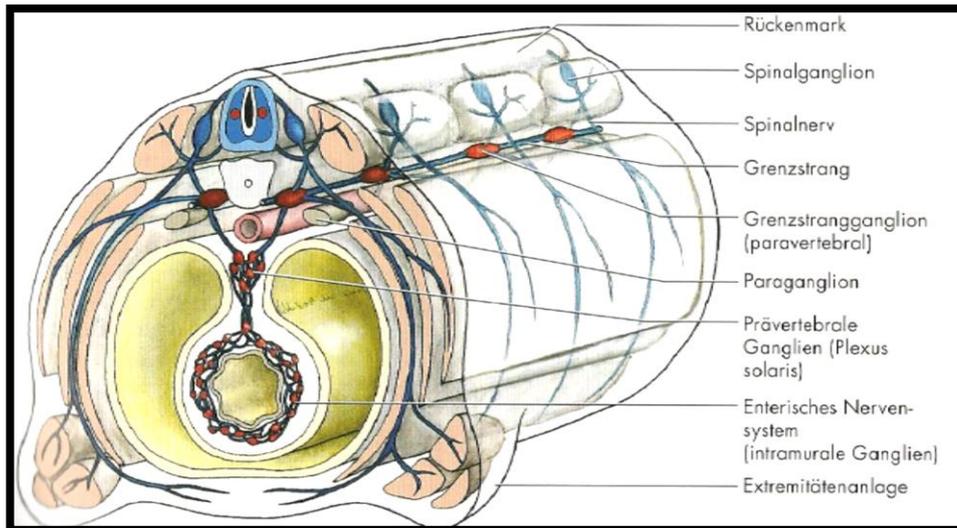


Abbildung 5: Gangliengruppen des autonomen Nervensystems (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2011, S. 59)

Zu den intramuralen Geflechten differenzieren sich die Neuroblasten aus den prävertebralen Geflechten. Sie formen die morphologische Grundlage für die autonomen Regulationen und Funktionsabläufe der Organe und sind den antagonistischen Zentren des Sympathicus und Parasympathicus untergeordnet (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2011).

7. Bewegungsphysiologie der Brusthöhle

Im folgenden Kapitel wird auf die Bewegungsphysiologie des Mediastinums genauer eingegangen.

Das Mediastinum ist für den menschlichen Körper von enormer Wichtigkeit. Es werden die lebenswichtigen Organe wie das Herz und ein Großteil des Atmungssystems durch den knöchernen Brustkorb geschützt. Weiters verlaufen viele wichtige Gefäße und Nerven durch die Brusthöhle. Es wird nach kranial von der oberen Thoraxapertur und von kaudal durch das Diaphragma begrenzt. Von lateral wird das Mediastinum von beiden Seiten durch die Pleurahöhlen abgegrenzt (Fritsch & Kühnel, 2003).

Das Zwerchfell hat eine entscheidende Funktion, hinsichtlich der Mobilität der Organe (Fossum, 2005). Durch die Bewegung des Zwerchfells werden Impulse auf die Organe übertragen, dadurch wird deren Mobilität initiiert. Fossum (2005) gliedert die Mobilität in:

Passive Mobilität: Haltung, Körperbewegung, Muskeltonus und -aktivität beeinflussen das Organ und führen zu Veränderungen in den räumlichen Beziehungen

Aktive Mobilität: Der Bewegungsimpetus der respiratorischen Exkursion des Zwerchfells führt zu Veränderungen in den räumlichen Beziehungen der Viszera und kann zeitweilige Verformungen bewirken. (S. 5)

Mobilität der Brusthöhle und Lungen

Das Herz schlägt circa 100.000 Mal pro Tag und erfährt dadurch eine ständige Verformung. Diese dreidimensionale Formveränderung wird von einem Stoßdämpfersystem gebremst. Das Stoßdämpfersystem besteht laut Barral und Mercier (2005) aus

- den beiden Blättern des serösen Perikard
- dem fibrösen Perikard des Herzbeutels
- der mediastinalen Pleura
- dem lateralen Druck, der durch die Lungen ausgelöst wird.

Um ein laterales Gleiten der Lungen während der Inspiration zu verhindern, wird ein isometrischer Gegenzug auf die Lungen ausgeübt. Die erhöhte Spannung in den Bronchien bzw. in den pulmonalen Bändern leitet diesen Gegenzug ein. Eine Ausdehnung der rechten Thorax- und Lungenseite erzeugt an der Außenseite eine Zugkraft F_1 sowie an der Innenseite eine isometrische Spannkraft T_1 . Der Vektor T_1 wird vom Hauptbronchus

der Pleura und vom Ligamentum pulmonale ausgelöst. F_2 und T_2 erzeugen den gleichen Effekt auf der linken Seite. An den Abbildungen 6 und 7 ist eine gleich große und entgegengesetzte Kraft von T_1 sowie T_2 zu erkennen. Aus diesem Grund heben sie sich gegenseitig auf. Die Kräfte F_1 und F_2 erzeugen ein Gleichgewicht im Bereich des Mediastinums (Barral & Mercier, 2005). Bei Betrachtung der Inspiration ist eine Verlagerung des Zwerchfells nach inferior sowie einer Dehnung der mediastinalen Organe zu erkennen. Die kräftigen Bauchmuskeln und die abdominalen Organe erzeugen einen Widerstand und ermöglichen dadurch ein Heben der unteren Rippen (Kapandji, 2006).

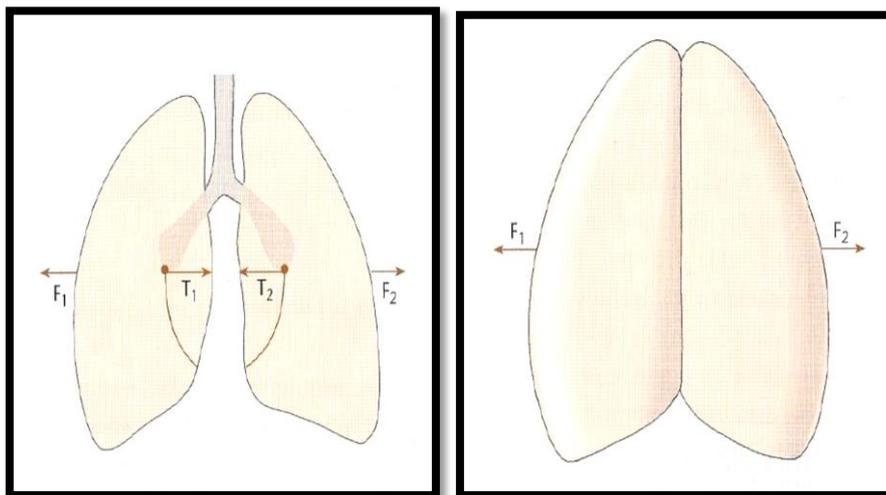


Abbildung 6 und 7: Auf das Mediastinum einwirkende Kräfte (Barral & Mercier, 2004, S. 48)

Die Mechanik der Atmung lässt annehmen, dass es während der Inspiration zu einer Dehnung des VPL kommt und bei der Expiration zu einer Verkürzung. Für die Behandlungstechniken dieser Bänder ist es sinnvoll, die Atmung in die Technik zu integrieren.

Wang, Riederer und Ehman (1995) konnten mittels Magnetresonanztomographie eine longitudinale Ausdehnung des Perikards wegen der Atmung feststellen.

Auf diese Studie stützt sich die Annahme: Auf das VPL wirken bei Respiration dieselben Kräfte, die die Ausdehnung des Perikards verursachen bzw. die Ausdehnung des VPL erfolgt bei der Atmung.

8. Anatomische Verbindungen des Perikards

Einen Überblick über die anatomischen Beziehungen des Herzens und deren weiterführenden Fasziennetzen zeigt dieses Kapitel. Es werden die inneren sowie die an der Mittelachse liegenden Faszien beschrieben.

8.1 Innere Faszien

In diesem Kapitel wird die Fascia cervicalis media, die Fascia cervicalis profunda und die Fascia endothoracica genau beschrieben.

8.1.1 Fascia cervicalis media

Die Fascia cervicalis media, auch als Lamina praetrachealis fasciae cervicalis bezeichnet, umgibt die Unterzungenspeichermuskulatur. Im Bereich der infrahyalen Muskulatur ist dieses Gewebe von fester Beschaffenheit. Vom Os hyoideum bis zum Manubrium sterni sowie zu den Claviculae erstreckt sich die Lamina praetrachealis in kraniokaudaler Richtung (Breul, 2012). Nach lateral umschließt diese den Mm. omohyoideus und erreicht die Lamina praevertebralis fasciae cervicalis (tiefe Halsfaszie), mit der sie sich verbindet. Darüber hinaus verschmilzt diese Faszie mit der Karotisscheide. Die Vagina carotica ist ein Gefäß-Nerven-Strang und beinhaltet die A. carotis communis, V. jugularis interna sowie den N. vagus. Krainal des Os hyoideums verbindet sich das mittlere Blatt mit dem oberflächlichen Blatt (Lamina superficialis fasciae cervicalis) und beide verschmelzen zur Fascia cervicalis (Platzer, 1999). Ebenfalls bestehen Verbindungen zur Fascia pharyngobasilaris und zur Schilddrüse. Im anterioren Thorakalbereich setzt sich die Fascia cervicalis media in die Fascia endothoracica fort (Breul, 2012).

8.1.2 Fascia cervicalis profunda

Die tiefste Halsfaszie umhüllt den vorderen Bereich der prävertebralen Muskeln mitsamt ihren Ausläufern (M. longus colli, M. rectus capitis anterior, M. longus capitis). Die Faszie hat ihren Ursprung an der Pars basilaris des Os occipitale sowie seitlich am Processus transversus des Halswirbels, von der sie in die Faszie der Mm. scaleni übergeht. Durch den M. levator scapulae erreicht das tiefe Blatt Anschluss an die tiefen fibrösen Platten des Nackens (Eisler, 1912). Im weiteren Verlauf umgibt die Lamina praevertebralis

fasciae cervicalis den Truncus sympathicus, Plexus brachialis und die A. subclavia (Breul, 2012). Die Ansatzstelle der Fascia cervicalis profunda befindet sich zwischen dem ersten bis dritten Thoracalwirbel. Innerhalb des Brusttraums setzt sich das tiefe Blatt in die Fascia endothoracica fort (Scheiterbauer, 2010).

8.1.3 Fascia endothoracica

Hyrthl (1846) schildert seine Ansicht bezüglich der Fascia endothoracica als diejenige Binde, die ähnlich der Fascia transversa abdominis, die am äußeren Rand der Pleura parietalis, sowie jene, die am Bauchfell angebracht ist. Nach der Auffassung von Hafferl (1939) ist das gesamte zwischen Brustwand und Pleura gelegene Gewebe, also die gesamte Subserosa, als Fascia endothoracica zu bezeichnen. Über die Pleura parietalis entsteht eine Fixierung der Fascia endothoracica mit der inneren Thoraxwand. „Die Fascia endothoracica folgt im Wesentlichen dem Zuge des parietalen Blattes der Pleura, hat jedoch insofern einen etwas größeren Verbreitungsbezirk, als sie auch diejenigen Regionen der Brustwand überzieht, welche von der Pleura nicht berührt werden“ (Luschka, 1859, S. 3). Der Autor bezieht sich auf den anterioren und posterioren Teil des Herzbeutels, sowie auf Abschnitte der Wirbelsäule und des Brustbeins. Diese Faszie besteht aus lockerem Bindegewebe, das erst im Bereich der Pleurakuppel eine stärkere Beschaffenheit annimmt (Gibson- bzw. Sibsonfaszie oder Membrana suprapleuralis). Zudem ist sie mit dem Periost der ersten Rippe und den pleurovertebralen Ligamenten kontinuierlich verbunden, die auch als Zuckerkandl-Sebileaus-Bänder bezeichnet werden (Streicher & Pretterklieber, 2012). Nach kaudal hin bedeckt die Faszie das Zwerchfell und setzt sich über die Faszie transversalis bis ins Peritoneum fort (Paoletti, 2001).

8.2 Faszien der Mittelachse

Im folgenden Kapitel wird näher auf die Fascia interpterygoidea, die Fascia pterygotemporomandibulare, die Fascia palatina, die Fascia pharyngobasilaris und das Diaphragma eingegangen.

8.2.1 Fascia interpterygoidea, pterygotemporomandibulare und palatina

Die Fascia interpterygoidea hat die Form eines Viereckes. Im oberen Bereich verläuft die Faszie an den zwei Rändern der Fissura tympanosquamosa sowie zwischen der Fissura petrotympanica und der Fissura tympanopetrosa auf der Pars petrosa. Weiters setzt sie an der Spina ossis sphenoidalis und am Foramen ovale an. Der Verlauf des oberen Areals ist von posterior nach anterior gerichtet. Nach unten hin befinden sich die Insertionsstellen an der Maxilla, direkt neben dem M. pterygoideus medialis und an der Spina mandibulae. Der Vorderrand der Fascia interpterygoidea ist an der Lamina lateralis des Processus pterygoideus befestigt und zieht zur Zungenunterseite, wo sie eine Verbindung mit der Fascia pharyngobasilaris eingeht. Im hinteren Bereich ist das Gewebe dick und äußerst widerstandsfähig (Paoletti, 2001).

Als Flügelgrubenfaszie wird die Fascia pterygotemporomandibulare bezeichnet und liegt lateraler als die Fascia interpterygoidea. Diese verläuft von der Ala major ossis sphenoidalis zur Lamina medialis des Processus pterygoideus. Sie bildet das Hyrtl-Ligament, indem sie im Bereich des Foramen ovale an Stärke zunimmt. Am unteren Ansatzpol fügt sich die Faszie mit der Fascia interpterygoidea zusammen. Der M. tensor veli palatini sowie M. levator veli palatini werden von der Fascia palatini eingehüllt und bilden dadurch das Gaumensegel. Die Faszie grenzt an den harten Gaumen an und bildet das Stützgestell für den vorderen Abschnitt des Gaumensegels. Der vordere Ansatzpunkt befindet sich an der hinteren Begrenzung des harten Gaumens. Sie setzt sich seitlich fort zum unteren Rand der Lamina medialis des Processus pterygoideus sowie zum Hamulus pterygoideus. Im hinteren Teil verschmilzt sie mit dem harten Gaumen. Gebildet wird die Faszie hauptsächlich aus sehnigen Muskelfasern des Gaumensegels (Paoletti, 2001).

8.2.2 Fascia pharyngobasilaris

Laut Paoletti (2001) umgibt die Fascia pharyngobasilaris die Trachea und den Ösophagus. Die Faszie entsteht am oberen Rand des M. constrictor pharyngis superior als Zusammenschluss der Muskelfaszien. Hinten zwischen rechter und linker Pharynxmuskulatur verläuft der M. constrictor pharyngis inferior. Dieser verläuft bis zum unteren Ende der Pharynxwand und dient dem M. constrictor pharyngis superior als Ansatzpunkt. Oberhalb des M. constrictor pharyngis superior verschmilzt die Fascia pharyngobasilaris mit der Fascia intrapharyngea und inseriert gemeinsam an der Pars basilaris des Os occipitale im Gebiet des Tuberculum pharyngeum. Weiters ist sie befestigt an der

Unterseite der Pars petrosa, im Bereich des Canalis caroticus, an der Faserschicht des Foramen lacerum, posteriolateral an der Basis der Processus pterygoideus, der Tuba auditiva und an der Ralph pterygomandibularis. Die Fortsätze der Fascia intrapharyngea und Fascia pharyngobasilaris umhüllen den absteigenden Anteil der Mm. tensor und levator veli palatini. Unterhalb des M. tensor veli palatini inseriert neben der Faszie auch das Lig. tympanomandibulare (Le Blanc). Die Fascia pharyngeobasilaris spaltet sich laut (Paoletti, 2001) am hinteren Rand der Schilddrüse in zwei Blätter auf:

- Das tiefe oder mediale Blatt setzt den Eingeweideschlauch in Luftröhre (Trachea) und Kehlkopf (Larynx) fort und bildet das tiefe Blatt der Schilddrüsenfaszie.
- Das äußere oder laterale Blatt legt sich von innen nach außen auf die Rückseite der Schilddrüsenlappen und verbindet sich am lateralen Rand mit dem tiefen Blatt der Fascia cervicalis media, die von vorn die Schilddrüsenfaszie vervollständigt. (S. 75)

Ein Ausläufer der Schilddrüse zieht entlang der großen Schilddrüsenvenen, umrundet die V. brachiocephalica sinistra und läuft bis zum Perikard. Diese ist als Lamina thyropericardiaca oder Lamina cervicopericardiaca (Richet) bekannt. Zusammen umgibt der angrenzende Bereich des Perikards, die Lamina thyropericardiaca, die Fascia cervicalis media und das Lig. sternopericardiacum superior die Thymusloge (Spatium thymi). Die sagittalen Septen (Charpy) befinden sich an der Innenseite des Halses und verschmelzen mit der Fascia cervicalis profunda und verlaufen miteinander zu den Processus transversi der Halswirbel. Die Fascia stylopharyngea erstreckt sich vom Processus styloideus zum Cornu majus und minus des Os hyoideum (Paoletti, 2001).

8.3 Diaphragma

Als wichtigster Atemmuskel fungiert das Zwerchfell für den menschlichen Körper. Der größte Teil entsteht aus dem Septum transversum zwischen Perikardhöhle und Dottersack. Das Diaphragma wird in drei Teile gegliedert: Partes costalis, lumbalis sowie sternalis. Öffnungen für den Durchtritt von Oesophageus, Aortae, V. cava inferior usw. befinden sich im Bereich des Centrum tendineums (Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, & Wesker, 2005). Die Fascia endothoracica sowie die Pleura umschließen das Diaphragma an der Oberseite und dieses setzt sich als Fascia transversalis nach unten fort. Über das Pericardium fibrosum besteht ebenfalls eine Verbindung mit dem Atemmuskel. Nach kaudal verschmilzt die Zwerchfellfaszie mit der Fascia renalis (Mayer, 2012).

Dieses Kapitel zeigt die Omnipräsenz der Faszien im menschlichen Körper. Sie vereinigen das viszerale, parietale, kraniosacrale und neurologische System. Aufgrund deren Wirkung auf Rezeptoren, Gefäße, Nerven und Organe, können während der Therapie die zu behandelnden Faszien einen essentiellen Effekt im Körper auslösen (Strunk, 2013).

Beim Blick auf die Faszien „wird sofort deutlich, dass alle diese weißlichen Kollagenmembranen und -hüllen als ein einziges zusammenhängendes Fasernetzwerk wirken müssen“ (Schleip, 2014, S. 56).

9. Manuelle Therapie und die Effekte auf den Sympathicus und auf das Herz

An dieser Stelle werden die Wirkungen der manuellen Therapie auf das vegetative Nervensystem beschrieben.

Sterling, Jull und Wright (2001) untersuchten die simultanen Wirkungen der spinalen manuellen Therapie auf Schmerzen, die sympathische Aktivität des Nervensystems und die motorische Aktivität. Jüngste Forschungsergebnisse zeigen, dass die spinale manuelle Therapie gleichzeitig schmerzunempfindliche (Hypoalgesie) und Sympathicus stimulierende Effekte erzeugen. Dies führt zu dem Ansatz, dass die spinale manuelle Therapie ihre Initialwirkung durch die Aktivierung der hemmenden, absteigenden Bahnen der Substantia grisea periaquaeductalis im Bereich des Mittelhirns, Auswirkungen zeigt. In Tierversuchen zeigt die Stimulation der Substantia grisea periaquaeductalis im Bereich des Mittelhirns, neben einer verminderten Hypoalgesie und einer erregenden sympathischen Aktivität, eine faszilitatorische Wirkung auf die motorische Aktivität auf. Die Studie überprüft des Weiteren die motorische Funktion zu den bisher untersuchten Variablen. An dieser Studie nahmen 30 Probanden teil, die unter Schmerzen an der mittleren sowie unteren Halswirbelsäule litten. Unter Verwendung der cervicalen Mobilisationstechnik konnte eine reduzierte Schmerzempfindlichkeit beobachtet werden, da die Probanden bei erhöhtem Druckreiz später darauf reagierten, folglich stieg auch ihre Schmerzschwelle. Eine Erhöhung der Hautleitfähigkeit sowie eine Reduzierung der Hauttemperatur ließen auf die Sympathicus anregende Wirkung schließen. Der cranio-cervicale Flexionstest ergab eine Verminderung der oberflächlichen Halsbeugemuskelaktivität im unteren Abschnitt. Das deutet auf eine Erleichterung der tiefen Nackenflexoren hin, bei verminderter Co-Aktivierung der oberflächlichen Nackenflexoren. Das Fazit der Untersuchung zeigt, dass die spinale manuelle Mobilisierung die Substantia grisea periaquaeductalis aktiviert und somit anfänglich einen partiellen Einfluss auf sie ausübt.

Schmid, Brunner, Wright und Bachmann (2007) führten elf Monate lang eine umfassende Literaturrecherche relevanter Datenbanken ohne Spracheinschränkungen durch. Die überprüften Studien mussten folgende Kriterien erfüllen:

- Randomisierte kontrollierte Studie
- Probandinnen älter als 18 Jahre

- die Untersuchung der unmittelbaren Wirkung der passiven cervicalen Gelenkmobilisation bei gesunden Menschen bzw. Menschen mit Schmerzen in den oberen Extremitäten oder im Halsbereich.

Studien über thoracale und lumbale Hochgeschwindigkeitsmanipulationstechniken sowie Tierversuche wurden nicht mitberücksichtigt. Das Ziel ihrer Arbeit war die Auswertung der aktuellen Erkenntnisse über die Konsistenz und die Eigenschaft der ZNS-Reaktionen auf cervicale Gelenkmobilisation. Die Kriterien wurden von 15 Studien erfüllt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die cervicale Gelenkmobilisation Veränderungen im sympathischen Nervensystem auslösen kann und eine verminderte Sensibilität auf Schmerzreize bewirkt. Aufgrund der gleichzeitigen Aktivierung der Schmerzregulation wird die Beteiligung von höheren Gehirnfunktionen an diesen Reaktionen angenommen.

Zhang, Dean, Nosco, Strathopoulos und Floros (2006) beschäftigen sich mit der Wirkung der Chiropraktik auf die sympathischen und parasympathischen Aktivitäten des Nervensystems mittels Herzratenvariabilitäts-Analyse (HRV) und der visuellen analogen Schmerzskala (VAS). An dieser Studie nahmen 96 Ärzte mit jeweils zehn Probanden teil. Das Ergebnis war eine Veränderung der HRV und VAS bei Patienten infolge einer chiropraktischen Manipulation.

Ein deutscher Osteopath und Heilpraktiker berichtet in einem Artikel über einen 35-jährigen Patienten, der unter Herzrasen und einem beklemmenden Gefühl im Bereich des Herzens litt. Der kardiologische Befund war unauffällig. Die Symptome des Patienten waren im Ruhezustand sowie bei körperlicher Aktivität zum Vorschein gekommen. Er trank in unregelmäßigen Abständen Alkohol, rauchte nicht und übte seit Jahren keine sportliche Aktivität aus. Der Status praesens ergab

- eine Herzfrequenz von 72 Schlägen pro Minute
- einen Blutdruck von 140/85
- Auskultatorisch keine Herzgeräusche
- keine Anzeichen von Ödemen und Halsvenenstauungen.

Zu den Auffälligkeiten zählten eine markante Trichterbrust und eine verminderte Beweglichkeit des Thorax während der Atmung. Außerdem zeigte die Funktionsuntersuchung Blockierungen der Segmente cervical sieben bis thoracal zwei und Extensionsstellungen der Segmente von thoracal zwei bis sieben auf. Das Brustbein war in Expirationsstellung fixiert. Laut Opalka (2007) lässt der begrenzte Bereich des Mediastinums die Annahme zu

dass es zur wiederholten Einengung des Perikards gekommen ist. Die freie Beweglichkeit und Funktion des Herzens in seiner mediastinalen Aufhängung wird dadurch funktionell gestört. Die obere ligamentäre Fixation des Perikards erfolgt

über das Lig. vertebropericardiacum an den Segmenten Th1 und Th2. Die Spannung dieses Ligaments und die überwiegend sitzende Haltung (Kompression des Sternums) könnten mit der Blockierung dieser Zone zusammenhängen. (S. 50)

Die Therapie beinhaltete eine Deblockierung der Segmente thoracal eins bis thoracal zwei, eine rhythmische Mobilisationen des Brustbeins und der Rippen sowie spezielle Atemtechniken für den thoracalen Bereich. Das Ergebnis der Behandlung weist eine deutliche Verbesserung der Beweglichkeit des gesamten Thorax sowie eine freie Mobilität der Segmente thoracal eins bis zwei auf. Zudem konnten die Beklemmungssymptome und das Herzrasen behoben werden.

Nach Schleip, Jäger und Klinger (2014) besteht eine Korrelation zwischen dem vegetativen Nervensystem und dem Faszientonus. Das Zytokin TGF- β 1 (transforming growth factor β 1), ein Myofibroblastenstimulator, erhöht sich bei einem Anstieg des Sympathicotonus und steigert gleichzeitig die Faszienkontraktilität. Eine Sympathicusaktivierung bewirkt laut Schleip et al. (2014)

eine Steigerung der Expression von TGF- β 1 (und vermutlich weitere Zytokine); dadurch wird die Kontraktilität der Myofibroblasten verstärkt, und die Fasziensteifigkeit nimmt zu. Außerdem kann es bei einer Verschiebung des vegetativen Gleichgewichts zu pH-Änderungen kommen, die ebenfalls einen Einfluss auf die Myofibroblasten haben. (S. 118)

Durch eine therapeutische Intervention, durch Stimulation der Mechanorezeptoren (Ruffini-Körperchen), kann die vegetative Balance wieder hergestellt werden. Sie reagieren sensibel auf tangentielle Verschiebungen und führen zu einer Reduktion der Sympathicusaktivität (Schleip, Jäger, & Klinger, 2014).

10. Forschungsfrage

Wo befinden sich die exakten Insertionsstellen des VPL und besteht eine Verbindung zwischen dem VPL und dem vegetativen Nervensystem?

Ziel dieser Arbeit ist erstens die Insertionsstellen des VPL exakt zu bestimmen und zweitens eine Verbindung zwischen dem VPL und dem vegetativen Nervensystem mittels einer anatomischen Grundlagenstudie zu verifizieren.

Die Arbeit hat nicht zum Ziel die Funktion des VPL sowie die Wirkung der Behandlungsmethode des VPL zu analysieren.

11. Methodologie

Im folgenden Kapitel werden das Forschungsdesign und die Präparationsmethode bzw. der Präparationsvorgang beschrieben.

11.1 Forschungsdesign

Es ist eine anatomische Grundlagenstudie an insgesamt 54 menschlichen Leichen (25 männlich, 29 weiblich) mit einem durchschnittlichen Alter von 73,5 Jahren (41-93) durchgeführt worden. Die Studie fand am Institut für Anatomie der Medizinischen Universität Graz statt. Die Leichen waren nach der von Walter Thiel 1980 in *Annals of Anatomy* beschriebenen Konservierungsmethode einbalsamiert worden. Den Arterien wurde zur leichteren und sicheren Identifizierung rote DGM 86 Masse aus Dextrin-Latex und Mennige (PbO₄) injiziert. Die Thielkonservierung ist eine Methode zur dauerhaften Haltbarmachung von biologischen Geweben. Sie weist von allen Konservierungstechniken die geringsten mechanischen Alterationen der Gewebe auf. Die weltbekannte Thiel'sche Konservierung entspricht einer nassen Pökellung mit einer nahezu formaldehydfreien Salzlösung in Isopropylalkohol. Damit wird einerseits eine vollkommene Keimfreiheit der Leiche gewährleistet, und andererseits dem Hauptanliegen Prof. Thiels entsprechend eine weitgehend natürliche Gewebeskonsistenz und Farberhaltung erreicht. Tatsächlich sind die Präparate in einem Flexibilitätszustand, welche einem vollkommen relaxierten Lebenden entsprechen. So können z. B. Muskelfunktionen durch manuellen Zug an Muskeln bzw. Sehnen simuliert werden, oder die Leiche für die Lumbalpunktion durch vorgeneigte Sitzposition oder durch Seitenlage mit Rundrücken in maximaler Ventralflexion positioniert werden.

Zahlreiche Gewebs-Untersuchungsergebnisse - einige davon am Thiel's Center of Excellence an der Universität Dundee in Schottland - bestätigen, dass es bei nach Thiel konservierten Leichen nahezu keine signifikanten Veränderungen der mechanischen Gewebeparameter gibt (siehe Kapitel 12). Es wurden nur Leichen die ohne Zeichen von pathologischen Prozessen und ohne chirurgische Eingriffe im Interessensbereich für die Studie zugelassen. Das bedeutet, zu den Ausschlusskriterien zählten alle Pleuraveränderungen (Adhäsionen, Schwarten und Schwielen), welche zu Verzerrungen von Pleura und Organen führen konnten, und alle makroskopisch sichtbaren Organveränderungen (Oberflächenveränderungen und Größe), die Spannungsveränderungen, Verzerrungen und abweichende Bindegewebsverdickungen verursachten. Zur Identifizierung, und Lokalisation des VPL wurden im September und

Oktober 2013 unter Anleitung von Doktor Andreas Weiglein Präparationseingriffe an acht Leichen von mir durchgeführt. Schließlich wurde zur Quantifizierung und statistischen Auswertung des "Bandes" die Fallzahl durch 46 Sezierkursleichen von Doktor Andreas Weiglein und seinem Assistenten Doktor Dreu Manuel im Januar 2014 erweitert. Die Durchführung erfolgte im Rahmen des Sezierkurses für Medizinstudenten. Aufgabe der Studenten war die Öffnung des Thorax sowie die Entfernung der Lunge nach dem bereits beschriebenen Verfahren – unter Anleitung von Prof. Dr. Weiglein. Alle weiteren Präparationsschritte wurden ausschließlich vom Untersucherteam durchgeführt. Die Ergebnisse wurden digital dokumentiert (Sony Cybershot 3x7.2) und morphometrisch erfasst. Die Messergebnisse wurden in ein eigens entwickeltes Untersuchungsprotokoll eingetragen. Darin können die einzelnen Messwerte dem jeweiligen Präparat zugeordnet werden, wodurch auch alters- und geschlechtsspezifische Aussagen ermöglicht werden. Auch der Seitenvergleich rechts-links ist dadurch möglich.

Die Literaturrecherche erfolgte in der Datenbank Medline, Pubmed und Osteopathic-research.com, sowie in medizinischen Fachbüchern und an den Bibliotheken der medizinischen Universität in Graz und Wien. Im Internet wurde nach folgenden Stichwörtern (Sympathicus, vegetatives Nervensystem, VPL, Aufhängungssystem des Herzens, manipulative Techniken und Einfluss auf das VNS) in deutscher und englischer Sprache recherchiert.

11.2 Präparationsvorgang

In diesem Abschnitt werden die für den Präparationsvorgang des VPL notwendigen Materialien und Instrumente präsentiert. Des Weiteren wird die Präparation des VPL beschrieben.

11.2.1 Verwendete Materialien und Instrumente

Folgende aufgelistete Materialien und Instrumente wurden bei der Präparation des VPL verwendet:

- Abdeckfolie selbstklebend
- Nahtmaterial armiert
- Skalpellgriff
- Skalpellklingen (10 und 20)
- Pinzette anatomisch
- Pinzette chirurgisch

- Knochensplitterpinzette
- Präparationsschere gerade und gebogen
- Wundspreizer
- Wundhaken
- Tupfer
- Pins und Vessel Loops
- OP Leuchte
- Präparationstisch
- Kamera (Sony Cybershot 3x7.2)



Abbildung 8 und 9: Verwendete Materialien und Instrumente

11.2.2 Präparation der Ligamenta vertebropericardiaca

Die Lagerung der Leiche erfolgt in Rückenlage. Zur Vorbereitung auf den Hautschnitt wird zuerst eine Schnittlinie am intakten Rumpf eingezeichnet, um eine willkürliche Schnitfführung zu vermeiden und um die darunter liegende Anatomie nicht zu zerstören. Der Hautschnitt erfolgt entlang der eingezeichneten Linie, horizontal zum Vorderrand der Clavicula folgend bis zur Mitte des Jugulum sterni und schließlich median-sagittal von der Mitte des Sternums bis zum Processus xiphoideus. Schließlich wird lateral parallel zum Rippenbogen und an der mittleren Axillarlinie bogenförmig zum Ausgangspunkt am Acromioclaviculargelenk die Haut inzidiert und entfernt.



Abbildung 10: Blick auf den geöffneten Thorax auf der rechten Seite.

Dem Hautschnitt entsprechend wird der Thorax eröffnet. Die Rippen werden mit Hilfe der Rippenschere durchtrennt ohne eine Beschädigung der neunten und zehnten Rippe zu verursachen. Diese Vorgehensweise ist notwendig, um die Spannung des Mediastinums aufrechtzuerhalten. Aus demselben Grund wird auch das Sternum ganz belassen und nur die Rippenknorpel nahe am Sternum durchtrennt. Nach Exploration der Pleurahöhle werden jene Regionen aus der Studie genommen, welche Verwachsungen, Pleuraschwien und -schwarten aufgewiesen haben. Da in diesen Fällen nicht ausgeschlossen werden konnte, dass durch die Entfernung der Lunge eine Zerstörung oder Veränderung des Interessensgebietes stattfand.

Zur Entnahme der Lunge wird der Schnitt möglichst nahe an der Lunge angesetzt und die Lungenwurzel durchtrennt, mit allen Gefäßen, Nerven, und dem Hauptbronchus. Nach Entfernung der Lunge eröffnet sich der freie Blick von lateral auf das Mediastinum. Durch das Anheben des verbleibenden knöchernen Thorax (erste, neunte, zehnte, elfte Rippe und das Sternum) wird eine Inspiration der Brustatmung imitiert, um das Mediastinum unter Spannung zu setzen. Dadurch treten die ebenfalls gespannten mediastinalen Bindegewebszüge deutlich hervor. Dies ist besonders gut im kranialen Teil des hinteren Mediastinums zu sehen. Die Zugrichtung der Bindegewebsverdichtungen verläuft von dorsokranial nach ventrokaudal. Schließlich wird die überlagernde Struktur, die Pleura mediastinalis, abgehoben.



Abbildung 11: Der eröffnete Thorax nach der Entfernung der Lunge und der Pleura mediastinalis

Die Ausdehnung der damit noch deutlicher hervortretenden Bindegewebsstrukturen wird somit erkannt und beschrieben. Die Bindegewebszüge, welche aus der Fascia endothoracica kommen, oder jene, die sich in diese fortsetzen, heben sich im Bereich der Rippenköpfchengelenke von den knöchernen Strukturen ab. Sie verlaufen in ventrokaudaler Richtung zum medialen Umfang der V. cava sup. im oberen Mediastinum. Von den Grenzstrangganglien, die an den Rippenköpfchen liegen, zieht jeweils ein Nervenast in die Richtung der Bindegewebszüge nach ventrokaudal zum Ganglion cardiacum an die Herzkrone. Den fünf Nervenästen läuft jeweils ein kleiner Seitenast aus der A. intercostalis posterior entgegen, um nach dem Zusammentreffen den Nervenast nach ventrokaudal zu begleiten. Die gesamte Bindegewebsplatte erstreckt sich von den Rippenköpfchen der ersten bis fünften Rippen nach ventral bis zur oberen Hohlvene und dem Aortenbogen-umhüllenden Herzbeutel, was folglich als VPL bezeichnet wird. Kranial reicht diese Bindegewebsplatte bis zur V. subclavia dextra und caudal bis zur V. azygos. Dieser Präparationsvorgang erfolgt anschließend an der gegenüberliegenden Seite, um einen Einblick von beiden Seiten des Thorax zu erreichen.

Nach der sorgfältigen Präparation dieser Struktur an nach Thiel konservierten Leichen, stellte sich die Frage, ob dieses „Band“ konstant vorhanden sei, und mit welchen Variationen hinsichtlich Ausdehnung und Inhalt zu rechnen wäre.

12. Konservierungsmethode nach Thiel

In diesem Abschnitt werden der geschichtliche Hintergrund der Konservierung nach Thiel, das Material und die Methode des Verfahrens, sowie die Vorgehensweise zur Entwicklung der Konservierung näher erläutert. Anschließend werden die einzelnen Lösungen, deren Applikationsorte und -abläufe beschrieben, sowie die Nachkonservierung und Pflege der Leiche während der Behandlung. Weiter folgend thematisiert das Kapitel die Desinfektionswirkung der Lösung, den Effekt auf die Schimmelpilzbildung und die Vorteile der Konservierung.

„Von allen Fixierungsmethoden kommt das Thiel-Verfahren den Eigenschaften eines unfixierten Körperspenders am nächsten“ (Pera & Timm, 2012, S. 9).

Bezüglich des VPL vertritt Carreiro E. J. (persönliche Mitteilung, Februar 01, 2014) die Meinung, dass durch die lange Aufbewahrung der einbalsamierten Leichen in Rückenlage (zw. sechs Monate und einem Jahr), es zu einer Fibrosierung der Gewebe kommt. Diese fibrosierten Strukturen werden als vermeintliches VPL identifiziert. Nach ihrer Aussage konnte bei Präparationen an frischen Leichen keine Bandstruktur im Bereich des hinteren Mediastinums, in dem das Ligamentum vermutet wurde, gefunden oder dargestellt werden. Deshalb schlägt sie vor, nur konservierte Kadaver, die mindestens sechs Monate in Bauchlage aufbewahrt oder vertikal gelagert wurden, zur Studie zuzulassen, um die Untersuchungsergebnisse nicht falsch zu interpretieren. Durch diese Lagerungen wirkt die Schwerkraft anders, die Gewebe im Mediastinalraum würden nicht fibrosieren und sich fälschlicherweise als VPL identifizieren lassen. Carreiro empfiehlt eine histologische Untersuchung, um zu beurteilen, ob es sich tatsächlich um jene Bandstruktur handelt.

Laut Weiglein A. (persönliche Mitteilung, November 18, 2014) ist eine histologische Untersuchung nicht notwendig, da bei „lebensechter“ Fixierung das Bandgewebe mit freiem Auge deutlich von anderen Gewebearten differenzierbar ist. Bindegewebe ist weiß und faserig und Muskelgewebe hingegen ist rotbraun und leichter einreißbar als Bandgewebe. Dass es sich um Epithelgewebe handelt, ist auszuschließen, weil diese Strukturen eine Oberfläche bzw. Grenze des Bandes bilden (Pleura mediastinalis). Am ehesten verwechselbar ist es mit Nervengewebe. Diese bekommen aber durch die Thiel-Konservierung eine längsgestreifte Färbung.

Durch diese speziellen Eigenschaften der Konservierungsmethode ist eine Fibrosierung der Strukturen nicht möglich. (A. Weiglein, persönliche Mitteilung, Oktober 25, 2013).

Der geschichtliche Hintergrund zur Konservierung nach Thiel.

1889 wurde Formalin in die Leichenkonservierungstechnik eingeführt. Formalin fand schnell Einzug in diesem Bereich und wurde im Jahre 1898 an vielen Anatomien

angewendet. Bis zum heutigen Tag ist Formalin in der Leichenkonservierung nicht wegzudenken. Formalin ist die 35 % bis 40 %ige wässrige Lösung von Formaldehyd. Es festigt das Gewebe und stoppt schnell alle bakteriellen und abakteriellen Verrottungsprozesse der Leiche. Durch seine stark desinfizierende Wirkung zerstört es auch die vorhandenen pathogenen Keime. Bei Verwendung einer bestimmten Konzentration kommen Infektionen durch konserviertes Leichenmaterial kaum mehr vor. Die Nachteile bei der Anwendung von Formalin, in höheren Konzentrationen und bei längerer Einwirkzeit, sind die unnatürliche Härtung und die Entfärbung des Gewebes. Leichen, die in einem Formalin-Karbolsäuregemisch aufbewahrt werden, weisen schon nach einigen Monaten einen extrem unnatürlichen Härtungs- und Färbungszustand auf. Die Konservierungsmethode sollte keine oder möglichst geringe Einwirkung auf die Veränderung der Gewebe haben, in Betracht auf Farbe, Konsistenz, Gestalt und Volumen. Thiel vertrat die Meinung, dass die Konservierung trotz der Infektionsgefahr aufgegeben werden sollte, da die Konservierung im großen Ausmaß die Organe und Gewebe verändert. Folglich würden die Präparierübungen ihren Zweck verfehlen. Daraufhin wurde in Genua, Budapest und auch in Graz die Konservierung abgelehnt. Walter Thiel, Vorstand des anatomischen Institutes Graz, entwickelte in seiner dreißigjährigen Amtszeit eine Methode, die den großen Ansprüchen der Konservierung über die Maße entsprechen sollte. Die Technik erfüllt hohe Standards in der Erhaltung der Kadaver, ohne die Nachteile einer Freisetzung von schädlichen Substanzen in die Umwelt. Konzentrationen von Formaldehyd in der Raumluft blieben unter der Nachweisgrenze von Dräger Kapillare (Thiel, 1992).

12.1 Material und Methode

Verschiedene Lösungen mit verschiedenen Substanzkombinationen und Konzentrationen wurden in zahlreichen Versuchsreihen an frischen Rindfleischstücken *in vitro* getestet. Es wurde Augenmerk auf die Farberhaltung und Geschmeidigkeit der Konsistenz gerichtet. Zu den wesentlichen Bestandteilen der Lösungen gehörten Formalin, Ammoniumnitrat, Borsäure, Chlorkresol, Natriumsulfit und Morpholin. Nach den *in vitro* Tests und den daraus gewonnenen Erfahrungen und Ergebnissen wurden die Injektion an der Leiche und Aufbewahrung derer in der Tonnenflüssigkeit schrittweise erprobt. Zwischen 1960 und 1990 wurden 977 Leichen beiderlei Geschlechts verwendet. Im üblichen Alter für Anatomieleichen von 60 bis 80 Jahren. Die Kadaver wurden nach einer Konservierungszeit von sechs Monaten bis zu zwei Jahren verwendet. Speziell wurde auf die Farberhaltung, die Konsistenz, die Stabilität gegenüber Zersetzungserscheinungen und anderen unerwünschten Veränderungen wie Schimmelbildung geachtet. Um eine Vereinfachung des Verfahrens zu erreichen und teure Substanzen auszuschneiden, wurde in Verbindung mit *in vitro* Versuchen das Weglassen von einzelnen Substanzen untersucht (Thiel, 1992).

12.1.1 Zurückgelegte Verfahrensweise

Zu Beginn wurde nur die Konzentration des Formalins in der Formalin-Karbolsäure Mischung reduziert. Das Ergebnis war enttäuschend. Der Großteil der Leichen war noch immer zu hart oder überhaupt nicht konserviert. Gewicht und Größe wurden für die Injektionsmenge berücksichtigt und lagen im Durchschnitt bei sechs Litern. Es war somit bewiesen, dass man durch einfache Konzentrationsverschiebung bei der Formalin-Karbolsäure-Methode wenig ausrichten kann. Im Sinn des Pökelfahrens kamen ab dem Jahr 1965 hohe Salzkonzentrationen in Form von gesättigter Kalisalpetrolösung mit 3%iger Borsäure zum Einsatz. Zugefügt wurde Karbolsäure und Formalin. Die anfängliche Injektionsmenge wurde erhöht, um der Leiche eine größtmögliche Salzkonzentration zuzuführen. Diese Grundlösung wurde mit anderen Substanzen ergänzt und mit bis zu 30 % Alkohol angereichert. Die Formalinkonzentration konnte somit bis auf ein halbes Prozent abgesenkt werden, wenn eine gleichzeitige Brust-Bauch-Instillation mit einer höher prozentigen, alkoholischen Formalinlösung stattfand. Bei einer gleichzeitigen Verwendung von Formalin und Karbolsäure besteht immer die Gefahr der Bakelitbildung. Bakeliten können das Leichenmaterial in Form von braunen, harzigen Belägen, verderben. Da es bei der alten Lösung durch Konzentrationsverschiebungen zu keiner Verbesserung kam, wurde ab Mitte 1972 die Ammoniumnitrat-Chlorkresol-Mischung mit

und ohne reduzierte Menge Kaliumnitrat als Basislösung für weitere Untersuchungen eingeführt. Diese Grundlage wurde wegen der erfolgversprechenden Resultate nicht mehr aufgegeben. Ziel der Arbeit war in den kommenden Jahren die Nachteile der höheren Formalinkonzentration auszugleichen und den günstigsten Formalinzusatz zu finden. Optimale Effekte bei der Farberhaltung erzielte die Lösung mit den Zusätzen Natriumsulfit, Morpholin, Ascorbinsäure und Kaliumacetat. Natriumdithionid wurde ab dem Jahr 1975 durch Natriumsulfit ersetzt. Ein Ammonium - Kaliumnitratverhältnis von 2:1 wird festgelegt, und somit war die einfache Tonnenlösung gefunden. Für die Injektion über die Gefäße wurde die Lösung nur mit 1% Morpholin, 2% Kaliumacetat und 2% Chlorkresol, und später mit Natriumsulfit, angereichert. Zwischen 1984 und 1986 wurden höhere Prozentsätze von vergälltem Alkohol in der Tonnen- und in der Injektionsflüssigkeit verwendet. Diese Mischung zeigte sehr gute Ergebnisse, musste jedoch aus feuerpolizeilichen Gründen Anfang 1986 wieder aufgegeben werden. Nur mehr das Ende 1985 eingeführte Aethylenglykol wurde beibehalten. Die Zugabe von Morpholin-Kaliumacetat war bei der Tonnen- und Injektionsflüssigkeit nicht notwendig, weil diese keine weiteren Auswirkungen mehr auf die Farbe zeigten. Dies war jedoch bei der Eingeweidelösung obligat. Damit die Eingeweide ausgehärtet werden konnten, wurde die Formalinkonzentration in dieser Lösung erhöht, was zu einer Farbzerstörung des Gewebes führte. In den letzten vier Jahren der Versuchsreihen wurde starkes Augenmerk auf die Austestung und Applikation der Eingeweidelösung gelegt (Thiel, 1992).

12.1.2 Konservierungslösungen

Die folgenden Aufzählungen der verschiedenen Substanzen von jeder Lösung sind ohne Angaben von Menge- und Maßeinheiten. Die Lösungen, die in die Leichen infundiert werden, werden aus den Vorrats- oder Stammlösungen hergestellt (Thiel, 1992).

Stammlösung

Heißes Leitungswasser

Borsäure

(Mono-)Ethylenglykol

Ammoniumnitrat

Kaliumnitrat

Chlorkresol-Lösung

(Mono-)Ethylenglykol

4-Chlor-3-Methylphenol (Thiel, 1992).

Leicheninfusionslösung 1989

Stammlösung L 1989

Chlorkresollösung 86/3

Natriumsulfit

Formalin (Thiel, 1992).

Tonnenlösung 1986

Heißes Leitungswasser

Borsäure

(Mono-)Ethylenglykol

Ammoniumnitrat

Kaliumnitrat

Chlorkresollösung

Natriumsulfit

Formalin (Thiel, 1992).

Eingeweidelösung 1989

Stammlösung L 1989

Chlorkresollösung

Natriumsulfit

Morpholin

Formalin

Isopropylalkohol (Thiel, 1992).

Hirn-Rückenmarkslösung

Leitungswasser

(Mono-)Ethylenglykol

Isopropylalkohol

Formalin (Thiel, 1992).

Alle Lösungen sind in der Reihenfolge frisch anzusetzen. Mit Ausnahme der Stammlösung.

12.2 Applikation der Lösung

Die Applikation der Lösung wird in Stichworten beschrieben.

Tag eins:

- Kanüle für Sinus sagittalis superior setzen. In Rückenlage, im Bereich der hinteren Kopfhälfte bei stark vorgebeugtem Kopf durch ein Bohrloch in der Schädeldecke.
- Trachealtubs legen. Übliche Kopfhaltung.
- Kanülen der A. iliaca externa setzen. Leiche in Seitenlage rechts legen. A. iliaca externa aufsuchen. Zwei Kanülen in das Gefäß einbinden.
- Dickdarm über das Rektum mit vier Liter Eingeweidelösung auffüllen.
- Magen mittels Magenschlauch mit ein Liter Eingeweidelösung auffüllen (Thiel, 1992).

Tag zwei:

- Infusion über den Sinus mit drei Liter Eingeweidelösung 1989 mit 0,2 bar Überdruck (Thiel, 1992).

Tag zwei oder Tag drei:

- Lunge über Trachealtubus mit 2,5 Liter Eingeweidelösung 1989 auffüllen. Der Tubus mit abgeklemmter Zuleitung darf erst entfernt werden, nachdem die Hirnkonservierung abgeschlossen ist.
- Infusion der Leicheninfusionslösung mit 0,2 bar Überdruck über die A. iliaca externa. Die Infusionsmenge variiert je nach Körpergröße zwischen 11 und 15 Liter.
- Gleichzeitig: Infusion der restlichen Eingeweidelösung 1989 (ca. sechs bis sieben Liter) über Sinus sagittalis superior bei 0,2 bar Überdruck.
- Bauch verschließen. Nach Versorgung der Injektionsstelle der A. iliaca externa.
- Einbringen der Hirn-Rückenmarkslösung. Zwei Lumbalpunktionsnadeln werden über die Nasenhöhle durch die Lamina cribrosa des Siebbeins gestoßen. Der noch vorhandene Liquor fließt über eine tief liegende Lumbalpunktion ab. Die Hirn-Rückenmarkslösung wird unter mäßigen Druck in den Subarachnoidalraum eingebracht. Diese Prozedur kann mehrmals an verschiedenen Tagen wiederholt werden.
- Leiche zur Konservierung und Aufbewahrung in die Tonnenlösung 1986 einlegen (Thiel, 1992).

12.2.1 Erläuterung der Applikationen

Applikation der Gefäßlösung

Die Wirksamkeit der Konservierungslösung hängt von der zeitlichen und örtlichen Konzentration dieser ab. Der technische Verlauf und die zu injizierende Menge der Lösung bei der Konservierung sind von großer Wichtigkeit. Die Nutzung des arteriellen Gefäßsystems zur Infundierung von Konservierungsflüssigkeiten ist schon länger bekannt. Grundsätzlich ist es nicht ausschlaggebend, welches Gefäß mit größerem Lumen gewählt wird. Dennoch gibt es einige Vorteile, den richtigen Zugang zu nutzen (Thiel, 1992).

A iliaca externa links

Die A. iliaca externa links wird seit 1984 als Applikationsstelle für die Gefäßlösung verwendet. Diese hat gegenüber der A. femoralis den Vorteil, dass diese leichter und sicherer zu finden ist. Durch die stumpfe Präparation minimiert sich die Gefahr, dünne Gefäße anzuschneiden. Durch die richtige Positionierung großer Bauchspatel wird die Injektionsstelle gut sichtbar gehalten. Des Weiteren besteht bei hochgradiger Arteriosklerose immer ein Restlumen, was bei der A. femoralis oft nicht mehr vorhanden ist und bei der Injektion zu großen Problemen führt. Das Trigonum femorale bleibt durch den Zugang über die A. iliaca externa für Präparationszwecke ebenfalls erhalten (Thiel, 1992).

12.2.2 Applikation der Eingeweidelösung

Anfangs wurde aufgrund der „zu weichen Konservierung“ der Eingeweide eine enorm hohe Dosis von hochprozentiger Formalinlösung verwendet. Dabei wurde keine Rücksicht auf die Farberhaltung genommen. Später wird die qualitativ hochwertige Injektionslösung angereichert mit 7%igem Formalinzusatz erfolgreich für die Eingeweidelösung verwendet. Diese Lösung verhält sich neutral zur Farberhaltung. Zehn Liter dieser Flüssigkeit werden teils über das Rektum, die Blase, das Herz, den Rachen und Magen eingebracht. Die Herz- und Brustinfundierung erfolgt seit 1. Dez. 1987 ausschließlich über den Sinus sagittalis sup. Diese Applikationsstelle hat sich durch besondere Einfachheit und Problemlosigkeit bewährt. Das rechte Herz hat die Funktion als Verteilerstation. Das im Kopf gestaute Blut wird aus dem Kopfbereich gespült, damit es zu keinen Farbveränderungen kommt. Auch das Gehirn kommt bald in Kontakt mit der noch stark wirkenden Lösung, was einen weiteren Vorteil bedeutet. Diesen Effekt steigert man während der Infusion durch mehrmalige kurze Kompression des Halses mit beiden

Händen. Sind schon Leichenflecken vorhanden, ist diese Taktik nicht mehr wirksam. Durch Besprühen des Gesichtes mit einer 5- bis 10%igen Wasserstoffsuperoxydlösung in 50%igem Ethylalkohol mittels einer Handsprühflasche kann die blauschwarze Verfärbung in einen Grauton übergeführt werden. Die intensive „Bleichung“ schadet jedoch auch den tieferen Gewebsschichten. Die Infundierung über den Sinus sagittalis sup. wird in zwei Teile aufgeteilt. Die erste Verabreichungsmenge hat den Zweck, das Gehirn ehest mit einer stark konzentrierten Lösung in Berührung zu bringen. Der zweite Teil der Lösung dient dem Ziel, in die Bauchregion und über die Eingeweidevenen retrograd in die Leber und den Darm zu gelangen. Die Lunge wird über einen Trachealtubus mit der Konservierungslösung befüllt. Die Brustorgane erhalten einerseits eine größere Menge an stärker härtender Flüssigkeit, und die Füllung der Gefäße über den Sinus sagittalis sup. soll über die A. pulmonalis begünstigt werden. Es werden nur mehr der Dickdarm und der Magen durch direkte Installation aufgefüllt, da die Auffüllung ins freie Abdomen mit Eingeweidelösung in der Vergangenheit nicht sehr erfolgreich war. Durch Diffusion wird eine Wirkung auf die gesamten Bauchorgane erzielt (Thiel, 1992).

Die Hirnkonservierung

Verabreichungsstelle für die Konservierungslösung des Gehirns ist der Subarachnoidalraum. Die Herausforderung liegt darin, trotz des geringen Volumens und des sehr verzweigten Systems alle Stellen des Organs mit der benötigten Konzentration der Lösung zu versorgen. Zu Präparationszwecken ist eine unnatürliche Härtung des Gehirns von Vorteil. Dies wird nur mittels einer höheren Formalinkonzentration erreicht. Da die Zersetzungsprozesse beim Hirn schneller voranschreiten, werden noch weitere Maßnahmen ergriffen. Weil die Änderung der Formalinkonzentration keine augenscheinlichen Ergebnisse zeigte, änderte man die Strategie und legte den Fokus auf die Applikationsstelle. Die damals gängige Suboccipitalpunktion zusätzlich zur Lumbalpunktion wurde durch die Punktion des Siebbeins über die Lamina cribrosa ersetzt. Bei dieser Methode ist die Chance am größten, dass das Konservierungsmittel das Gehirn und Rückenmark großflächig umspült, vorausgesetzt die Ableitung ist über die Lumbalpunktion gegeben. Wenn eine feste Hirnkonservierung erzielt werden soll, ist die Hirn- und Rückenmarkskonservierung über den Subarachnoidalraum allen anderen Maßnahmen zeitlich überlegen. Zu beachten ist auch, dass sich das Gehirn, wenn es mit einer schwächeren Lösung Erstkontakt hatte, nur mehr erschwert härten lässt (Thiel, 1992).

Die Nachkonservierung

Die Leichen werden zur Nachkonservierung mindestens sechs Monate lang in die Tonnenlösung eingelegt. Gängige Lagerungsmöglichkeiten der Leichen:

- Weiterer Verbleib in der Tonnenflüssigkeit 1986.
- Kunststoffhülle durch Aufsprühen eines erhärtenden Kunststoffes.
- Kunststoffsäcke
- Aufbewahrungsaggregate mit Besprühungssystem (Thiel, 1992).

Nachteil der „trockenen“ Lagerung ist nicht etwa die Gefahr der Austrocknung, sondern der unvermeidbare Flüssigkeitsverlust durch Absickerung. Der Verbleib der Kadaver in der Tonnenlösung ist die optimalste Aufbewahrungsform, denn die Gewebe weisen nach mehreren Jahren nur geringe Alterationen auf. Die Leichen sollen so lange wie möglich in der Lösung belassen werden und erst wenige Tage vor der Bearbeitung im Sezierraum herausgenommen werden. Die Körper geben gleichmäßig Flüssigkeit an die hypertone Tonnenlösung ab, dies begünstigt die Nachreifung und eine natürlich aussehende Körperform (Thiel, 1992).

12.2.3 Pflege der Leiche bei der Bearbeitung

Die Austrocknung des Gewebes während der Präparation wird verhindert durch zeitweises Benetzen der Region mit der Tuchbefeuchtungslösung T 86 und durch Einwickeln mit feuchten Tüchern (Thiel, 1992).

Tuchbefeuchtungslösung T 86

- Heißes Leitungswasser
- Borsäure
- (Mono-) Ethylenglykol
- Natriumsulfit
- Chlorkresollösung (Thiel, 1992).

Die Tuchbefeuchtungslösung bietet Schutz gegen Schimmelpilzausbreitung und beeinflusst die Farberhaltung positiv. Die Leichen werden in arbeitsfreien Phasen in Konservierungslösungen eingelegt, um die Volumenabnahme, bedingt durch Abfließen von Flüssigkeit, zu vermeiden. Es entsteht ansonsten das Bild einer Alterskachexie (Thiel, 1992).

Desinfektionswirkung und Auswirkung auf Schimmelbildung

Zahlreiche Tests ergaben die stark desinfizierende Wirkung der Konservierungslösungen auf Bakterien. Die Leichen dürfen dennoch nicht als keimfrei angesehen werden. In den vergangenen Jahren traten keine besonderen Wundinfektionen nach kleineren Verletzungen auf. Auch die Abtötung von HI-Viren ist mit Sicherheit gegeben. Schimmelpilze wachsen auf einer feuchten Unterlage. Voraussetzung für die Vermeidung von Schimmel ist es daher, die Unterlage fungizid zu behandeln. Die Leichen werden durch feuchte Tücher vor Austrocknung geschützt. Die dafür entwickelte Tuchbefeuchtungslösung T 86 wirkt antimykotisch und wachstumshemmend (Thiel, 1992).

12.2.4 Vorteile der Thielkonservierung

Die Thiellösung, welche in über dreißig Jahren von Walter Thiel entwickelt wurde und seither ständig verbessert wird, hat zusammenfassend folgende Vorteile: Erhaltung der natürlichen Konsistenz und Transparenz der natürlichen Farbe der Gewebe. Es treten keine schrumpfenden oder quellenden Effekte auf. Die Lösungen sind kostengünstig und unbegrenzt haltbar. Sie minimieren das Infektionsrisiko, sind weitgehend geruchsneutral und reizen Haut- und Schleimhäute nicht. Es treten bei den Leichen bei längerer Aufbewahrungszeit keine Entkalkungen auf. Die Entsorgung der Lösung ist umweltgerecht, und sowohl räumlich als auch finanziell nicht aufwendig (Thiel, 1992).

13. Ergebnisse

Das VPL konnte bei jeder Leiche dargestellt werden. Die Struktur erstreckt sich von der oberen Brustwirbelsäule bis zur Pars posterior pericardii. Die dorsale Verankerung verläuft lateral entlang des ersten bis fünften Wirbelkörpers der thoracalen Wirbelsäule und unmittelbar vor den Rippenköpfchen-Gelenken der ersten bis zur fünften Rippe. Von sagittal ist das VPL eine parallelogrammförmige Bindegewebsstruktur. Das „Band“ führt Nerven und Gefäße von der hinteren Brustwand bis zum Herzen. Es enthält vor allem Äste des sympathischen Grenzstranges, welche von den oberen Brustganglien (TH1-TH5) des Grenzstranges entspringen. Die Verbindung zwischen VPL und VNS ist hiermit verifiziert. Die im Band mitgeführten Nerven werden von sehr kleinen Arterienästen aus den hinteren Interkostalarterien begleitet. Nach kranial reicht die Verankerung bis zur V. subclavia dextra, und nach kaudal bis zur V. azygos. Die Bindegewebsstruktur verliert sich nach vorne in den Bereich der Cupula pericardii. Die Fasern des Gewebes sind scherschichtartig angeordnet und verlaufen kaudalventral. Die mechanische Verlaufsrichtung entspricht exakt dem Verlauf der Nn. accelerantes. Das VPL ist eine Fortsetzung der Fascia endothoracica nach mediastinal, und grenzt das Mediastinum nach lateral ab. Im kranialen Abschnitt entsteht eine Kontinuität mit den drei Aufhängungsbändern (Lig. suspensoria) der Pleura. Wie erwähnt, setzt sich das „Band“ nach kaudal in die Herzkrone fort.

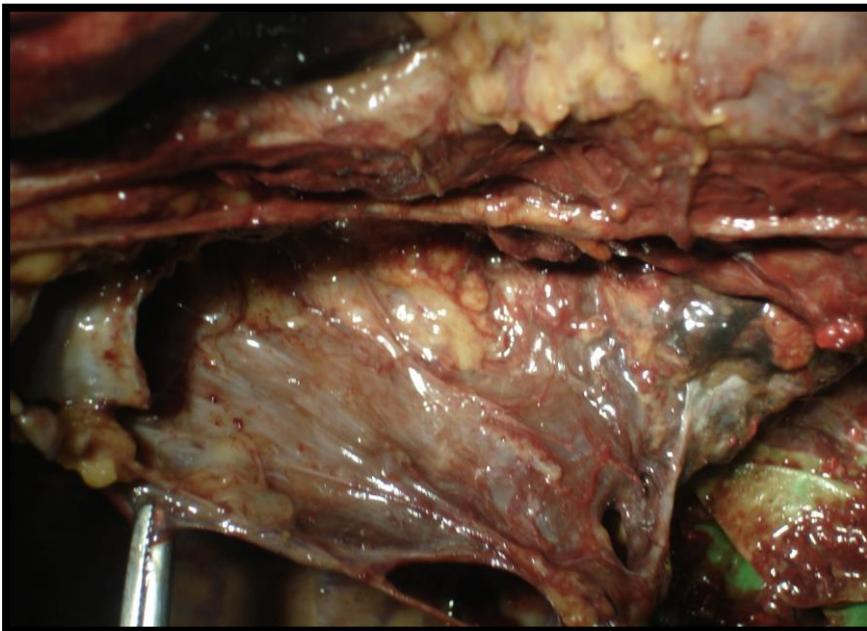


Abbildung 12: Lig. vertebropericardiacum mit dem darin verlaufenden Nn. accelerantes

Barral und Mercier (2005) erwähnen vage den Ursprung des Bandes zwischen Herz und Wirbelsäule. Van den Heede (2005) beschreibt eine Verbindung des VPL von cervical sieben bis thoracal zwei und zur Ober- und Rückseite des Pericardium fibrosum. Paoletti (2001) hingegen definiert den Ursprung von cervical sechs bis thoracal drei und den Ansatz bis zum Oberrand des Perikards. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen präziser die Insertionsstellen des VPL auf. Die dorsale Verankerung des VPL verläuft entlang des ersten bis fünften Wirbelkörpers der thoracalen Wirbelsäule und unmittelbar vor den Rippenköpfchen-Gelenken der ersten bis fünften Rippe. Die Bindegewebsstruktur verliert sich nach vorne in den Bereich der Cupula pericardii. Nach kranial reicht die Verankerung bis zur V. subclavia dextra, und nach kaudal bis zur V. azygos.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die verschiedenen Ansatzstellen des VPL beschrieben von van den Heede (2005); Paoletti (2001); Barral und Mercier (2005) und die aktuellen Ergebnisse der Untersuchung.

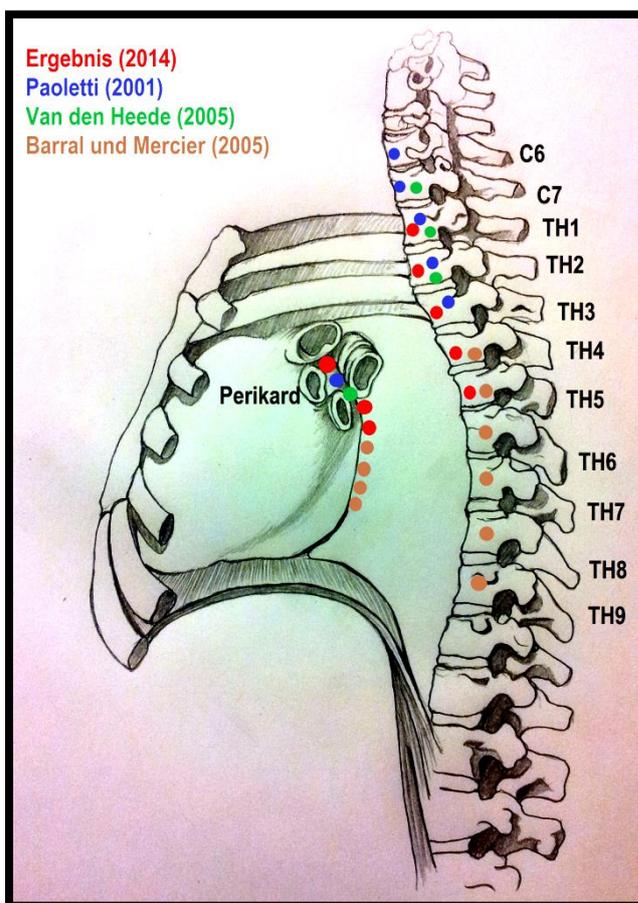


Abbildung 13: Darstellung der verschiedenen Insertionsstellen des VPL

Die unterschiedlichen Farbmarkierungen stellen die Ursprungs- und Ansatzstellen des VPL dar.

14. Diskussion

Paoletti (2001) beschreibt das „Band“ als Ligamenta vertebropericardiaca. Daher wird vermutet, dass es sich um mindestens zwei oder mehrere Bänder handelt. Das Ergebnis der Studie bestätigt die Existenz von zwei VPL.

Die im Kapitel 13 beschriebenen Nerven entsprechen exakt den Nn. cardiaci thoracici. Diese sympathischen Nerven kommen in allen Grenzstrangganglien vor und werden allgemein als Eingeweidenerven (Nn. splanchnici) bezeichnet. Jene von den unteren Brustgrenzstrangganglien kommenden bilden die Nn. splanchnici major et minor, zur vegetativen Innervation der Bauchorgane. Jene von den ersten fünf thoracalen Grenzstrangganglien werden als Nn. cardiaci thoracici oder, wegen ihrer positiv chronotropen Wirkung, auch als Nn. accelerantes bezeichnet.

Die Pleura parietalis ist durch eine Bindegewebsschicht mit der osteo-muskulären Brustwand verbunden, auch Fascia endothoracica genannt. Am Hals, wo sich die Pleura von der Brustwand entfernt, bzw. ab dort, wo keine Brustwand mehr vorhanden ist, erweitert sich die Bindegewebsschicht zu einem dreidimensionalen Bindegewebskörper, dem Pleura-Aufhängungsapparat, oder zur Sibbonschen Faszie über der Pleurakuppel. Verdichtungszone in diesem Bindegewebskörper werden als die Zuckerkandl-Sebileauschen Bänder bezeichnet (Streicher & Pretterklieber, 2012).

Solche „Bänder“ sind häufig gefäß- und nervenführend; sie bringen somit die neurovasculäre Versorgung von der Leibeswand zu den inneren Organen. Das in dieser Studie untersuchte VPL ist eine konstant darstellbare Struktur aus verdichtetem Bindegewebe im hinteren Mediastinum, welche die Herzfrequenz steigernden Nn. accelerantes (Nn. cardiaci thoracici eins bis fünf) vom Grenzstrang zum Ganglion cardiacum, führen.

Manipulationen an der Brustwand können dadurch zu Spannungsänderungen des Bandes und der darin liegenden Nerven führen. Es ist leicht vorstellbar, dass solche Spannungsänderungen Auswirkungen auf die Herzfunktion (Herzrasen) haben können. Dies nachzuweisen oder zu entkräften bedarf allerdings weiterer funktioneller Studien.

Durch die Verbindung zur V. subclavia dextra bzw. V. azygos könnte das VPL direkten Einfluss auf das venöse System ausüben.

Eines der osteopathischen Behandlungsziele ist der freie Flüssigkeitsaustausch im neurologischen System. Das bedeutet, dass der arterielle Zufluss und der venöse Abfluss von und zum Nervensystem und zu den Geweben frei von „Stase“ sind, um eine optimale Versorgung zu gewährleisten. Das Azygossystem ist die wichtigste Verbindung zw. der V. cava superior und V. cava inferior (Buekens, 2012). Spannung an dem VPL kann eine Abflussstörung im Azygossystem verursachen und das neurologische System inadäquat

beeinflussen. Bei Stauungsproblematiken im venösen System sollte daher während einer osteopathischen Intervention nicht nur an Leber, Diaphragma, Nieren und die Mesenterialwurzeln gedacht werden, sondern auch an das VPL.

In der Osteopathieausbildung werden Techniken zur Behandlung des VPL gelehrt, basierend auf dem bisherigen anatomischen Wissensstand - das bedeutet mit dem Kenntnisstand der nicht exakten Angaben der Ansatzstellen und nervalen, faszialen, arteriellen und venösen Verbindungen des VPL.

Aufgrund der Ergebnisse dieser anatomischen Studie über das VPL müssen die bis dato gelehrtten Behandlungsmethoden an den neuen Wissensstand angepasst werden.

Überdies ist es notwendig die Wirkung der Behandlung vom VPL genauer zu untersuchen.

15. Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war einerseits nachzuforschen, ob der Verlauf des VPL aus der herangezogenen Literatur der Realität entspricht, andererseits neue Erkenntnisse hinsichtlich der anatomischen Verbindung zwischen dem Band und dem vegetativen Nervensystem zu gewinnen. Die Ergebnisse können eine Grundlage für weiterführende Forschungstätigkeiten in Bezug auf Herzrhythmusstörungen bilden, sowie neue Wege in der Osteopathie, im Hinblick auf das VPL, eröffnen.

Zu diesem Zweck wurden zunächst die anatomischen Grundlagen des sympathischen und parasympathischen Systems sowie des Herzens erläutert. Des Weiteren fasst die Studie die einzigen Angaben zusammen, die im Zuge der Recherchen vieler Publikationen (Bücher und Artikel) im deutschen und englischsprachigen Raum gefunden werden konnten. Die abschließende Literaturrecherche beinhaltet einen Überblick über die anatomischen Beziehungen des Herzens und deren weiterführende Fasziennetze, sowie einen Einblick über die Effekte auf das Herz und den Sympathicus während einer manuellen Therapie. Das in Graz entwickelte Konservierungsverfahren von Walter Thiel wurde in einem eigenen Kapitel beschrieben. In dieser Grundlagenstudie wurden an insgesamt 54 menschlichen Leichen (25 männlich, 29 weiblich), die Präparationsvorgänge durchgeführt. Der Ort der Untersuchung war das Institut für Anatomie der Medizinischen Universität Graz. Die Leichen wurden nach der Konservierungsmethode nach Thiel einbalsamiert. Zur Identifizierung und Lokalisation des VPL wurden im September und Oktober 2013 unter Anleitung von Doktor Andreas Weiglein Präparationseingriffe an acht Leichen von mir durchgeführt. Schließlich wurde zur Quantifizierung und statistischen Auswertung des Ligaments die Fallzahl durch 46 Sezierschleichen von Doktor Andreas Weiglein und seinem Assistenten Doktor Manuel Dreu im Januar 2014 erweitert.

Das Ergebnis bestätigt die Existenz von zwei Ligamenta vertebropericardiaca, wie es Paoletti (2001) definiert. Jedoch konnten die angegebenen Insertionsstellen von Van den Heede (2005); Paoletti (2001); Barral und Mercier (2005) nur zum Teil verifiziert werden. Die vermutete Ansatzstelle zur Pars posterior pericardii konnte gefunden werden. Hingegen befinden sich die Ursprungsstellen nur im thoracalen Bereich zw. dem ersten und fünften Wirbel, und nicht im unteren Halswirbelsäulenbereich. Die Studie weist neue wissenschaftliche Erkenntnisse hinsichtlich neuer Verbindungen des VPL auf, die für die Osteopathie und der Medizin von großer Wichtigkeit sein können. Zu den neuen Kontinuitäten zählen das sympathische Nervensystem (Nn accelerantes) und die Verbindung mit der V. cava sup., der V. subclavia dextra, der V. azygos dextra und der V. hemiazygos sinister. Laut Clara (1942) sind die einzigen Fasern, die für die

Beschleunigung des Herzens verantwortlich sind, die Nn. cardiaci caudales. Sie werden auch als Nn. accelerantes definiert. Spannungsveränderungen am VPL könnten die Nn. accelerantes beeinflussen und eine Veränderung des Sympathicotonus verursachen. Bei einem Auffahrunfall, wo der Brustkorb gegen das Lenkrad oder gegen den Sicherheitsgurt prallt, und der Thorax dadurch geprellt wird (stumpfes Thoraxtrauma), ist es sehr wahrscheinlich, dass das VPL ebenfalls dieser Krafteinwirkung von außen ausgesetzt ist und dadurch irritiert wird. Das gleiche Phänomen kann auch bei einem Sturz auf den Rücken oder nach einem simplen Faustschlag auf das Sternum auftreten. Komplikationen des stumpfen Thoraxtraumas sind unter anderem Rhythmusstörungen aller Arten (Secchi & Ziegenfuß, 2005).

Um die Effektivität der Behandlungsstrategien und die Funktion für das VPL zu überprüfen, sollten weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden.

In die Techniken zur Behandlung des VPL könnten zudem noch Atmung und tangentielle Kräfte integriert werden, um mehr Einfluss auf die Sympathicuswirkung (Sympathicotonus) zu erzielen.

Meine Arbeit soll meine Kolleginnen und Kollegen inspirieren und motivieren die neu gewonnen Erkenntnisse zu nutzen. Sie sollen die Herausforderung annehmen, neue Wege zu beschreiten und darauf aufbauende Forschung zu betreiben, um bestehende Behandlungsmethoden an dem VPL wissenschaftlich zu präzisieren und evaluieren oder um neue Behandlungstechniken, die diese Bänder involvieren, zu entwickeln. Versuchsweise könnte man Daten der Herzfrequenz während einer Behandlungstechnik des VPL analysieren und evaluieren, ob ein Effekt auf die Herzaktivität hervorgerufen wird. Durch die Verbindung zum Azygossystem ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass osteopathische Interventionen am VPL auch Einfluss auf den venösen Rückfluss nehmen (Buekens, 2012).

16. Literaturverzeichnis

Abehsera, A. (2010). Behandlung durch Visualisierung. In Liem, T., & Dobler, T. K. (Hrsg.), *Leitfaden Osteopathie: Parietale Techniken* (S. 22-24). München: Urban & Fischer.

Anderhuber, F., Timm, J. F., Pera, F., & Peuker, E. T. (2012). Herzbeutel, Perikard, Pericardium. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 473-474). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Barral, J. P., & Mercier, P. (2005). Brusthöhle. In Barral, J. P., & Mercier, P. (Hrsg.), *Lehrbuch der viszeralen Osteopathie Band eins* (S. 42-49). München: Urban & Fischer.

Breul, R. (2012). Arrangement of the neck fascia. In Schleip, R., Findley, T. W., Chaitow, L., & Huijing, P. A. (Eds.), *The tensional Network of the Human Body* (p. 46-47). Churchill Livingstone: Elsevier.

Buekens, J. (2012). *Intra und Extracraniale venöse Drainage*. Unveröffentlichtes Manuskript, Wiener Schule für Osteopathie, Wien, Österreich.

Cervero, F. (1994). Sensory innervation of the viscera: Peripheral basis of visceral pain. *Physiological Reviews*, 74(1), 95-138.

Clara, M. (1942). Das vegetative Nervensystem. In Clara, M. (Hrsg.), *Das Nervensystem des Menschen* (S. 218-231). Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

Delaunois, P. (2010). Osteopathische Prinzipien. In Liem, T., & Dobler, T. K. (Hrsg.), *Leitfaden Osteopathie: Parietale Techniken* (S. 35-36). München: Urban & Fischer.

Drewes, A. M., Schipper, K. P., Dimcevski, G., Petersen, P., Andersen, O. K., & Gregersen, H. et al. (2002). Multimodal assessment of pain in the esophagus: a new experimental model. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*, 283(1), G95–103. doi:10.1152/ajpgi.00496.2001

Drewes, A. M. (2003). Afferente Innervation der Organe. In van den Berg F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: Schmerzen verstehen und beeinflussen* (S. 77-78). Stuttgart: Thieme.

Drews, U. (2006). Herzschauch. In Drews, U. (Hrsg.), *Taschenatlas der Embryologie* (S. 284-285). Stuttgart: Thieme.

Eisler, P. (1912). Halsfaszien. In Eisler, P. (Hrsg.), *Handbuch der Anatomie des Menschen* (S. 328-329). Jena: Gustav Fischer.

Fossum, C. (2005). Osteopathische Sicht des viszeralen Systems. In Liem, T., Dobler, T. K., & Puylaert, M. (Hrsg.), *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (S. 5-8). München/Jena: Urban & Fischer.

Fritsch, H., & Kühnel, W. (2003). Lage des Herzens und Herzgrenzen. In Fritsch, H., & Kühnel, W. (Hrsg.), *Taschenatlas der Anatomie Innere Organe* (S. 32-33) Stuttgart: Thieme.

Hafferl, A. (1957). Das subpleurale Bindegewebe. Fascia endothoracica. In Hafferl, A. (Hrsg.), *Lehrbuch der topographischen Anatomie des Menschen* (S. 50-51). Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer.

Hyrtl, J. (1846). Muskeln an der vorderen und seitlichen Brustgegend. In Hyrtl, J. (Hrsg.), *Lehrbuch der Anatomie des Menschen: Mit Rücksicht auf physiologische Begründung und praktische Anwendung* (S. 481-482). Prag: Friedrich Ehrlich.

Jänig, W. (2004). Transmitter und ihre Rezeptoren in Sympathicus und Parasympathicus. In Schmidt, R. F., Lang, F., & Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie* (S. 430-431). Heidelberg: Springer.

Kahle, W. (2002). Vegetatives Nervensystem. In Kahle, W. (Hrsg.), *Nervensystem und Sinnesorgane* (S. 292-295). Stuttgart/New York: Thieme.

Kapandji, I. A. (2006). Das Zwerchfell und seine Funktion. In Kapandji, I. A. (Hrsg.), *Funktionelle Anatomie der Gelenke: Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik* (S. 138-139). Stuttgart/New York: Thieme.

Kwakman, R. (2005). Osteopathie. In Van den Berg, F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: Komplementäre Therapien verstehen und integrieren* (S. 492-493). Stuttgart/New York: Thieme.

Luschka, H. (1859). Die Fascia endothoracica an sich. In Luschka, H. (Hrsg.), *Der Herzbeutel und die Fascia endothoracica* (S. 3-4). Wien: Aus der kaiserlich-königlichen Hof-und Staatsdruckerei.

Mayer, F. E. (2012). *Physiologie*. Unveröffentlichtes Manuskript, Wiener Schule für Osteopathie, Wien, Österreich.

Meert, F. (2007). Bindegewebe und Körperflüssigkeiten. In Meert, G. F. (Hrsg.), *Das venöse und lymphatische System aus osteopathischer Sicht. Thorax, Abdomen, Becken, Extremitäten* (S. 33-39). München: Urban & Fischer.

Opalka, M. (2007). Herzbeschwerden nach osteopathischer Deblockierung verschwunden. *DHZ-Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift*, 3, 50-51.

Paoletti, S. (2001). Anatomie der Faszien. In Paoletti, S. (Hrsg.), *Faszien* (S. 58-80). München: Urban & Fischer.

Pera, F., & Timm, J. F. (2012). Leichenkonservierung. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 8-9). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Piper, H. M. (2004). Herzerregung. In Schmidt, R. F., Lang, F., & Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie* (S. 560-561). Heidelberg: Springer.

Platzer, W. (1999). Faszien des Halses. In Platzer, W. (Hrsg.), *Taschenatlas der Anatomie: Bewegungsapparat* (S. 330-331). Stuttgart/New York: Thieme.

Pschyrembel. (2002). *Klinisches Wörterbuch*. Berlin/New York: Walter de Gruyter.

Rohen, J. W., & Lütjen-Drecoll, E. (2011). Entwicklung von Rückenmark und autonomen Nervensystem. In Rohen, J. W., & Lütjen-Drecoll, E. (Hrsg.), *Funktionelle Embryologie: Die Entwicklung der Funktionssysteme des menschlichen Organismus* (S. 57-61). Stuttgart: Schattauer.

Rohen, J. W., & Lütjen-Drecoll, E. (2011). Perikardhöhle und primitiver Herzschlauch. In Rohen, J. W., & Lütjen-Drecoll, E. (Hrsg.), *Funktionelle Embryologie: Die Entwicklung der Funktionssysteme des menschlichen Organismus* (S. 74-75). Stuttgart: Schattauer.

Rohen, J. W. (2001). Sympathicus. In Rohen, J. W. (Hrsg.), *Funktionelle Neuroanatomie* (S. 244-245). Stuttgart: Schattauer.

Sadler, T. W. (2003). Herz und Gefäße. In Sadler, T. W. (Hrsg.), *Embryologie* (S. 189-190). Stuttgart: Thieme.

Scheiterbauer, F. (2010). *Faszien*. Unveröffentlichtes Manuskript, Wiener Schule für Osteopathie, Wien, Österreich.

Schleip, R. (2014). Das Faszienetzwerk. In Schleip, R., Jäger, H., & Klinger, W. (Hrsg.), *Lehrbuch Faszien: Grundlagen Forschung Behandlung* (S.56-58). München: Urban & Fischer.

Schleip, R., Jäger, H., & Klinger, W. (2014). Wechselbeziehungen mit dem vegetativen Nervensystem. In Schleip, R., Jäger, H., & Klinger, W. (Hrsg.), *Lehrbuch Faszien: Grundlagen Forschung Behandlung* (S.118-119). München: Urban & Fischer.

Schmid, A., Brunner, F., Wright, A., & Bachmann, L. M. (2008). Paradigm shift in manual therapy? Evidence for a central nervous system component in the response to passive cervical joint mobilisation. *Manual Therapy*, 13(5), 387–96. doi:10.1016/j.math.2007.12.007

Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2005). Übergang von Brusthöhle zu Bauchhöhle. In Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (Hrsg.), *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem: Prometheus* (S. 146-147). Stuttgart/New York: Thieme.

Secchi, A., & Ziegenfuß T. (2009). Traumatologische Notfälle. In Secchi, A., & Ziegenfuß T. (Hrsg.), *Checkliste Notfallmedizin* (S. 408-410). Stuttgart/New York: Thieme.

Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2000). Vegetatives Nervensystem. In Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (Hrsg.), *Taschenatlas der Physiologie* (S. 84-86). Stuttgart/New York: Thieme.

Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2000). Herz und Kreislauf. In Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (Hrsg.), *Taschenatlas der Physiologie* (S. 214-215). Stuttgart/New York: Thieme.

Slater, H. (2005). Vegetatives Nervensystem. In Van den Berg, F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: Organsysteme verstehen* (S. 401-412). Stuttgart/New York: Thieme.

Sterling, M., Jull, G., & Wright, A. (2001). Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual Therapy*, 6(2), 72–81. doi:10.1054/math.2000.0378

Stöckl, D. (2013). *Embryologie*. Unveröffentlichtes Manuskript, Wiener Schule für Osteopathie, Wien, Österreich.

Streicher, J., & Pretterklieber, M. L. (2012). Binnenschichten der Brustwand. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 166-167). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Strunk, A. (2013). Grundlagen der faszialen Osteopathie. In Strunk, A. (Hrsg.), *Fasziale Osteopathie: Grundlagen und Techniken* (S. 5-13). Stuttgart: Haug.

Tandler, J. (1929). Die vegetativen Nerven und Ganglien. In Tandler, J. (Hrsg.), *Nervensystem und Sinnesorgane* (S. 361-364). Leipzig: W. Vogel.

Thiel, W. (1992). The preservation of the whole corpse with natural color. *Annals of Anatomy*, 174(3), 185-95.

Thiel, W. (1992). An arterial substance for subsequent injection during the preservation of the whole corpus. *Annals of Anatomy*, 174(3), 197-200.

Timm, J. F., Pera, F., & Anderhuber F. (2012). Allgemeine Anatomie. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 74-83). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Trepel, M. (2011). Grundlagen, Begriffe und Definitionen. In Trepel, M. (Hrsg.), *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (S.1-3). München: Urban & Fischer.

Ulfig, N. (2008). Funktionelle Systeme. In Ulfig, N. (Hrsg.), *Kurzlehrbuch Neuroanatomie* (S. 223-226). Stuttgart/New York: Thieme.

Ulfig, N. (2009). Frühentwicklung. In Ulfig, N. (Hrsg.), *Kurzlehrbuch Embryologie* (S. 26-29). Stuttgart/New York: Thieme.

Van den Heede P. (2005). Herz und Perikard. In Liem, T., Dobler, T. K., & Puylaert, M. (Hrsg.), *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (S. 532-536). München/Jena: Urban & Fischer.

Wang, Y., Riederer, S. J., & Ehman R. L. (1995). Respiratory motion of the heart: kinematics and the implications for the spatial resolution in coronary imaging. *Magnetic Resonance in Medicine*, 33(5), 713-9. DOI: 10.1002/mrm.1910330517

Weninger, W. J. (2010). Anatomie der Medulla spinalis und Systematik der Hirnnerven. In Huck, S. (Hrsg.), *Gehirn, Nervensystem und Schmerz* (S. 11-12). Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG.

Wischmeyer E., & Gründer S. (2010). Vegetatives Nervensystem. In Gekle, M., Wischermeyer, E., Gründer, S., Petersen, M., Schwab, A., Markwart, F., Klöcker, N., Baumann, R., & Marti, H. (Hrsg.), *Taschenlehrbuch Physiologie* (S. 485-486). Stuttgart/New York: Thieme.

Zhang, J., Dean, D., Nosco, D., Strathopoulos, D., & Floros, M. (2006). Effect of chiropractic care on heart rate variability and pain in a multisite clinical study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(4), 267–74. doi:10.1016/j.jmpt.2006.03.010

ANHANG

1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Sympathicus und Parasympathicus (Tandler, 1929, S. 362)	7
Abbildung 2:	Die Brustgeflechte des rechten Sympathicus (Clara, 1942, S. 231).....	14
Abbildung 3:	Die Bandstrukturen des Perikards (Paoletti, 2001, S. 80).....	17
Abbildung 4:	Das intraembryonale Zölon der dritten und vierten Woche (Meert, 2007, S. 35)	19
Abbildung 5:	Gangliengruppen des autonomen Nervensystems (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2011, S. 59).....	21
Abbildung 6 und 7:	Auf das Mediastinum einwirkende Kräfte (Barral & Mercier, 2004, S. 48).....	23
Abbildung 8 und 9:	Verwendete Materialien und Instrumente	35
Abbildung 10:	Blick auf den geöffneten Thorax auf der rechten Seite	36
Abbildung 11:	Der eröffnete Thorax nach der Entfernung der Lunge und der Pleura mediastinalis	37
Abbildung 12:	Lig. vertebropericardiacum mit dem darin verlaufenden Nn. accelerantes	48
Abbildung 13:	Darstellung der verschiedenen Insertionstellen des VPL.	49

2 Untersuchungsprotokoll

Untersuchungsprotokoll

Leichen (Nr.)

männlich:

weiblich:

Alter:

Ursprung VPL:

Ansatz VPL:

Verbindung zum VNS

Ja:

Nein:

Anmerkungen:

3 Abkürzungsverzeichnis

a - Alpha

A - Arterie

AV - Artrioventrikular

β - Beta

bzw. - Beziehungsweise

e.g - exempli gratia

F - Kraftvektor

Ggl - Ganglion

Hi - Humane Immundefizienz

HRV - Herzratenvariabilitäts-Analyse

Lig - Ligamenta

M - Musculus

N - Nervus

Nn - Nervi

PNS - Peripheres Nervensystem

R - Ramus

Sup - Superior

T - Kraftvektor

T 86 - Tuchbefeuchtungslösung

v.a - vor allem

VAS - Visuelle analoge Schmerzskala

VNS - Vegetatives Nervensystem

VPL - Ligamentum vertebropericardiacum

z. B. - Zum Beispiel

ZNS - Zentrales Nervensystem

Englische Zusammenfassung/English summary

Introduction

The human being is a system consisting of various components that interact with and have influence on each other. This correlation between morphological components and functional interaction is one of five concepts in osteopathy (Delaunois, 2010). Thus, knowledge of the anatomical structure was and is still a major concern in osteopathic treatment (Abehsera, 2010). However, functional anatomy gained more importance and nowadays, this part of anatomy is known as physiology. Particularly knowledge of the nervous system and its interaction is extremely important; especially since function is the goal of our treatment (Slater, 2005).

Zhang, Dean, Nosco, Strathopoulos and Floros (2006) deal with the effects of chiropraxy to sympathetic and parasympathetic activities of the nervous system monitored by heart-rate-variability-analysis. Other studies have shown that decreasing skin temperature, as well as the increase of conductivity of the skin may result from cervical mobilization (Sterling, Jull, & Wright, 2001).

In osteopathic school, special treatment techniques for the ligament vertebropericardiacum (VPL) are learned, which cause a reaction of the autonomic nervous system. However, the literature provides no clear evidence of this issue. Although some authors have described the course of the VPL, information has not been confirmed by anatomical studies. An anatomical proof of the connection between the VPL and the sympathetic nervous system has not been clearly described in the literature.

On the one hand, in osteopathy schools, treatments are taught and trained which have effect on or via the nervous system. On the other hand, there is considerable lack of scientific literature dealing with this important topic.

Osteopathy helps to make life for patients easier to relieve pain, furthermore, it supports and enhances healing processes, if treatment is performed accurately. Even numerous of general practitioners accept osteopathy as a useful and helpful add-on.

I was happy to find an environment that allowed me to perform anatomical studies, not just on formalin fixed stiff specimens that do not at all represent normal circumstances, but also in cadavers in lifelike colour, flexibility and consistency and at the same time microbiologically safe (sterile!) - the Thiel embalmed cadavers in Medical University of Graz.

Anatomical basis

The parasympathetic pathway comprises two neurons. They are connected to each other in autonomic (prevertebral) or solely parasympathetic ganglia (intramural). The sympathetic connection is rather close to the organ or even inside the organ (Tandler, 1929).

1. Preganglionic parasympathetic fibers from mesencephalon and rhombencephalon (and sacral spinal cord respectively) to peripheral ganglia plus
2. Postganglionic parasympathetic fibers from ganglia to organ (Tandler, 1929).

A third group of peripheral ganglia is called the “brain of the gut” or the enteric nervous system (Ulfig, 2008).

The sympathetic pathway comprises also two neurons. They are connected to each other in solely sympathetic (sympathetic trunk ganglia) or in autonomic ganglia (prevertebral). The sympathetic connection is rather close to the organ or even inside the organ (Tandler, 1929).

1. Preganglionic sympathetic fibers have their synapses far from the organ and thus, closer to the central autonomic nervous system: either in the ganglia of the sympathetic trunk or in prevertebral ganglia.
2. Postganglionic parasympathetic fibers have their synapses close to the organ, closer to the periphery.
3. Some of these have their synapses even inside the organ. They build up the “brain of the gut” or “enteric nervous system”.
4. A fourth group of neurons are connected to the paraganglia (e.g. adrenal medulla) (Timm, Pera, & Anderhuber, 2012).

The cardiac plexus is made up of:

- Sympathetic nn. cardiaci cervicales branching out of the three cervical sympathetic ganglia,
- Sympathetic nn. cardiaci thoracici branching out of the first three thoracic sympathetic ganglia,
- Parasympathetic rr. cardiaci cervicales et thoracici branching out of the vagus nerve or its branches (superior or recurrent laryngeal nerve) (Clara, 1942).

The cardiac plexus is divided into a superficial and a deep portion. While the superficial portion lies beneath the concavity of the aortic arch and at the division of the pulmonary arteries, the deep portion lies between the pulmonary veins and the aorta (Clara, 1942).

The superficial portion of the cardiac plexus mainly consists of

- the left rr. cardiaci cervicales
- the left nn. cardiaci cervicales,

- few fibers from the right nn. cardiaci cervicales and from the left recurrent laryngeal nerve.
- one or two cardiac ganglia (Ganglia Cardiacum) (Clara, 1942).

The deep portion of the cardiac plexus is mainly made up of

- the right nn. cardiaci cervicales and thoracici
- the right rr. cardiaci cervicales and thoracici
- all preganglionic parasympathetic as well as all preganglionic sympathetic neurons,
- some postganglionic sympathetic neurons to blood vessels of skeletal muscles, sweat glands and external genital organs and to the skin (Clara, 1942).

The vegetative receptors are:

- Positive chronotropic: increases heartrate at conducting system.
- Positive dromotropic: accelerates conduction in the conducting system particularly at the atrio-ventricular node
- Positive inotropic: increases strength of atrial and ventricular musculature regardless of preload.
- Positive lusitropic: relaxation of myocardium also increases the heartrate
- Sympathetic stimulation also causes direct and indirect effects on the coronary arteries (vasodilatation) (Piper, 2004).

β -adrenoceptors transmit the sympathetic effects to the myocardium. These membranoreceptors are built of transmembranal proteins with seven helices and are positioned in the membrans of the effector cells. α -adrenoceptors have a partial inotropic effect. Sympathetic stimulation results in a release of noradrenaline and adrenaline from the suprarenal medulla which is effective in the heart (Silbernagl & Despopoulos, 2000).

Parasympathetic effects are limited to the atria. Due to its limited anatomical relationship.

The effects are:

- „negative chronotropic at sinus-atrial node,
- negative inotropic via myocardium of the atria
- negative dromotropic at atrio-ventricular node“ (Piper, 2004, S. 560).

Pericardial sac

The visceral layer (epicardium) of pericardium also covers the beginning part of the major blood vessels that form the coron cordis. The corona is made of the superior vena cava, the ascending aorta and the pulmonary trunk (Anderhuber, Timm, Pera, & Peuker, 2012). Between the two layers of pericardium a tiny space – the pericardial cavity - represents the thoracic wall in which the „ball“ (= lung) can move, the gap (= joint space) is filled with

lubricant (approximately 20 ml) (Meert, 2007). The outside lining made up of the fibrous pericardium prevents the heart from an immediate acute dilatation (Anderhuber, Timm, Pera, & Peuker, 2012).

Whereas, it is possible that an increase of pericardial fluid will compress the heart until it stops. Usually, it contains less than 20 ml fluid. These structures allow an optimum sliding of the pericardium during breathing and heart pumping movements (Meert, 2007). The ligament phrenicopericardiacum is connected with the centrum tendineum of the diaphragm (Van den Heede, 2005).

According to the following connective tissue, fibers connect the pericardium with the body wall:

- Ligamentum phrenicopericardiacum
- Ligamentum aorticopericardiacum
- Ligamentum tracheopericardiacum
- Membrana bronchopericardiaca
- Ligamentum sternopericardiacum superior and inferior
- Ligamentum thymopericardiacum
- Ligamentum vertebropericardiacum (Meert, 2007).

Vertebropericardiacum ligament

The VPL are rarely described exempted by only a few authors.

The VPL are highly fibrous sagittal oriented and derive from the median sagittal plane. They are not distinguishable from the sagittal septa (pharyngobasilar fascia) that connect the prevertebral layer of the cervical fascia with the fascia cervicalis profunda (Paoletti, 2001).

Description by: Van den Heede (2005):

- Origin from C seven down to Th two
- Approach: upperside and back of the pericardiacum fibrosum.

Meert (2007) mentions the band structure neglecting the indication of the area of insertion. According to Barral and Mercier (2005), the band is situated between the pericardium and the spine. These are the sole lists of sources of the researches that have been made.

Van den Heede (2005); Meert (2007) and Paoletti (2001) present results of the VPL which do not base on scientific studies, since their sketches of VPL do not point to any references.

Barral and Mercier (2005) refer to a french book of anatomy with the title „Humaine Anatomie von Rouviere H.“.

Embryological Background

Connective tissue in general derives from the largest part of mesoderm plus in some parts from the neuroektoderm. The mesoderm is situated between ectoderm and entoderm.

Strunk (2013) classifies the mesoderm as followed:

- axial mesoderm (chorda dorsalis)
- paraxial mesoderm (somites)
- intermediate mesoderm (urogenital organs)
- lateral mesoderm or lateral column mesoderm (serous lining of body cavities)

The following anatomical structures derive from the lateral column

- „connective tissue and bones of upper extremity
- connective tissue and bones of the back
- connective tissue and smooth visceral muscles
- serous lining of cavities (pericardium, epicardium, endocardium, pleura, peritoneum)
- blood cells
- blood vessels and layers of their wall
- layers of wall of nerves
- heart
- lymph vessels
- spleen
- adrenal cortex
- renal cortex“ (Strunk, 2013, p. 13).

Serous cavities

At the onset of development, cavities are in contact with extraembryonic coelom lateral to the mesoderm. On the 28th day they unite to a horseshoe shaped cavity - the intraembryonic coelom. Afterwards, it will eventually divide into two layers - the parietal layer and the somatic layer. The parietal layer that covers the cavities wall and a somatic or visceral one covering the viscera as pleura, pericardium and peritoneal cavities. Two pleuropericardial membranes, the lateral organs and the septum transversum develop above and two pleuroperitoneal membranes develop below. In the sixth week the pleuroperitoneal layers migrate inwards and unite with the transverse septum and the mesoderm. In this way a separation of the peritoneal cavity from the pleural cavities is happening. Later on the transverse septum develops into the diaphragm. During the seventh week the pleuropericardial membranes merge with the mesoderm and thereby, separate the pericardial cavity from the pleural cavities of the human (Meert, 2007).

Physiological movement of the thorax

Obviously, movements of the thorax are either caused by movements of the rib cage or more important, by the diaphragm which lead to inspiration and expiration (Kapandji, 2006). It is, however, also obvious that this physiological movement results in movement and deformation of the internal viscera (Fossum, 2005). The entire composition is also heavily influenced by posture, body movement, muscular tonus and activity.

Fascial Anatomy - Overview

Following listed fascias play a decisive role in relation to the VPL:

- Middle cervical fascia or praetracheal layer cover and extend as far as the middle layer of muscles at the neck, which are the infrahyoid muscles; connected to the endothoracic fascia inferiorly (Breul, 2012).
- Deep cervical fascia or prevertebral layer cover and extend as far as the deep layer of muscles at the neck, which are comprised of the nuchal; muscles, the scalenus muscles and the anterior cervical muscles; closely related to cervical sympathetic trunk and brachial plexus (Breul, 2012).
- Fascia endothoracica is the name for the connective tissue that glues the pleura to the thoracic wall (Hafferl, 1939).
- Sibsons suprapleural fascia furthermore, the soft connective tissue is enlarged to form a three-dimensional pyramid-shaped space, superior to the pleural cupula, called the suprapleural space or Sibsons fascia. Reinforced parts of this space caused by the tension of the pleural dome are known as suspensory ligaments of the dome or Zuckerkandl-Sebileaus ligaments (Streicher & Pretterklieber, 2012).
- Pharyngobasilar fascia simply is the visceral lining of the food- and airway (Paoletti, 2001).

Manual Therapy and Sympathetic Cardial Effects

Sterling, Jull and Wright (2001) investigated the concurrent effects of spinal manual therapy on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. Recent research has shown that spinal manipulative therapy produced concurrent sensitivity to pain (hypoalgesia) and simpathoexcitatory effects. This leads to the approach, that spinal manipulative therapies show their initial effect by the activation of the inhibitory descending pathway from the dorsal periaquaeductalis gray area of the midbrain. Conclusion of the study is, spinal manual mobilization activates the dorsal periaquaeductalis gray area of the midbrain and thus, intially exerting a paritial influence on them.

Zhang, Dean, Nosco, Strathopoulos and Floros (2006) deal with the effect of chiropractic on the sympathetic and parasympathetic activities of the nervous system on heart rate variability (HRV) and the visual analog pain scale (VAS). In this study 96 physicians took part with ten subjects each. The result was a change in HRV and VAS of patients as a result of chiropractic manipulation.

Study Design

This basic anatomy study was carried out on 54 human cadavers (25 males, 29 females with an average age of 73,5 years, age between 41 to 93 years) embalmed by Thiel's embalming procedure. The study was carried out at the Institute of Anatomy of the Medical University of Graz. Cadaver embalming was performed according to the method of Walter Thiel (1980). In order to receive an easy and accurate identification, the arteries were injected with substance DGM86 red comprising dextrin-latex and menninge (PbO₄). The world famous Thiel solution is proven to render biological tissues into lifelike state without severe alteration of the biomechanical properties. The almost formaldehyde-free procedure represents a wet, salting method based on salt and isopropanol. It guarantees microbiological safety (sterile!) together with almost natural preservation of colour and flexibility - representing an entirely relaxed patient allowing e.g. to show muscle functions by pulling on muscles or tendons, or to position the cadaver into maximal inclination for lumbar puncture.

Several studies on tissue properties proved that Thiel embalmed cadavers show no significant changes of mechanical tissue properties. For this study only cadavers without obvious signs of pathology or surgical treatment in the area of interest were selected.

During September and October 2013 I have dissected eighth cadavers supervised by Andreas Weiglein, M.D. This pilot study was followed by an investigation in 46 cadavers during the regular lab course in January 2014 to increase the sample size in order to evaluate the data of interest (presence, size, etc). This part of the study was performed by Manuel Dreu, MD under supervision of Andreas Weiglein, MD.

Dissection of the ligament vertebropericardiacum

The cadaver is in supine position. First a cut line is drawn on the intact hull in order to avoid any arbitrary cuts and not to destroy the underlying anatomy. The skin incision is made along the indicated line, horizontally following the leading edge of the clavicle to the middle of the suprasternal notch, and finally to the median sagittal from the centre of the sternum to the xiphoid process. Afterall, the skin is incised and removed laterally parallel to the costal arch and at the mid-axillary line arcuate to the starting point at acromioclavicular joint. The thorax is opened according to skin incision. The ribs are cut

without damaging the ninth and tenth rib, by using the rib shears. This procedure is necessary for maintaining the tension of the mediastinum. For the same reason the sternum is also completely omitted and only the rib cartilage near the sternum is cut through. The lung is removed at the hilum. The removal of the lung offers a clear view to the mediastinum from lateral. Thereby the mediastinal connective tissue emerge clearly. This can be particularly well seen in the cranial part of the posterior mediastinum. The direction of tension of the concentration of connective tissue extends from dorso-cranial to ventro-caudal. Finally, the overlapping structure, the mediastinal pleura is lifted. The extent of the more significantly prominent tissue is thus recognized.

Thiel Embalming Procedure

In 1889 formalin was introduced, which is a formaldehyd-solution for preservation of cadavers. From then on up to present days formalin has been used in anatomy departments. This is basically because formalin is cheap to acquire and simple to apply by venous instillation or submerge. It is a strong disinfectant and destroys existing pathogenic organisms and keeps a preserved cadaver free from infections when applied in an appropriate concentration. However this surplus of advantages also comes with some negative effects. During a number of carried out experiments different solutions, concentrations of these and a set of combinations have been tested on pieces of well coloured beef while watching the effects on sustainability of colours and the consistency of the specimen. A two staged colour preservation process was redeveloped to a single staged injection process with modifications to get indications on the effect. Formalin together with ammonium nitrate, sodium sulphite, boric acid, chlorcresol, and morpholin proved to be the mayor and most effective ingredients of these solutions. The cadavers had a prior preservation time of six months up to two years. Close attention was paid during preservation to colour, consistency, stability against decomposition, and other changes such as the development of mould (Thiel, 1992).

With all these considerations, and with the concept that no further improvement could be applied a basic preservation solution was used. This so called „basic solution“ is a combination of ammonium nitrate and chlorcresol, with optional addition of potassium nitrate. The results were promising and met expectations and were considered as the foundations of Thiel's embalming. Between 1984 and 1986 alcohol was added to the solution, 7 % for the bathing fluid and 14 % for injection process. These long term results of these concentrations was good, however the use was abandoned due to danger of the solutions catching fire. Therefor ethylene glycol as a component of the solution was introduced at the end of 1985 instead of glycerin procedure. Colour preservation was improved vastly by optimizing the relative amount of ammonium nitrate, potassium

nitrate, ethylene glycol and also by halving the concentration of chlorocresol. Due to these improvements morpholine and potassium acetate could be removed from the receipt (Thiel, 1992).

The solution instilled into cadavers consisted of following components:

Stock solution L 1989

- Hot tap water
- Boric acid
- (Mono-) Ethylene glycol
- Ammonium nitrate
- Potassium nitrate (Thiel, 1992).

Results

Both, a right and a left VPL was found in all cases. The posterior attachment reaches from the first down to the fifth thoracic vertebral body just anterior to the joints between costal heads and vertebral body. The shape of this visceral ligament is rhomboid. Bordered by the superior vena cava anteriorly, the subclavian vein superiorly and the horizontal termination of the azygos vein inferiorly. The connective tissue contains regularly nerve fibers accompanied by small arteries branching off the descending thoracic aorta. The nerves originate from the upper thoracic ganglia (Th1-Th5) of the sympathetic trunk. From there their course is directed anteroinferiorly to terminate in the dome of the pericardium. The course of the nerve fibers matches exactly the description of the Nn. accelerantes.

The tissue in the VPL extends to the endothoracic fascia laterally and medially to the mediastinum and to the tissue above the cupula pleurae respectively and thus, to the suspensory ligaments of the cupula pleurae, the so-called „Zuckermandl-Sibileaus ligaments“.

The result confirms that there is VPL on the right as well as on the left side. As mentioned by Paoletti (2001). The spinal attachments according to Van den Heede (2005); Paoletti (2001); Barral and Mercier (2005) were partly verified– usually smaller than described by these authors. The pericardial attachments were also similar in this study as in those of other authors.

Discussion

The nerves correspond to the description of the Nn. cardiaci thoracici exactly. Similar nerves - in general named Nn. splanchnici - branch off every sympathetic trunk ganglion to supply the viscera. The respective nerves from the lower thoracic ganglia form the major and minor splanchnici nerves to the gut. The upper five thoracic ganglia are known as Nn. cardiaci thoracici or due to their positive chronotropic effect they are also called Nn. accelerantes.

The parietal pleura is connected to the osseo-muscular thoracic wall by connective tissue, usually referred as endothoracic fascia. Above the cupula pleurae the increasing connective tissue space is named „Sibsons fascia“. Stronger bands in this fascia are called „Zuckermandl-Sebileaus ligaments“. They are holding the dome of the pleura, many of them carrying neurovascular structures - and particularly sympathetic fibers (e.g. costopleurovertebral lig) sometimes replaced by scalenus minimus muscle and ansa subclavia; (costopleural lig. and stellate ganglion). Thus, these “ligaments” may not be compared with ligaments made up of thick collagen fibers of locomotor apparatus. The “visceral ligaments” are reinforced connective tissue structures carrying neurovascular structures from the body wall to the internal organs. Visceral ligaments are adventitia thickened by tension stress. Of course, since they are not like “osseous ligaments” they are not easily to be identified in transverse sections (CT, MRI), but they are important for the surgeons’ orientation.

In this study I have investigated the VPL. They are constant structures carrying the Nn. accelerantes that increase the heartrate.

Thus, manipulation of the thoracic wall may cause changes in the tension forces if the VPL and the nerves travelling with them. One can easily imagine that this may have direct influence on the heartrate. To approve or disapprove this theory is, of course, topic for further functional studies.

Concerns regarding to the visualization of fascial ligaments should be considered. However, the reason for performing this study in Thiel embalmed cadavers was to be able to investigate the best possible model for patients. According to many studies from different researchers, Thiel fixation renders the tissues in lifelike colour and flexibility without considerably altering the biomechanical properties of the tissue. Moreover, cadavers position during embalming and storage is changed every month from spine to prone position and vice versa.

During the training for osteopaths techniques for the treatment of VPL are taught based on previous anatomical knowledge. This means having the knowledge of the non-exact details of the insertions and the neural, fascial, arterial and venous connections of the VPL. The old anatomical knowledge must go through the new results of the anatomical

study of the VPL, and be adapted to the date taught methods of treatment. Moreover, it is necessary to examine the effect of treatment by the VPL more closely.

Summary and Prospect

The goal of this study was to evaluate the descriptive anatomy of the VPL. To approve or disapprove the described direction and extension of the VPL and eventually to learn about relationship of the VPL with the autonomous nervous system. The results could be the initiation for further investigations on anatomical correlation, related treatment of cardiac arrhythmia and to develop new osteopathic techniques based on the knowledge on the VPL.

Therefore, I have updated my knowledge on the anatomy and physiology of the sympathetic and parasympathetic system, as well as cardiac anatomy and physiology resulting in a good overview on the anatomical relations of the heart and on its fascial connections, the influence of manual treatment on the sympathetic system and thus, on the heart. For this study it was essential to avoid heavily altered, fiber tissues. This is why I was motivated to ask for the possibility to perform this study on Thiel embalmed cadavers in Graz. The procedure was developed over 30 years of Prof. Thiel's chairmanship in Graz. Up to now the procedure is regularly tested microbiologically, biomechanically etc. and important improvements are published.

Finally, the pilot study approved and clarified the existing literature. The baseline study on 54 human cadavers (25 male, 29 female) was performed during the regular lab course. In the Thiel embalmed cadavers the VPL were visualized and morphometrically noted and documented.

The pilot study dissections were performed in September and October 2013. I have dissected eighth cadavers by myself under the supervision of Andreas Weiglein, MD, vice-chair of the Medical University of Graz. He also supervised the statistical study on 46 cadavers in January 2014. This investigation was performed by his Assistent Dreu Manuel, MD. This study adds new scientific findings that might be of great importance. The fact that the VPL carries sympathetic fibers, that are known as nn. accelerantes due to their positive chronotropic effect to the heart, may be part of future therapeutic consideration in medicine and especially in osteopathy. Also the connection to the superior vena cava, the subclavian vein and the azygos vein on the right, the (accessory) hemiazygos vein on the left are new results. According to Clara (1942) the nervi accelerantes in the VPL increase the heartrate. Thus, the conclusion is correct that manipulation or alteration of tension or pressure in the anterorthoracic wall may considerably change tension and/or compression of the VPL and the neers respectively, which decrease the heartrate - e.g. in a frontal car accident.

My thesis may inspire and motivate colleagues to use new results to follow the pathways and to accept the challenge to push forward our treatment and develop new concepts of treatment based on scientific studies.

References

- Abehsera, A. (2010). Behandlung durch Visualisierung. In Liem, T., & Dobler, T. K. (Hrsg.), *Leitfaden Osteopathie: Parietale Techniken* (S. 22-24). München: Urban & Fischer.
- Anderhuber, F., Timm, J. F., Pera, F., & Peuker, E. T. (2012). Herzbeutel, Perikard, Pericardium. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 473-474). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.
- Barral, J. P., & Mercier, P. (2005). Brusthöhle. In Barral, J. P., & Mercier, P. (Hrsg.), *Lehrbuch der viszeralen Osteopathie Band eins* (S. 42-49). München: Urban & Fischer.
- Breul, R. (2012). Arrangement of the neck fascia. In Schleip, R., Findley, T. W., Chaitow, L., & Huijing, P. A. (Eds.), *The tensional Network of the Human Body* (p. 46-47). Churchill Livingstone: Elsevier.
- Clara, M. (1942). Das vegetative Nervensystem. In Clara, M. (Hrsg.), *Das Nervensystem des Menschen* (S. 218-231). Leipzig: Johann Ambrosius Barth.
- Delaunois, P. (2010). Osteopathische Prinzipien. In Liem, T., & Dobler, T. K. (Hrsg.), *Leitfaden Osteopathie: Parietale Techniken* (S. 35-36). München: Urban & Fischer.
- Fossum, C. (2005). Osteopathische Sicht des viszeralen Systems. In Liem, T., Dobler, T. K., & Puylaert, M. (Hrsg.), *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (S. 5-8). München/Jena: Urban & Fischer.
- Hafferl, A. (1957). Das subpleurale Bindegewebe. Fascia endothoracica. In Hafferl, A. (Hrsg.), *Lehrbuch der topographischen Anatomie des Menschen* (S. 50-51). Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer.
- Kapandji, I. A. (2006). Das Zwerchfell und seine Funktion. In Kapandji, I. A. (Hrsg.), *Funktionelle Anatomie der Gelenke: Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik* (S. 138-139). Stuttgart/New York: Thieme.

Meert, F. (2007). Bindegewebe und Körperflüssigkeiten. In Meert, G. F. (Hrsg.), *Das venöse und lymphatische System aus osteopathischer Sicht. Thorax, Abdomen, Becken, Extremitäten* (S. 33-39). München: Urban & Fischer.

Paoletti, S. (2001). Anatomie der Faszien. In Paoletti, S. (Hrsg.), *Faszien* (S. 58-80). München: Urban & Fischer.

Piper, H. M. (2004). Herzerregung. In Schmidt, R. F., Lang, F., & Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie* (S. 560-561). Heidelberg: Springer.

Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2000). Herz und Kreislauf. In Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (Hrsg.), *Taschenatlas der Physiologie* (S. 214-215). Stuttgart/New York: Thieme.

Slater, H. (2005). Vegetatives Nervensystem. In Van den Berg, F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: Organsysteme verstehen* (S. 401-412). Stuttgart/New York: Thieme.

Sterling, M., Jull, G., & Wright, A. (2001). Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual Therapy*, 6(2), 72–81. doi:10.1054/math.2000.0378

Streicher, J., & Pretterklieber, M. L. (2012). Binnenschichten der Brustwand. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 166-167). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Strunk, A. (2013). Funktionelle Bedeutung der Faszien. In Strunk, A. (Hrsg.), *Fasziale Osteopathie: Grundlagen und Techniken* (S. 5-13). Stuttgart: Haug.

Tandler, J. (1929). Die vegetativen Nerven und Ganglien. In Tandler, J. (Hrsg.), *Nervensystem und Sinnesorgane* (S. 361-364). Leipzig: W. Vogel.

Thiel, W. (1992). The preservation of the whole corpse with natural color. *Annals of Anatomy*, 174(3), 185-95.

Timm, J. F., Pera, F., & Anderhuber, F. (2012). Allgemeine Anatomie. In Anderhuber, F., Pera, F., & Streicher, J. (Hrsg.), *Waldeyer Anatomie des Menschen* (S. 74-83). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Ulfig, N. (2008). Funktionelle Systeme. In: Ulfig, N. (Hrsg.), *Kurzlehrbuch Neuroanatomie* (S. 223-226). Stuttgart/New York: Thieme.

Van den Heede P. (2005). Herz und Perikard. In Liem, T., Dobler, T. K., & Puylaert, M. (Hrsg.), *Leitfaden Viszerale Osteopathie* (S. 532-536). München/Jena: Urban & Fischer.

Zhang, J., Dean, D., Nosco, D., Strathopoulos, D., & Floros, M. (2006). Effect of chiropractic care on heart rate variability and pain in a multisite clinical study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(4), 267–74. doi:10.1016/j.jmpt.2006.03.010