

# **UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

Klinik und Poliklinik für Hör-, Stimm- und Sprachheilkunde  
Kopf- und Neurozentrum

Prof. Dr. med. Markus M. Hess

## **Darstellung der anatomischen Lage des Musculus constrictor pharyngis inferior und Erprobung eines perkutanen Zugangsweges zur intramuskulären Injektion**

### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Pia Luisa Korden  
aus Hamburg

Hamburg 2020

**Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 09.12.2020**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

**Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Udo Schumacher**

**Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Markus M. Hess**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Fragestellung der Studie</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Schluckakt</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Anatomie</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Physiologie des Schluckens</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Dysphagie</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Ätiologie</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Diagnose</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Therapie</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Sektionsauswahl</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Injektionen</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Muskelpräparation</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Fotografische Darstellung und Bildbearbeitung</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>Diskussion der Methodik</b> .....	<b>85</b>
<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b> .....	<b>87</b>
<b>5.3</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>89</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>90</b>
<b>6.1</b>	<b>Deutsche Zusammenfassung</b> .....	<b>90</b>
<b>6.2</b>	<b>Summary</b> .....	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>92</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>93</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung</b> .....	<b>98</b>
<b>10</b>	<b>Lebenslauf</b> .....	<b>99</b>
<b>11</b>	<b>Eidesstattliche Versicherung</b> .....	<b>99</b>

# 1 Fragestellung der Studie

Die Kenntnis der Lagebeziehung des Schlundsnürers (Musculus (M.) constrictor pharyngis) ist sowohl für das Grundlagenwissen der funktional-muskulären Zusammenhänge beim Schlucken und bei der Stimmgebung wie auch für die Injektion von Medikamenten von großer Bedeutung. Aus der schlingenartigen muskulären Kontraktion können Verspannungsschmerzen resultieren, die unter anderem als Globus pharyngis klinisch apparent werden.

Für die Arbeit sollte anhand von humanen Halspräparaten durch darstellende Präparation des M. constrictor pharyngis inferior die Lagebeziehung im Hals visuell veranschaulicht werden. Ferner sollte durch Injektionsversuche mit einem Farbstoff eruiert werden, wie man klinisch am besten eine perkutane Injektion in den M. constrictor pharyngis inferior applizieren kann.

Die Besonderheit der Arbeit bestand in der präparatorisch-visuellen Aufarbeitung der dreidimensionalen muskulären Zusammenhänge sowie in der aussagekräftigen Fotodokumentation, um dieses kaum beachtete Areal für den in der Halsanatomie wenig kundigen Arzt darzustellen.

## 2 Einleitung

In jeder Hals-Nasen-Ohren-(HNO)-Praxis begegnen dem Facharzt Patienten mit einem Globusgefühl. Die Betroffenen klagen über ein Fremdkörpergefühl im Hals, das meist beim Leerschlucken auftritt. In der Regel haben die Patienten schon zahlreiche Untersuchungen und erfolglose Behandlungen hinter sich und können zumindest beruhigt werden, dass keine bösartige Krankheit vorliegt (Fleischer et al., 2017). Die Diagnose ist jedoch häufig sowohl für den Arzt als auch für den Patienten frustrierend, da der Zustand sich scheinbar nicht verbessern lässt. Als eine mögliche Ursache des Globusgefühls wird die Überanspannung der paralaryngealen Muskulatur angenommen. Beim Schluckakt spielt insbesondere der dreiteilige, den Rachen zirkulär umschließende M. constrictor pharyngis (Schlundschnürer) eine wichtige Rolle (Fleischer et al., 2017). Bisher wurde diesem Areal wenig Beachtung geschenkt. Die Kenntnis der Lagebeziehung des Schlundschnürers ist für das Verständnis der funktional-muskulären Zusammenhänge beim Schlucken und bei der Stimmgebung von zentraler Bedeutung. Daneben spielt das Wissen über die Anatomie in diesem Bereich auch für die Injektion von Medikamenten eine Rolle.

### 2.1 Schluckakt

Das Schlucken ist ein komplexes Zusammenspiel aus freiwilligen und unfreiwilligen Reflexen. Die mehr als 30 beteiligten Nerven und Muskeln haben zwei Aufgaben:

- Transport des Essensbolus von der Mundhöhle und
- Verschluss der Atemwege (Pape et al., 2014).

Am Tag schlucken Menschen circa tausendmal. Der Schluckreflex wird ausgelöst, wenn Nahrung in den Oropharynx gelangt (Pape et al., 2014). Störungen bei diesem Prozess führen zur Dysphagie (Baumann and Katz, 2016).

Der Schluckprozess wird durch Knochen und Knorpel unterstützt. Die Koordination der Muskeln wird durch kraniale und periphere Nerven gesteuert (Baumann and Katz, 2016).

### 2.1.1 Anatomie

Der Rachen ist ein muskulärer Schlauch, dessen quergestreifte Muskulatur sich an der Schädelbasis anheftet und in Höhe des Ringknorpels und des sechsten Halswirbelkörpers in den Ösophagus übergeht. Der Rachen wird in drei Etagen unterteilt und besteht aus Schlundschnürern und Schlundhebern (Schünke et al., 2005). Die drei Schlundschnürer überlappen sich dachziegelartig. Dorsal fügen sie sich an der bindegewebigen Raphe pharyngis zusammen (Schünke et al., 2005). Die Schlundheber (Mm. levatores pharyngis) bestehen aus drei Muskeln: M. salpinopharyngeus, M. palatopharyngeus und M. stylopharyngeus. Sie werden alle vom N. glossopharyngeus und vom N. vagus innerviert. Diese übernehmen Funktionen sowohl beim Schluckakt als auch beim Verschluss des Kehlkopfs, indem sie den Pharynx verkürzen (Schünke et al., 2005). Beide Nerven haben ihre Kerngebiete im Hirnstamm und sind an der sensiblen und an der motorischen Versorgung des Rachens beteiligt.

Beim Schluckakt wird der Luftweg kurzzeitig verschlossen, damit keine Nahrung in die Luftröhre gelangt. Der Schluckakt wird in drei Phasen unterteilt:

1. willkürliche Einleitung des Schluckaktes,
2. reflektorischer Verschluss der Atemwege und
3. reflektorischer Transport der Nahrung durch Schlund und Speiseröhre.

In der zweiten Phase wird der Kehlkopf durch die Kontraktion der Mm. mylohyoidei, Mm. digastrici und der Mm. thyrohyoidei angehoben, die Epiglottis verschließt den Kehlkopfeingang und damit den unteren Luftweg. Gleichzeitig wird der weiche Gaumen gespannt und angehoben und gegen die hintere Pharynxwand gedrängt (Schünke et al., 2005).

### **2.1.2 Physiologie des Schluckens**

**Orale Phase:** Dabei drückt die Zunge den Bolus gegen den Gaumen. Durch die anschließende Kontraktion der Zungenmuskeln wird die Nahrung in den Pharynx geschoben. Dort lösen Mechanorezeptoren den Schluckreflex aus (Pape et al., 2014).

**Pharyngeale Phase:** Durch den Schluckreflex wird die zweite Phase initiiert. Der Nasenraum wird durch Anheben des weichen Gaumens an die Hinterwand des Pharynx verschlossen. Daraufhin beginnen peristaltische Kontraktionen; durch Druckanstieg und Erschlaffung des Ösophagus-Sphinkters wird die Nahrung durch den Ösophagus-Sphinkter geschoben (Behrends et al., 2012). Gleichzeitig verschließt die Epiglottis die Trachea und die Atmung wird bis zum Ende dieser Phase unterbrochen. Wenn die peristaltischen Wellen den Ösophagus erreichen, schließt sich der obere Ösophagus-Sphinkter (Pape et al., 2014).

**Ösophageale Phase:** Die einzelnen Wellen dieser primären Peristaltik dauern ca. 8 Sekunden. Bleibt die Nahrung stecken, wird die sekundäre Peristaltik ausgelöst. Drüsen in der Ösophagus-Wand bilden Schleim für ein besseres Gleiten der Nahrung. Nach Beginn der dritten Phase relaxiert der untere Sphinkter und die Nahrung erreicht den Magen (Pape et al., 2014).

## **2.2 Dysphagie**

Mit dem Begriff Dysphagie (griech. dys = erschwert, krankhaft, phagien = essen) werden Abnormitäten in der Anatomie und / oder Physiologie des Schluckprozesses bezeichnet. Beschwerden können beim Essen, Trinken und beim Leerschlucken auftreten (Matsuo and Palmer, 2008).

Laut Studien leiden 22 % der über 50-Jährigen an einer Dysphagie. Diese Patienten haben ein höheres Risiko für weitere Folgeerkrankungen. Unbehandelt kann die Dysphagie zu Dehydration, Unterernährung, Atemwegsinfektion und sogar zum Tode führen (Ekberg et al., 2002).

Man unterscheidet Dysphagien oropharyngealen und ösophagealen Ursprungs. Bei der oropharyngealen Dysphagie ist der Nahrungstransport von der Mundhöhle zum Ösophagus eingeschränkt. Bei der ösophagealen Dysphagie bestehen Schwierigkeiten beim Nahrungstransport vom Ösophagus zum Magen. Die Symptomatik wird von den Patienten als ein Gefühl von festsitzender Nahrung im Bereich der Brust dargestellt (Baumann und Katz 2016).

## **2.3 Globus pharyngis**

Laut Betroffenen ist das Globusgefühl ein nicht schmerzhaftes Fremdkörpergefühl im Hals, das während der Mahlzeiten und beim Leerschlucken auftreten kann. Anders als bei der Dysphagie fehlen Abnormitäten während des Schluckprozesses. Beim Essen und Trinken hat der Patient keine Probleme; diese Tätigkeiten können die Beschwerden sogar lindern (Lee and Kim, 2012). Das Gefühl wird meist auf beiden Seiten des hinteren Schildknorpelrandes lokalisiert. Die Patienten klagen über Stimmversagen, Heiserkeit, einen geringeren Stimmumfang sowie eine vermehrte Stimmanstrengung. Zeitweise treten auch Gefühle der Verschleimung oder Trockenheit auf. Den behandelnden Ärzten fällt es oft schwer, die Symptome richtig zu deuten (Fleischer et al., 2017).

Frauen ab einem Alter von 50 Jahren sind dreimal häufiger betroffen als Männer. Sie suchen auch aufgrund der Symptome eher einen Arzt auf. Globus-Patienten machen 4 % der Überweisungen in HNO-Kliniken aus (Jarvenpaa et al., 2018, Moly and Charter, 1982). In einer Querschnittsstudie mit 3000 Patienten betrug die Lebenszeitprävalenz des Globus pharyngis 21,5 % (Tang et al., 2016). In einer weiteren Studie waren 6,7 von 100 000 Patienten betroffen (Pollack et al., 2013).

### **2.3.1 Ätiologie**

Trotz seiner hohen Inzidenz ist die Ursache des Globus bis heute unklar und Thema zahlreicher Diskussionen (Kortequee et al., 2013). Die Erkrankung ist multifaktoriell bedingt und kann sowohl im Zusammenhang mit einer weiteren Erkrankung stehen als auch isoliert auftreten (Rowley et al., 1995). Die Liste der Differenzialdiagnosen ist lang; im Folgenden werden einige aufgezählt.

## **Gastroösophageale Refluxkrankheit (GERD)**

Ein Zusammenhang zwischen der GERD und dem Globus ist bis heute umstritten. Zahlreiche Studien bezeichnen die GERD jedoch als Hauptursache für den Globus (Lee and Kim, 2012). 23–68 % der Globus-Patienten leiden an einer GERD (Oridate et al., 2008, Tokashiki et al., 2013).

In einer bevölkerungsbezogenen Studie traten GERD-typische Symptome (z. B. Sodbrennen, Regurgitation) im Zusammenhang mit Globus-Symptomen auf (Cho et al., 2005). PH-Metrie-Impedanz-Messungen belegen, dass der Globus auch durch einen nicht-sauren Reflux hervorgerufen werden kann (Anandasabapathy and Jaffin, 2006). Mit Hilfe des Bariumschlucks konnte in über 60 % der Globus-Patienten ein Reflux diagnostiziert werden (Malcomson, 1968). In einer Studie wiesen 58 % der Globus-Patienten abnorme pH-Werte auf (Koufman, 1991). Bei 10 von 12 Patienten trat bei der Anwendung von Säuren am Ösophagus ein Globus-Gefühl auf (Cherry et al., 1970). In einer weiteren Arbeit, in der der pH-Wert von 25 Patienten mit Globus- und Heiserkeitssymptomen 24 Stunden gemessen wurde, wiesen 72 % der Patienten einen Reflux auf (Smit et al., 2000). Andere Studien fanden dagegen kein Zusammenhang zwischen den beiden Erkrankungen (Jarvenpaa et al., 2018, Chen et al., 2006, Corso et al., 1998).

## **Abnorme Funktion des oberen Ösophagus-Sphinkters**

Die exakte Anatomie des Ösophagus-Sphinkters wird bis heute kontrovers diskutiert. Er liegt am Übergang vom Hypopharynx in den Ösophagus auf Höhe des Ringknorpels. Die Aufrechterhaltung des Sphinktertonus erfolgt hauptsächlich durch den Pars cricopharyngeus des M. constrictor pharyngis inferior. Der Pars cricopharyngeus wird in der Literatur oft als eigener Muskel (M. cricopharyngeus) bezeichnet. Dieser wiederum setzt sich aus dem Pars obliqua und Pars fundiformis zusammen (Jungheim, 2011).

Als Ursache für einen Globus wurde in einigen Fällen ein erhöhter Druck des oberen Ösophagus-Sphinkters identifiziert (Corso et al., 1998). Manometrische Untersuchungen belegen einen höheren cricopharyngealen Sphinkterdruck bei Globus-Patienten im Vergleich zu Kontrollprobanden (Watson and Sullivan, 1974). Das Auftragen von Salzsäure auf den distalen Ösophagus führt zu Globus-Symptomen und einem Anstieg des oberen Sphinkterdrucks (Tokashiki et al., 2010). Botulinumtoxin-Injektionen in den M. cricopharyngeus bei Globus-Patienten

mit erhöhtem Druck des oberen Ösophagus-Sphinkters führten zum vollständigen Symptomrückgang (Halum et al., 2005). In einer weiteren Studie erwiesen sich Botulinumtoxin-Injektionen als erfolgreich zur Therapie der Hyperaktivität und des Entspannungsversagens des oberen Ösophagus-Sphinkters (Alfonsi et al., 2017).

### **Motorische Störungen des Ösophagus**

6–90 % der Globus-Patienten leiden unter motorischen Störungen des Ösophagus (Farkkila et al., 1994, Knight et al., 2000, Batch, 1988). Manometrische Untersuchungen identifizierten in 67 % der Globus-Patienten ösophageale Abnormitäten (Farkkila et al., 1994). In einer prospektiven Studie zeigte die Hälfte der Globus-Patienten in der High-Resolution-Ösophagus-Manometrie eine motorische Störung des Ösophagus (Nevalainen et al., 2016, Bredenoord et al., 2012).

### **Psychologische Faktoren**

Der in Vergangenheit verwendete Begriff „Globus hystericus“ verweist auf die möglichen psychologischen Ursachen der Symptome (Fleischer et al., 2017, Jarvenpaa et al., 2018, Kortequee et al., 2013).

In verschiedenen Studien wurden Depressionen (Deary et al., 1992), mit Stress verbundene Lebensereignisse (Harris et al., 1996) und Phasen starker emotionaler Intensität (Thompson and Heaton, 1982) als mögliche Auslöser diskutiert. Den Patienten ist oft nicht bewusst, dass auch lang zurückliegende emotionale Lebensereignisse das Globusgefühl hervorrufen können (Fleischer et al., 2017).

### **Überanspannung der paralaryngealen Muskulatur**

Eine weitere potenzielle Ursache für den Globus ist eine Überanspannung der paralaryngealen Muskulatur, wobei dieser Bezug bislang kaum untersucht wurde. Zu den betroffenen Muskeln zählen der M. constrictor pharyngis medius, M. constrictor pharyngis inferior, M. thyrohyoideus, M. cricothyroideus und die infrahyoidale Muskulatur (Fleischer et al., 2017, Wareing et al., 1997).

Mit Stimmtherapien, die darauf abzielen, Verspannungen in diesem Bereich zu lösen, konnten gute Erfolge erzielt werden (Wareing et al., 1997, Khalil et al.,

2011, Demmink-Geertman and Dejonckere, 2008). Mögliche Ursachen für die Überbelastung sind eine unökonomische Stimmlage, eine ungünstige Kopf- oder Halsposition sowie Fitnessübungen mit Pressatmung. Weiter können permanentes Räuspern oder das Unterdrücken von Emotionen zu einer vermehrten Anspannung führen (Fleischer et al., 2017).

### **Weitere Ursachen**

Weitere mögliche Gründe für einen Globus pharyngis sind Entzündungen oder Irritationen im Pharynx und Larynx (Batch, 1988, Lee et al., 2000), eine Unterfunktion der Speicheldrüsen oder eine medikamentös induzierte Xerostomie (Baek et al., 2010, Haft et al., 2016), das Eagle-Syndrom (Beder et al., 2006), eine Hypertrophie der Zunge (Mamede et al., 2004), Veränderungen an der Schilddrüse (Remacle, 2008, Burns and Timon, 2007), eine retrovertierte Epiglottis (Agada et al., 2007, Quesada et al., 2000) sowie maligne Veränderungen und Tumoren (Manabe et al., 2014, Harar et al., 2004, Cathcart and Wilson, 2007, Husamaldin et al., 2004).

### **2.3.2 Diagnose**

Aufgrund der unklaren Ätiologie des Globus-Gefühls fehlen klare Diagnosevorgaben. Von großer Bedeutung ist eine gründliche Anamnese, die den allgemeinen Gesundheitsstatus und bisherige Therapien thematisiert (Fleischer et al., 2017, Kortequee et al., 2013, Jarvenpaa et al., 2018). Der behandelnde Arzt sollte bei der Anamnese erfragen, seit wann die Beschwerden bestehen, ob es bestimmte Auslöser dafür gibt und in welchem Bereich des Halses das Gefühl wahrgenommen wird. Zusätzlich sollten der psychologische Status und Symptome, die auf vermehrte Anspannung hinweisen (z. B. nächtliches Zähneknirschen), besprochen werden. Bei der Inspektion und Abtastung des Halsbereichs ist auf eine angespannte Muskulatur (Verschieblichkeit des Kehlkopfes, Überprüfung der Tastbarkeit des Hinterrandes des Schildknorpels) sowie auf die Kopf-Hals-Position, die Körperhaltung und die Stellung des Kehlkopfes (zu hoch, zu tief, zu sehr nach posterior verschoben) zu achten (Fleischer et al., 2017, Lee and Kim, 2012).

Bei der endoskopischen Untersuchung ist die flexible Laryngoskopie der klassischen Endoskopie vorzuziehen, um Vollnarkosen zu vermeiden. Die Untersuchung dient der Identifizierung anatomischer und maligner Veränderungen (Kubba et al., 2003, Postma et al., 2005, Thota et al., 2005). Weiter wird die Atmung und Stimmgebung des Patienten überprüft; zusätzlich kann eine Schluckdiagnostik erfolgen (Fleischer et al., 2017).

Durch eine 24-Stunden-pH-Metrie oder eine kombinierte pH-Metrie-Impedanz-Messung kann eine GERD diagnostiziert werden. Dabei sollte auf typische klinische Symptome (z. B. Sodbrennen) geachtet werden (Chevalier et al., 2003, Anandasabapathy and Jaffin, 2006).

Ein Ultraschall der Halsregion, eine Videofluoroskopie und eine Manometrie sind bei einem Globus pharyngis in der Regel unauffällig (Jarvenpaa et al., 2018). Durch eine Elektromyografie kann eine Hypertonizität oder ein Spasmus der Pharynx-muskulatur identifiziert werden (Parameswaran and Soliman, 2002).

### **2.3.3 Therapie**

Da die Ursachen des Globus nicht klar zu benennen sind und zahlreiche Differentialdiagnosen existieren, fehlt bislang ein standardisierter Behandlungsplan. Der erste Schritt ist eine Aufklärung und Beruhigung des Patienten.

#### **Anti-Reflux Therapie**

Bei einem Verdacht auf eine GERD sind Protonenpumpen-Hemmer die Medikation der Wahl (Katz and Castell, 2000, Park et al., 2005). Diese dienen auch der Diagnose, da diagnostische GERD-Tests aufwendig und teuer sind und keine eindeutigen Ergebnisse liefern. Das Medikament zur Säureunterdrückung wird bei einem Globus häufig eingesetzt, wenn Ärzte ratlos sind. Eine Besserung der Symptome findet meist nicht statt (Jarvenpaa et al., 2018, Webb et al., 2000).

#### **Stimmtherapie**

Hals- und Schulterübungen, Entspannungstechniken sowie Stimmübungen haben sich bei Globus-Patienten als erfolgreich erwiesen. In einer unkontrollierten klinischen Studie mit 25 Globus-Patienten trat bei 92 % der Patienten nach

solchen Übungen eine Besserung auf (Wareing et al., 1997). In einer kontrollierten Studie mit 36 Globus-Patienten führte die Stimmtherapie-Gruppe Übungen (z. B. gähnen, kichern, ein feuchter Schluck (im Gegensatz zu einem trockenen Schluck, zu dem Globus-Patienten neigen)) durch, um Spannungen im Bereich des Pharynx und Larynx zu lösen. Die Patienten sollten zudem darauf achten, ständiges Räuspern zu vermeiden und ausreichend Flüssigkeit aufzunehmen. Nach 3 Monaten zeigte die Stimmtherapie-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine verbesserte Symptomatik (Khalil et al., 2011).

### **Psychologische Behandlung**

Kognitive Verhaltenstherapien und niedrigdosierte Antidepressiva zeigen in Einzelfällen Erfolge. Diese Befunde müssen aber noch evaluiert werden (Kroenke, 2007, Burns and O'Neill, 2008, Cybulska, 1997). Bei der Aufnahme der Anamnese ist es wichtig, die psychische Situation des Patienten abzuklären (Lee and Kim, 2012).

### **Osteopathische Manipulation**

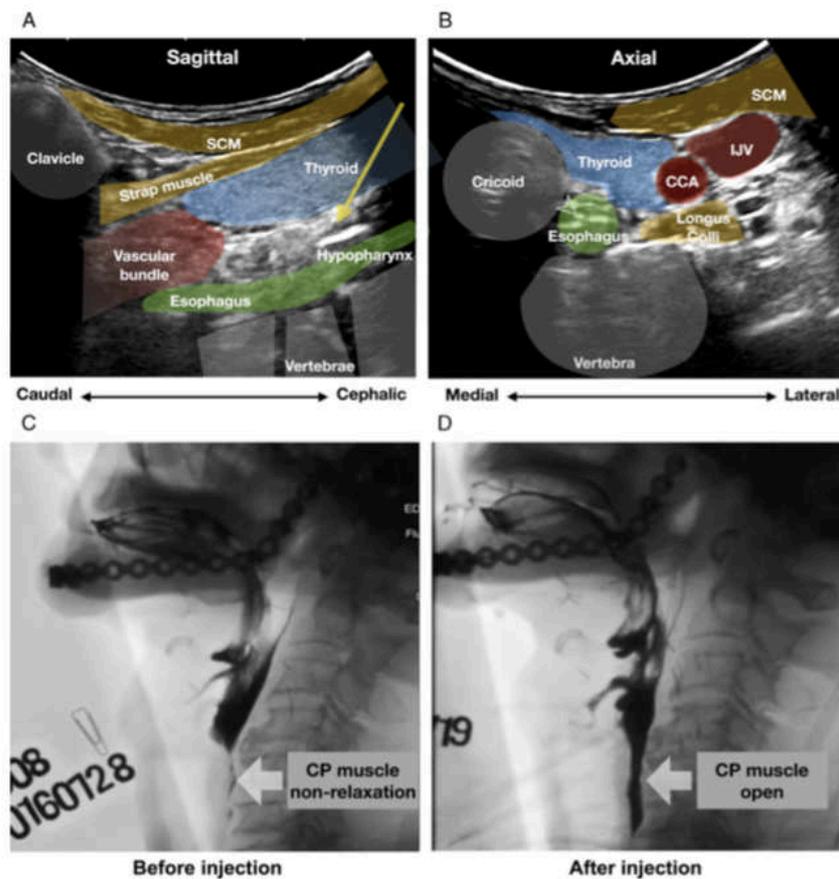
Bei Verspannungen der paralaryngealen Muskulatur kann eine osteopathische Behandlung wirksam sein. Die direkt an die Untersuchung anschließbare Therapie dauert ca. 10–20 Minuten. Der Patient sollte darauf hingewiesen werden, dass die Manipulation möglicherweise schmerzhaft ist und Nachwirkungen (z. B. ungewöhnliche emotionale Reaktionen, Müdigkeit, Schmerzen) haben kann. Treten während der Behandlung Reaktionen wie plötzliches Schwitzen, Schwindel oder Husten auf, sollte die Behandlung unterbrochen werden (Fleischer et al., 2017). Der Kopf des Patienten liegt in einer entspannten, stabilen und leicht nach vorne geneigten Position. Eine Hand hält den Kopf, während die andere palpiert. Die verkürzte und verspannte Muskulatur wird vorsichtig gedehnt. Die Therapie kann bereits nach einmaliger Anwendung Erfolge zeigen, wenn es gelingt, die paralaryngeale Muskulatur zu lockern (Fleischer et al., 2017)

### **Injektionen mit Botulinumtoxin**

Botulinumtoxine werden aktuell in zahlreichen Bereichen der Medizin (z. B. Behandlung von Falten, Bruxismus, exzessives Schwitzen, oromandibuläre Dystonie, spasmodische Dysphonie) angewendet (Moerman, 2006). Es handelt

sich um Proteine, die nach intramuskulärer Injektion schnell und irreversibel an die präsynaptischen cholinergen Nervenenden binden. Sie unterdrücken die Freisetzung von Acetylcholin an den neuromuskulären Synapsen, was zu einer Schwächung des innervierten Muskels führt. Die Effekte zeigen sich hauptsächlich im Injektionsareal. Der therapeutische Effekt ist dosisabhängig. Untersuchungen belegen, dass der Effekt bis zu 6 Monate anhält (Parameswaran and Soliman, 2002).

Botulinumtoxin-Injektionen in den M. cricopharyngeus wurden erstmals 1994 beschrieben. Seitdem belegen zahlreiche Studien eine Verbesserung des Schluckakts nach solchen Injektionen bei vergleichsweise geringer Komplikationsrate (Schneider et al., 1994, Sharma et al., 2015, Parameswaran and Soliman, 2002, Alfonsi et al., 2017). In der Vergangenheit wurden die Injektionen meist unter Vollnarkose per Endoskopie durchgeführt. In einer aktuellen Arbeit (Wang et al., 2018) erfolgte die perkutane Botulinumtoxin-Injektion mit Hilfe von Ultraschall (Abb. 1).

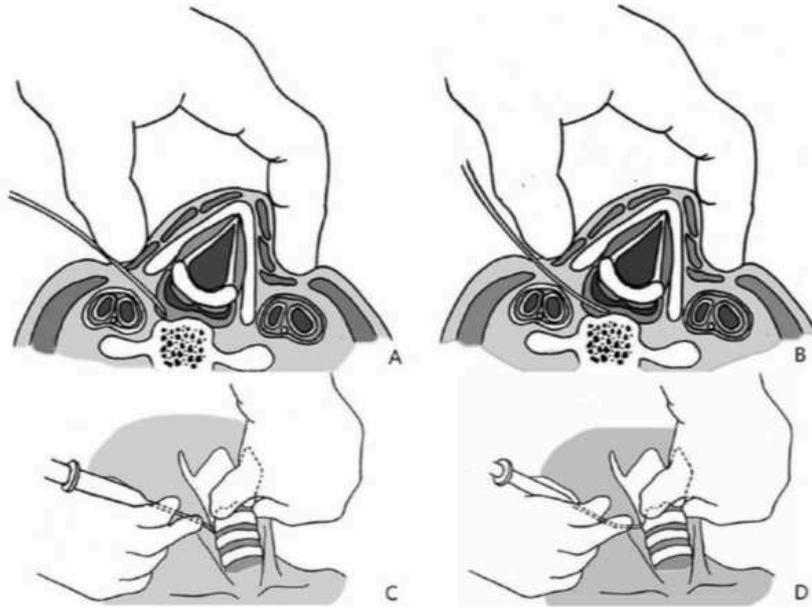


**Abb. 1: Botulinumtoxin-Injektion unter Ultraschall-Kontrolle bei cricopharyngealer Dysphagie (Wang et al., 2018)**

**A:** sagittale Ebene, der gelbe Pfeil zeigt das Vordringen der Kanüle, **B:** axiale Ebene, der Pfeilkopf zeigt die Kanüle, **C:** vor der Injektion: angespannter, stenotischer M. cricopharyngeus, **D:** nach der Injektion, geöffneter M. cricopharyngeus.

CCA: A. carotis communis; IJV: V. jugularis interna;  
SCM: M. sternocleidomastoideus

In einer weiteren Arbeit wurde eine perkutane Injektion in den M. cricopharyngeus unter elektromyografischer Kontrolle durchgeführt (Abb. 2). Die Injektionen fanden unter lokaler Betäubung innerhalb von 20 Minuten statt. Die Erfolgsrate betrug 63,9 % (Kim et al., 2017).



**Abb. 2: Perkutane Injektion in den Musculus cricopharyngeus (Kim et al., 2017)**

A, C: lateraler Bereich, B, D: posteriorer Bereich des M. cricopharyngeus

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Sektionsauswahl**

Die im Rahmen der Arbeit durchgeführten Untersuchungen fanden von August 2018 bis September 2019 statt. Von insgesamt 30 Verstorbenen wurde der Halsbereich in situ präpariert und untersucht. Darunter waren 20 Männer und 10 Frauen.

Die Untersuchungen im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie erfolgten unter Beteiligung der zuständigen Ethikkommission (Bearbeitungsnummer: WF-050/19). Ursprünglich wurde angestrebt, die gleiche Anzahl an Frauen und Männer zu untersuchen. Diese Vorgabe konnte aber aufgrund des höheren Aufkommens männlicher Verstorbener nicht erfüllt werden. Das Alter der Probanden reichte von 25 bis 92 Jahre; das Durchschnittsalter betrug 63,6 Jahre. Die Verstorbenen wurden vom Institut der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf und dessen Leiter Prof. Dr. Klaus Püschel zur Verfügung gestellt. Sie wurden im Institut im Rahmen der regulären Obduktionen untersucht. Ein Verstorbener stammte aus dem Institut der Anatomie des Universitätsklinikums. Dieser wurde nicht in die Berechnung der Erfolgsraten aufgenommen, sondern diente nur zur Darstellung der Halsregion.

Die Körpertemperatur wurde zum Präparationszeitpunkt nicht bestimmt.

### **3.2 Injektionen**

Bei den 30 Untersuchten wurden 17 Injektionen durchgeführt. Bei den anderen 16 Verstorbenen wurden die anatomischen Strukturen des Halses analysiert, um Gefahren bei der Injektion zu identifizieren und um einen optimalen Injektionsweg zu erarbeiten. Bei 16 Verstorbenen (Nr. 1, 2, 6, 7, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30) fanden die Untersuchungen vor der Obduktion statt. Bei diesen 16 Verstorbenen wurden 14 Injektionen (Nr. 17, 18, 19, 21 (2 x), 22, 23 (2 x), 24, 25, 27, 28, 29, 30) durchgeführt. Bei den anderen 14 Verstorbenen fand die Untersuchung nach der Obduktion statt. In diesen Fällen war der Brustkorb bereits

geöffnet und das Lungenpaket von der Trachea getrennt. Bei den 14 Verstorbenen wurden vier Injektionen durchgeführt (Nr. 20 (2 x), 26).

Als Injektionslösung wurde blaue oder grüne Lebensmittelfarbe mit Wasser verdünnt verwendet. Das Injektionsvolumen betrug 0,3–2 ml. Für die Injektion in den M. constrictor pharyngis inferior wurde der hintere Schildknorpelrand ertastet und etwas rotiert. Die Injektion mit einer sterilen Kanüle (Gr. 2, G 21 x 1 1/2" / ø 0,80 x 40 mm der Marke Braun) erfolgte in Abhängigkeit von Gewicht und Muskeldicke in etwa 2–3 cm Tiefe und seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 3).



**Abb. 3: Ansatzpunkt der Injektion seitlich des Schildknorpelrandes**  
Präparat 30 (weiblich, 58 Jahre) – Ansicht von frontal. Der hintere linke Schildknorpelrand wurde mit dem Daumen ertastet und angehoben. Die gebogene Kanüle wurde etwa 2 cm tief und seitlich des Schildknorpelrandes eingeführt. Diese Injektion verlief erfolgreich (s. Abb. 7, 8).

Bei einigen Injektionen wurde die Kanüle vor dem Einstich etwas gebogen (Nr. 27, 28, 29, 30, s. Abb. 4).



**Abb. 4: Gebogene Kanüle nach dem Einstich bei Präparat 30**

Bei drei Präparaten wurde durch die Membrana thyrohyoidea injiziert (Nr. 20, 21, 23). Das Ziel hierbei war, ebenfalls mit der Kanüle den M. constrictor pharyngis inferior zu treffen. Die Wirbelsäule wurde zur Orientierung mit der Kanüle ertastet. Zur Injektion in den M. constrictor pharyngis inferior wurde die Kanüle anschließend circa 3 mm zurückgezogen, um nicht in den M. longus colli zu injizieren (s. Abb. 5). Bei einem zu weiten Zurückziehen der Kanüle bestand die Möglichkeit der Injektion in den Bereich des Ösophagus und der Trachea. Dieser Injektionsweg birgt verschiedene Risiken, die in den Ergebnissen näher erläutert werden.

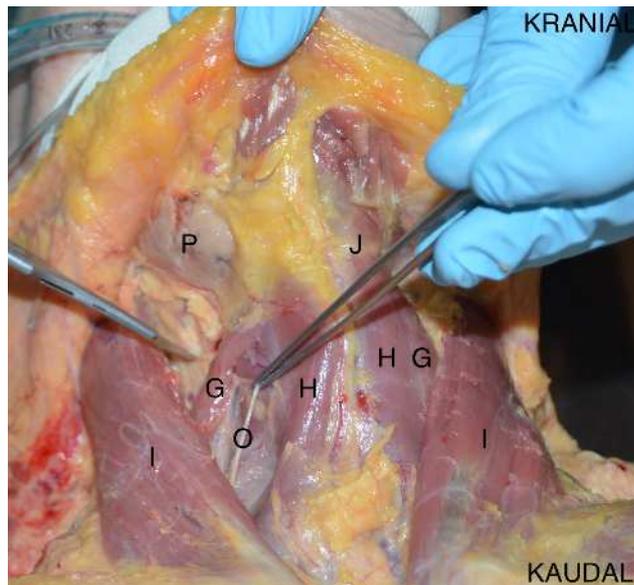


**Abb. 5: Ansatzpunkt bei einer Injektion durch die Membrana thyrohyoidea Präparat 23 (männlich, 83 Jahre)**

### 3.3 Muskelpräparation

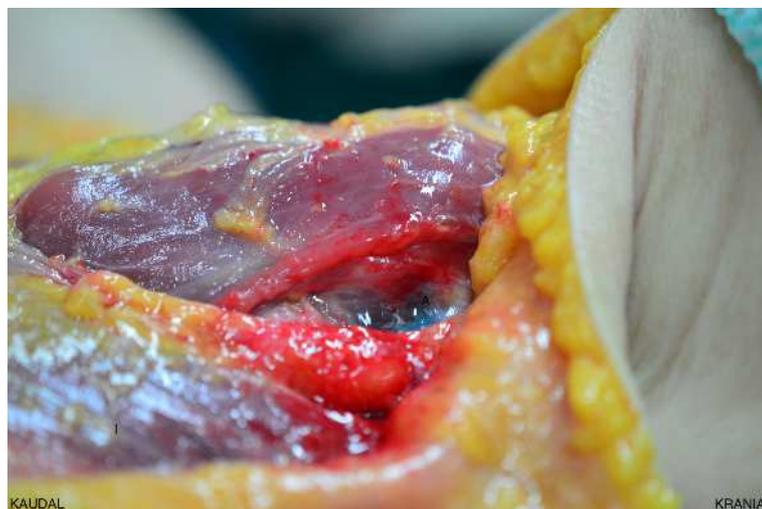
Nach den Injektionen wurde der M. constrictor pharyngis inferior mit einem Skalpell (Nr. 22 der Marke Braun) und einer anatomischen Pinzette freigelegt. Das Skalpell wurde unterhalb des Kinns mittig angelegt. Der erste Schnitt reichte bis zur Oberseite des Sternums. Der zweite Schnitt verlief auf Höhe der Clavicula von einer Seite der Schulter zur anderen.

Das Platysma wurde mit der Hautschicht abgetrennt (s. Abb. 6). Der M. sternohyoideus, M. omohyoideus und weiter lateral der M. sternocleidomastoideus wurden mobilisiert und freigelegt. Das Fett- und Bindegewebe wurde entfernt. Unter dem seitlich am Kehlkopf liegenden M. thyrohyoideus und M. sternothyroideus war der M. constrictor pharyngis inferior erkennbar, der den Kehlkopf umschließt. Ein Teil der Schilddrüse liegt über dem M. constrictor pharyngis inferior (s. Abb. 7). Darüber liegt die Ansa cervicalis. Rechts und links neben dem Kehlkopf befindet sich die A. carotis. Die V. jugularis sowie weitere kleine Blutgefäße und Nerven waren bei der Präparation nicht mehr darstellbar. Nach der Präparation wurde der M. constrictor pharyngis inferior von der Wirbelsäule und dessen Muskulatur (M. longus colli) getrennt, um auch die dorsale Seite des Muskels darzustellen (s. Abb. 8). Teilweise wurde der M. constrictor pharyngis inferior eingeschnitten, um die Dicke (2–3 mm) darzustellen und zu überprüfen, ob die Injektionsflüssigkeit hinter den Muskel gelaufen war.



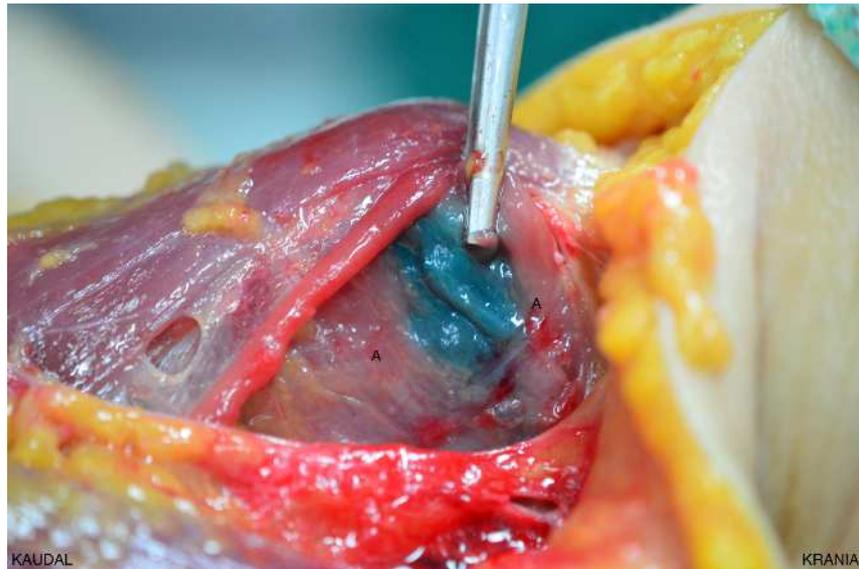
**Abb. 6: Freilegung des Musculus constrictor pharyngis inferior – nach Entfernung der Hautschicht und des Platysmas**

Präparat 7 (weiblich, 92 Jahre) – Ansicht von frontal nach Entfernung der Hautschicht und des Platysmas. In der Pinzette ist die Ansa cervicalis erkennbar. G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, O = Ansa cervicalis, P = Glandula submandibularis



**Abb. 7: Freilegung des Musculus constrictor pharyngis inferior – lateraler Teil des Muskels mit der injizierten blauen Farbe**

Präparat 30 – Ansicht von links nach der Freilegung. Injektionsvolumen ca. 0,3 ml

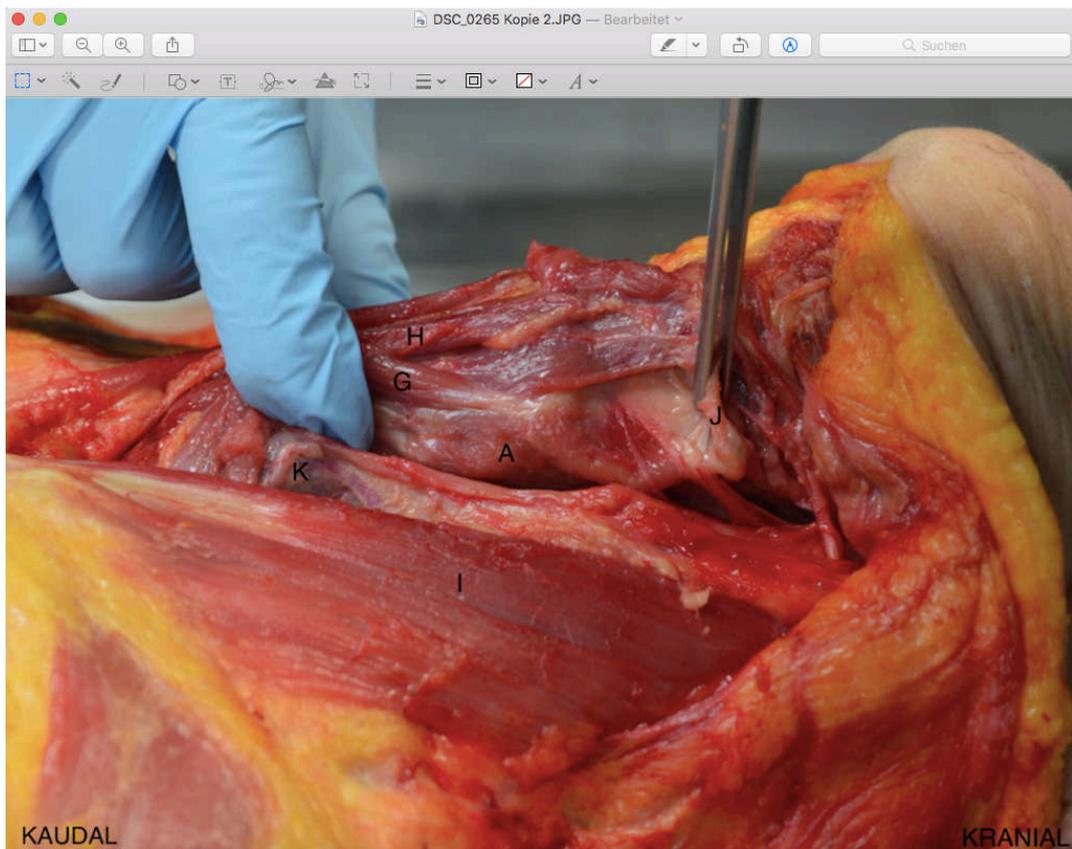


**Abb. 8: Freilegung des Musculus constrictor pharyngis inferior – dorsaler Teil des Muskels mit der injizierten blauen Farbe**

Präparat 30 – Ansicht von links. Der Kehlkopf wurde zur Darstellung der dorsalen Seite angehoben.

### **3.4 Fotografische Darstellung und Bildbearbeitung**

Die Fotos wurden mit einer Nikon D3200 SLR Kamera mit den Objektiven AF-S DX 16–85 mm und AF-S DX 85 mm angefertigt. Vereinzelt wurden auch Fotos mit einem iPhone 6s oder iPhone 8 aufgenommen. Die Bilder wurden mit dem Programm Vorschau Version 10.0 (944.5) von Apple Inc. (Abb. 9) bearbeitet. Die anatomischen Strukturen wurden mit Buchstaben des Alphabets gekennzeichnet (s. Tab. 1). Zusätzlich wurde die kraniale und kaudale Seite des Fotos markiert. Die eingefügten Pfeile dienten der Darstellung der Drehrichtung des Kehlkopfs (Abb. 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 27, 33, 36, 38, 41, 43).



**Abb. 9: Screenshot des Vorschauprogramms (Beispielbild)**

Präparat 7: Pinzette mit Zungenbein, angehobener Kehlkopf zur Darstellung des M. constrictor pharyngis inferior

A = M. constrictor pharyngis inferior G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum,

**Tab. 1: Liste der Bezeichnungen**

A = Arteria, M = Musculus, V = Vena

Bezeichnung	Struktur
A	M. constrictor pharyngis inferior
B	M. constrictor pharyngis medius
C	A. carotis
D	M. longus colli
E	Cartilago thyroidea
G	M. omohyoideus
H	M. sternohyoideus
I	M. sternocleidomastoideus
J	Os hyoideum
K	Glandula thyroidea
L	M. cricothyroideus
M	Cartilago thyroidea, Cornu superius
N	Trachea
O	Ansa cervicalis
P	Glandula submandibularis
R	M. thyrohyoideus
S	M. sternothyroideus
T	M. stylohyoideus
U	N. hypoglossus
X	A. lingualis
Y	Ösophagus
Z	Membrana thyrohyoidea
a	A. thyroidea superior
b	V. jugularis

## 4 Ergebnisse

Bei allen 31 Präparaten konnte der M. constrictor pharyngis inferior im Bereich des Kehlkopfes dargestellt werden. Der Leichnam aus dem Institut der Anatomie war bereits vorpräpariert worden. Von den 30 Verstorbenen aus dem Institut der Rechtsmedizin wurden 16 vor der Obduktion und 14 danach untersucht. Insgesamt wurden 17 Injektionen bei 14 Patienten durchgeführt (s. Tab. 2), davon drei nach der Obduktion bei entferntem Lungenpaket und 14 Injektionen vor der Obduktion.

Bei sechs Injektionen (Nr. 24, 25, 26, 28, 29, 30) wurde der M. constrictor pharyngis inferior getroffen. Bei fünf Injektionen (Nr. 21, 22, 24, 25, 26) war das umliegende Gewebe angefärbt. Bei zwei Injektionen (Nr. 19, 20) konnte die Färbelösung nicht wiedergefunden werden. Vier Injektionen (Nr. 17, 18, 21, 23 (2 x)) lieferten unklare Befunde.

Bei allen Präparaten erfolgte eine Injektion seitlich des Schildknorpelrandes; bei drei Präparaten (Nr. 20, 21, 23) wurde zusätzlich eine Färbelösung durch die Membrana thyrohyoidea injiziert. Bei vier der seitlichen Injektionen wurde die Kanüle vor dem Einstich gebogen (Nr. 27, 28, 29, 30). Die Erfolgsrate bei der Injektion durch die Membrana thyrohyoidea lag bei 0 %. Bei zwei Injektionen durch die Membrana thyrohyoidea war unklar, ob der Muskel getroffen wurde. Die Versuche wurden als nicht erfolgreich gewertet. Die Erfolgsquote seitlich des Schildknorpelrandes mit einer geraden Kanüle lag bei 30 % (3 von 10 Injektionen), wobei bei 20 % (2 von 10 Injektionen) die Farbe auch im M. longus colli zu sehen war. Die Erfolgsquote seitlich des Schildknorpelrandes mit gebogener Kanüle lag bei 75 % (3 von 4). Das Geschlecht und der Zeitpunkt der Obduktion wurden bei der Kalkulation nicht berücksichtigt (s. Tab. 2). Da bei Männern der Kehlkopf und der M. constrictor pharyngis inferior meist größer ist, ist es bei Männern einfacher, den Schildknorpelrand zu ertasten und zu injizieren. Von den sechs erfolgreichen Injektionen wurden vier an männlichen und zwei an weiblichen Präparaten durchgeführt. Es wurden insgesamt mehr Männer als Frauen untersucht. Das Alter schien keinen Einfluss auf die Morphologie zu haben.

**Tab. 2: Liste der Injektionen mit Erfolgsraten**

M = Musculus; m = männlich; SKR = Schildknorpelrand; w = weiblich WS =  
Wirbelsäule

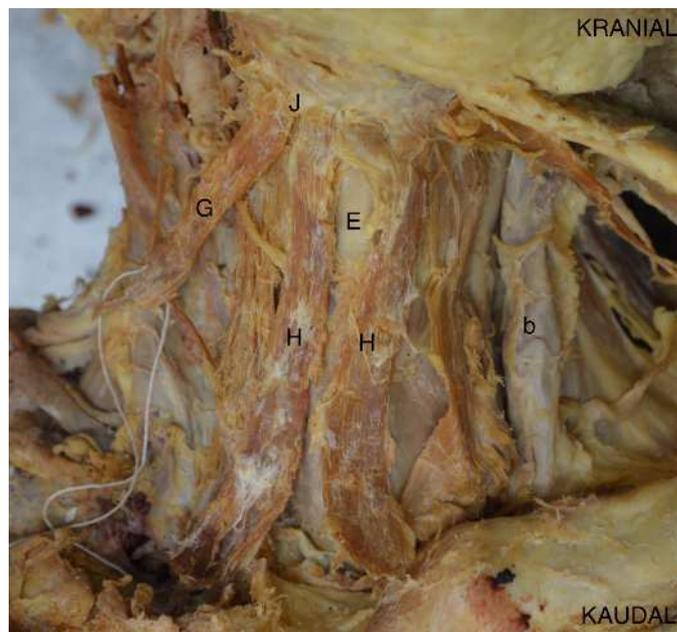
Präparat	Injektion			
	Ort (Form/Einführtiefe der Kanüle)	Menge / Farbe	vor/nach Ob- duktion	erfolgreich ja/nein (zusätzlich gefärbte Struktur)
17 (w, 79 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 1,5 cm)	1 ml / grün	vor	nein (unklar)
18 (w, 85 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 1,5 cm)	1 ml / grün	vor	nein (unklar)
19 (w, 79 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 2 cm)	1 ml / grün	vor	nein
20 (m, 84 Jahre)	durch die Membrana thyrohyoidea	1 ml / blau	nach	nein
20 (m, 84 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 2 cm)	1 ml / grün	nach	nein
21 (m, 47 Jahre)	durch die Membrana thyrohyoidea	1 ml / grün	vor	nein (unklar und m longus colli)
21 (m, 47 Jahre)	seitlich SKR (gerade / bis WS-Widerstand ca. 3 cm)	1 ml / blau	vor	nein
22 (m, 45 Jahre)	seitlich SKR (gerade / bis WS-Widerstand ca. 3 cm)	2 ml / blau	vor	nein (M. longus colli)
23 (m, 83 Jahre)	durch die Membrana thyrohyoidea	1 ml / blau	vor	nein (unklar)
23 (m, 83 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 2,5 cm)	1 ml / grün	vor	nein (unklar)
24 (m, 70 Jahre)	seitlich SKR (gerade / bis WS-Widerstand, ca. 3 cm)	2 ml / blau	vor	<b>ja</b> (M. longus colli)
25 (w, 89 Jahre)	seitlich SKR (gerade, bis WS-Widerstand, ca. 2 cm)	2 ml / blau	vor	<b>ja</b> (M. longus colli)
26 (m, 28 Jahre)	seitlich SKR (gerade / 1 cm)	1 ml / blau	nach	<b>ja</b> (M. longus colli)
27 (m, 46 Jahre)	seitlich SKR (gebogen / 2 cm)	0,5 ml / blau	vor	nein
28 (m, 68 Jahre)	seitlich SKR (gebogen / 2 cm)	1 ml / blau	vor	<b>ja</b>
29 (m, 71 Jahre)	seitlich SKR (gebogen / 2 cm)	2 ml / blau	vor	<b>ja</b>
30 (w, 58 Jahre)	seitlich SKR (gebogen / 2 cm)	0,3 ml / blau	vor	<b>ja</b>

**Tab. 3: Liste der Präparate (m = männlich, w = weiblich)**

<b>Präparat</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Alter in Jahren</b>
Institut der Anatomie des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf	m	Anonym (ca. 70)
1	w	82
2	m	57
3	m	65
4	m	67
5	m	50
6	m	58
7	w	92
8	m	53
9	m	69
10	m	47
11	w	80
12	m	65
13	m	68
14	m	39
15	w	25
16	w	59
17	w	79
18	w	85
19	w	79
20	m	84
21	m	47
22	m	45
23	m	83
24	m	70
25	w	89
26	m	28
27	m	46
28	m	68
29	m	71
30	w	58

**Präparat aus dem Institut der Anatomie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (männlich, Alter unbekannt)**

Der Verstorbene war von den Anatomen und Studenten bereits präpariert worden. Die gelbliche Färbung des Präparates erklärt sich daraus, dass die Verstorbenen im Institut der Anatomie konserviert werden. Abbildung 10 zeigt die Muskulatur des Halses von frontal. Bei der Ansicht von rechts ist der laterale Part des M. constrictor pharyngis inferior gut erkennbar (s. Abb. 11).



**Abb. 10: Präparat aus dem Institut der Anatomie – Muskulatur des Halses von frontal**

Erkennbar ist der Kehlkopf und die umliegende bereits präparierte subhyoidale Muskulatur.

b = V. jugularis, E = Cartilago thyroidea, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, J = Os hyoideum



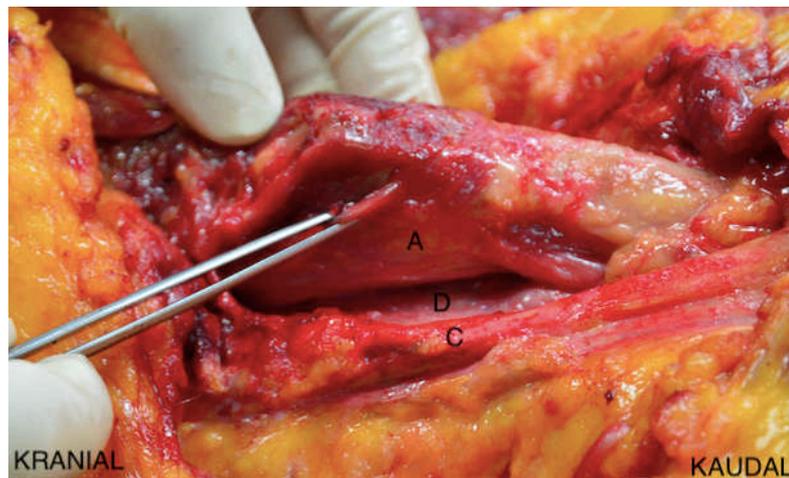
**Abb. 11: Präparat aus dem Institut der Anatomie – Muskulatur des Halses von rechts**

Zu sehen ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior und seine umliegenden Strukturen. In der Pinzette ist der N. hypoglossus erkennbar.

A = M. constrictor pharyngis inferior b = V. jugularis, C = A. carotis, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, J = Os hyoideum, R = M. thyrohyoideus, S = M. sternothyroideus, U = N. hypoglossus

## Präparat 1 (weiblich, 82 Jahre)

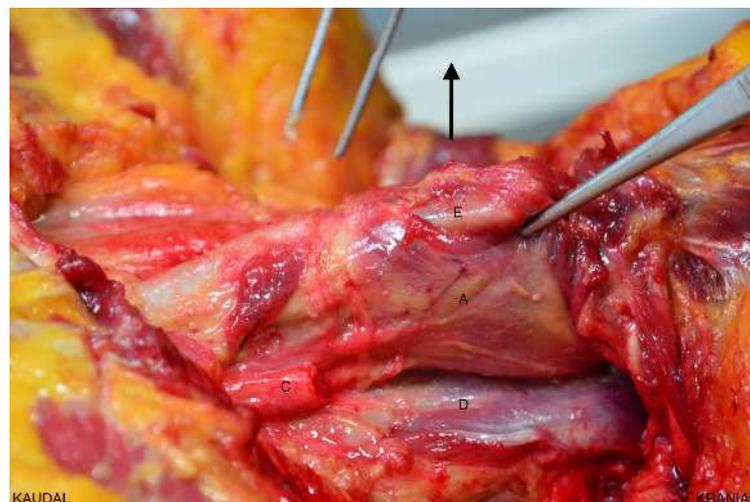
Die Präparation fand vor der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 12 und 13). Die Schilddrüse, der M. sternohyoideus, M. omohyoideus und der M. sternocleidomastoideus wurden entfernt. Die A. carotis wurde durchtrennt.



### Abb. 12: Präparat 1 – Ansicht des Kehlkopfes von rechts

Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior nach Entfernung umliegender Strukturen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli



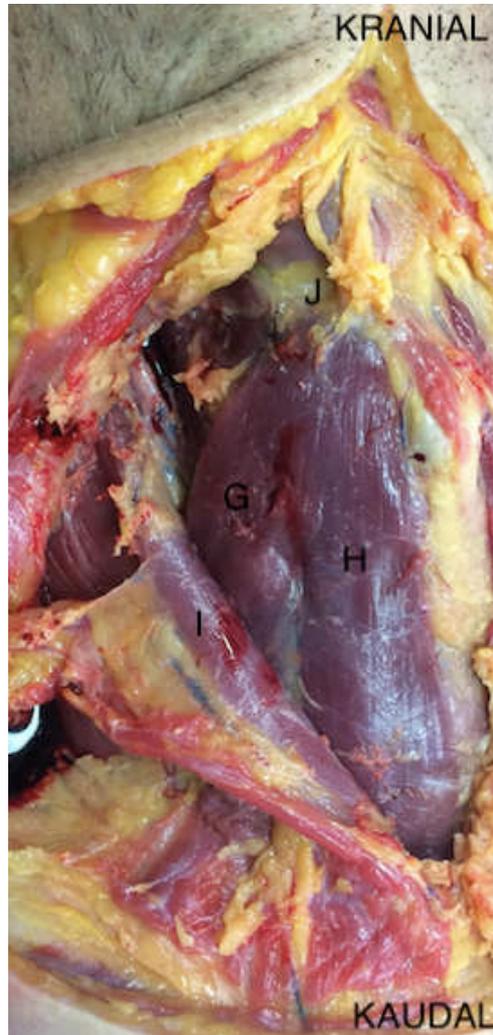
### Abb. 13: Präparat 1 – Ansicht der dorsalen Seite des M. constrictor pharyngis inferior

Der Kehlkopf wurde um 90° nach rechts gedreht. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung. Zuvor wurde der M. constrictor pharyngis inferior von der Wirbelsäule gelöst. Die A. carotis wurde durchtrennt. Erkennbar ist die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea

## Präparat 2 (männlich, 57 Jahre)

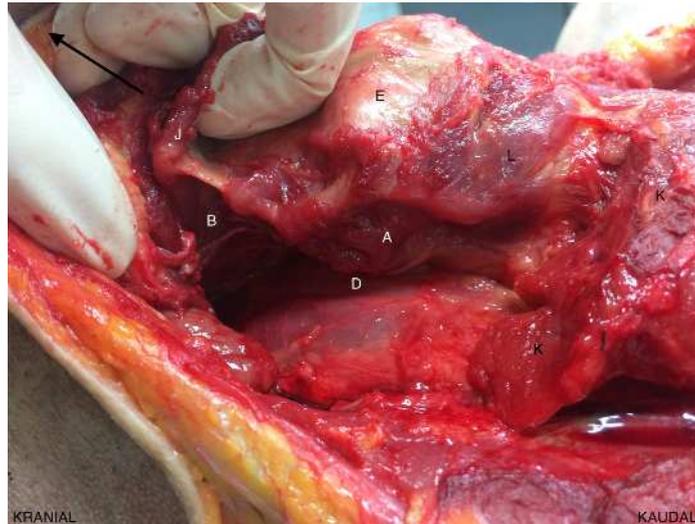
Bei diesem Präparat fand die Präparation vor der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 14–17).



**Abb. 14: Präparat 2 – Ansicht der subhyoidalen Muskulatur von frontal nach Entfernung der Hautschicht**

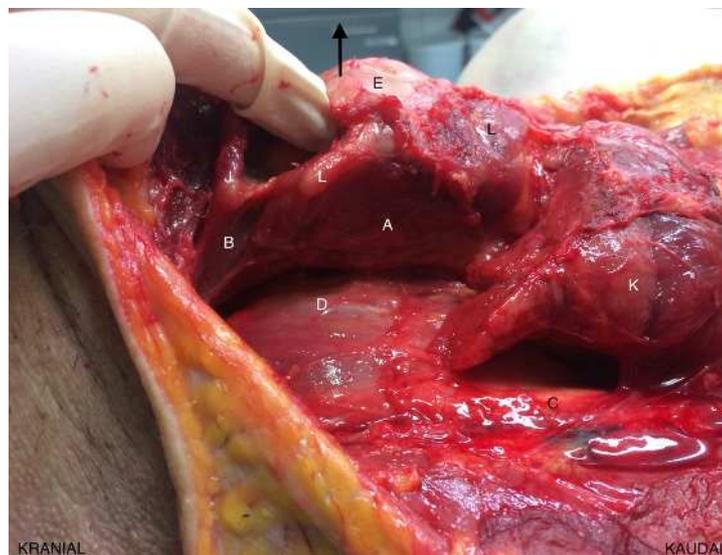
Gezeigt wird der erste Präparationsschritt, um den M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Dafür muss die Muskulatur weiter mobilisiert werden.

G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus,  
J = Os hyoideum



**Abb. 15: Präparat 2 – Muskulatur des Halses in der Ansicht von rechts**  
Sichtbarer M. constrictor pharyngis inferior bei angehobenem Hyoid. Darüber liegende Strukturen wurden entfernt, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Die Schilddrüse wurde vom Schildknorpel gelöst. Der Pfeil zeigt die Zugrichtung des Hyoids an.

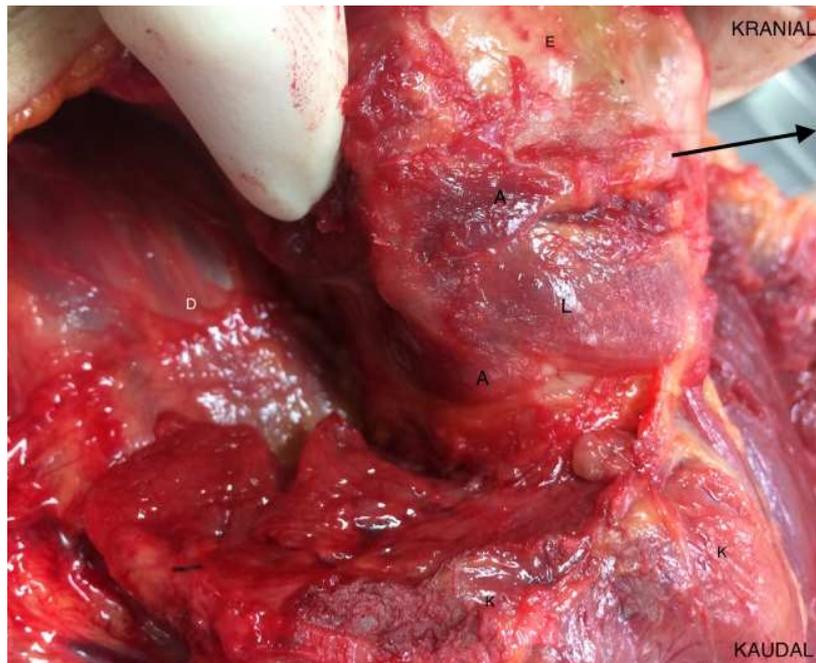
A = M. constrictor pharyngis inferior, B = M. constrictor pharyngis medius,  
D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, L = M. cricothyroideus,  
K = Glandula thyroidea



**Abb. 16: Präparat 2 – M. constrictor pharyngis inferior in der Ansicht von rechts**

Der Kehlkopf wurde etwas nach links gedreht, um den M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Erkennbar ist auch der M. constrictor pharyngis medius. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung an.

A = M. constrictor pharyngis inferior, B = M. constrictor pharyngis medius,  
D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, K = Glandula thyroidea,  
L = M. cricothyroideus



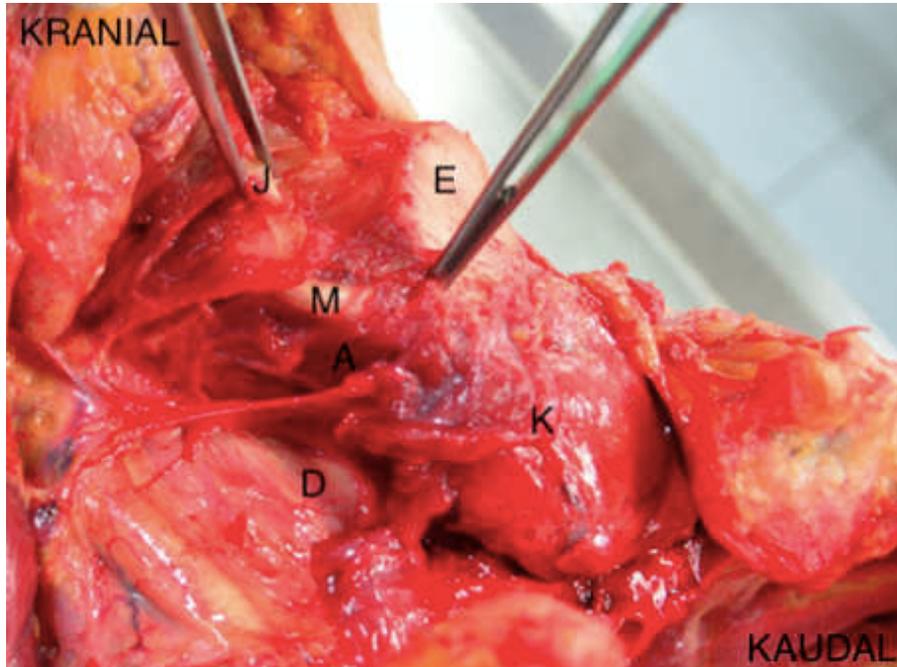
**Abb. 17: Präparat 2 – Muskulatur des Kehlkopfes von frontal**

Der Kehlkopf wurde um 90° nach links geneigt und zuvor von der Wirbelsäule gelöst. Erkennbar sind die Ansatzpunkte des M. constrictor pharyngis inferior. Darüber liegende Strukturen wurden entfernt. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung an.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea,  
K = Glandula thyroidea, L = M. cricothyroideus

### Präparat 3 (männlich, 65 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 18).



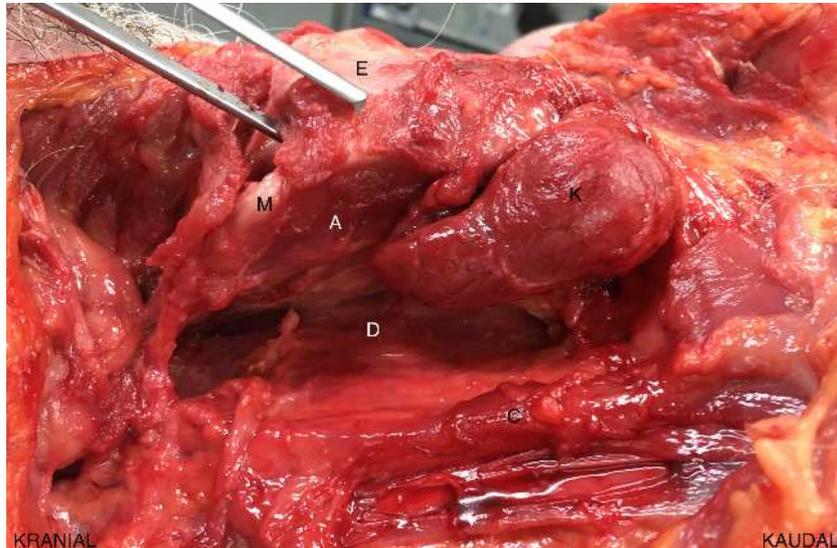
#### Abb. 18: Präparat 3 – Ansicht des Kehlkopfes von rechts

Der Kehlkopf wurde mit Pinzetten angehoben, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior zu zeigen. Die darüber liegende Muskulatur wurde entfernt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius

#### Präparat 4 (männlich, 67 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion und ohne vorherige Injektion statt (s. Abb. 19).



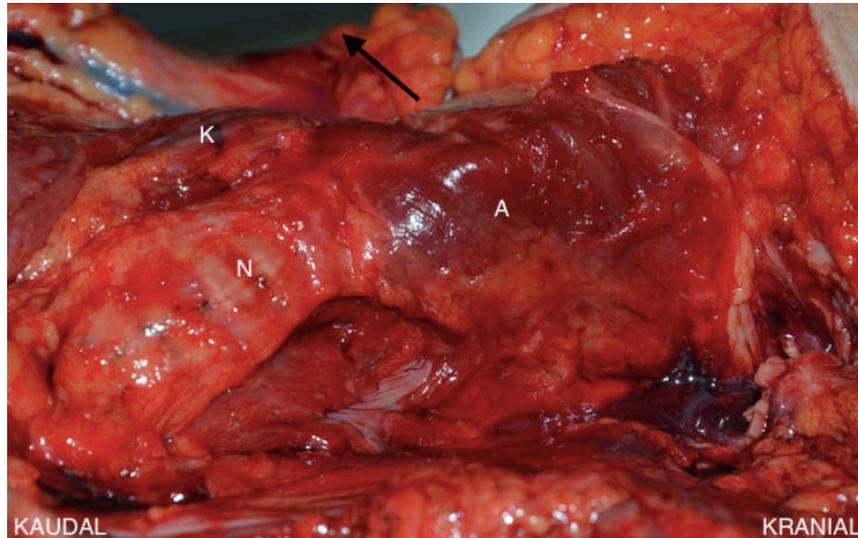
#### Abb. 19: Präparat 4 – Muskulatur des Halses von rechts

Der Kehlkopf wurde mit der Pinzette angehoben, um die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Die Schilddrüse wurde vom Kehlkopf gelöst. Die darüber liegende Muskulatur wurde entfernt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli,  
E = Cartilago thyroidea, K = Glandula thyroidea,  
M = Cartilago thyroidea, Cornu superius

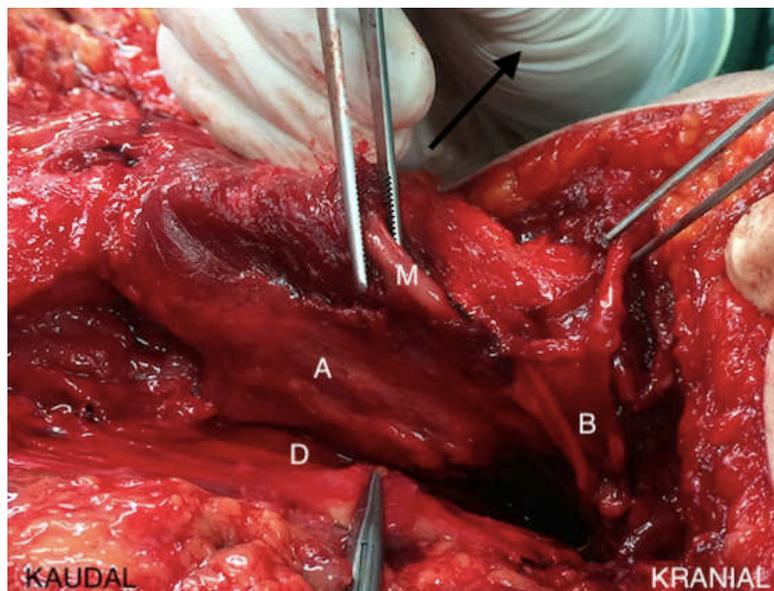
## Präparat 5 (männlich, 50 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 20–22).



**Abb. 20: Präparat 5 – dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior**  
Der Kehlkopf wurde um 90° nach rechts gedreht, um die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung des Kehlkopfes an.

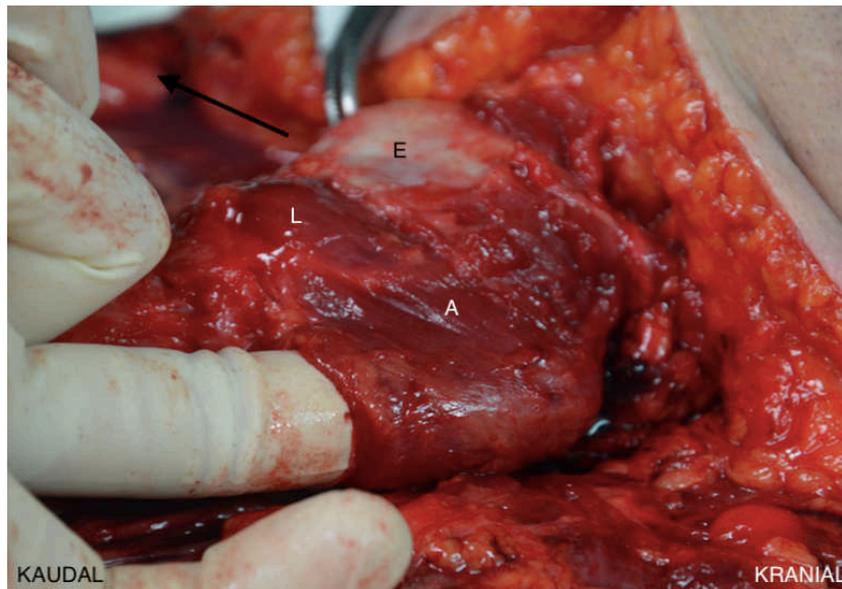
A = M. constrictor pharyngis inferior, K = Glandula thyroidea, N = Trachea



**Abb. 21: Präparat 5 – Ansicht von links**

Das Cornu superius wurde angehoben, um die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Die Schilddrüse und die umliegende Muskulatur wurden entfernt. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung des Kehlkopfes an.

A = M. constrictor pharyngis inferior, B = M. constrictor pharyngis medius, D = M. longus colli, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius



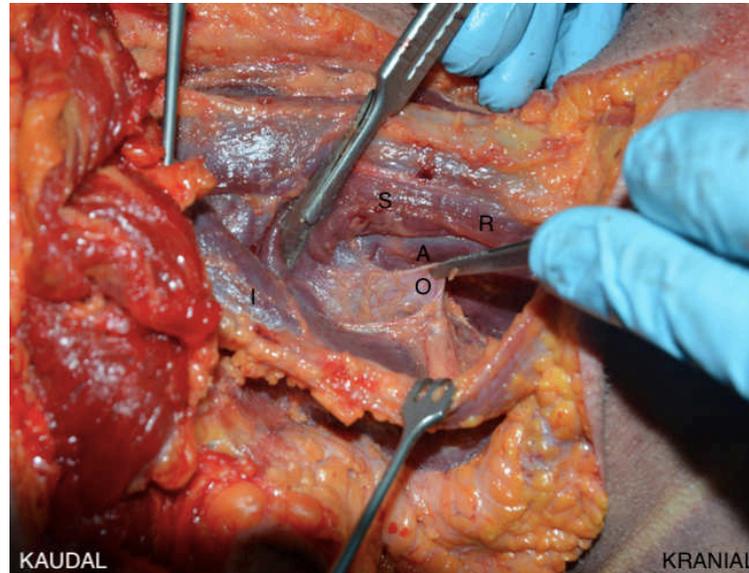
**Abb. 22: Präparat 5 – Ansicht von links**

Der Kehlkopf wurde um 90° nach rechts gedreht. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung an. Der M. constrictor pharyngis inferior wurde am kaudalen Ende eingeschnitten und mit dem Mittelfinger im Lumen des Ösophagus gespannt, um die Dicke des Muskels darzustellen (2–3 mm).

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, L = M. cricothyroideus

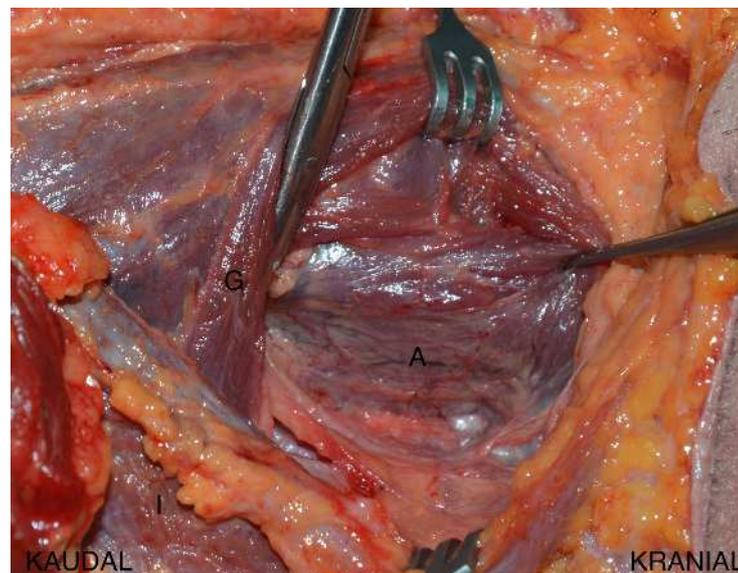
## Präparat 6 (männlich, 58 Jahre)

Die Präparation fand vor der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 23, 24).



**Abb. 23: Präparat 6 – Ansicht von links**

Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior und seine umliegenden intakten Strukturen. In der Pinzette ist die Ansa cervicalis sichtbar. A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus, O = Ansa cervicalis, R = M. thyrohyoideus, S = M. sternothyroideus

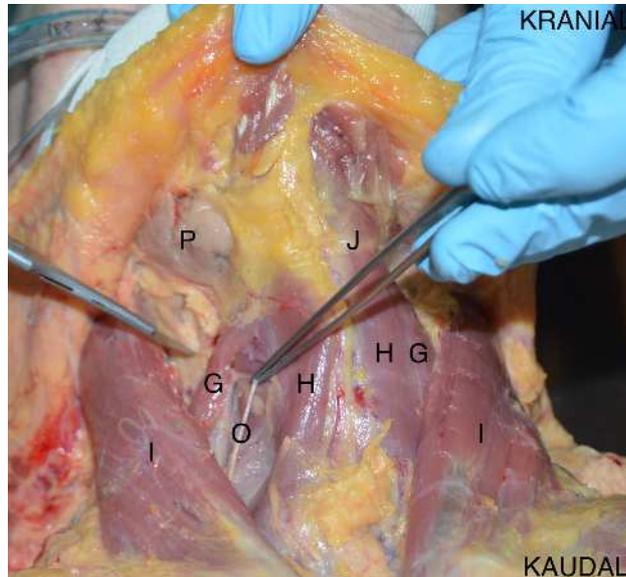


**Abb. 24: Präparat 6 – Ansicht von links mit der dorsalen Seite des M. constrictor pharyngis inferior**

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus

## Präparat 7 (weiblich, 92 Jahre)

Die Präparation fand vor der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 25–28).



**Abb. 25: Präparat 7 – Ansicht von frontal nach Entfernung der Hautschicht**  
Gezeigt ist der erste Präparationsschritt, um den M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. In der Pinzette ist die Ansa cervicalis zu sehen. Alle Strukturen sind intakt.

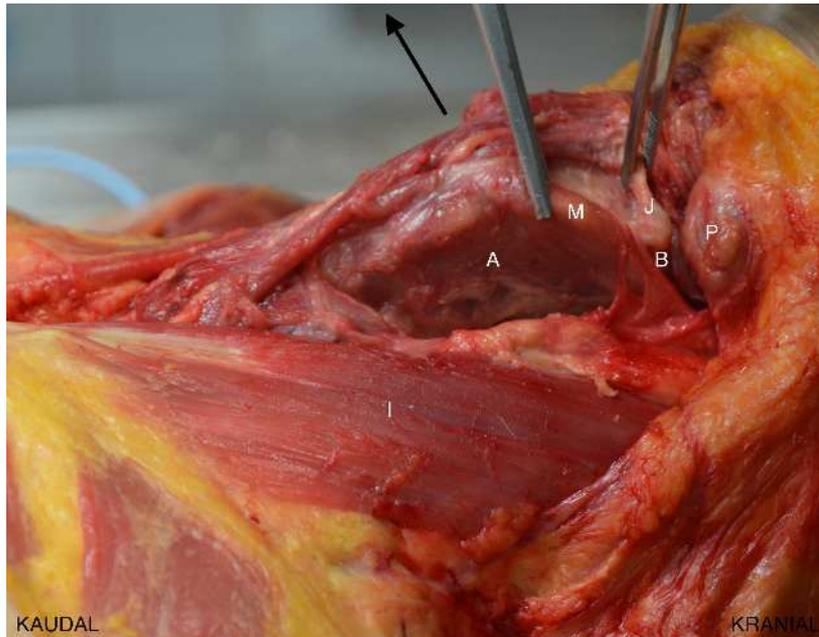
G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, O = Ansa cervicalis, P = Glandula submandibularis



**Abb. 26: Präparat 7 – Ansicht von links**

Das Hyoid und der Kehlkopf wurden leicht angehoben, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Die umliegenden Strukturen sind intakt.

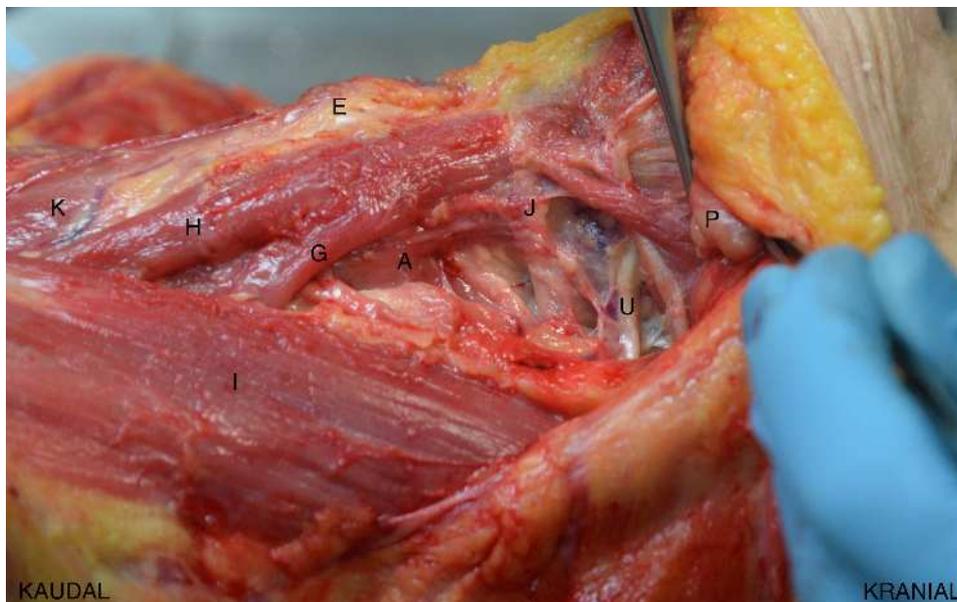
A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea



**Abb. 27: Präparat 7 –Ansicht von links**

Das Hyoid und das Cornu superius wurden angehoben, um den M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Der Pfeil zeigt die Zugrichtung an.

A = M. constrictor pharyngis inferior, B = M. constrictor pharyngis medius, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius, P = Glandula submandibularis



**Abb. 28: Präparat 7 –Ansicht von links**

Erkennbar sind die Strukturen oberhalb des Hyoids. Der M. constrictor pharyngis inferior ist in seiner Ursprungslage mit seinen umliegenden Strukturen zu sehen. Außer der Hautschicht wurden keine Strukturen entfernt oder durchtrennt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, P = Glandula submandibularis, U = N. hypoglossus

## Präparat 8 (männlich, 53 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 29, 30). Das Gewebe war schon einige Tage alt und hatte daher an Festigkeit verloren, was wiederum die Darstellung erschwerte.



### Abb. 29: Präparat 8 – Ansicht von links

Erkennbar ist die Stelle der Trachea, an der das Lungenpaket bei der Obduktion entfernt wurde. Die Trachea wurde etwas angehoben. Die Präparationsschere befand sich im aufgeschnittenen Ösophagus, der M. constrictor pharyngis inferior wurde mit der Präparationsschere aufgespannt, um die Dicke darzustellen. Die Schilddrüse und darüber liegende Muskeln wurden entfernt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, N = Trachea



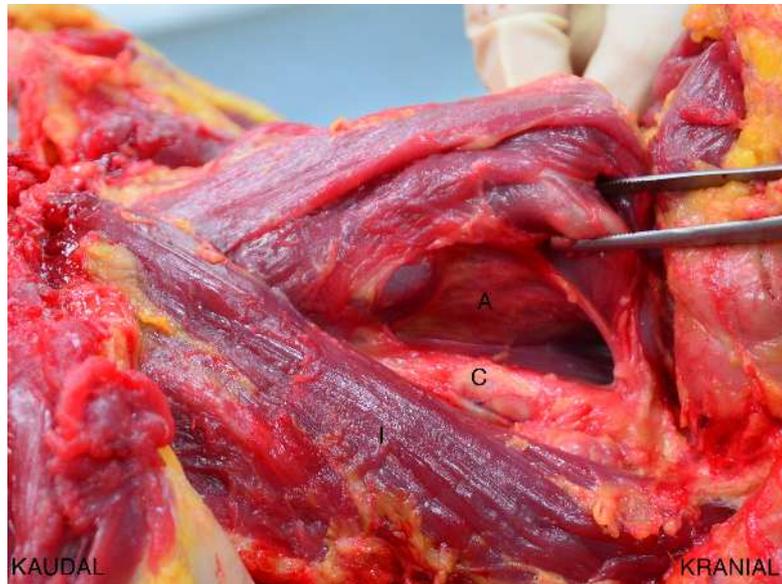
### Abb. 30: Präparat 8 – Ansicht von links

Die Trachea wurde mit einer Klemme in Position gehalten. In der Pinzette ist das Hyoid sichtbar. Die darüber liegende Muskulatur inklusive Schilddrüse und A. carotis wurden entfernt. Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, J = Os hyoideum, N = Trachea

## Präparat 9 (männlich, 69 Jahre)

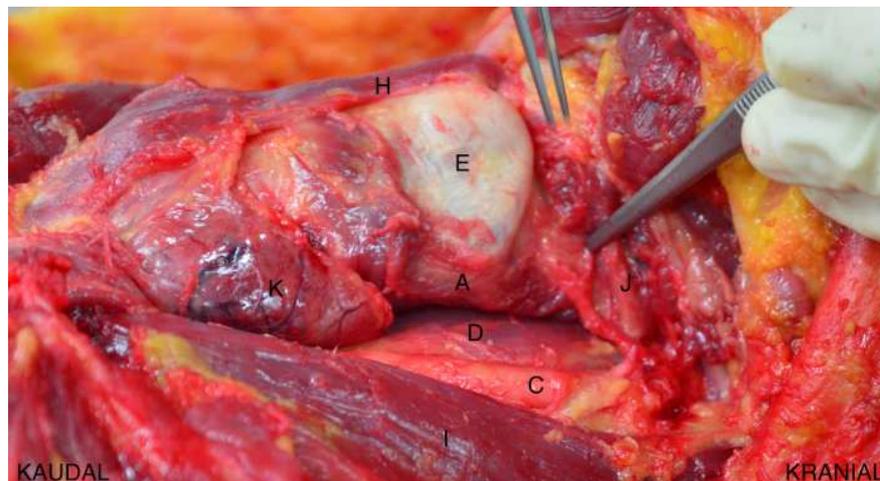
Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 31–33).



### Abb. 31: Präparat 9 – Ansicht von links

Der Kehlkopf wurde mit der Pinzette angehoben, nachdem der M. constrictor pharyngis inferior von der Wirbelsäule gelöst wurde, um die dorsale Seite zu zeigen.

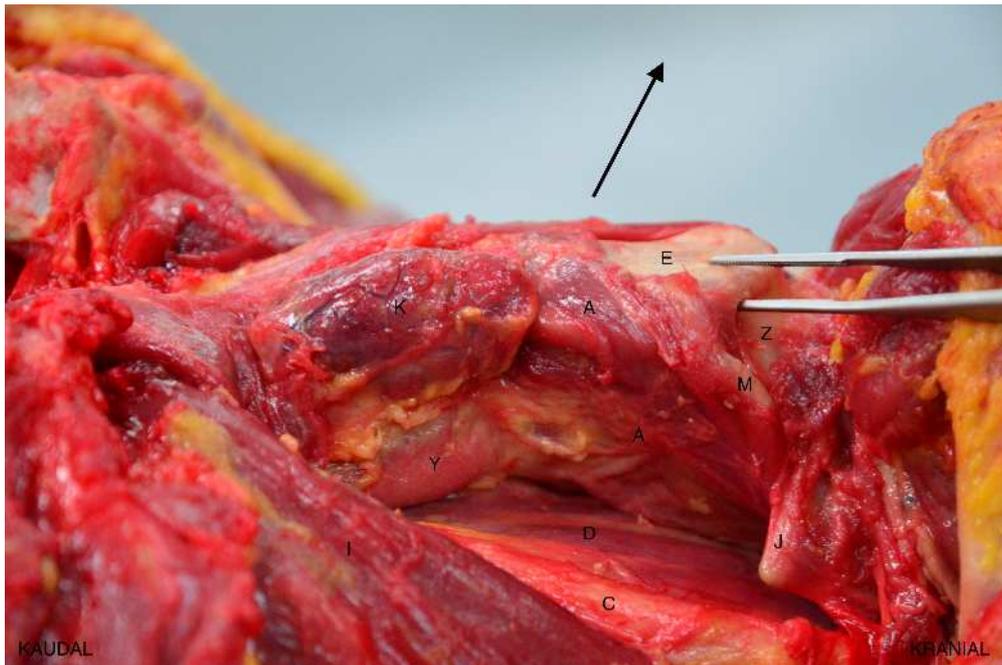
A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, I = M. sternocleidomastoideus



### Abb. 32: Präparat 9 – Ansicht von links

Die Schilddrüse wurde vom Kehlkopf gelöst. In der Pinzette ist das Hyoid erkennbar. Darüber liegende Muskeln (M. omohyoideus, M. sternohyoideus, M. thyrohyoideus, M. sternothyroideus) wurden entfernt, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, K = Glandula thyroidea, J = Os hyoideum



**Abb. 33: Präparat 9 – Ansicht von links**

Der Kehlkopf wurde mit der Pinzette angehoben, um die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Im Bild wird der Übergang vom M. constrictor pharyngis inferior zum Ösophagus deutlich. Der Muskel wurde zuvor vom M. longus colli gelöst. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung des Kehlkopfes an.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli,  
 E = Cartilago thyroidea, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum,  
 K = Glandula thyroidea, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius,  
 Y = Ösophagus, Z = Membrana thyrohyoidea

## Präparat 10 (männlich, 47 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 34).



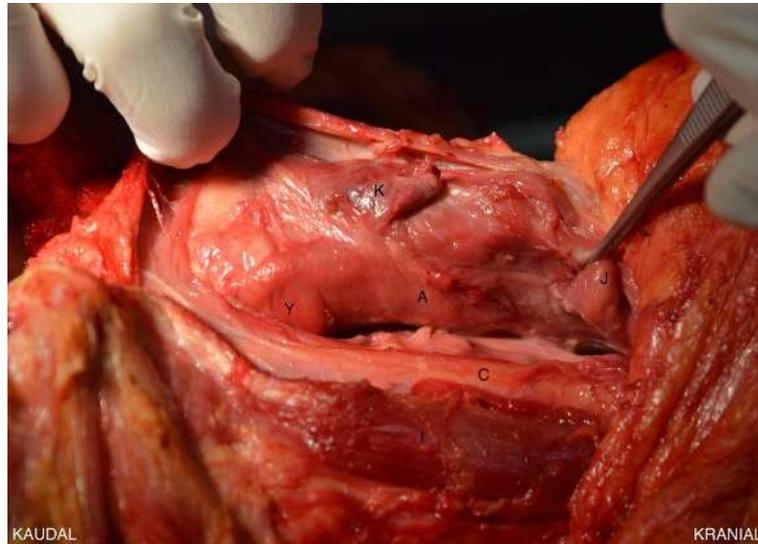
### Abb. 34: Präparat 10 – Ansicht von links

Das Hyoid und der Kehlkopf wurden angehoben, um den M. constrictor pharyngis inferior darzustellen, dieser wurde zuvor von dem M. longus colli gelöst. Der Übergang zum Ösophagus ist gut zu erkennen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli,  
J = Os hyoideum, Y = Ösophagus

## Präparat 11 (weiblich, 80 Jahre)

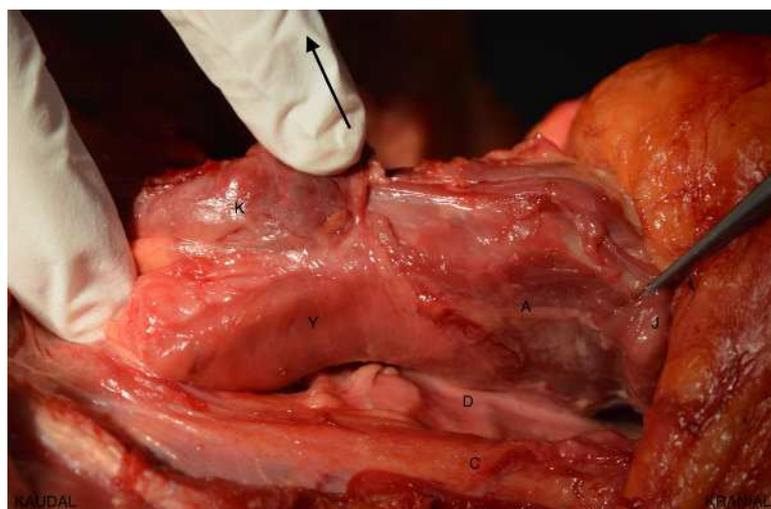
Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 35, 36).



### Abb. 35: Präparat 11 – Ansicht von links

In der Pinzette ist das Hyoid erkennbar. Dargestellt wird der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior und dessen Übergang zum Ösophagus, beide Strukturen wurden zuvor vom M. longus colli gelöst.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, Y = Ösophagus



### Abb. 36: Präparat 11 – Ansicht von links

Der M. constrictor pharyngis inferior wurde von dem M. longus colli gelöst, um die dorsale Seite zu zeigen. Darüber liegende Muskeln wurden entfernt. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung des Kehlkopfes an. Gut erkennbar ist der Übergang zum Ösophagus.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, Y = Ösophagus

## Präparat 12 (männlich, 65 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 37).

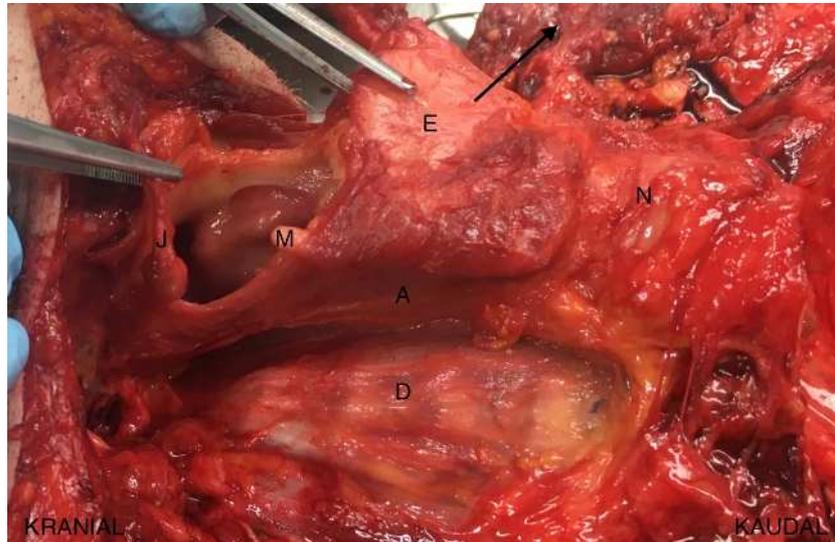


### Abb. 37: Präparat 12 – Ansicht von rechts

Das Hyoid wurde angehoben, dadurch wird ein Teil des M. constrictor pharyngis inferior sichtbar. Darüber liegende Muskeln und die Schilddrüse wurden entfernt. A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, J = Os hyoideum, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius

### Präparat 13 (männlich, 68 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 38).



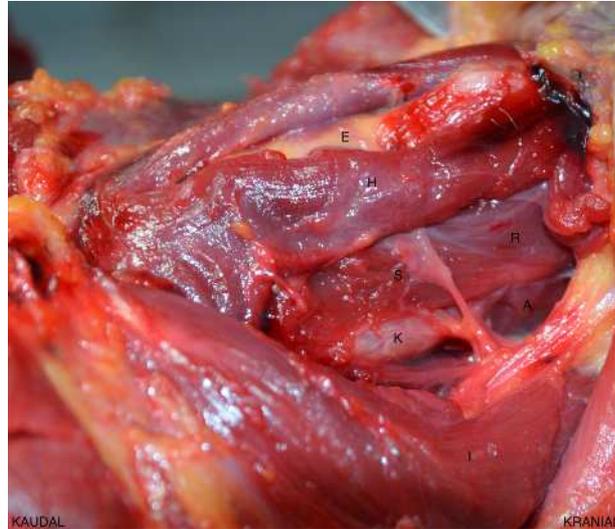
#### Abb. 38: Präparat 13 – Ansicht von rechts

Die Membrana thyrohyoidea wurde durchtrennt. Der Kehlkopf wurde mit der Pinzette angehoben. Darüber liegende Strukturen wurden entfernt. Der Pfeil zeigt die Zugrichtung des Kehlkopfes an. Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, J = Os hyoideum, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius, N = Trachea

## Präparat 14 (männlich, 39 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 39–41).



### Abb. 39: Präparat 14 – Ansicht von links

Der M. omohyoideus wurde am kaudalen Ende durchtrennt. Die einzelnen Muskeln wurden mobilisiert, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen.

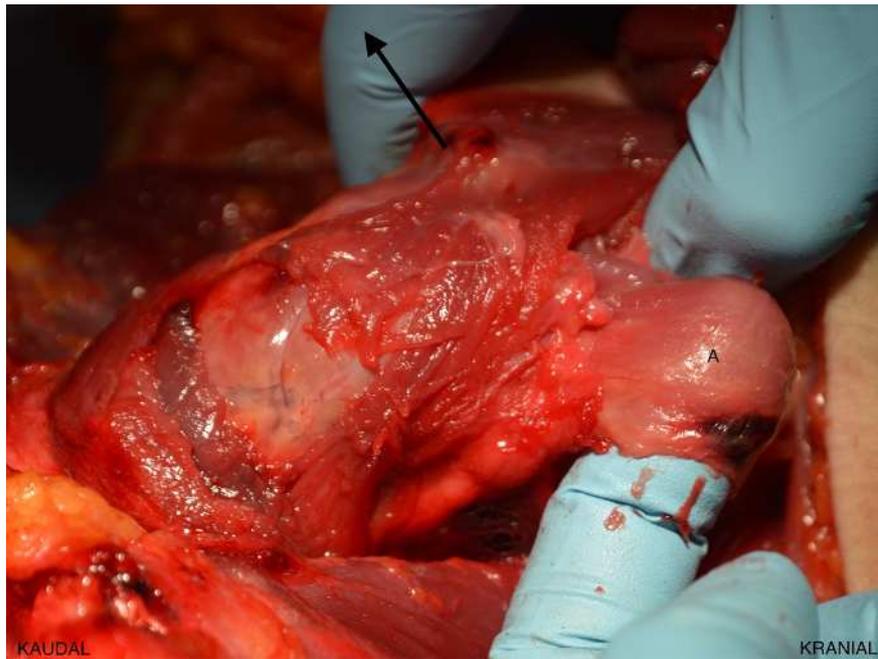
A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, K = Glandula thyroidea, R = M. thyrohyoideus, S = M. sternothyroideus



### Abb. 40: Präparat 14 – Ansicht von links

Außer dem M. omohyoideus sind alle Strukturen intakt. Sie wurden nur mobilisiert, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus, L = M. cricothyroideus, R = M. thyrohyoideus



**Abb. 41: Präparat 14 – Ansicht von links**

Der Kehlkopf wurde nach rechts gedreht. Der Pfeil zeigt die Drehrichtung an. Der M. constrictor pharyngis inferior wurde eingeschnitten und mit dem Indexfinger gespannt, um die Dicke darzustellen (2–3 mm).

A = M. constrictor pharyngis inferior

## Präparat 15 (weiblich, 25 Jahre)

Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 42, 43).



### Abb. 42: Präparat 15 – Ansicht von links nach Entfernung des M. omohyoideus und M. sternohyoideus

Der M. omohyoideus wurde durchtrennt und darüber liegende Strukturen entfernt. Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior. A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea, R = M. thyrohyoideus, S = M. sternothyroideus



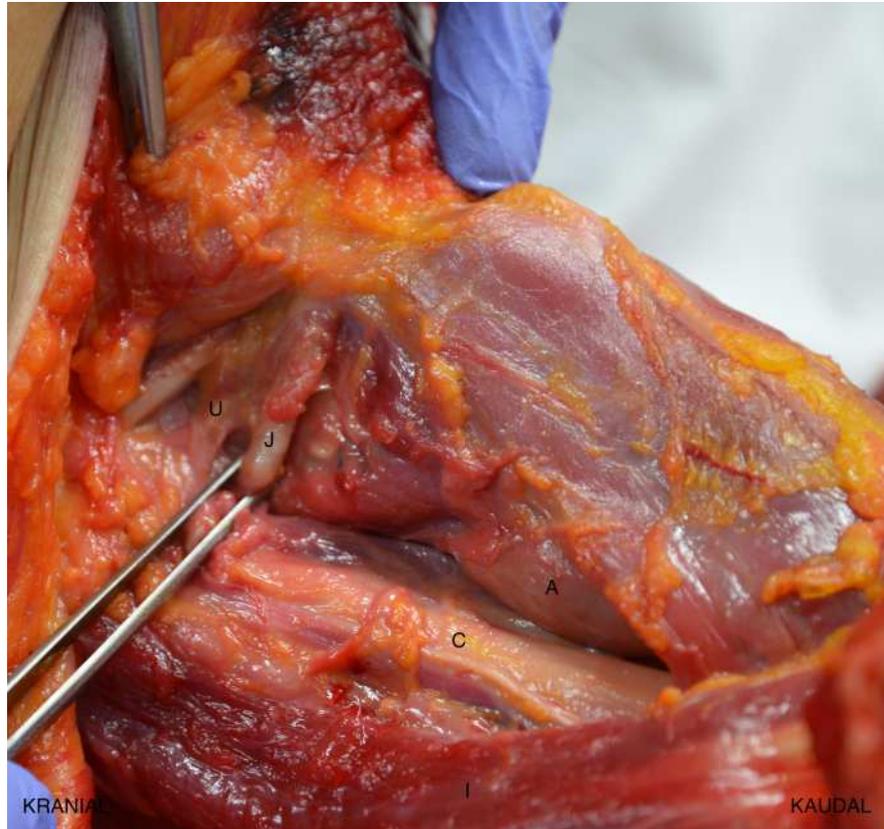
### Abb. 43: Präparat 15 – Ansicht von links

Die Trachea wurde mit der Pinzette gehalten und der Kehlkopf leicht nach rechts gedreht. Der linke Pfeil zeigt die Zugrichtung der Trachea an. Der mittlere Pfeil zeigt die Drehrichtung des Kehlkopfes und rechte Pfeil zeigt den umgeschlagenen M. omohyoideus an. Dargestellt wird der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius, P = Glandula submandibularis

## Präparat 16 (weiblich, 59 Jahre)

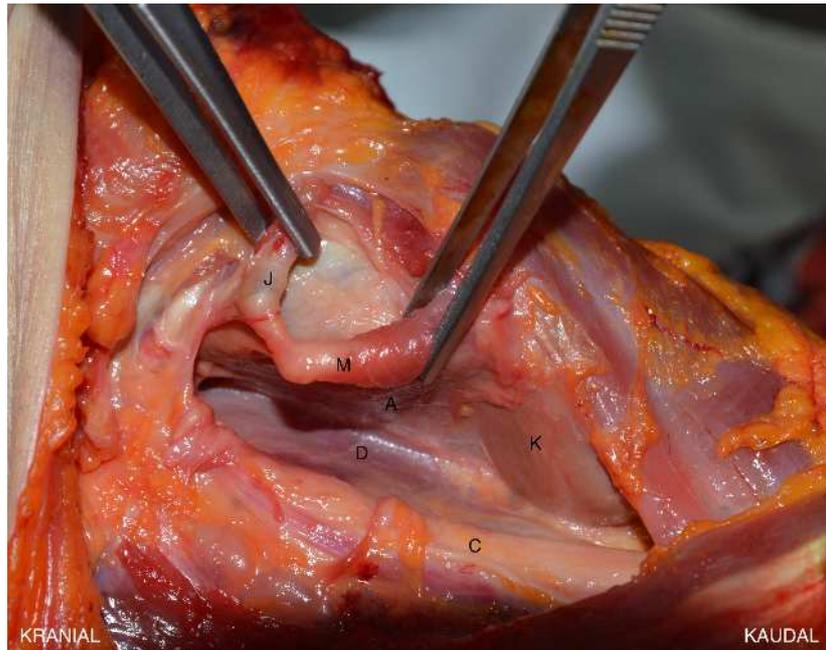
Die Präparation fand nach der Obduktion ohne Injektion statt (s. Abb. 44–46).



### Abb. 44: Präparat 16 – Ansicht von rechts

In der Pinzette ist das Hyoid erkennbar. Der M. constrictor pharyngis inferior befand sich in seiner Ursprungslage. Es wurden keine Strukturen entfernt, nur mobilisiert. Durch die Entfernung des Bindegewebes lagen die Muskeln weiter auseinander als in der in vivo Situation. Die Präparationsschritte waren notwendig, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen.

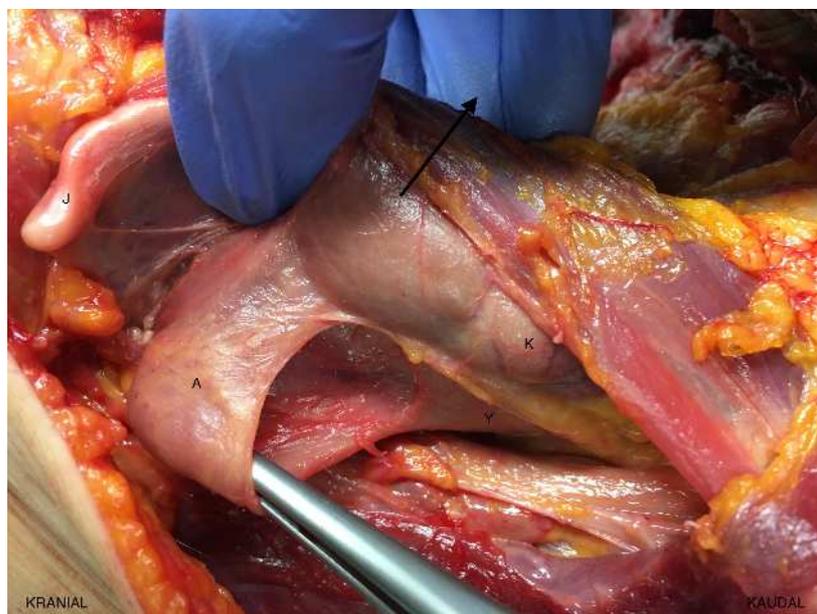
A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum, U = N. hypoglossus



**Abb. 45: Präparat 16 – Ansicht von rechts**

Das Cornu superius und das Hyoid wurden angehoben, um die dorsale Seite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Der Muskel wurde etwas von dem M. longus colli gelöst

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, M = Cartilago thyroidea



**Abb. 46: Präparat 16 – Ansicht von rechts**

Der M. constrictor pharyngis inferior wurde am kaudalen Ende eingeschnitten und mit der Pinzette gespannt, um die Dicke darzustellen (2–3 mm). Der Kehlkopf wurde um 90° nach links gedreht, um die dorsale Seite zu zeigen.

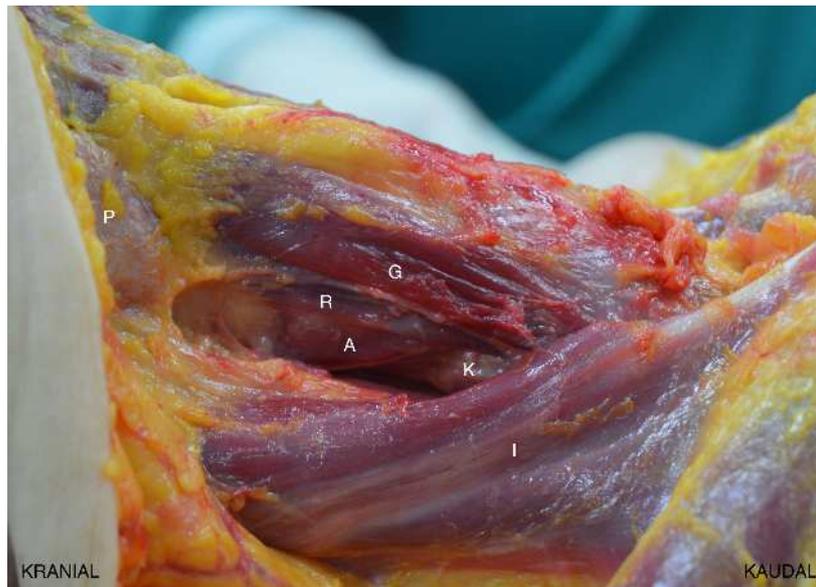
A = M. constrictor pharyngis inferior, J = Os hyoideum, K = Glandula thyroidea, Y = Ösophagus

### **Präparat 17 (weiblich, 79 Jahre)**

Die Präparation und Injektion von 1 ml grüner Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 47) fanden vor der Obduktion (s. Abb. 48) statt. Bei diesem Präparat war nicht sicher, ob die Injektionslösung in den M. constrictor pharyngis inferior platziert werden konnte (s. Abb. 49).

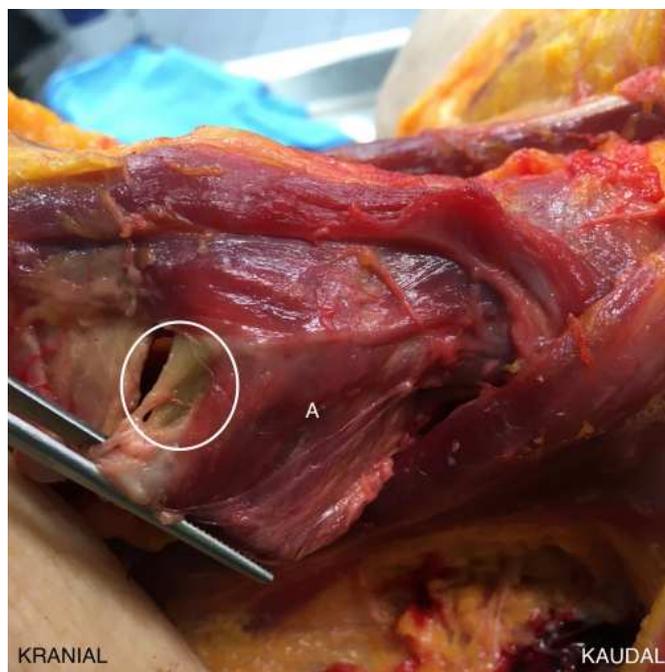


**Abb. 47: Präparat 17 – Injektion von links seitlich des Schildknorpelrandes**  
Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Der Schildknorpelrand wurde mit dem Daumen ertastet und die gerade Kanüle ca. 1,5 cm tief eingeführt.



**Abb. 48: Präparat 17 – Ansicht von rechts nach der Freilegung**  
 Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior. Die umliegenden Strukturen wurden zuvor mobilisiert. Es wurden keine Strukturen entfernt oder durchtrennt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus,  
 I = M. sternocleidomastoideus, K = Glandula thyroidea,  
 P = Glandula submandibularis, R = M. thyrohyoideus



**Abb. 49: Präparat 17 – Ansicht von rechts nach der Freilegung**  
 Sichtbar ist die dorsale des M. constrictor pharyngis inferior. Der Muskel wurde eingeschnitten und von der Wirbelsäulenmuskulatur gelöst. Eine eindeutige Aussage, ob die Farbe in dem eingekreisten Bereich injiziert wurde, ist nicht möglich.

A = M. constrictor pharyngis inferior

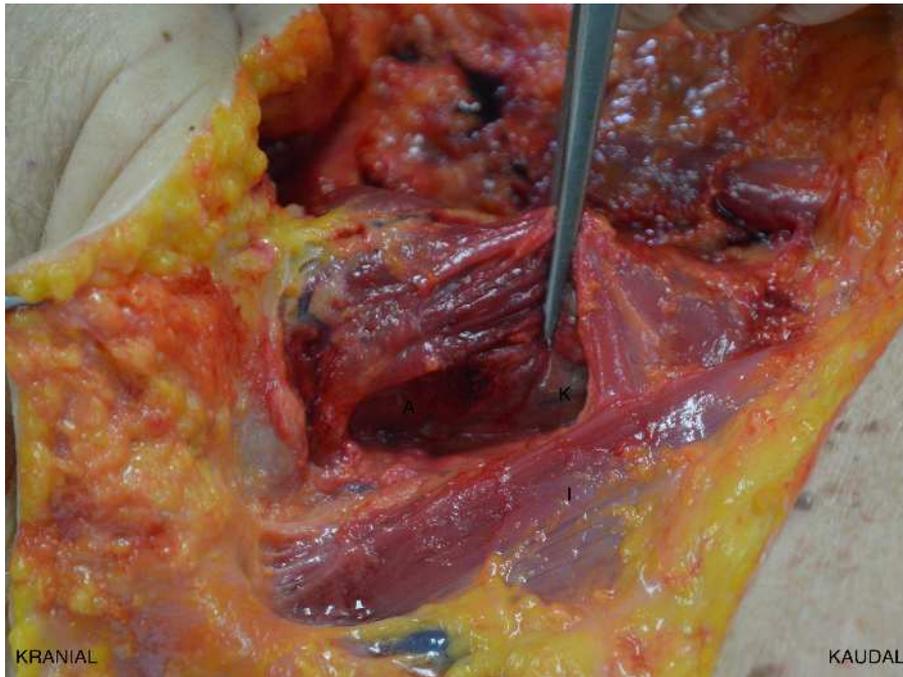
### **Präparat 18 (weiblich, 85 Jahre)**

Die Präparation und Injektion von 1 ml grüner Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 50) fanden vor der Obduktion (s. Abb. 51) statt. Bei diesem Präparat war die Injektionslösung im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior erkennbar (s. Abb. 52).

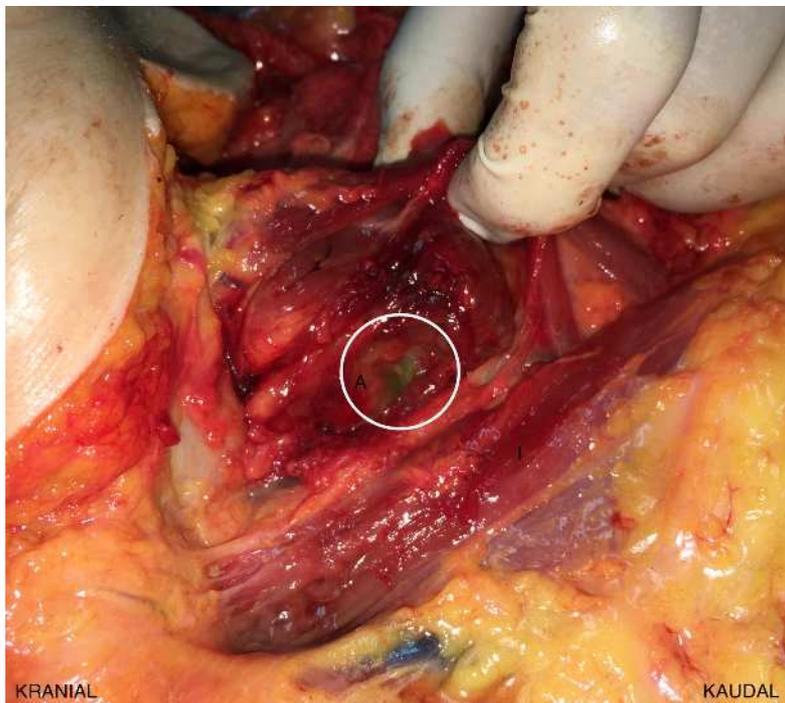


### **Abb. 50: Präparat 18 – Injektion von rechts seitlich des Schildknorpelrandes**

Dargestellt wird die Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes. Der Schildknorpelrand wurde mit dem Daumen ertastet und die gerade Kanüle ca. 1,5 cm tief eingeführt.



**Abb. 51: Präparat 18 – Ansicht von rechts nach der Präparation**  
 Durch Anheben des Kehlkopfes wurde der M. constrictor pharyngis inferior teilweise sichtbar.  
 A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus,  
 K = Glandula thyroidea



**Abb. 52: Präparat 18 – Ansicht von rechts nach der Präparation**  
 Die grüne Farbe ist in der Region des M. constrictor pharyngis inferior zu erkennen. Eine klare Abgrenzung zum umliegenden Gewebe war nicht möglich.  
 A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus

## Präparat 19 (weiblich, 79 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 1 ml grüner Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 53) fanden vor der Obduktion statt. Die Färbelösung war nicht im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior nachweisbar (s. Abb. 54).



### Abb. 53: Präparat 19 – Injektion von links und seitlich des Schildknorpelrandes

Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Die gerade Kanüle wurde ca. 2 cm tief eingeführt.



### Abb. 54: Präparat 19 – Ansicht von rechts nach der Freilegung

Das Cornu superius wurde mit der Pinzette angehoben, um den seitlichen Teil des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Die Farbe konnte im Bereich des Muskels nicht detektiert werden. A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus, M = Cartilago thyroidea

## Präparat 20 (männlich, 84 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 1 ml blauer Lebensmittelfarbe durch die Membrana thyrohyoidea (s. Abb. 55) und 1 ml grüner Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 56) fanden nach der Obduktion statt. Die Färbelösungen waren im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior nicht nachweisbar (s. Abb. 57, 58).



### Abb. 55: Präparat 20 – Ansicht von links – Injektion durch die Membrana thyrohyoidea

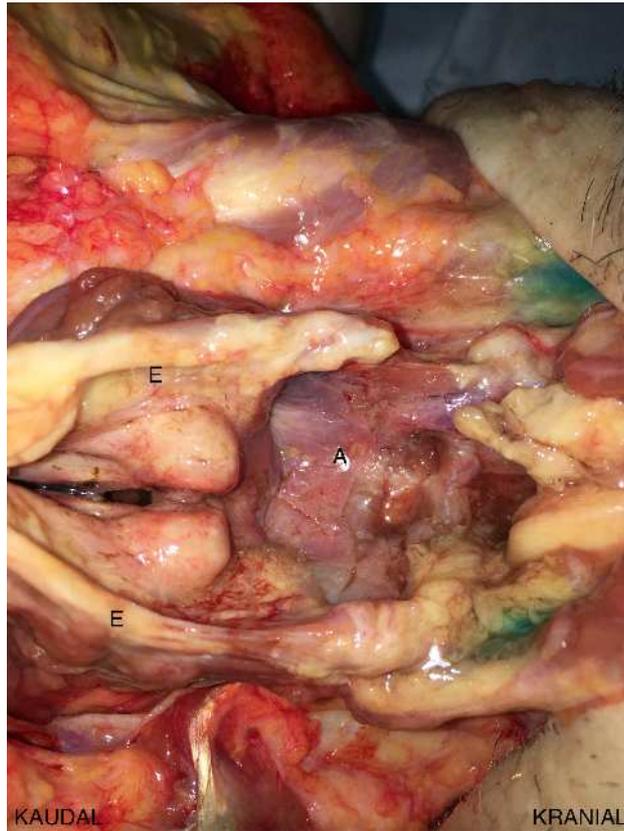
Dargestellt wird die Injektionstechnik durch die Membrana thyrohyoidea. Zur Orientierung wurde mit der Kanüle die Wirbelsäule ertastet, da der M. constrictor pharyngis inferior über dem M. longus colli liegt. Dann wurde die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert.



**Abb. 56: Präparat 20 – Injektion von links seitlich des Schildknorpelrandes**  
 Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Mit dem Daumen wurde der hintere Schildknorpelrand ertastet. Die gerade Kanüle wurde ca. 2 cm tief eingeführt und der Inhalt injiziert.



**Abb. 57: Präparat 20 – Ansicht nach der Präparation**  
 Mit dem Indexfinger wurde der von der Wirbelsäule gelöste M. constrictor pharyngis inferior gespannt, um die dorsale Seite darzustellen. Es ist keine Farbe erkennbar. A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli



**Abb. 58: Präparat 20 – Ansicht von frontal nach Öffnung der Membrana thyrohyoidea**

Hier ist der M. constrictor pharyngis inferior von frontal dargestellt. Es ist keine Farbe im Bereich des Muskels zu erkennen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea

## Präparat 21 (männlich, 47 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 1 ml grüner Lebensmittelfarbe durch die Membrana thyrohyoidea (s. Abb. 59) und 1 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 60) fanden vor der Obduktion statt. Bei den Injektionen befand sich noch ein Tubus im Rachen. Die Färbelösungen konnten im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior nicht sicher nachgewiesen werden (s. Abb. 61). Dagegen war eine deutliche Färbung des M. longus colli erkennbar (s. Abb. 62).

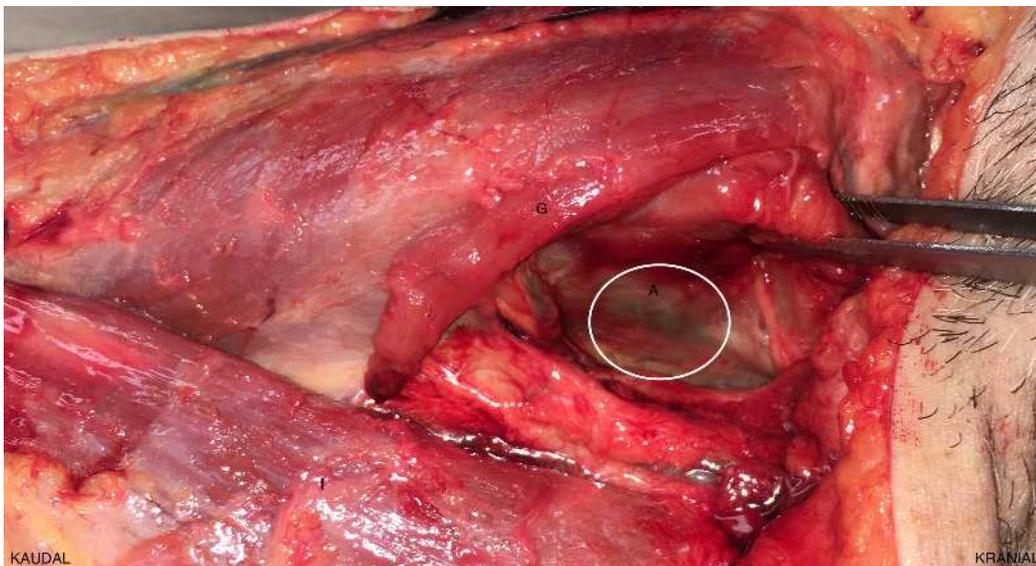


**Abb. 59: Präparat 21 – Ansicht von links – Injektion in die Membrana thyrohyoidea**

Hier wird die Injektionstechnik durch die Membrana thyrohyoidea dargestellt. Mit der Kanüle wurde zur Orientierung der Widerstand der Wirbelsäule ertastet. Dann wurde die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert.



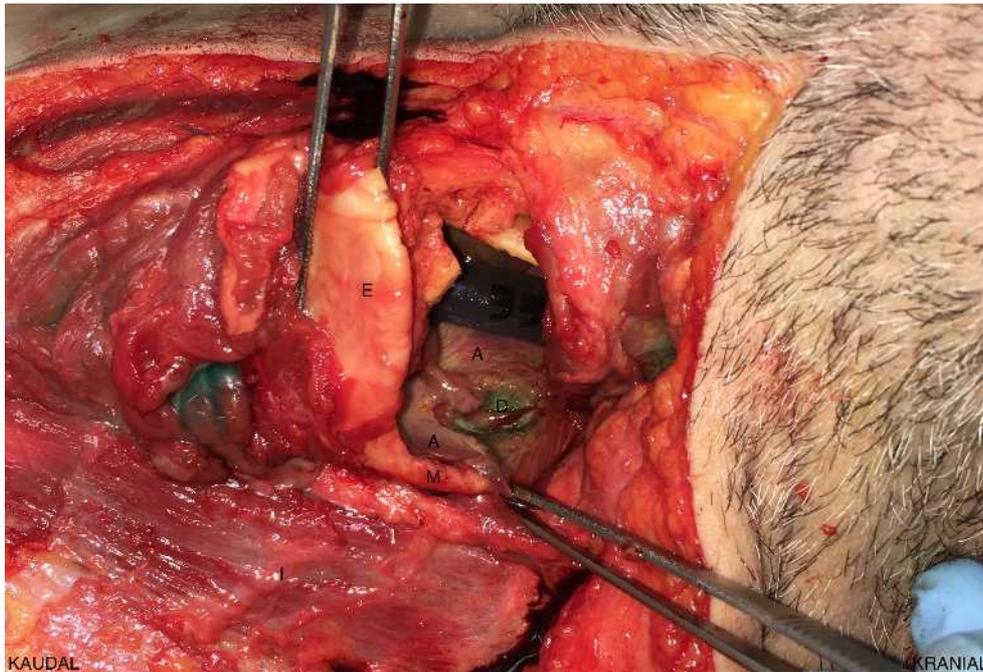
**Abb. 60: Präparat 21 – Injektion von links seitlich des Schildknorpelrandes**  
 Hier wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes dargestellt. Mit der Kanüle wurde der Widerstand der Wirbelsäule ertastet (circa 3 cm tief). Dann wurde die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert.



**Abb. 61: Präparat 21 – Ansicht von links**

Der M. constrictor pharyngis inferior wurde von der Wirbelsäule gelöst. Das Cornu superius wurde mit der Pinzette angehoben, um die Rückseite des M. constrictor pharyngis inferior darzustellen. Eine eindeutige Aussage, ob die Farbe in dem eingekreisten Bereich injiziert wurde, ist nicht möglich.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus,  
 I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 62: Präparat 21 – Ansicht von links**

Nach dem Aufschneiden der Membrana thyrohyoidea und des M. constrictor pharyngis inferior war die grüne Farbe im M. longus colli sichtbar. Hier ist auch der Tubus zu erkennen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea,  
M = Cartilago thyroidea

## Präparat 22 (männlich, 45 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 2 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 63) fanden vor der Obduktion statt. Nach dem Ertasten der Wirbelsäule mit der Kanüle, wurde diese vor der Injektion einige Millimeter zurückgezogen. Die Farbe sammelte sich erneut im M. longus colli an (s. Abb. 65).



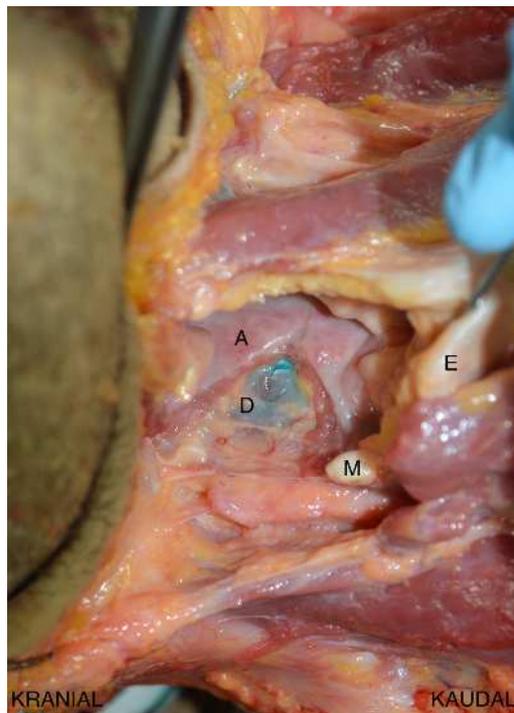
**Abb. 63: Präparat 22 – Injektion von rechts seitlich des Schildknorpelrandes**  
Hier wird die Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes dargestellt.



**Abb. 64: Präparat 22 – Ansicht von rechts nach der Freilegung und Mobilisation**

Hier ist der laterale Teil des M. constrictor pharyngis inferior nach Mobilisation der umliegenden Muskeln zu erkennen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 65: Präparat 22 – Ansicht von frontal**

Nach dem Aufschneiden des M. constrictor pharyngis inferior war die Farbe im Bereich des M. longus colli sichtbar.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, E = Cartilago thyroidea, M = Cartilago thyroidea, Cornu superius

## Präparat 23 (männlich, 83 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 1 ml blauer Lebensmittelfarbe durch die Membrana thyrohyoidea (s. Abb. 66) und 1 ml grüner Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 67) fanden vor der Obduktion statt. Für die Injektion seitlich des Schildknorpelrandes wurde die Kanüle vor dem Einstich etwas gebogen (s. Abb. 68), um den M. constrictor pharyngis inferior besser erreichen zu können (s. Abb. 69). Die Farbe war in dem Bereich des M. constrictor pharyngis nicht sicher nachweisbar (s. Abb. 70).



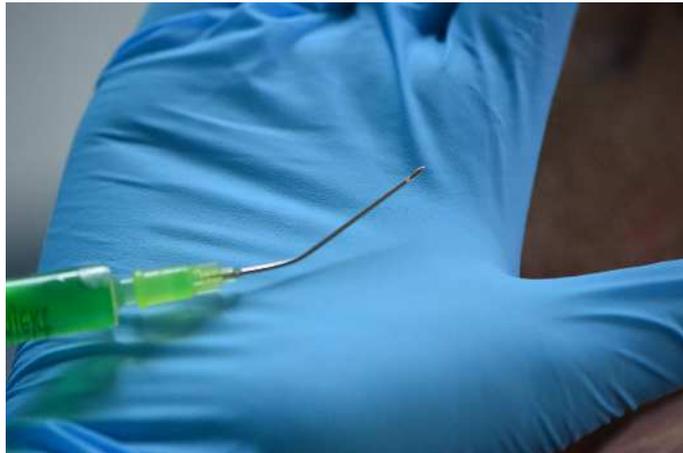
### **Abb. 66: Präparat 23 – Ansicht von frontal – Injektion durch die Membrana thyrohyoidea**

Hier wird der Injektionsweg durch die Membrana thyrohyoidea dargestellt. Mit der Kanüle wurde zur Orientierung der Widerstand der Wirbelsäule ertastet. Dann wurde die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert.



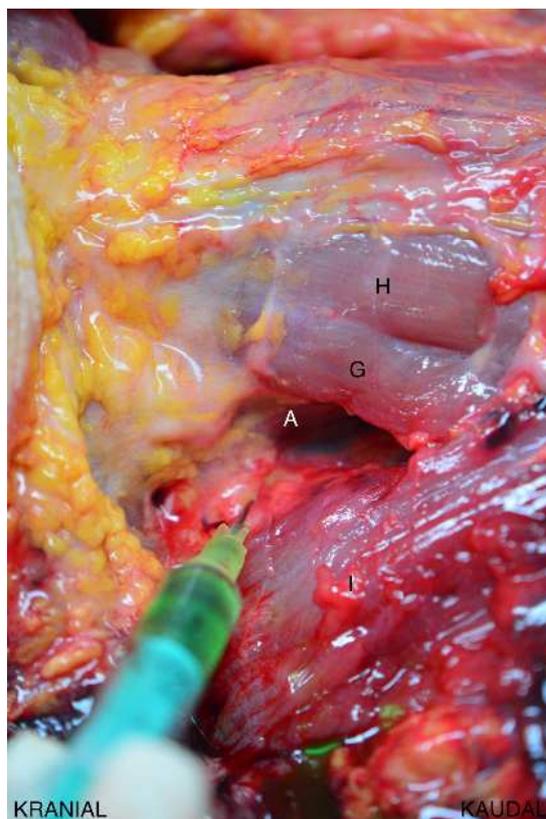
### **Abb. 67: Präparat 23 – Ansicht von rechts – Injektion seitlich des Schildknorpelrandes**

Hier wird die Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes dargestellt. Mit der Kanüle wurde der Widerstand der Wirbelsäule ertastet. Dann wurde die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert.



**Abb. 68: Präparat 23 – Ansicht der gebogenen Kanüle für die Injektion seitlich des Schildknorpelrandes**

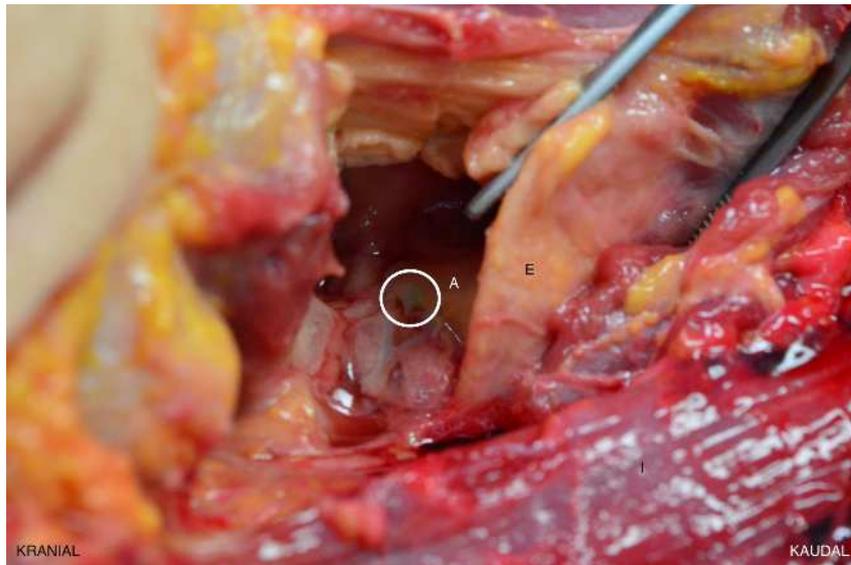
Die Kanüle wurde bis zum Biegungspunkt eingeführt.



**Abb. 69: Präparat 23 – Ansicht von rechts – angestrebte Kanülenführung mit gebogener Kanüle**

Nach Freilegung und Mobilisation des M. constrictor pharyngis inferior wurde die Kanüle zur Orientierung erneut positioniert, da sich erst nach der Freilegung sicher sagen ließ, wo sich der Muskel befand. Erkennbar ist der laterale Teil des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 70: Präparat 23 – Ansicht des M. constrictor pharyngis inferior von frontal**

Die Membrana thyrohyoidea wurde durchtrennt. In der Region des eingekreisten Bereichs befand sich der M. constrictor pharyngis inferior. Eine eindeutige Aussage, ob die Farbe in dem eingekreisten Bereich injiziert wurde, ist nicht möglich.

A = M. constrictor pharyngis inferior, E = Cartilago thyroidea,  
I = M. sternocleidomastoideus

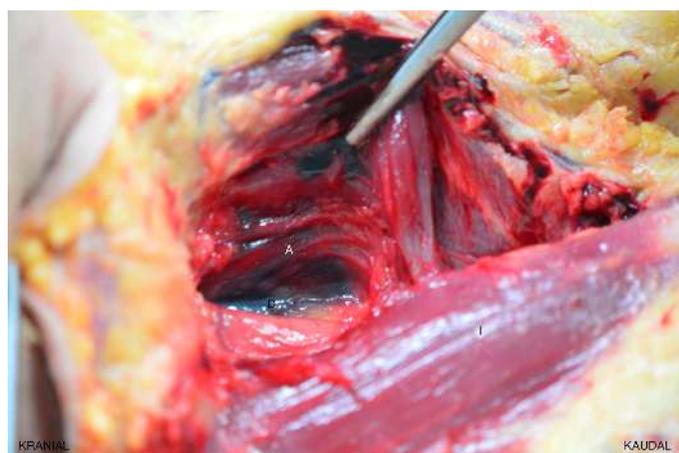
## Präparat 24 (männlich, 70 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 2 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 71) fanden vor der Obduktion statt. Nach dem Ertasten der Wirbelsäule mit der Kanüle, wurde diese vor der Injektion einige Millimeter zurückgezogen, da sich sonst die Farbe im M. longus colli ansammeln würde. Die Farbe sammelte sich im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior und des M. longus colli an (s. Abb. 72, 73).



**Abb. 71: Präparat 24 – Ansicht von frontal – Injektion seitlich des Schildknorpelrandes**

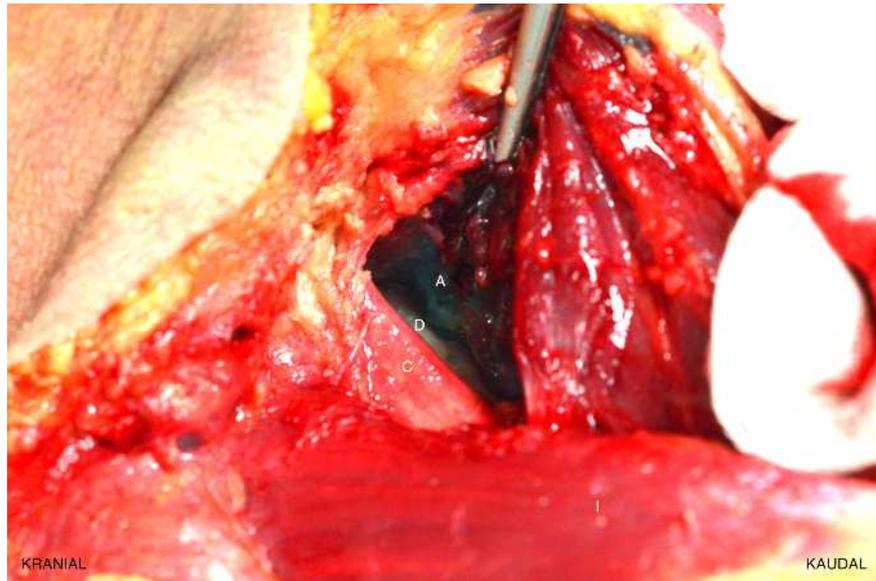
Hier wird die Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes dargestellt. Beim Einstich diente der seitliche Schildknorpelrand als Orientierung.



**Abb. 72: Präparat 24 – Ansicht von rechts nach der Freilegung**

Erkennbar ist der eingefärbte M. constrictor pharyngis inferior. Nach der Freilegung ließ sich die injizierte Farbe im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior und im M. longus colli nachweisen.

A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 73: Präparat 24 – Ansicht von rechts nach der Freilegung**

Erkennbar ist die blaue Farbe in der Region des M. constrictor pharyngis inferior.

A = M. constrictor pharyngis inferior, C = A. carotis, D = M. longus colli,

I = M. sternocleidomastoideus

## Präparat 25 (weiblich, 89 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 2 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes (s. Abb. 74–76) fanden vor der Obduktion statt. Beim Einstich diente der Schildknorpelrand zur Orientierung. Nach dem Ertasten der Wirbelsäule mit der Kanüle wurde diese vor der Injektion einige Millimeter zurückgezogen (circa 2 cm). In diesem Fall wurde die Kanüle nicht gebogen. Die Farbe sammelte sich im M. constrictor pharyngis inferior und im M. longus colli an (s. Abb. 77). Zur Rekonstruktion des Injektionsweges, wurde die Kanüle nach der Präparation ein zweites Mal eingeführt und diesmal gebogen (s. Abb. 78, 79, 80)



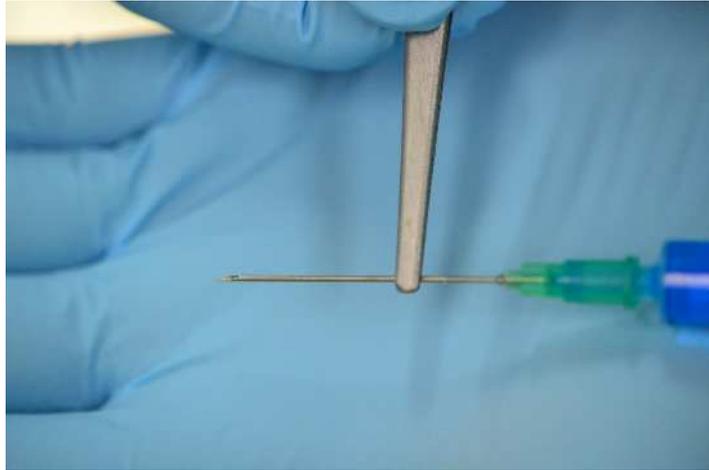
**Abb. 74: Präparat 25 – Ansicht von frontal – Injektion von rechts und seitlich des Schildknorpelrandes**

Hier wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes von vorne dargestellt.



**Abb. 75: Präparat 25 – Ansicht von rechts – Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes**

Die Hinterseite des Schildknorpels wurde mit dem Daumen ertastet, der Kehlkopf wurde leicht angehoben. Die Kanüle wurde circa 2 cm tief eingeführt.



**Abb. 76: Präparat 25 – Abbildung der injizierten Kanüle.**  
Die Pinzette zeigt, wie tief die Kanüle eingeführt wurde.

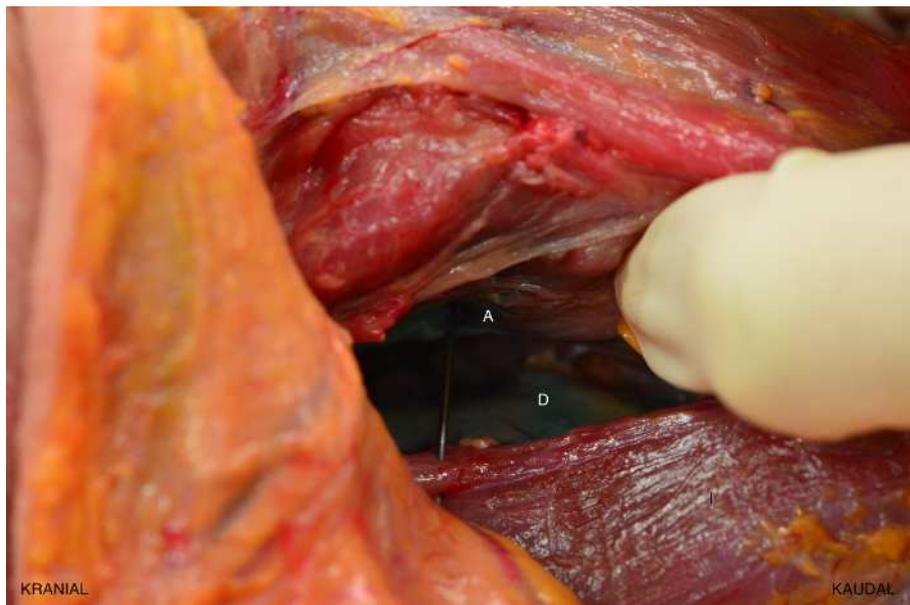


**Abb. 77: Präparat 25 – Ansicht von rechts.**  
Erkennbar ist der seitliche Teil des blau gefärbten M. constrictor pharyngis inferior.  
Zusätzlich wurde der M. longus colli eingefärbt.  
A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli, G = M. omohyoideus,  
I = M. sternocleidomastoideus, J = Os hyoideum



**Abb. 78: Präparat 25 – zweite Injektion nach der Präparation**

Die Kanüle wurde zur Rekonstruktion des Injektionsweges ein zweites Mal eingeführt. Beachtet werden muss aber, dass durch die Mobilisierung der Muskeln die Lage des M. constrictor pharyngis inferior von der Ursprungslage abwich.



**Abb. 79: Präparat 25 – zweiter Injektionsversuch**

Einführungspunkt der Kanüle nach der Präparation. Um den Injektionsweg in den M. constrictor pharyngis inferior besser nachvollziehen zu können, wurde die Kanüle nochmals eingeführt.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli



**Abb. 80: Präparat 25 – Abbildung der gebogenen Kanüle für den zweiten Injektionsversuch**

Die Kanüle wurde bis zum Biegungspunkt eingeführt

## Präparat 26 (männlich, 28 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 1 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes mit einer gebogenen Kanüle fanden nach der Obduktion statt (s. Abb. 81). Für den Einstich diente der seitliche Schildknorpelrand als Orientierung. Nach dem Ertasten der Wirbelsäule mit der Kanüle wurde diese vor der Injektion einige Millimeter zurückgezogen. Die Farbe sammelte sich im M. constrictor pharyngis inferior und im M. longus colli an (s. Abb. 82, 83).



### Abb. 81: Präparat 26 – Ansicht von links

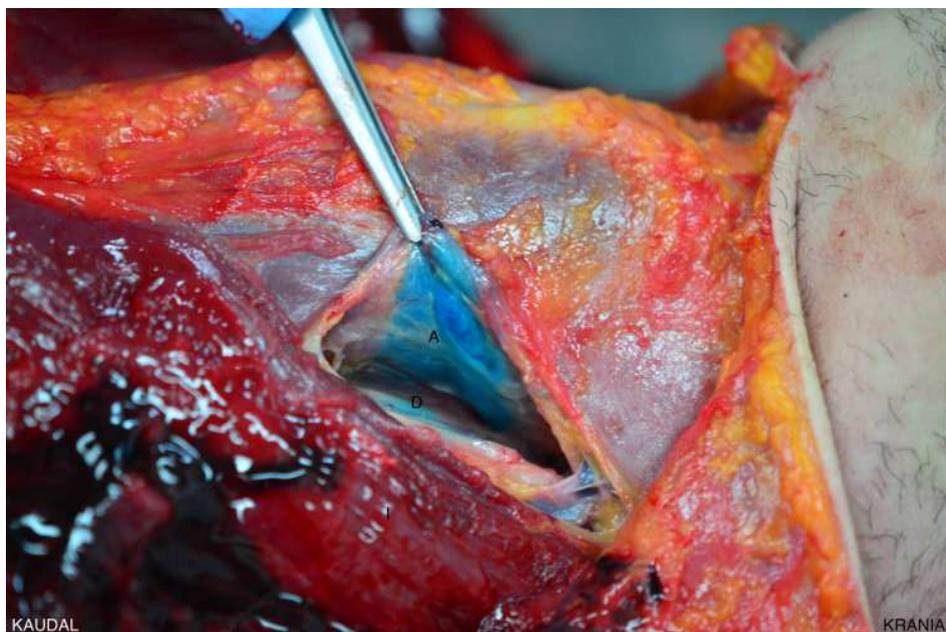
Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Der Kehlkopf wurde angehoben und seitlich des Schildknorpelrandes injiziert. Die Haut wurde bereits im Zuge der Obduktion entfernt, also musste die Kanüle nur circa 1 cm eingeführt werden.

E = Cartilago thyroidea



**Abb. 82: Präparat 26 – Ansicht von links – Kehlkopf in der Ursprungslage**  
 Erkennbar ist der seitliche Teil des M. constrictor pharyngis inferior inklusive der injizierten blauen Farbe.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli,  
 I = M. sternocleidomastoideus, O = Ansa cervicalis, P = Glandula submandibularis



**Abb. 83: Präparat 26 – Ansicht von links**

Der M. constrictor pharyngis inferior wurde mit der Pinzette angehoben. Die injizierte Farbe ist deutlich im Bereich des Muskels erkennbar.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli,  
 I = M. sternocleidomastoideus

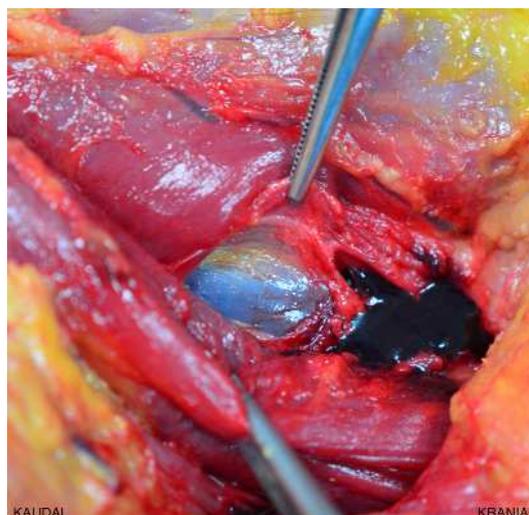
## Präparat 27 (männlich, 46 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 0,5 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes mit einer gebogenen Kanüle fanden vor der Obduktion statt (s. Abb. 84). Der Bereich des M. constrictor pharyngis inferior war bläulich gefärbt (s. Abb. 85). Nach Einschneiden der gefärbten Struktur erwies sich diese jedoch als A. carotis.



### Abb. 84: Präparat 27 – Ansicht von links – Injektion

Dargestellt wird Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Mit dem Daumen wurde der hintere Schildknorpelrand ertastet. Zu erkennen ist, dass die Einstichstelle etwas zu weit vom Schildknorpel entfernt lag.



### Abb. 85: Präparat 27 – Ansicht von links

Der Bereich des M. constrictor pharyngis inferior war bläulich gefärbt. Nach dem Aufschneiden trat Blut aus. Es handelte sich hierbei um die A. carotis.

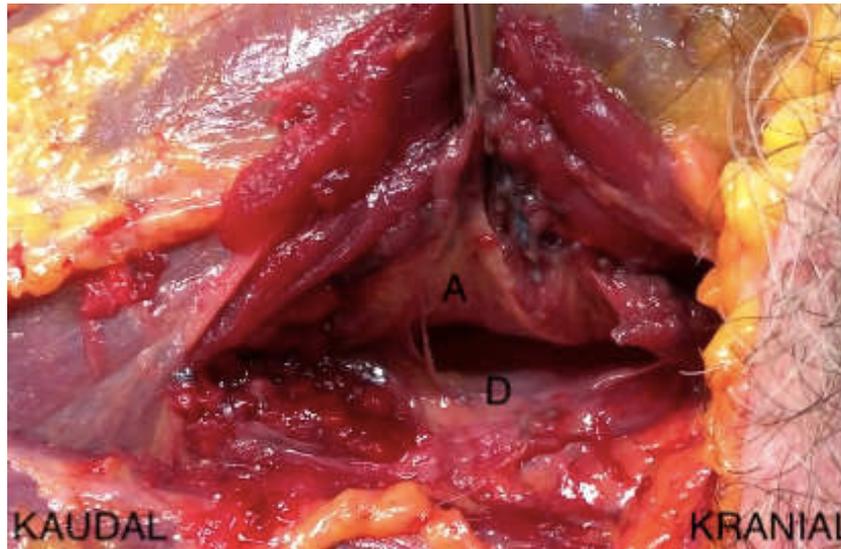
### **Präparat 28 (männlich, 68 Jahre)**

Die Präparation und Injektion von 1 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes mit einer gebogenen Kanüle fand vor der Obduktion statt (s. Abb. 86). Hier wurde sich bei der Injektion nicht an der Wirbelsäule orientiert, sondern am Schildknorpelrand. Die Farbe sammelte sich im M. constrictor pharyngis inferior an (s. Abb. 87, 88).



#### **Abb. 86: Präparat 28 – Ansicht von frontal**

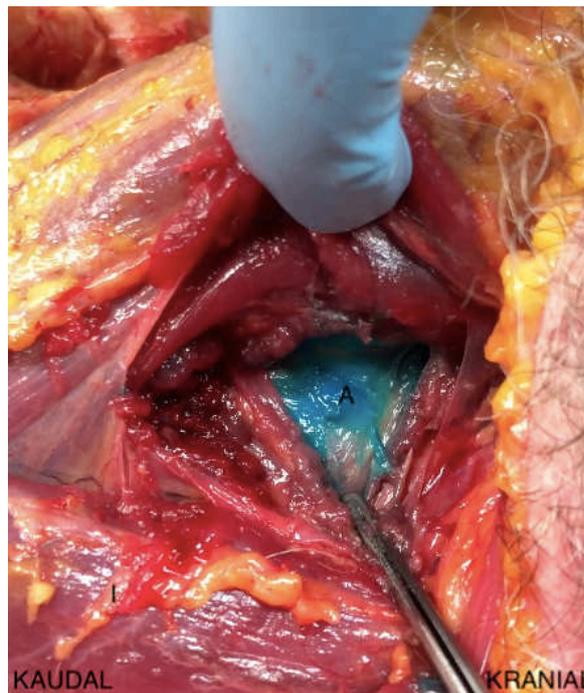
Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Mit dem Daumen wurde der hintere Schildknorpelrand ertastet. Die gebogene Kanüle wurde ca. 2 cm tief eingeführt.



**Abb. 87: Präparat 28 – Ansicht von links mit angehobenem M. constrictor pharyngis inferior**

Zu sehen ist der seitliche, aufgeschnittene Teil des M. constrictor pharyngis. Der Muskel wurde mit der Pinzette angehoben.

A = M. constrictor pharyngis inferior, D = M. longus colli



**Abb. 88: Präparat 28 – Ansicht von links mit angehobenem M. constrictor pharyngis inferior**

Deutlich erkennbar ist die Farbe im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior. Der Muskel wurde zur Darstellung der Färbelösung eingeschnitten.

A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus

## Präparat 29 (männlich, 71 Jahre)

Die Präparation und Injektion von 2 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes mit einer gebogenen Kanüle fand vor der Obduktion statt (s. Abb. 89). Hier wurde sich bei der Injektion nicht an der Wirbelsäule orientiert, sondern am Schildknorpelrand. Die Farbe sammelte sich im M. constrictor pharyngis inferior an (s. Abb. 90–92).



### Abb. 89: Präparat 29 – Ansicht von links

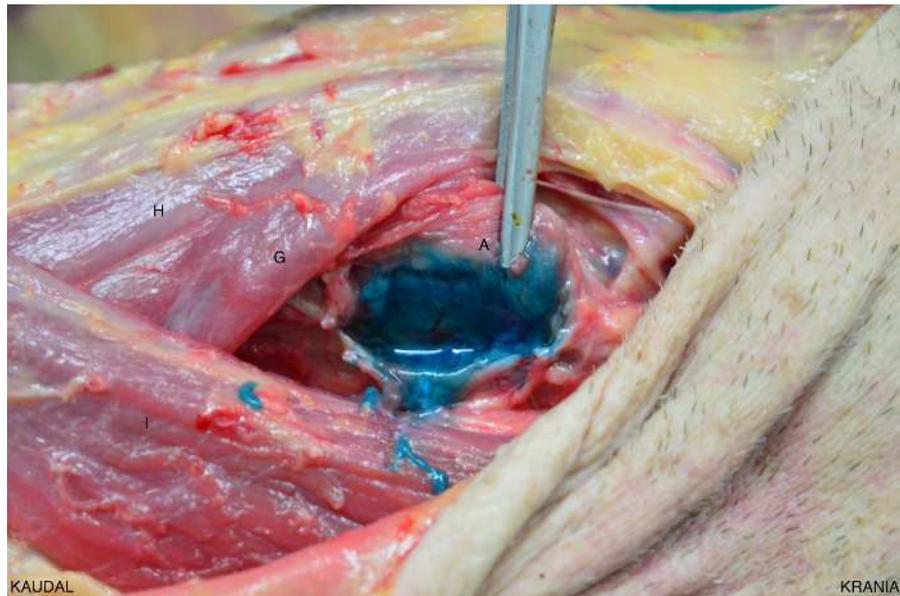
Dargestellt wird der Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes. Der hintere Schildknorpelrand wurde mit dem Indexfinger ertastet. Die Kanüle wurde etwa 2 cm tief eingeführt.



### Abb. 90: Präparat 29 – Ansicht von links

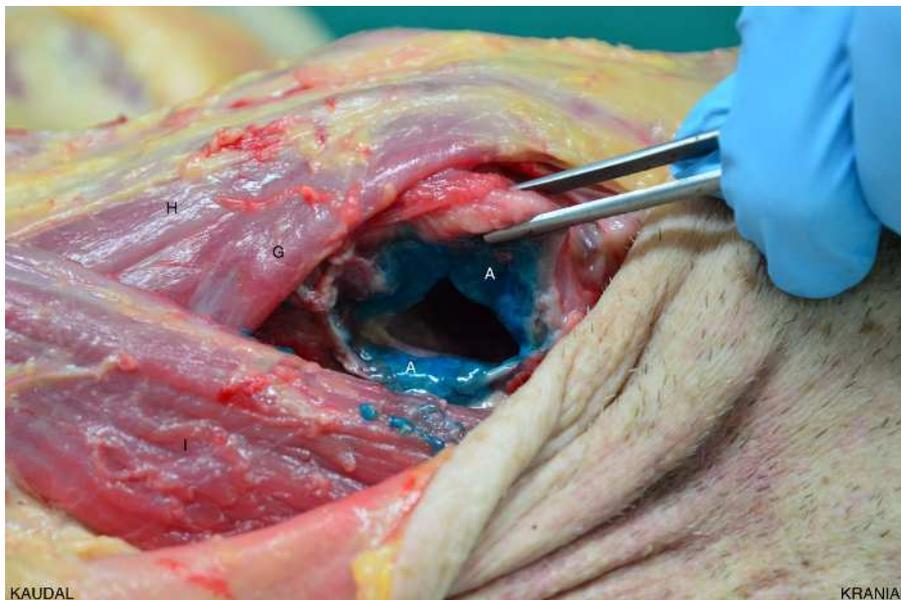
Erkennbar ist der seitliche und eingefärbte Teil des M. constrictor pharyngis inferior. Der Cornu superius wurde für die Darstellung des Muskels mit der Pinzette angehoben.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 91: Präparat 29 – Ansicht von links bei eingeschnittenem M. constrictor pharyngis inferior**

Erkennbar ist der seitliche, zum Teil aufgeschnittene und eingefärbte Teil des M. constrictor pharyngis inferior. Der Muskel wurde mit der Pinzette angehoben  
 A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 92: Präparat 29 – Ansicht von links bei komplett eröffnetem M. constrictor pharyngis inferior**

Ansicht des seitlichen, stark eingefärbten M. constrictor pharyngis inferior. Dieser wurde komplett eingeschnitten, um potenziell hinter den Muskel gelaufene Flüssigkeit nachzuweisen. Dies war nicht erkennbar.

A = M. constrictor pharyngis inferior, G = M. omohyoideus, H = M. sternohyoideus, I = M. sternocleidomastoideus

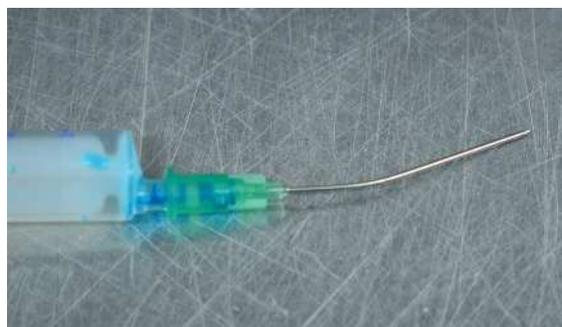
### **Präparat 30 (weiblich, 58 Jahre)**

Die Präparation und Injektion von 0,3 ml blauer Lebensmittelfarbe seitlich des Schildknorpelrandes mit einer gebogenen Kanüle fand vor der Obduktion statt (s. Abb. 93, 94). Hier wurde sich bei der Injektion nicht an der Wirbelsäule orientiert, sondern am Schildknorpelrand. Die Farbe sammelte sich im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior an (s. Abb. 95–97). An diesem Präparat ist gut erkennbar, dass bereits 0,3 ml Injektionsflüssigkeit den größeren Teil des Muskels einfärben (s. Abb. 96, 97).



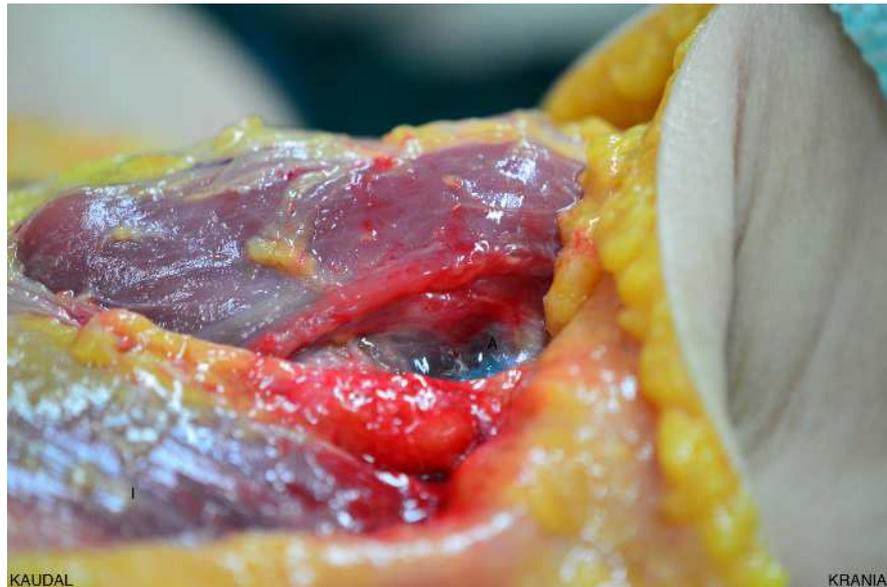
#### **Abb. 93: Präparat 30 – Ansicht von links**

Hier wird die Injektionstechnik seitlich des Schildknorpelrandes dargestellt. Für den Injektionsweg seitlich des Schildknorpelrandes wurde der linke hintere Schildknorpelrand mit dem Daumen ertastet und die Kanüle circa 2 cm tief eingeführt.



#### **Abb. 94: Präparat 30 – Ansicht der gebogene Injektionskanüle**

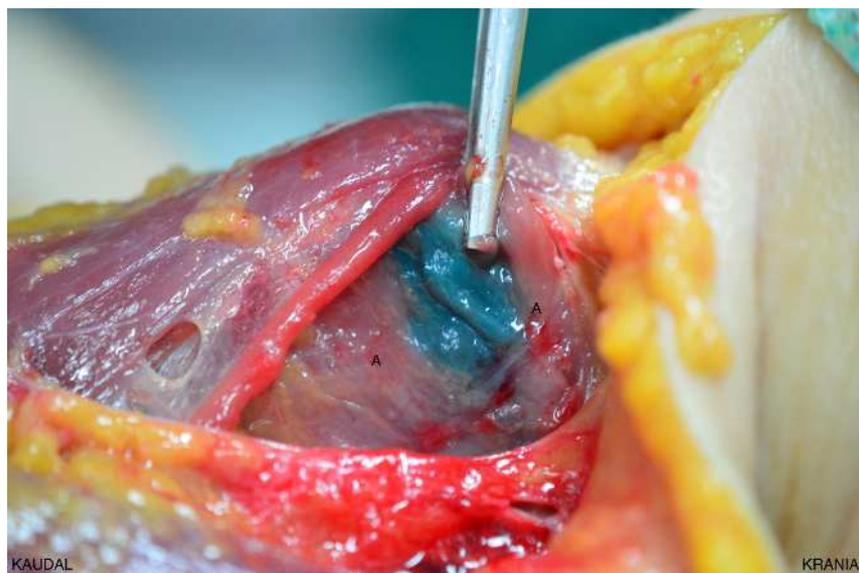
Die Kanüle wurde bis zur Biegung etwa 2 cm tief eingeführt.



**Abb. 95: Präparat 30 – Ansicht von links**

Erkennbar ist der seitliche, eingefärbte Bereich des M. constrictor pharyngis inferior nach der Freilegung.

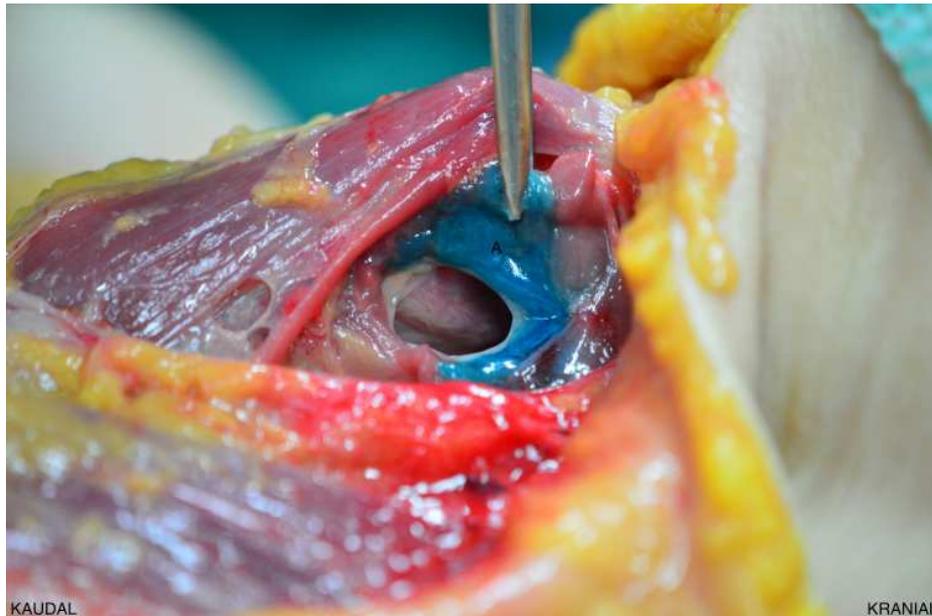
A = M. constrictor pharyngis inferior, I = M. sternocleidomastoideus



**Abb. 96: Präparat 30 – Ansicht von links**

Sichtbar ist der dorsale, eingefärbte Bereich des M. constrictor pharyngis inferior. Der Muskel wurde zuvor von der Wirbelsäule gelöst und gedreht. Die blaue Farbe befand sich im oberen seitlichen Bereich des Muskels.

A = M. constrictor pharyngis inferior



**Abb. 97: Präparat 30 – Ansicht von links mit eingeschnittenem M. constrictor pharyngis inferior**

Erkennbar ist der dorsale, eingefärbte und aufgeschnittene Bereich des M. constrictor pharyngis inferior. Die hinter dem Muskel liegenden Strukturen waren nicht eingefärbt. Der Kehlkopf wurde mit der Pinzette angehoben. Die Injektionsflüssigkeit breitete sich einem großen Teil des M. constrictor pharyngis inferior aus.

A = M. constrictor pharyngis inferior

## **5 Diskussion**

Das Ziel dieser Arbeit war es durch eine in situ Präparation von 30 humanen Halspräparaten (10 weibliche und 20 männliche Verstorbene) den M. constrictor pharyngis inferior und dessen Lagebeziehung im Hals darzustellen. Ferner sollte durch Injektionsversuche mit einem Farbstoff der bestmögliche Zugangsweg für eine perkutane Injektion in den M. constrictor pharyngis inferior evaluiert werden.

Die Arbeit zeichnet sich durch die visuelle Darstellung der dreidimensionalen Strukturen sowie durch die aussagekräftige Fotodokumentation der Halsanatomie aus, die im Alltag des Arztes häufig wenig Beachtung findet.

### **5.1 Diskussion der Methodik**

Zur Simulation der Verhältnisse im vitalen menschlichen Körper wurden Untersuchungen an Verstorbenen im Institut der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf durchgeführt. Untersuchungen am menschlichen Körper sind immer noch für zahlreiche Forschungsfragen unabdingbar und in absehbarer Zeit nicht ersetzbar (Püschel, 2016). Die Präparationen wurden selbstverständlich unter Einhaltung der rechtlichen und ethischen Voraussetzungen durchgeführt.

Bei der Untersuchung an Verstorbenen muss berücksichtigt werden, dass aus dem Fehlen der Durchblutung, Bewegung und Atmung Abweichungen zu den Verhältnissen im lebenden Organismus resultieren können. Diese potenziellen Unterschiede müssen bei der Übertragung auf die vitale Situation beachtet werden.

Die einzelnen Muskelpartien sind vielfach auf den Fotos, anders als bei der Präparation selber, nicht immer klar voneinander abgrenzbar. Dennoch erleichtert die Fotodokumentation der Präparationen das Verständnis der anatomischen Strukturen und deren Zusammenhänge im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior immens.

Nach Entfernung der Hautschicht bei den Präparationen waren der M. omohyoideus, M. sternohyoideus und der M. sternocleidomastoideus erkennbar. Der M. constrictor pharyngis inferior wurde erst nach der Trennung und Mobilisierung dieser Muskeln sichtbar. Zusätzlich musste der M. constrictor pharyngis inferior von der Wirbelsäule und dessen Muskulatur (M. longus colli) gelöst werden. Nach diesen Schritten war der Muskel gut darstellbar. Kaudal wurde die Abgrenzung zum Ösophagus deutlich. Der Ursprung des M. constrictor pharyngis medius ließ sich bei der Präparation nur vermuten. Der M. constrictor pharyngis inferior reichte über die dorsale Seite des Kehlkopfes und umschloss diesen. Durch die Mobilisierung hatte sich die Ursprungslage des M. constrictor pharyngis inferior potenziell verändert. Außerdem lagen die Muskeln im Vergleich zur vitalen Situation weiter auseinander.

Die Präparationen und Injektionen wurden nicht von anatomischen Experten durchgeführt, sondern von der Autorin der vorliegenden Dissertation. Aus der fehlenden Erfahrung können Abweichungen bei der Präparation resultieren. Die verwendete untersucherabhängige Darstellungsmethode stellt daher eine Limitation dar, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

Im Verlauf der Durchführung der Präparationen war ein deutlicher Fortschritt in der Präparationsexpertise erkennbar, der anhand der Fotos dokumentiert wurde. Die letzten Injektionen verliefen erfolgreich. Die Darstellung des M. constrictor pharyngis inferior gelang, ohne umliegendes Gewebe zu verletzen.

Da die Präparationen während des regulären Arbeitsalltages der Rechtsmediziner erfolgten, wurden die Untersuchungen zum Teil nach den Obduktionen vorgenommen. In diesen Fällen war das Lungenpaket bereits entfernt worden. Durch diese Modifikationen kann sich die Lage des M. constrictor pharyngis inferior ebenfalls verändert haben.

Insgesamt erwiesen sich Halspräparationen an Verstorbenen als geeignet, die Anatomie in diesem Bereich darzustellen. Die verwendete Methodik erlaubte es, einen Injektionsweg in den M. constrictor pharyngis inferior mit zusätzlicher Erfolgskontrolle zu erarbeiten.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Die fotografische Dokumentation erlaubt ein besseres Verständnis der Halsanatomie im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior. Der erprobte Injektionsweg sollte nun Eingang in die Praxis am lebenden Patienten finden.

Einige Studien belegen, dass endoskopische Botulinumtoxin-Injektionen in den Pars cricopharyngeus des M. constrictor pharyngis inferior bei einer Dysphagie zu einer Verbesserung des Schluckakts führen (Parameswaran and Soliman, 2002, Sharma et al., 2015, Kocdor et al., 2016, Kelly et al., 2013, Bastian and Smithson, 2019).

In der vorliegenden Studie wurden drei mögliche Injektionswege für den M. constrictor pharyngis inferior verglichen (s. Tab. 2). Bei einer perkutanen Injektion seitlich des Schildknorpelrandes müssen eventuelle unerwünschte Wirkungen berücksichtigt werden. Da sich die A. carotis, V. jugularis und weitere kleine Blutgefäße in unmittelbarer Nähe des M. constrictor pharyngis inferior befinden, ist vor jeder Injektion eine Aspiration erforderlich, um eine Injektion in umliegende Blutgefäße zu vermeiden. Weiter besteht die Gefahr in die Schilddrüse zu injizieren. Möglich ist auch, dass Teile der Injektionsflüssigkeit hinter den M. constrictor pharyngis inferior in den Bereich des M. longus colli gelangen oder den Ösophagus oder die Luftröhre erreichen (s. Abb. 62, 65, 73, 77, 83).

Eine lokale oder periphere Diffusion kann zur neuromuskulären Blockade umliegender Muskeln führen (Eleopra et al., 1996). Weitere mögliche Auswirkungen der Diffusion in andere Muskelpartien sind eine akute Dyspnoe oder die Verstärkung bereits vorhandener Symptome (Marchese-Ragona et al., 2005).

Zur Vermeidung dieser Nebenwirkungen und zur Optimierung der Injektion können Hilfsmittel wie Ultraschall (Wang et al., 2018), Elektromyografie (Kim et al., 2017, Murry et al., 2005, Halum et al., 2005) oder ein flexibles Laryngoskop hilfreich sein. Zur Vermeidung der Injektion in den Bereich des M. longus colli ist es empfehlenswert, die Kanüle vor dem Einstich zu biegen und sich nicht an der Wirbelsäule zu orientieren (s. Abb. 86-88, 89-91, 93-96).

Es sollten außerdem möglichst kleine Volumina an Botulinumtoxin (0,2–0,3 ml) injiziert werden (s. Abb. 96). In den derzeit zur Verfügung stehenden Studien wurden bis zu 100 Einheiten (Moerman, 2006), 80–120 Einheiten (Schneider et al., 1994) oder 25–40 Einheiten verwendet (Marchese-Ragona et al., 2005). Die Verwendung höherer Dosen birgt ein größeres Risiko für Nebenwirkungen (Marchese-Ragona et al., 2005).

Bei einer perkutanen Injektion mithilfe der Elektromyografie reichen 6–10 Einheiten an Botulinumtoxin auf jeder Seite des M. constrictor pharyngis inferior aus (Restivo et al., 2000, Restivo et al., 2002, Blitzer and Brin, 1997).

Einige Studien berichteten bei einer Stimmlippenaugmentation über Injektionen durch die Membrana thyrohyoidea (Mallur and Rosen, 2010, Zeitler and Amin, 2007, Amin, 2006). Dieser Injektionsmodus könnte auch bei Injektionen in den M. constrictor pharyngis inferior angewendet werden, dazu fehlten jedoch bislang Untersuchungen. Dabei wird die Kanüle mittig durch die Membrana thyrohyoidea eingeführt, bis der Widerstand der Wirbelsäule ertastet wird. Anschließend wird die Kanüle einige Millimeter zurückgezogen und der Inhalt injiziert (s. Abb. 55, 59, 66). Während der Injektion wird möglicherweise ein Schluckreflex ausgelöst, wobei die Kanüle verrutschen und umliegendes Gewebe verletzen kann. Bei einer Injektion durch die Epiglottis, kann auch diese verletzt werden. Außerdem kann versehentlich in den M. longus colli injiziert werden. Dieser Injektionsweg ist im Vergleich zur Methode seitlich des Schildknorpelrandes länger. Daher ist die Injektionsmethode seitlich des Schildknorpelrandes vorzuziehen.

Diese Überlegungen spiegeln sich auch in den Befunden der eigenen Untersuchung wider (s. Tab. 2). Bei den Injektionen durch die Membrana thyrohyoidea lag die Erfolgsrate bei 0 %. Die Methode seitlich des Schildknorpelrandes führte bei der Verwendung einer geraden Kanüle in 30 % der Fälle zum Erfolg und bei Nutzung einer gebogenen Kanüle in 75 % der Fälle.

### 5.3 Ausblick

Im Rahmen der Arbeit ist es gelungen, einen perkutanen Injektionsweg in den M. constrictor pharyngis inferior zu erarbeiten und dem Behandler ein besseres Verständnis der Anatomie zu ermöglichen. Behandelnde Ärzte sollten zukünftig bei der Untersuchung von Globus-Patienten auf Verspannungen der paralaryngealen Muskulatur achten. Zur Etablierung der Methodik sollten perkutane Injektionen an lebenden Patienten durchgeführt werden. Dabei sollten nur kleine Mengen Botulinumtoxin injiziert werden (0,2–0,3 ml) (s. Abb. 96). Bei solchen Versuchen ist insbesondere auf eventuelle Nebenwirkungen zu achten, die mit der vorliegenden Arbeit aufgrund der Beschränkung der Experimente auf Verstorbene nicht untersucht werden konnten. Zu Anfang ist es empfehlenswert, Hilfsmittel (z. B. Ultraschall, Elektromyograf, flexibles Laryngoskop) hinzuzuziehen, um die Injektionen treffsicherer und gefahrloser durchführen zu können.

## 6 Zusammenfassung

### 6.1 Deutsche Zusammenfassung

Die Kenntnis der Lagebeziehung des Schlundsnürers (M. constrictor pharyngis) ist sowohl für das Grundverständnis der funktional-muskulären Zusammenhänge beim Schlucken und bei der Stimmgebung wie auch für die Injektion von Medikamenten von großer Bedeutung. Aus der muskulären Kontraktion können Verspannungsschmerzen resultieren, die als Globus pharyngis klinisch apparent werden.

In der vorliegenden Arbeit sollte durch eine visuelle Dokumentation der Präparation an humanen Halspräparaten die Lagebeziehung des M. constrictor pharyngis im Hals dargestellt werden. Ferner sollte durch Injektionsversuche mit einem Farbstoff der optimale Modus für eine perkutane Injektion in den M. constrictor pharyngis inferior evaluiert werden.

Bei allen 31 Präparaten konnte der M. constrictor pharyngis inferior im Bereich des Kehlkopfes dargestellt werden. Die Injektion der Farbstofflösung (n=17) erfolgte entweder seitlich des Schildknorpelrandes mit einer geraden (n = 10) oder gebogenen Kanüle (n = 4) oder durch die Membrana thyrohyoidea (n = 3). Die Erfolgsraten betragen 0 % bei einer Injektion durch die Membrana thyrohyoidea sowie 30 % bzw. 75 % bei einer Injektion seitlich des Schildknorpelrandes mit einer geraden bzw. gebogenen Kanüle.

Die visuelle Dokumentation der im Rahmen der Arbeit durchgeführten Präparationen erlaubt Behandlern ein besseres Verständnis der Anatomie im Bereich des M. constrictor pharyngis inferior und die Durchführung einer perkutanen Injektion. Es ist jedoch empfehlenswert, weitere Hilfsmittel (z. B. Ultraschall, Elektromyografie, flexible Laryngoskopie) zur Erhöhung der Treffsicherheit hinzuziehen. Zur Etablierung der Methodik in Praxen und Kliniken müssen die Versuche an lebenden Patienten wiederholt werden. Dabei sollten nur kleine Volumina Botulinumtoxin (0,2–0,3 ml) injiziert werden. Ziel dieser in vivo Experimente ist die Evaluierung eventuell auftretender Nebenwirkungen, die mit dem vorliegenden Studiendesign nicht erfasst werden konnten.

## 6.2 Summary

The knowledge of the location of the inferior pharyngeal constrictor muscle (M. constrictor pharyngis inferior) is important for the understanding of the functional and muscular relationships during swallowing and vocalization as well as for the injection of medicaments. Muscular contractions in this area can result in muscle tension which can appear as Globus pharyngis in clinical practice.

In the present study the neck of human corpses were dissected to describe the size, configuration and accessibility of the inferior pharyngeal constrictor muscle and its functional and anatomical role. Furthermore, the optimal technique for the percutaneous injection into the inferior pharyngeal constrictor muscle was evaluated by injection experiments with dye solution.

In all 31 subjects the muscle was successfully prepared and presented in the region of the larynx. In total, 17 injections were performed with the dye solution. The injections took place either on the lateral border of the thyroid cartilage with a straight (n = 10) or bended cannula (n = 4) or through the thyrohyoid membrane (n = 3). The success rates for injections trough the thyrohyoid membrane were 0 %, 30 % and 75 % respectively, for injections via the lateral injection technique with a straight or bended cannula.

Due to the photographic documentation of the muscle preparations it was possible to provide a better understanding of the anatomy in the area of the inferior pharyngeal constrictor muscle which allows to perform a percutaneous injection. It is recommended to use supportive instrumentation (e.g. ultrasound, electromyography, flexible laryngoscopy) to increase the accuracy of the injection. For the establishment of this method in medical surgeries and clinical use it is necessary to repeat the injection experiments with patients. Thereby only small amounts of botulinumtoxin should be injected (0,2–0,3 ml). The goal of these in vivo applications is the evaluation of possible side effects which couldn't be addressed in this study.

## 7 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
GERD	Gastroösophageale Refluxkrankheit
HNO	Hals-Nasen-Ohren
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
SKR	Schildknorpelrand
V.	Vena
Vv.	Venae
w.	weiblich
WS	Wirbelsäule

## 8 Literaturverzeichnis

- AGADA, F. O., COATESWORTH, A. P. & GRACE, A. R. 2007. Retroverted epiglottis presenting as a variant of globus pharyngeus. *J Laryngol Otol*, 121, 390-2.
- ALFONSI, E., RESTIVO, D. A., COSENTINO, G., DE ICCO, R., BERTINO, G., SCHINDLER, A., TODISCO, M., FRESIA, M., CORTESE, A., PRUNETTI, P., RAMUSINO, M. C., MOGLIA, A., SANDRINI, G. & TASSORELLI, C. 2017. Botulinum Toxin Is Effective in the Management of Neurogenic Dysphagia. Clinical-Electrophysiological Findings and Tips on Safety in Different Neurological Disorders. *Front Pharmacol*, 8, 80.
- AMIN, M. R. 2006. Thyroid approach for vocal fold augmentation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 115, 699-702.
- ANANDASABAPATHY, S. & JAFFIN, B. W. 2006. Multichannel Intraluminal Impedance in the Evaluation of Patients with Persistent Globus on Proton Pump Inhibitor Therapy. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 115, 563-570.
- BAEK, C. H., CHUNG, M. K., CHOI, J. Y., SO, Y. K., SON, Y. I. & JEONG, H. S. 2010. Role of salivary function in patients with globus pharyngeus. *Head Neck*, 32, 244-52.
- BASTIAN, R. W. & SMITHSON, M. L. 2019. Inability to Belch and Associated Symptoms Due to Retrograde Cricopharyngeus Dysfunction: Diagnosis and Treatment. *OTO open*, 3, 2473974X19834553-2473974X19834553.
- BATCH, A. J. G. 1988. Globus pharyngeus: (Part II), Discussion. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 102, 227-230.
- BAUMANN, A. & KATZ, P. O. 2016. Functional disorders of swallowing. *Handb Clin Neurol*, 139, 483-488.
- BEDER, E., OZGURSOY, O. B., OZGURSOY, S. K. & ANADOLU, Y. 2006. Three-Dimensional Computed Tomography and Surgical Treatment for Eagle's Syndrome. *Ear, Nose & Throat Journal*, 85, 443-445.
- BEHRENDTS, J. C., BISCHOFBERGER, J., DEUTZMANN, R., EHMKE, H., FRINGS, S., GRISSMER, S., HOTH, M., KURTZ, A., LEIPZIGER, J., MÜLLER, F., PEDAIN, C., RETTIG, J., WAGNER, C. & WISCHMEYER, E. 2012. *Physiologie*, Stuttgart, Thieme.
- BLITZER, A. & BRIN, M. F. 1997. Use of Botulinum Toxin for Diagnosis and Management of Cricopharyngeal Achalasia. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 116, 328-330.
- BRENOORD, A. J., FOX, M., KAHRILAS, P. J., PANDOLFINO, J. E., SCHWIZER, W. & SMOUT, A. J. 2012. Chicago classification criteria of esophageal motility disorders defined in high resolution esophageal pressure topography. *Neurogastroenterol Motil*, 24 Suppl 1, 57-65.
- BURNS, P. & O'NEILL, J. P. 2008. The diagnosis and management of globus: a perspective from Ireland. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 16, 503-6.
- BURNS, P. & TIMON, C. 2007. Thyroid pathology and the globus symptom: are they related? A two year prospective trial. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 121, 242-245.
- CATHCART, R. & WILSON, J. A. 2007. Lump in the throat. *Clinical Otolaryngology*, 32, 108-110.

- CHEN, C.-L., TSAI, C.-C., CHOU, A. S.-B. & CHIOU, J.-H. 2006. Utility of Ambulatory pH Monitoring and Videofluoroscopy for the Evaluation of Patients with Globus Pharyngeus. *Dysphagia*, 22, 16.
- CHERRY, J., SIEGEL, C. I., MARGULIES, S. I. & DONNER, M. 1970. Pharyngeal localization of symptoms of gastroesophageal reflux. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 79, 912-4.
- CHEVALIER, J. M., BROSSARD, E. & MONNIER, P. 2003. Globus sensation and gastroesophageal reflux. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 260, 273-276.
- CHO, Y. S., CHOI, M. G., JEONG, J. J., CHUNG, W. C., LEE, I. S., KIM, S. W., HAN, S. W., CHOI, K. Y. & CHUNG, I. S. 2005. Prevalence and clinical spectrum of gastroesophageal reflux: a population-based study in Asan-si, Korea. *Am J Gastroenterol*, 100, 747-53.
- CORSO, M. J., PURSNANI, K. G., MOHIUDDIN, M. A., GIDEON, R. M., CASTELL, J. A., KATZKA, D. A., KATZ, P. O. & CASTELL, D. O. 1998. Globus sensation is associated with hypertensive upper esophageal sphincter but not with gastroesophageal reflux. *Dig Dis Sci*, 43, 1513-7.
- CYBULSKA, E. M. 1997. Globus hystericus--a somatic symptom of depression? The role of electroconvulsive therapy and antidepressants. *Psychosom Med*, 59, 67-9.
- DEARY, I. J., SMART, A. & WILSON, J. A. 1992. Depression and 'hassles' in globus pharyngis. *Br J Psychiatry*, 161, 115-7.
- DEMMINK-GEERTMAN, L. & DEJONCKERE, P. H. 2008. Neurovegetative symptoms and complaints before and after voice therapy for nonorganic habitual dysphonia. *J Voice*, 22, 315-25.
- EKBERG, O., HAMDY, S., WOISARD, V., WUTTGE-HANNIG, A. & ORTEGA, P. 2002. Social and psychological burden of dysphagia: its impact on diagnosis and treatment. *Dysphagia*, 17, 139-46.
- ELEOPRA, R., TUGNOLI, V., CANIATTI, L. & DE GRANDIS, D. 1996. Botulinum toxin treatment in the facial muscles of humans: evidence of an action in untreated near muscles by peripheral local diffusion. *Neurology*, 46, 1158-60.
- FARKKILA, M. A., ERTAMA, L., KATILA, H., KUUSI, K., PAAVOLAINEN, M. & VARIS, K. 1994. Globus pharyngis, commonly associated with esophageal motility disorders. *Am J Gastroenterol*, 89, 503-8.
- FLEISCHER, S., HESS, M. & LIEBERMANN, J. 2017. Globus pharyngis: Gezielte Muskeldehnung gegen den Kloß im Hals. *HNO-Nachrichten*, 47, 36-44.
- HAFT, S., CAREY, R. M., FARQUHAR, D. & MIRZA, N. 2016. Anticholinergic medication use is associated with globus pharyngeus. *J Laryngol Otol*, 130, 1125-1129.
- HALUM, S. L., BUTLER, S. G., KOUFMAN, J. A. & POSTMA, G. N. 2005. Treatment of globus by upper esophageal sphincter injection with botulinum A toxin. *Ear Nose Throat J*, 84, 74.
- HARAR, R. P., KUMAR, S., SAEED, M. A. & GATLAND, D. J. 2004. Management of globus pharyngeus: review of 699 cases. *J Laryngol Otol*, 118, 522-7.
- HARRIS, M. B., DEARY, I. J. & WILSON, J. A. 1996. Life events and difficulties in relation to the onset of globus pharyngis. *J Psychosom Res*, 40, 603-15.
- HUSAMALDIN, Z., AUNG, W. & MCFERRAN, D. J. 2004. Smooth muscle tumour of the pharynx: a rare tumour presenting with globus pharyngeus symptoms. *J Laryngol Otol*, 118, 885-7.

- JARVENPAA, P., ARKKILA, P. & AALTONEN, L. M. 2018. Globus pharyngeus: a review of etiology, diagnostics, and treatment. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 275, 1945-1953.
- JUNGHEIM, M. 2011. Oberer Ösophagussphinkter. *Sprache Stimme Gehör*, 35, 173.
- KATZ, P. O. & CASTELL, D. O. 2000. Medical therapy of supraesophageal gastroesophageal reflux disease. *Am J Med*, 108 Suppl 4a, 170s-177s.
- KELLY, E. A., KOSZEWSKI, I. J., JARADEH, S. S., MERATI, A. L., BLUMIN, J. H. & BOCK, J. M. 2013. Botulinum toxin injection for the treatment of upper esophageal sphincter dysfunction. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, 122, 100-108.
- KHALIL, H. S., REDDY, V. M., BOS-CLARK, M., DOWLEY, A., PIERCE, M. H., MORRIS, C. P. & JONES, A. E. 2011. Speech therapy in the treatment of globus pharyngeus: how we do it. *Clinical Otolaryngology*, 36, 388-392.
- KIM, M. S., KIM, G. W., RHO, Y. S., KWON, K. H. & CHUNG, E. J. 2017. Office-based Electromyography-guided Botulinum Toxin Injection to the Cricopharyngeus Muscle: Optimal Patient Selection and Technique. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 126, 349-356.
- KNIGHT, R. E., WELLS, J. R. & PARRISH, R. S. 2000. Esophageal dysmotility as an important co-factor in extraesophageal manifestations of gastroesophageal reflux. *Laryngoscope*, 110, 1462-6.
- KOCDOR, P., SIEGEL, E. R. & TULUNAY-UGUR, O. E. 2016. Cricopharyngeal dysfunction: A systematic review comparing outcomes of dilatation, botulinum toxin injection, and myotomy. *Laryngoscope*, 126, 135-41.
- KORTEQUEE, S., KARKOS, P. D., ATKINSON, H., SETHI, N., SYLVESTER, D. C., HARAR, R. S., SOOD, S. & ISSING, W. J. 2013. Management of globus pharyngeus. *International journal of otolaryngology*, 2013, 946780-946780.
- KOUFMAN, J. A. 1991. The otolaryngologic manifestations of gastroesophageal reflux disease (GERD): a clinical investigation of 225 patients using ambulatory 24-hour pH monitoring and an experimental investigation of the role of acid and pepsin in the development of laryngeal injury. *Laryngoscope*, 101, 1-78.
- KROENKE, K. 2007. Efficacy of treatment for somatoform disorders: a review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*, 69, 881-8.
- KUBBA, H., SPINO, E. & BROWN, D. 2003. Is same-day discharge suitable following rigid esophagoscopy? Findings in a series of 655 cases. *Ear Nose Throat J*, 82, 33-6.
- LEE, B. E. & KIM, G. H. 2012. Globus pharyngeus: a review of its etiology, diagnosis and treatment. *World J Gastroenterol*, 18, 2462-71.
- LEE, J. W., SONG, C. W., KANG, C. D., HUR, B. W., JEEN, Y. T., JEON, H. J., LEE, H. S., LEE, S. W., UM, S. H., CHOI, J. H., KIM, C. D., RYU, H. S. & HYUN, J. H. 2000. Pharyngoesophageal Motility in Patients with Globus Sensation. *The Korean Journal of Gastroenterology*, 36, 1-9.
- MALCOMSON, K. G. 1968. Globus hystericus vel pharyngis (a reconnaissance of proximal vagal modalities). *J Laryngol Otol*, 82, 219-30.
- MALLUR, P. S. & ROSEN, C. A. 2010. Vocal fold injection: review of indications, techniques, and materials for augmentation. *Clinical and experimental otorhinolaryngology*, 3, 177-182.
- MAMEDE, R. C., DE MELLO-FILHO, F. V. & DANTAS, R. O. 2004. Severe hypertrophy of the base of the tongue in adults. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 131, 378-82.

- MANABE, N., TSUTSUI, H., KUSUNOKI, H., HATA, J. & HARUMA, K. 2014. Pathophysiology and treatment of patients with globus sensation--from the viewpoint of esophageal motility dysfunction. *J Smooth Muscle Res*, 50, 66-77.
- MARCHESE-RAGONA, R., MARIONI, G., RESTIVO, D. A. & STAFFIERI, A. 2005. Solving dysphagia due to cricopharyngeal muscle dysfunction with botulinum toxin. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck*, 262, 250-251.
- MATSUO, K. & PALMER, J. B. 2008. Anatomy and physiology of feeding and swallowing: normal and abnormal. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 19, 691-707, vii.
- MOERMAN, M. B. 2006. Cricopharyngeal Botox injection: indications and technique. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 14, 431-6.
- MOLOY, P. J. & CHARTER, R. 1982. The globus symptom. Incidence, therapeutic response, and age and sex relationships. *Arch Otolaryngol*, 108, 740-4.
- MURRY, T., WASSERMAN, T., CARRAU, R. L. & CASTILLO, B. 2005. Injection of botulinum toxin A for the treatment of dysfunction of the upper esophageal sphincter. *Am J Otolaryngol*, 26, 157-62.
- NEVALAINEN, P., WALAMIES, M., KRUUNA, O., ARKKILA, P. & AALTONEN, L.-M. 2016. Supragastric belch may be related to globus symptom – a prospective clinical study. *Neurogastroenterology & Motility*, 28, 680-686.
- ORIDATE, N., TAKEDA, H., ASAKA, M., NISHIZAWA, N., MESUDA, Y., MORI, M., FURUTA, Y. & FUKUDA, S. 2008. Acid-suppression therapy offers varied laryngopharyngeal and esophageal symptom relief in laryngopharyngeal reflux patients. *Dig Dis Sci*, 53, 2033-8.
- PAPE, H.-C., KURTZ, A., SILBERNAGL, S., KLINKE, R., BRENNER, B., GAY, R. & ROTHENBURGER, A. 2014. *Physiologie*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- PARAMESWARAN, M. S. & SOLIMAN, A. M. 2002. Endoscopic botulinum toxin injection for cricopharyngeal dysphagia. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 111, 871-4.
- PARK, W., HICKS, D. M., KHANDWALA, F., RICHTER, J. E., ABELSON, T. I., MILSTEIN, C. & VAEZI, M. F. 2005. Laryngopharyngeal reflux: prospective cohort study evaluating optimal dose of proton-pump inhibitor therapy and pretherapy predictors of response. *Laryngoscope*, 115, 1230-8.
- POLLACK, A., CHARLES, J., HARRISON, C. & BRITT, H. 2013. Globus hystericus. *Aust Fam Physician*, 42, 683.
- POSTMA, G. N., COHEN, J. T., BELAFSKY, P. C., HALUM, S. L., GUPTA, S. K., BACH, K. K. & KOUFMAN, J. A. 2005. Transnasal esophagoscopy: revisited (over 700 consecutive cases). *Laryngoscope*, 115, 321-3.
- PÜSCHEL, K. 2016. Lehre und Forschung an Verstorbenen. *Rechtsmedizin*, 26, 115-119.
- QUESADA, J. L., LORENTE, J. & QUESADA, P. 2000. Partial epiglottectomy as a possible treatment for globus pharyngeus? *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 257, 386-8.
- REMACLE, M. 2008. The diagnosis and management of globus: a perspective from Belgium. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 16, 511-5.
- RESTIVO, D. A., PALMERI, A. & MARCHESE-RAGONA, R. 2002. Botulinum toxin for cricopharyngeal dysfunction in Parkinson's disease. *N Engl J Med*, 346, 1174-5.

- RESTIVO, D. A., RAGONA, R. M., STAFFIERI, A. & DE GRANDIS, D. 2000. Successful botulinum toxin treatment of dysphagia in oculopharyngeal muscular dystrophy. *Gastroenterology*, 119, 1416.
- ROWLEY, H., O'DWYER, T. P., TIMON, C. I. & JONES, A. S. 1995. The natural history of globus pharyngeus. *The Laryngoscope*, 105, 1118-1121.
- SCHNEIDER, I., THUMFART, W. F., POTOTSCHNIG, C. & ECKEL, H. E. 1994. Treatment of dysfunction of the cricopharyngeal muscle with botulinum A toxin: introduction of a new, noninvasive method. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 103, 31-5.
- SCHÜNKE, M., SCHULTE, E. & SCHUMACHER, U. 2005. *Prometheus. Lernatlas der Anatomie. Kopf- Hals- und Neuroanatomie*, Stuttgart, Thieme.
- SHARMA, S. D., KUMAR, G., EWEISS, A., CHATRATH, P. & KADDOUR, H. 2015. Endoscopic-guided injection of botulinum toxin into the cricopharyngeus muscle: our experience. *J Laryngol Otol*, 129, 990-5.
- SMIT, C. F., VAN LEEUWEN, J. A., MATHUS-VLIEGEN, L. M., DEVRIESE, P. P., SEMIN, A., TAN, J. & SCHOUWENBURG, P. F. 2000. Gastropharyngeal and gastroesophageal reflux in globus and hoarseness. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 126, 827-30.
- TANG, B., CAI, H. D., XIE, H. L., CHEN, D. Y., JIANG, S. M. & JIA, L. 2016. Epidemiology of globus symptoms and associated psychological factors in China. *J Dig Dis*, 17, 319-24.
- THOMPSON, W. G. & HEATON, K. W. 1982. Heartburn and globus in apparently healthy people. *Can Med Assoc J*, 126, 46-8.
- THOTA, P. N., ZUCCARO, G., JR., VARGO, J. J., 2ND, CONWELL, D. L., DUMOT, J. A. & XU, M. 2005. A randomized prospective trial comparing unsedated esophagoscopy via transnasal and transoral routes using a 4-mm video endoscope with conventional endoscopy with sedation. *Endoscopy*, 37, 559-65.
- TOKASHIKI, R., FUNATO, N. & SUZUKI, M. 2010. Globus sensation and increased upper esophageal sphincter pressure with distal esophageal acid perfusion. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 267, 737-41.
- TOKASHIKI, R., OKAMOTO, I., FUNATO, N. & SUZUKI, M. 2013. Rikkunshito improves globus sensation in patients with proton-pump inhibitor-refractory laryngopharyngeal reflux. *World J Gastroenterol*, 19, 5118-24.
- WANG, Y. C., SHYU, S. G., WU, C. H. & WANG, T. G. 2018. Ultrasound-Guided Injection of Botulinum Toxin for Cricopharyngeal Dysphagia. *Am J Phys Med Rehabil*, 97, e102-e103.
- WAREING, M., ELIAS, A. & MITCHELL, D. 1997. Management of globus sensation by the speech therapist. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 22, 39-42.
- WATSON, W. C. & SULLIVAN, S. N. 1974. Hypertonicity of the cricopharyngeal sphincter: A cause of globus sensation. *Lancet*, 2, 1417-9.
- WEBB, C. J., MAKURA, Z. G., FENTON, J. E., JACKSON, S. R., MCCORMICK, M. S. & JONES, A. S. 2000. Globus pharyngeus: a postal questionnaire survey of UK ENT consultants. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 25, 566-9.
- ZEITLER, D. M. & AMIN, M. R. 2007. The thyrohyoid approach to in-office injection augmentation of the vocal fold. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 15, 412-6.

## 9 Danksagung

Ich möchte mich zuallererst bei Prof. Dr. Markus Hess bedanken, der mir das Thema überlassen hat. Durch seine gute Betreuung war es mir möglich, die Arbeit zügig und stressfrei fertigzustellen.

Ein großer Dank gilt auch Prof. Dr. Klaus Püschel und seinem Team. Sie haben uns die Möglichkeit gegeben, die Verstorbenen in ihrem Institut zu untersuchen, obwohl wir dadurch zwangsläufig in ihren Arbeitsalltag eingreifen mussten.

Weiter möchte ich mich bei Sebastian Schönholz bedanken, mit dem ich gemeinsam den praktischen Teil der Arbeit durchgeführt habe.

Auch meinen Freundinnen Alice Behrendt und Alice Hinrichs bin ich sehr dankbar, die mich hervorragend von Arbeit und Studium ablenken konnten.

Zu guter Letzt möchte ich meiner Familie danken. Meinen Geschwistern Carolin Korden und Frederik Korden, die immer für mich da sind und mir zur Seite stehen. Meine Mutter Susanne Korden hat den Kontakt zu Prof. Dr. Markus Hess hergestellt. Sie hat mich immer unterstützt und an mich geglaubt. Auch mein Vater Friedrich Korden hat mir immer liebevoll durch unterstützende Gespräche zur Seite gestanden.

## **10 Lebenslauf**

Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

## **11 Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.