

Diplomarbeit

Methodenpapier:

Entwicklung einer neuen Methode zur
Lagebestimmung des lingualen Nervenstranges in der
retromolaren Region im Verhältnis zur Mundöffnung

eingereicht von

Lukas Laimer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnheilkunde

(Dr. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Institut für makroskopische und klinische Anatomie

unter der Anleitung von

Ao.Univ.-Prof. Dr. Andreas Weiglein
Univ.-Prof. DDr. Wolfgang Zemann

Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit

Graz, am 03.06.2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 03.06.2019

Lukas Laimer eh

Danksagungen

Mein Dank gilt meinen beiden Betreuern die mir Zeit und Ressourcen für die Entwicklung und Ausführung der Arbeit zur Verfügung stellten.

Ich möchte meinen Eltern danken, die mich auf meinem bisherigen privaten wie beruflichen Lebensweg stets wohlwollend und unterstützend begleitet haben.

Besonderer Dank gilt meinem Vater, mit dem ich die Idee und Umsetzung der in dieser Arbeit beschriebenen Methode entwickelt habe sowie meinem Onkel, der mir bei der Finalisierung zur Seite stand.

Schließlich möchte ich den vielen anderen Personen von Herzen danken, die mir bei der Verwirklichung dieser Diplomarbeit geholfen haben, allen voran Alexander Kerner und Simon Bruneder als Assistenz bei der Vorselektion und Präparation der Schädel bzw. bei der Anfertigung von CT Bildern.

Zusammenfassung

Zielsetzung

Der anatomische Verlauf (Verlagerung) des Nervus lingualis in vivo u.a. in Abhängigkeit von der Mundöffnung ist in der Literatur bislang nur unzureichend beschrieben. Die eingeschränkte periinterventionelle Lokalisierbarkeit dieses Nerven begründet auch, warum der Nervus lingualis eine der am häufigsten geschädigten anatomischen Strukturen bei zahnärztlichen Eingriffen darstellt.

Ziel dieser Arbeit war es, eine neue Methode zur präziseren Darstellung des Verlaufes von peripheren Nerven am Beispiel des Nervus lingualis am präparierten Schädel zu testen. Dabei wurde eine genaue Lagebestimmung des Nervus lingualis in der retromolaren Region in Abhängigkeit von der Mundöffnung durchgeführt.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse sollen dem/der oralchirurgisch tätigen Arzt/Ärztin dienlich sein, diese sensible Struktur periinterventionell zu schonen.

Methode

Von mehr als 30 voruntersuchten Schädelpräparaten erfüllte nur ein einziger die Einschlusskriterien für die Gewinnung von möglichst realitätsnahen Daten zur mutmaßlich veränderlichen in vivo Lokalisation des Nervus lingualis, wie ursprünglich erhaltene Gewebsspannung und unberührtes, nicht alteriertes/vorab manipuliertes Untersuchungsareal. Die retromolare Region wurde als Indexgebiet bilateral an diesem Schädel mittels makroskopischer Seziertechnik präpariert und in Folge analysiert. In der kranialen und kaudoventralen Peripherie des Indexgebietes wurde der Nervus lingualis sodann jeweils unter Anwendung minimal invasiver Präparation aufgesucht und dargestellt. Danach wurde in den Nervenverlauf ein röntgendichtes Objekt eingezogen, um dessen Verlauf im Computertomographen sichtbar zu machen. Auf diese Weise wurde der Nervus lingualis im Indexgebiet nicht seziert und die ursprüngliche Gewebsspannung konnte erhalten werden.

Ergebnisse

In dieser Arbeit wurde eine neue Methode zur Darstellung von Nerven mit bildgebenden Verfahren beschrieben und der Verlauf und die Lageveränderung des Nervus lingualis bei Änderung der Mundöffnung analysiert.

Es konnte hierbei gezeigt werden, dass sich der Nervus lingualis in der retromolaren Region je nach Mundöffnung hebt oder senkt, während er außerhalb dieses Indexgebietes nahezu fixiert erscheint. Diese Erkenntnisse sollen dem/der oralchirurgisch tätigen Arzt/Ärztin helfen, den Nervus lingualis bei Eingriffen besser schützen zu können. Die im Zuge der Datenerfassung gewonnenen numerischen Werte werden in dieser Arbeit nicht veröffentlicht. Sie bedürfen einer korrelierenden Bewertung der statistischen Signifikanz in Folgestudien mit einer höheren Anzahl an untersuchten Präparaten.

Abstract

Research purpose

Our knowledge on the precise anatomical course of the lingual nerve and its repositioning along changes of the mouth opening in vivo is rather sparse. Due to its limited intraoperative localizability, injuries of the lingual nerve represent one of the most common adverse events in dental surgery.

This study outlines a new method to visualize and determine more accurately the in vivo localization of the lingual nerve as well as its changes along varying mouth openings. Using a human head, the position within the retromolar region was determined. The results of this investigation may help to advice oral surgeons to reduce the periinterventional risk of nerve damages.

Methods

Only one out of more than 30 human heads screened met all inclusion criteria for this investigation. These criteria, to include preserved original tissue turgor and absence of previous tissue manipulation/alteration, should allow for the most realistic simulation of in vivo conditions and tissue properties as prerequisites to gain data relevant for daily practice.

After anatomical preparation of the retromolar region, the cranial and caudoventral endings of the lingual nerve were delineated at the periphery of the index area by minimal invasive preparation. Thereafter, a radiopaque object was inserted into the nerve sheath in order to visualize the course of the lingual nerve by computertomography. Thereby the nerve was not dissected and the original tissue turgor thus could be preserved.

Results

This work described a new method to visualize the in vivo course of the lingual nerve and its dynamic positioning along varying mouth openings by radiographic imaging of a human head specimen. The data obtained indicate that this nerve lifts or lowers its anatomic position in the retromolar region while its course remains rather fixed outside this index area. These results may advice oral surgeons and thereby reduce the risk of nerve damages along dental interventions. The quantification of these preliminary results and the determination of statistical significance remain to be addressed and corroborated by future large-scale studies.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| DANKSAGUNGEN | II |
| ZUSAMMENFASSUNG..... | III |
| ABSTRACT | V |
| INHALTSVERZEICHNIS | VII |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS..... | IX |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | X |
| 1 EINLEITUNG..... | 1 |
| 1.1 VORWORT | 1 |
| 2 ANATOMIE | 4 |
| 2.1 KNÖCHERNE STRUKTUREN | 4 |
| 2.1.1 Unterkiefer, Mandibula..... | 4 |
| 2.1.2 Keilbein, Os sphenoidale | 6 |
| 2.1.3 Oberkiefer, Maxilla..... | 7 |
| 2.1.4 Schläfenbein, Os temporale | 8 |
| 2.2 KIEFERMUSKULATUR..... | 9 |
| 2.2.1 Musculus temporalis | 9 |
| 2.2.2 Musculus masseter | 9 |
| 2.2.3 Musculi pterygoidei lateralis et medialis | 10 |
| 2.2.4 Pharynxmuskulatur | 11 |
| 2.2.5 Mundbodenmuskulatur | 12 |
| 2.3 BLUTVERSORGUNG..... | 13 |
| 2.3.1 Arteria carotis externa | 13 |
| 2.4 NERVALE VERSORGUNG | 17 |
| 2.4.1 Anatomie peripherer Nerven | 17 |
| 2.4.2 V Hirnnerv, Nervus trigeminus | 17 |
| 3 FOSSA INFRATEMPORALIS | 23 |
| 4 DIE MUNDHÖHLE | 25 |
| 4.1 VESTIBULUM ORIS | 25 |
| 4.2 CAVITAS ORIS PROPRIA..... | 25 |
| 4.3 NOMENKLATUR FÜR DIE RICHTUNGSBEZEICHNUNGEN IN DER MUNDHÖHLE | 26 |
| 4.4 INTERNATIONALES GEBIRSCHEMA | 27 |
| 4.5 ZÄHNE | 28 |
| 5 LOKALANÄSTHESIE | 29 |
| 6 VORGEHEN BEI DER UNTERKIEFER-LEITUNGSANÄSTHESIE | 30 |
| 6.1 RISIKOBEWERTUNG | 32 |
| 7 VORGEHEN UND RISIKEN BEI DER CHIRURGISCHEN ENTFERNUNG RETINIERTER WEISHEITSZÄHNE | 33 |
| 8 KLASSIFIZIERUNG UND THERAPIE VON NERVENVERLETZUNGEN | 38 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 9 | MATERIAL UND METHODE | 40 |
| 9.1 | MATERIAL | 40 |
| 9.2 | METHODE | 42 |
| 9.2.1 | <i>Präparationsmethodik</i> | 43 |
| 10 | VERMESSUNG UND ERGEBNISSE | 48 |
| 11 | DISKUSSION | 55 |
| 12 | METHODEN KRITIK | 57 |
| 13 | FAZIT | 58 |
| 14 | LITERATURVERZEICHNIS | 59 |

Abkürzungsverzeichnis

Anatomische Abkürzungen:

| | |
|-------------|---------------------|
| A. | Arteria |
| Aa. | Arteriae |
| Abb. | Abbildung |
| CT | Computertomographie |
| Gl. | Glandula |
| M. | Musculus |
| Mm. | Musculi |
| N. | Nervus |
| Nn. | Nervi |
| R. | Ramus |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: <i>Graphische Darstellung der Daten aus der Veröffentlichung „Die häufigsten Komplikationen nach der Entfernung von Weisheitszähnen“ (43) (erstellt von Lukas Laimer)</i> | 1 |
| Abbildung 2: <i>Graphische Darstellung der Daten aus der Veröffentlichung (erstellt von Lukas Laimer)</i> | 2 |
| Abbildung 3: <i>Mandibula (15)</i> | 4 |
| Abbildung 4: <i>Os sphenoidale (12)</i> | 6 |
| Abbildung 5: <i>Maxilla (12)</i> | 7 |
| Abbildung 6: <i>Os temporale (12)</i> | 8 |
| Abbildung 7: <i>M. temporalis (15)</i> | 9 |
| Abbildung 8: <i>Mm. pterygoidei (15)</i> | 10 |
| Abbildung 9: <i>Pharynxmuskulatur (12)</i> | 11 |
| Abbildung 10: <i>Suprahyale Muskulatur (12)</i> | 12 |
| Abbildung 11: <i>Arteria carotis communis und Ihre Aufteilungen (12)</i> | 14 |
| Abbildung 12: <i>Histologischer Teilquerschnitt eines peripheren Nerven (12)</i> | 17 |
| Abbildung 13: <i>N. ophthalmicus, erster Ast des N. trigeminus (12)</i> | 18 |
| Abbildung 14: <i>N. maxillaris, zweiter Ast des N. trigeminus (12)</i> | 19 |
| Abbildung 15: <i>N. lingualis und M. mylohyoideus (16)</i> | 21 |
| Abbildung 16: <i>Motorische, sensible und parasymphatische Innervation der Zunge (12)</i> | 21 |
| Abbildung 17: <i>N. mandibularis, dritter Ast des N. trigeminus (12)</i> | 22 |
| Abbildung 18: <i>Fossa infratemporalis (12)</i> | 23 |
| Abbildung 19: <i>Horizontaler Schnitt durch die Fossa infratemporalis (12)</i> | 24 |
| Abbildung 20: <i>Auflistung der zahnmedizinischen Fachausdrücke (erstellt von Lukas Laimer)</i> | 26 |
| Abbildung 21: <i>Nummeriertes Oberkiefer und Unterkiefer (20)</i> | 27 |
| Abbildung 22: <i>Querschnitt durch den Zahn (12) / Querschnitt durch den Unterkiefer mit einem retinierten Weisheitszahn (40)</i> | 28 |
| Abbildung 23: <i>Intraorale Aufnahme des Ersten und Vierten Quadranten (Foto Lukas Laimer)</i> | 30 |
| Abbildung 24: <i>Schematische Darstellung der indirekten Leitungsanästhesie (12)</i> | 31 |
| Abbildung 25: <i>Unterschnitt der Mandibula im retromolaren Bereich erkennbar (zur Verfügung gestellt von Prof. Eskici)</i> | 34 |
| Abbildung 26: <i>Intraorales Bild und Zeichnung einer 48 Extraktion (zur Verfügung gestellt von Prof. Eskici)</i> | 35 |
| Abbildung 27: <i>OP-Bericht von der Klinischen Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie in Graz (zur Verfügung gestellt von der OralChirurgie Graz)</i> | 36 |
| Abbildung 28: <i>Kaudoventrale Schnittführung (12) (erstellt von Lukas Laimer)</i> | 43 |
| Abbildung 29: <i>Kraniale Eröffnung (anatomisches Präparat, Foto Lukas Laimer)</i> | 44 |
| Abbildung 30: <i>Kraniale Schnittführung (15) (erstellt von Lukas Laimer)</i> | 45 |
| Abbildung 31: <i>Kommunizierender Raum (anatomisches Präparat, Foto Lukas Laimer)</i> | 45 |
| Abbildung 32: <i>Abzweigung des Nervus alveolaris inferior und Nervus lingualis (anatomisches Präparat, Foto Lukas Laimer)</i> | 46 |
| Abbildung 33: <i>Kieferorthopädischer Draht (Foto Lukas Laimer)</i> | 46 |
| Abbildung 34: <i>CT- Aufnahme des ganzen Schädels (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 48 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 35: <i>CT- Aufnahme des UK mit dem Nervus lingualis (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 49 |
| Abbildung 36: <i>Overlay 95 und 115 mm Öffnung, dexter (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 51 |
| Abbildung 37: <i>Overlay 95 und 115 mm Öffnung, sinister (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 51 |
| Abbildung 38: <i>Overlay 95 und 130 mm Öffnung, dexter (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 52 |
| Abbildung 39: <i>Overlay 95 und 130 mm Öffnung, sinister (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 52 |
| Abbildung 40: <i>Overlay 115 und 130 mm Öffnung, dexter (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 53 |
| Abbildung 41: <i>Overlay 115 und 130 mm Öffnung, sinister (CT- Aufnahme, anatomisches Präparat)</i> | 53 |
| Abbildung 42: <i>Enorale Präparation des Nervus lingualis zur Lagekontrolle der eingezogenen flexiblen Markierungs-sonde (anatomisches Präparat, Foto Lukas Laimer)</i> | 54 |
| Abbildung 43: <i>Schematische Darstellung des Verlaufs des Nervus Lingualis bei progredienter Mundöffnung (Zeichnung Johann Laimer)</i> | 55 |

1 Einleitung

1.1 Vorwort

Bei operativen Eingriffen durch Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen sowie oralchirurgisch tätigen Zahnärzten können sensible anatomische Strukturen verletzt und nachhaltig beeinträchtigt oder irreversibel zerstört werden. Umfassende Kenntnisse des Operateurs zu Lage, Verlauf, Form und Funktion der regionalen Strukturen sind deshalb in allen Disziplinen der Zahnheilkunde essentielle Voraussetzung, um chirurgische Interventionen lege artis ausführen zu können.

Bei Durchführung entsprechender chirurgischer Eingriffe werden sensible Gewebsstrukturen entweder durch eine stabile, permanente räumliche Trennung (z.B. Raspatorium) oder durch gezielte Präparation und genaue Darstellung potentiell gefährdeter bzw. vulnerabler Strukturen geschützt. Dennoch erleidet etwa die Hälfte der oralchirurgisch operierten Patienten Komplikationen durch die Operation selbst oder/und falsch gesetzte Lokalanästhesien. Ein Drittel der Haftungsansprüche fallen dabei auf Nervschädigungen und Kieferfrakturen. (1)

Die häufigsten Komplikationen zeigt Abbildung 1.

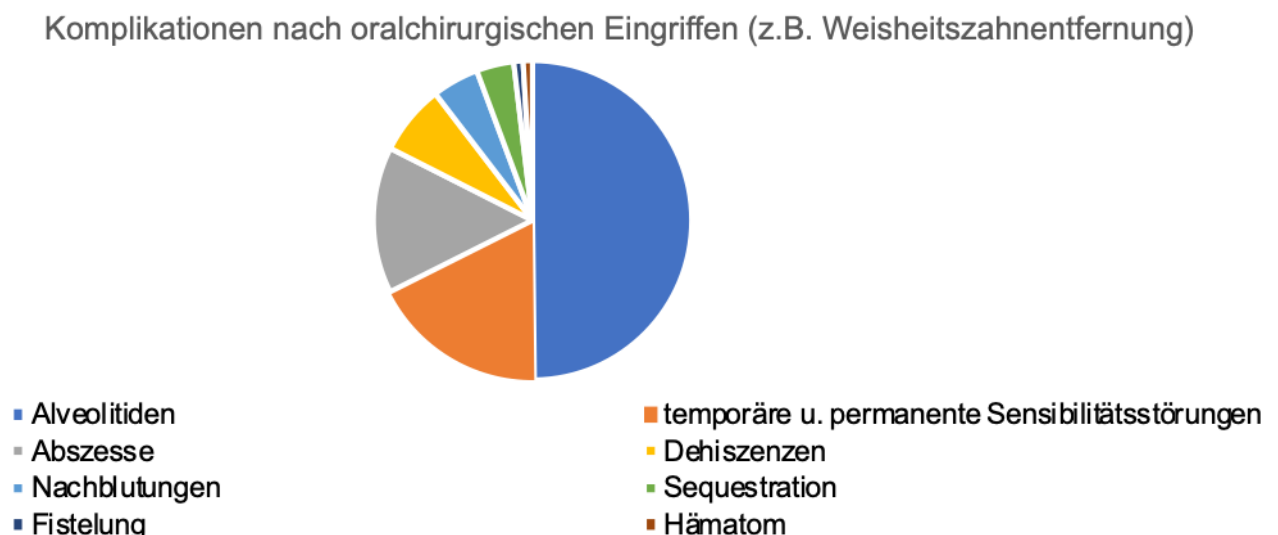


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Daten aus der Veröffentlichung „Die häufigsten Komplikationen nach der Entfernung von Weisheitszähnen“ (43)

Der häufigste operative zahnmedizinische Eingriff ist die Entfernung der unteren Weisheitszähne, welcher auch zu den invasivsten und komplikationsreichsten Interventionen in der Zahnmedizin zählt. (1) Hierbei gefährdete Strukturen umfassen vor allem die Gefäßnervenstränge von Nervus, Arteria und Vena alveolaris inferior bzw. Nervus und Arteria lingualis. Nervenverletzungen sind mit 59% die häufigsten postoperativen Komplikationen bei Weisheitszahnentfernungen und damit auch Hauptklagsgegenstand, wobei 54 % der juristischen Auseinandersetzungen Läsionen des N. lingualis betreffen

(Abb. 2). (1)

Klagen nach Weisheitszahnentfernungen

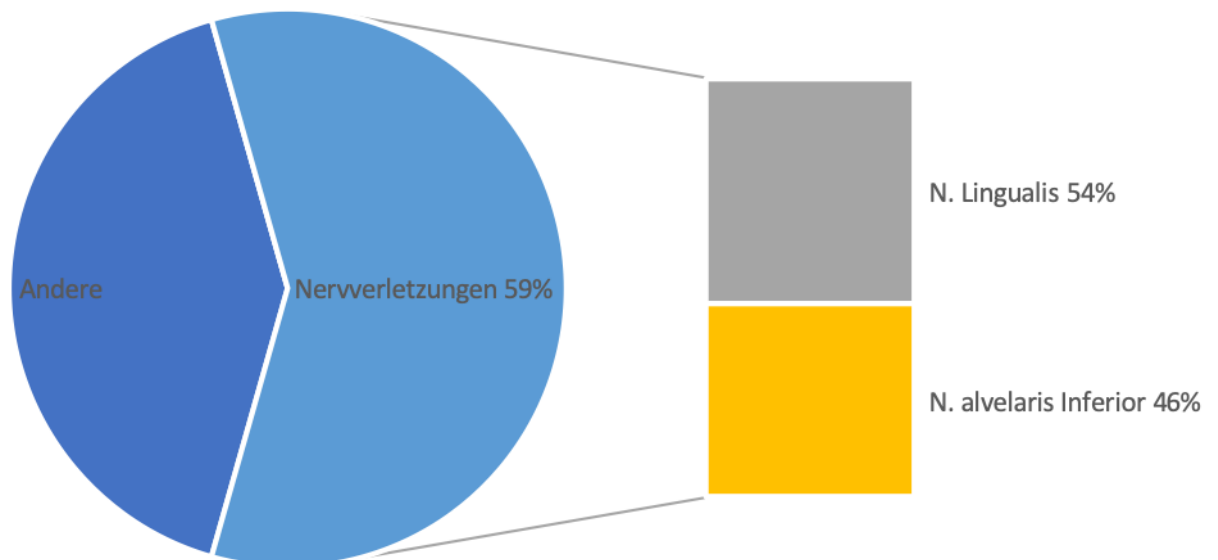


Abbildung 2: Graphische Darstellung der Daten aus der Veröffentlichung
„Die forensische Bewertung von Verletzungen der Nerven“(1)

Nervenschädigungen dieser Art sind allerdings in der Regel nicht permanent, sondern verursachen zumeist temporäre Parästhesien über durchschnittlich 8 bis 16 Wochen. (2) Treten Nervenschäden nach chirurgischen Eingriffen auf, sind diese bei Läsionen des Nervus lingualis in bis zu 2 % der Fälle bzw. bei Verletzungen des N. alveolaris inferior in bis zu 2,2% irreversibel. (3–5)

Eine dauerhafte Nervenschädigung bedingt in der Regel bleibende Beschwerden wie Schmerzen, Parästhesien, gustatorische Defizite oder Kauverletzungen, was somit einen unter Umständen relevanten Verlust an Lebensqualität darstellt. Gleichsam kann sich für den/die behandelnden/behandelnde Arzt/Ärztin im Falle einer Aufklärungspflichtverletzung ob hoher Schadensersatzforderungen eine existenzbedrohende Haftung ergeben. (1)

Umso entscheidender ist neben einer umfassenden Aufklärung der Patienten die Sicherstellung einer hohen ärztlichen Kompetenz bei solchen Eingriffen. Hierbei ist die Kenntnis und Darstellung von sensiblen anatomischen Strukturen sowie ihre räumliche Trennung mit definiertem Sicherheitsabstand vom Arbeitsfeld ohne direkte visuelle Kontrolle von besonderer Bedeutung.

Keine bislang veröffentlichte Studie gibt Aufschluss über den genauen Verlauf des Nervus lingualis in Abhängigkeit von der Mundöffnung des Patienten. Bis dato schwanken die publizierten Angaben hinsichtlich des Abstandes des Nervus lingualis zum Kieferkamm zwischen 12,6 mm bis 16,8 mm. (6,7) Sie beziehen sich zudem auf Untersuchungen an Leichen, die mit Formaldehyd - und nicht anatomisch korrekter nach Thiel - konserviert wurden. (8–10)

Somit sind die verfügbaren Daten zum exakten Verlauf des Nervus lingualis unbefriedigend. Die in dieser Arbeit beschriebene Vermessungsmethode soll den physiologisch-anatomischen Verlauf des Nervus lingualis genauer darstellen und das Komplikationsrisiko im klinischen Alltag des/der oralchirurgisch tätigen Zahnarztes/Zahnärztin reduzieren.

Zuvor erfolgt eine Einführung in die Anatomie des Kauapparates, im Besonderen der Fossa infratemporalis sowie des Pharynx und Mundbodens, und eine Darstellung der operativen Weisheitszahnentfernung anhand anatomischer Zeichnungen und intraoperativer Bilder. Detaillierte Kenntnisse hinsichtlich der Komplexität dieser Region sind Voraussetzung für die Beurteilung der Zweckmäßigkeit potentieller diagnostischer Verfahren zur Minimierung des Risikos eines iatrogenen Strukturschadens.

2 Anatomie

2.1 Knöcherne Strukturen (11–16)

2.1.1 Unterkiefer, Mandibula

Die Mandibula bildet die laterale Begrenzung der Fossa infratemporalis.

Die Mandibula ist eine aus zwei Hälften bestehende Knochenspanne die bis zum ersten Lebensjahr bindegewebig und danach knöchern verbunden sind. Sie steht mit dem Schädelbasisknochen über das Kiefergelenk (Articulatio temporomandibularis) in Verbindung. An der Mandibula unterscheidet man den Corpus mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 1) und die beidseits aufsteigenden Rami mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 2).

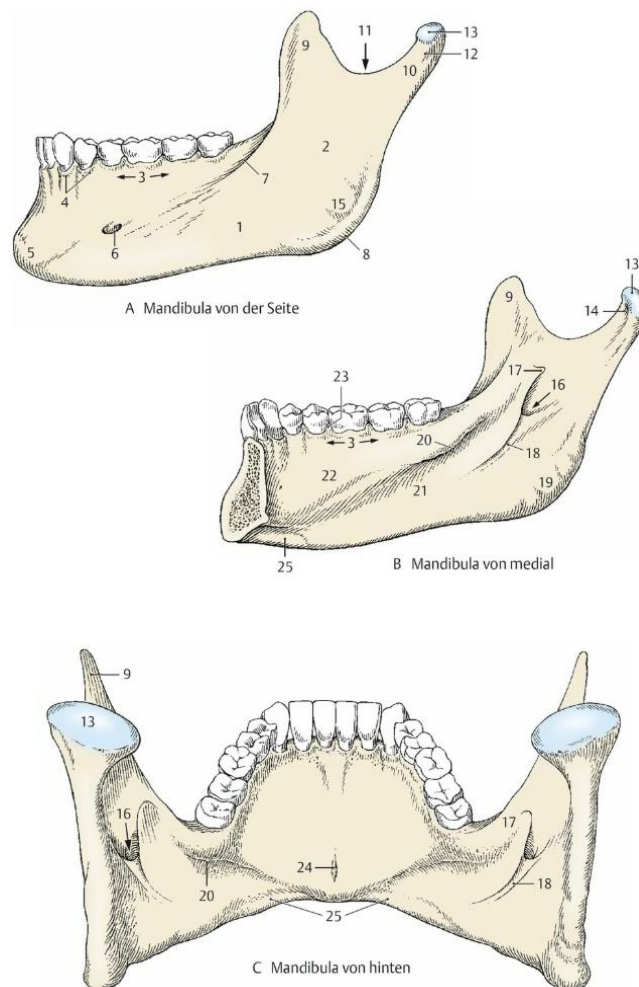


Abbildung 3: Mandibula A sagittale Sicht, B sagittaler Schnitt, C Frontaler Blick von dorsal (15)

2.1.1.1 Corpus mandibulae

Der Corpus besteht aus einer harten, äußeren Cortikalisschicht und einer belastungs- und spannungsorientierten Spongiosa im Inneren, welche beim Kauen oder Bruxieren einwirkende Kraftvektoren und Spannungslinien aufnimmt. Ventral am Corpus befindet sich die Protuberantia mentalis (Abbildung 3, Ziffer 5). An der lingualen Corpuseite zieht die Linea mylohyoidea (Abbildung 3, Ziffer 20) über den Angulus mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 8) zum Ramus mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 2). Bukkal am Corpus zieht die Linea obliqua nach dorsal (Abbildung 3, Ziffer 7). Die Zähne sind in der Pars alveolaris (Abbildung 3, Ziffer 3) lokalisiert. Zahnlosigkeit führt zu deren fortschreitender Inaktivitätsatrophie.

2.1.1.2 Ramus mandibulae

Der Ramus endet in zwei Fortsätzen, dem Processus condylaris (Abbildung 3, Ziffer 10) und dem Processus coronoideus (Abbildung 3, Ziffer 9).

Der Processus condylaris stellt die Verbindung des Unterkiefers mit dem Schädelbasisknochen über das Articulatio temporomandibularis her. Er besteht aus dem Caput mandibulae und dem Collum mandibulae.

An den Processus coronoideus setzt der Musculus temporalis an.

Auf der lingualen Fläche des Ramus mandibulae befindet sich das Foramen mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 16), durch das der Gefäßnervenstrang des Nervus alveolaris inferior in den Canalis mandibulae eintritt. Das Foramen mandibulae befindet sich etwa auf Höhe der nach dorsal projizierten Okklusionsebene. Beim zahnlosen Patienten ist deshalb die Injektionsstelle für eine Leitungsanästhesie entsprechend höher anzusetzen. Medial des Foramen findet sich die Lingula mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 17), die den Ansatz des Ligamentum sphenomandibulare darstellt.

2.1.2 Keilbein, Os sphenoidale

Das Keilbein bildet die mediale und kraniale Begrenzung der Fossa infratemporalis.

Das Keilbein besteht aus dem Corpus, den Alae minores, den Alae majores sowie den Processi pterygoidei (Abb. 4).

Der Processus pterygoidei steht steil nach kaudal und teilt sich in die Lamina medialis und Lamina lateralis. Zwischen diesen liegt die Fossa pterygoidea. (für Details siehe auch Kapitel zu M. pterygoideus medialis et lateralis)

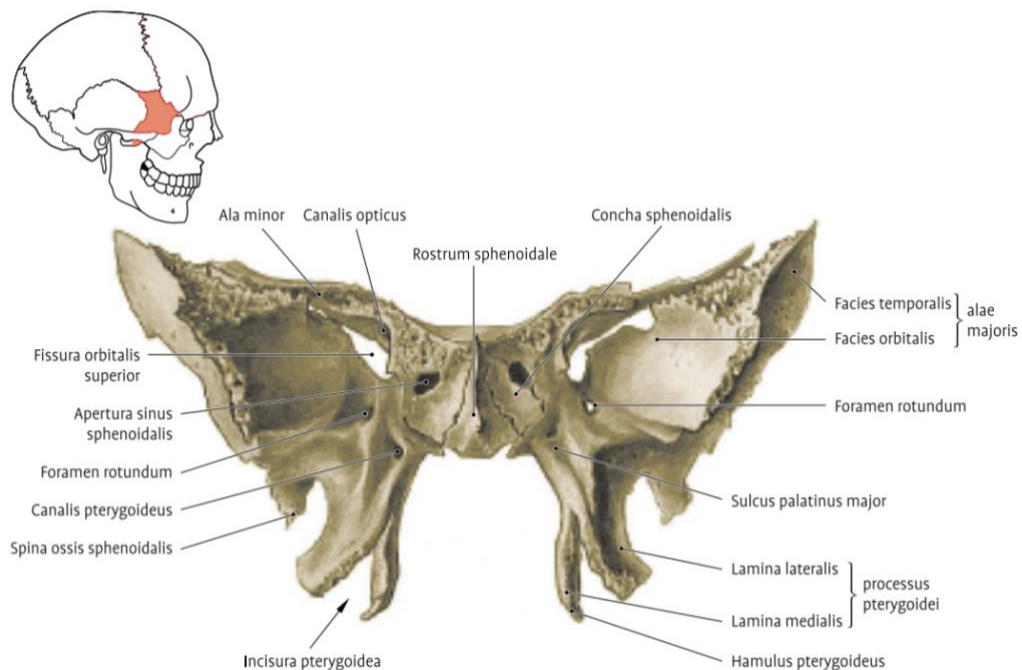


Abbildung 4: *Os sphenoidale, Frontaler Schnitt (12)*

2.1.3 Oberkiefer, Maxilla

Die Maxilla ist ein paarig angelegter Knochen und maßgeblich strukturgebend für Orbita, Nasenhöhle und Gaumen (Abb. 5).

Kaudal auf dem Corpus maxillae erhebt sich der Processus alveolaris mit den Oberkieferzähnen.

Die pneumatisierte Maxilla bildet den Sinus maxillaris. Für oralchirurgische Eingriffe wie dem Sinuslift ist dieser Raum von großer Bedeutung im Rahmen rekonstruktiver Eingriffe.

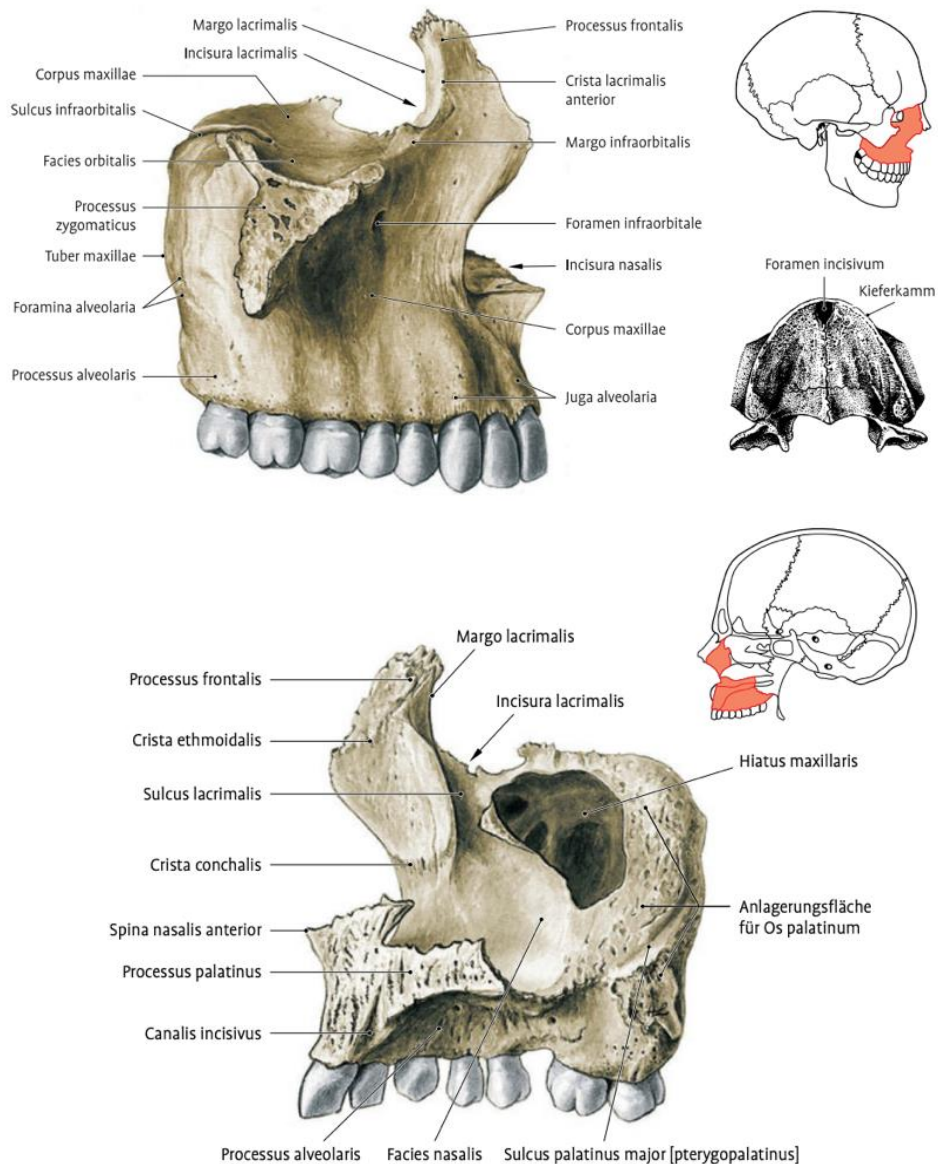


Abbildung 5: Maxilla; oben sagittale Sicht, unten sagittaler Schnitt (12)

2.1.4 Schläfenbein, Os temporale

Das Os temporale beinhaltet das Gehör- und Gleichgewichtsorgan und bildet die Gelenkspfanne des Articulatio temporomandibularis (Abb. 6).

Das Os temporale besteht aus drei Teilen:

- Pars squamosa, welche die Pfanne des Kiefergelenks und den Processus zygomaticus bildet
- Pars petrosa, die die Gehör- und Gleichgewichtsorgane beinhaltet, sowie
- Pars tympanica, welche den Großteil des äußeren Gehörgangs formt

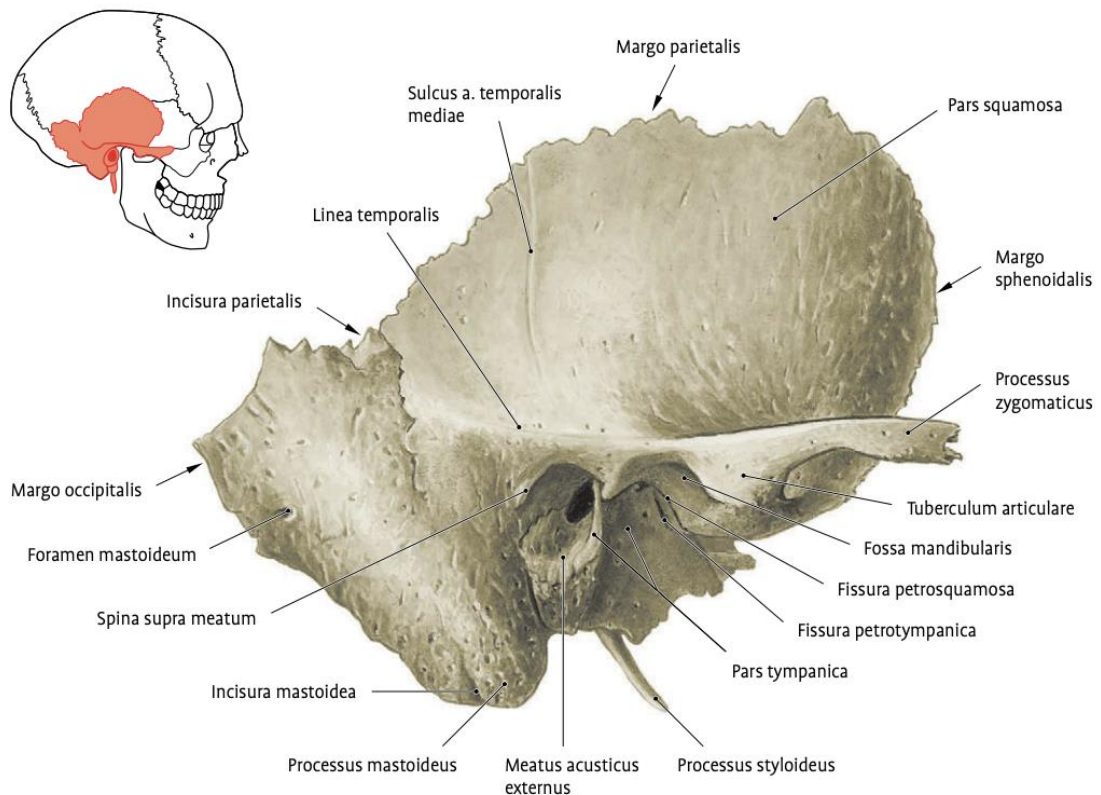


Abbildung 6: *Os temporale*; Ansicht von lateral (12)

Anatomie

2.2 Kiefermuskulatur (11–16)

2.2.1 Musculus temporalis

Der M. temporalis bildet die laterale Begrenzung der Fossa infratemporalis.

Der M. temporalis entspringt von der Fossa temporalis und zieht nach kaudal. Er setzt am Processus coronoideus (Abbildung 3, Ziffer 9) der Mandibula an und wird durch die Nn. temporales profundi innerviert und durch die Aa. temporales profundae anterior und posterior versorgt. Der M. temporalis zählt zu den großen Schließern des Kauapparates (Abb. 7).

2.2.2 Musculus masseter

Der M. masseter entspringt vom Arcus zygomaticus und zieht nach kaudal zum Angulus mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 8). Er setzt an der Tuberositas masseterica (Abbildung 3, Ziffer 15) an. Die ventralen zwei Drittel des M. masseter bilden den Pars superficialis, das dorsale Drittel den Pars profunda. Der Muskel wird durch den N. massetericus innerviert und durch die A. masseterica versorgt. Er zählt wie der M. temporalis zu den großen Schließern des Kauapparates (Abb. 7).

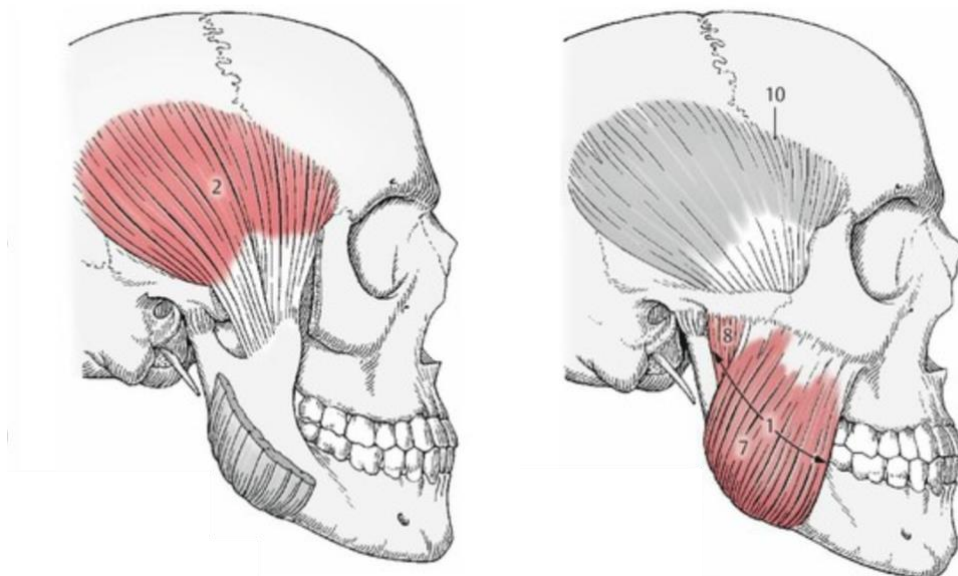


Abbildung 7: M. temporalis, links / M. masseter, rechts; Ansicht von lateral (15)

2.2.3 Musculi pterygoidei lateralis et medialis

Der **M. pterygoideus lateralis** wird in ein Caput superius und ein Caput inferius unterteilt (Abb. 8). Das Caput superius entspringt von der Crista infratemporalis der Ala major ossis sphenoidalis und zieht nach kaudodorsal. Es setzt in der Kapsel und dem Discus articularis des Kiefergelenkes an. Das Caput inferius entspringt von der Lamina lateralis des Processus pterygoideus und zieht nach dorsal, wo es in der Fovea pterygoidea mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 14) und am Collum mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 10) ansetzt. Der M. pterygoideus lateralis wird vom N. pterygoideus lateralis innerviert und durch die Rr. pterygoidei versorgt. Der Muskel zählt zu den Öffnern und Protraktoren des Kauapparates und spielt eine zentrale Rolle bei der Führung des Kiefergelenks.

Der **M. pterygoideus medialis** entspringt von der Fossa pterygoidea und zieht nach kaudal (Abb. 8). Er setzt an der Tuberositas pterygoidea mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 19) an. Dort bildet er mit dem M. masseter eine Muskelschlinge um den Angulus mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 8). Der M. pterygoideus medialis wird durch den N. pterygoideus medialis innerviert und durch die Rr. Pterygoidei versorgt. Der Muskel ist Teil der Gruppe der Schließer des Kauapparates.

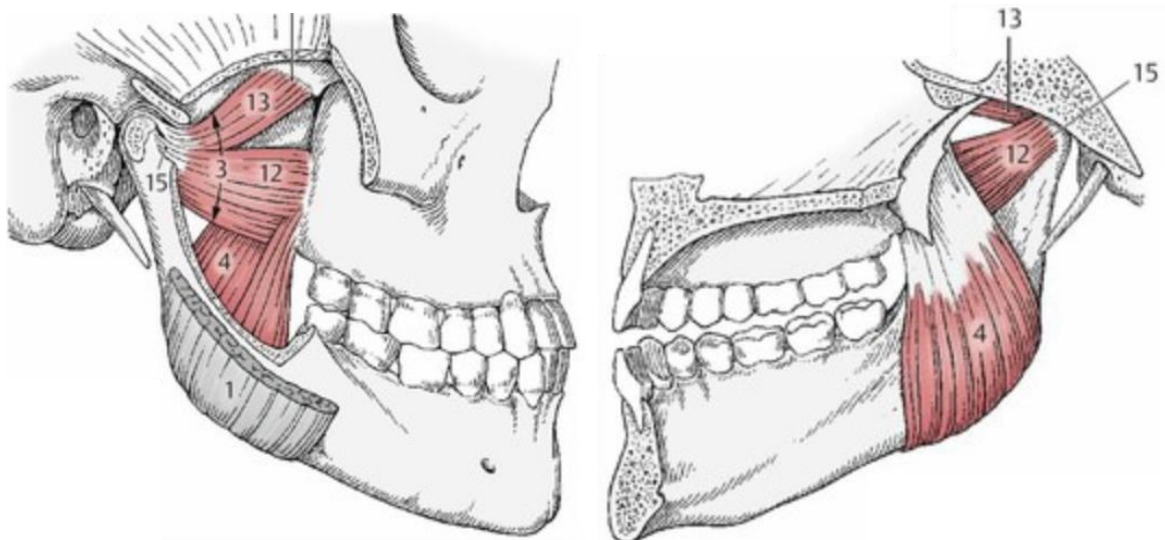


Abbildung 8: *M. pterygoideus lateralis*, Ziffer 3; *Caput superius*, Ziffer 13, *Caput inferius*, Ziffer 12 (links); *M. pterygoideus medialis*, Ziffer 4 (rechts) (15)

2.2.4 Pharynxmuskulatur

Die Pharynxmuskulatur besteht aus drei Muskeln mit ringförmigem Muskelfaserverlauf und zwei Muskeln mit längsorientierten Muskelfasern (Abb. 9). Die ringförmig angelegten Muskeln sind die Mm. constrictor pharyngis superior, -medius und -inferior. Deren Funktion ist das Abschnüren des Schlundes (beispielsweise während des Schluckaktes). Der M. constrictor pharyngis superior setzt an der Raphe pterygomandibularis an, welche enoral die Plica pterygomandibularis bildet. Die Plica pterygomandibularis dient als Orientierung während des Setzens einer Leitungsanästhesie (siehe Kapitel Lokalanästhesie). Die beiden Schlundheber, M. stylopharyngeus und M. palatopharyngeus, heben den Kehlkopf und Schlund. Beide Muskelgruppen des Pharynx sind an der Peristaltik des Speisebolus und der Lautbildung beteiligt.

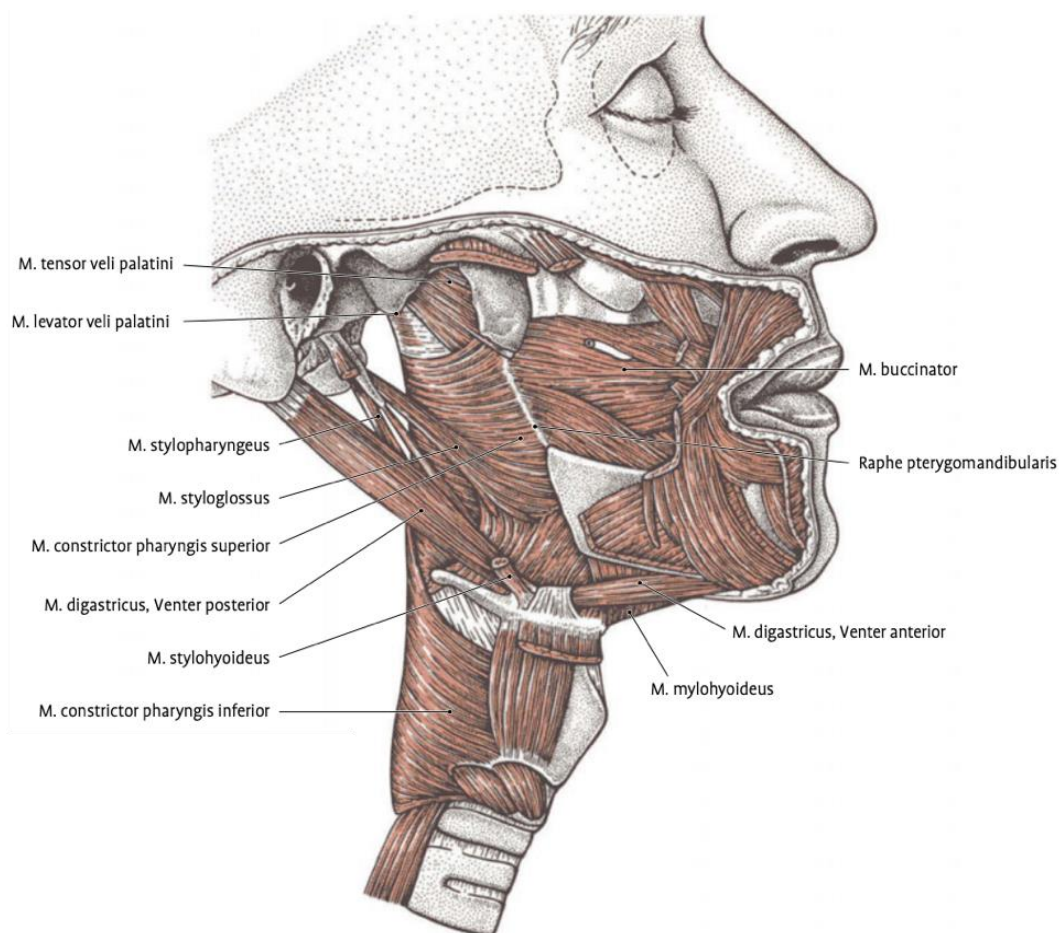


Abbildung 9: Pharynxmuskulatur, Ansicht von lateral (12)

2.2.5 Mundbodenmuskulatur

Der Mundboden wird durch eine Muskelplatte gebildet, die sich zwischen dem Hyoid und dem lingualen Corpus der Mandibula ausspannt. Die Muskelplatte ist aktiv an Mundöffnung und Schluckakt beteiligt.

Muskeln, die den Mundboden bilden, umfassen:

- M. mylohyoideus
- M. geniohyoideus
- M. stylohyoideus
- M. digastricus

Alle diese zählen zur suprahyalen Muskulatur (Abb. 10).

Der N. lingualis verläuft kranial auf dem M. mylohyoideus und zieht bogenförmig zum lateralen Rand der Zunge.

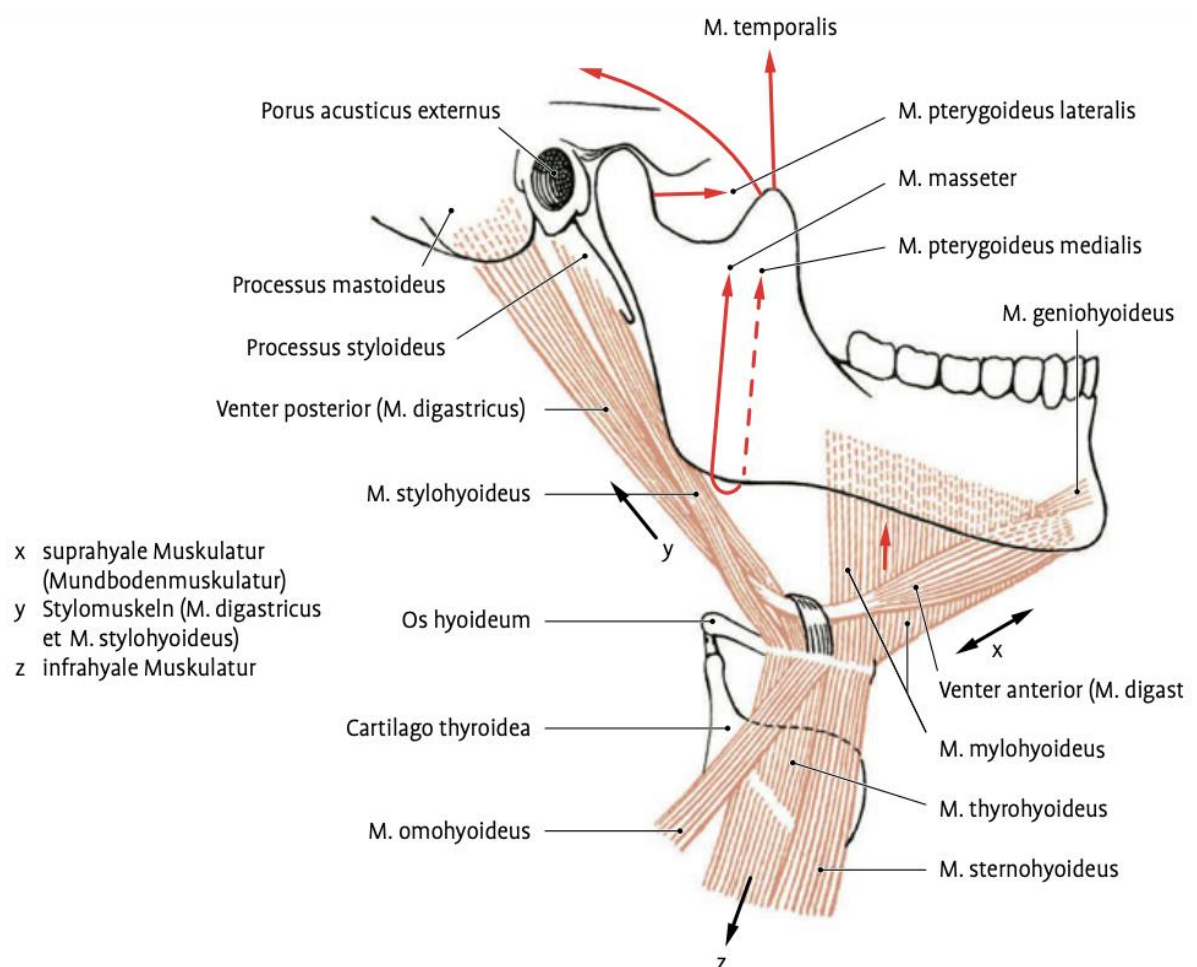


Abbildung 10: *Suprahyale Muskulatur, Ansicht von lateral* (12)

Anatomie

2.3 Blutversorgung (11–16)

2.3.1 Arteria carotis externa

Die Arteria carotis communis bildet den gemeinsamen Stamm der A. carotis interna und A. carotis externa. Die Aufteilung der Arteria carotis communis in die beiden Äste findet auf Höhe des vierten Halswirbels statt.

Die A. carotis interna verläuft nach der Bifurkation astlos bis zum Neurocranium, welches sie durch den Canalis caroticus betritt.

Die A. carotis externa versorgt den Schädel mit Ausnahme des Gehirns und der Orbita. Sie liegt ventromedial der A. carotis interna und zieht oberflächlich durch das Trigonum caroticum. Nach kranial durchbricht sie einige Muskeln, zieht dorsal am Ramus mandibulae vorbei und durchzieht die Ohrspeicheldrüse und läuft hinter dem Collum mandibulae weiter. Dort teilt sie sich in die A. temporalis superficialis und die A. maxillaris.

Über den gesamten Verlauf der A. carotis externa zweigen ventrale, mediale und dorsale Äste ab (Abb. 11).

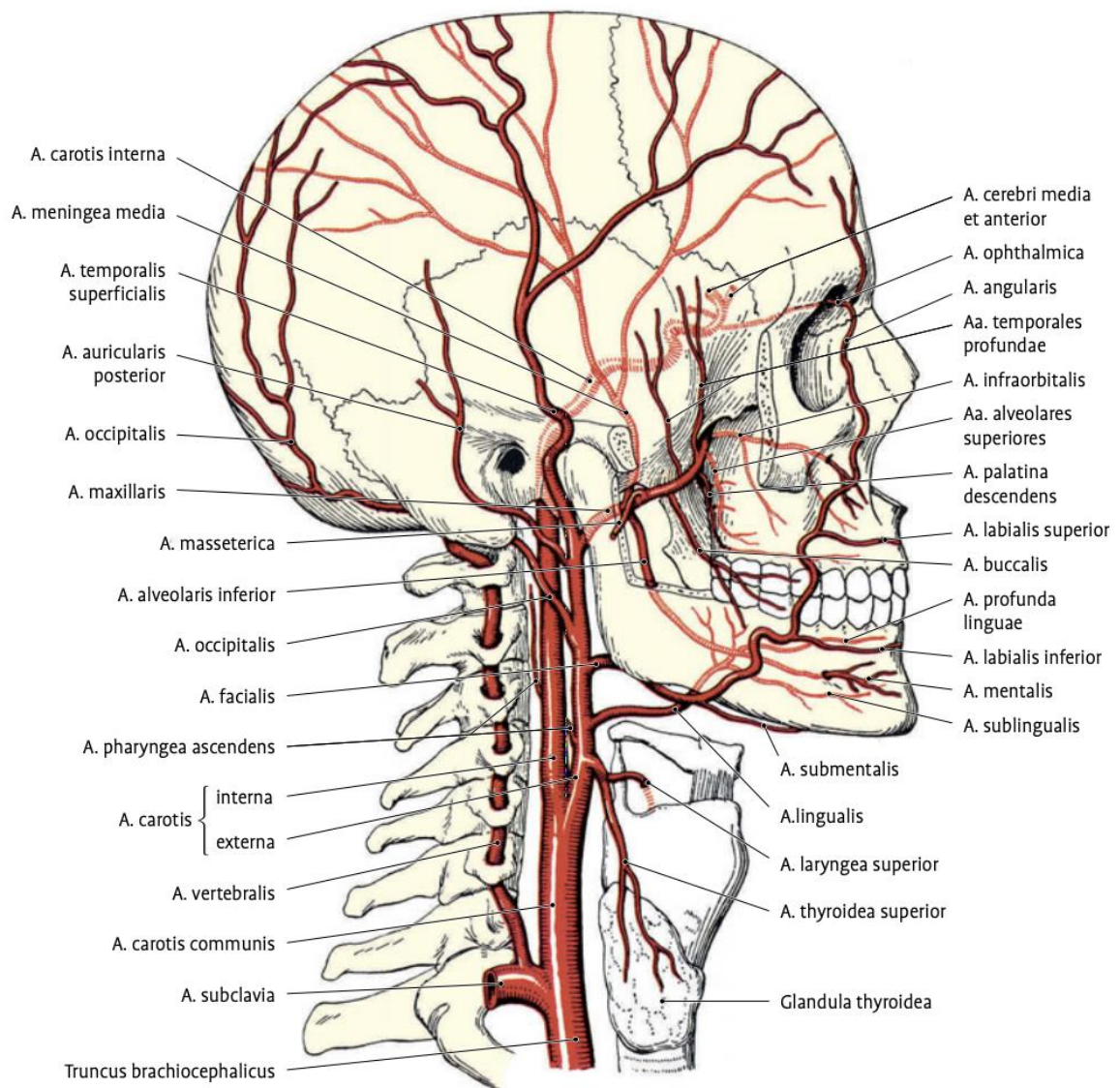


Abbildung 11: Arteria carotis communis und Ihre Aufteilungen (12)

Der hierbei erste, direkt über der Bifurkation nach **ventral** abgehende Ast ist die A. thyroidea superior. Sie versorgt den Kehlkopf und die Glandula thyroidea.

Die A. lingualis stellt den zweiten ventralen Ast dar. Sie versorgt mit ihren Ramifikationen den Mundboden, die Zunge, die Glandula sublingualis und das Zahnfleisch.

Dritter ventraler Ast ist die A. facialis. Diese zieht zum Trigonum submandibulare und von dort der Glandula submandibularis nahe anliegend zum Unterrand der Mandibula. Letzteren umschlingt sie und zieht sodann über den Gesichtsschädel bis in den medialen Augenwinkel.

Der einzige **medial** abgehende Ast der A. carotis externa ist die A. pharyngea ascendens. Sie entspringt direkt oberhalb der Bifurkation und läuft von dort an der seitlichen Rachenwand bis zur Schädelbasis.

Der erste der drei aus der A. carotis externa entspringenden **dorsalen** Äste ist die A. sternocleidomastoidea, welche den gleichnamigen Muskel versorgt.

Die A. occipitalis als zweiter dorsaler Ast versorgt die Hinterhauptsregion.

Der dritte dorsale Ast, die A. auricularis posterior, versorgt die Hinterseite der Ohrmuschel, die Paukenhöhle und die Steigbügelmuskulatur.

Aus der letzten Teilung der A. carotis externa gehen die A. temporalis superficialis und die A. maxillaris hervor.

Die A. temporalis superficialis verläuft vor dem Ohr zur Regio temporalis. Dort gibt sie den Ramus frontalis und den Ramus parietalis ab. Sie versorgt den M. temporalis, die Vorderseite der Ohrmuschel und den äußeren Gehörgang sowie die Glandula parotidea.

Als Endast der A. carotis externa versorgt die A. maxillaris das Oberkiefer und Unterkiefer. Die Arterie teilt sich entsprechend ihrer drei Versorgungsgebiete in

- Pars pterygopalatina,
- Pars pterygoidea und
- Pars mandibularis

auf.

Pars pterygopalatina

- Die A. alveolaris superior posterior verläuft am Tuber maxillae zu den Molaren des Oberkiefers.
- Die A. infraorbitalis versorgt die Frontzähne im Oberkiefer und die Gesichtshaut über dem Canalis infraorbitalis.
- Die A. canalis pterygoidei zieht durch den gleichnamigen Kanal nach kaudal um die Tuba Eustachii und mit der A. palatina major und A. palatina minor den Gaumen zu versorgen.
- Die A. sphenopalatina zieht durch das gleichnamige Foramen zum oberen und hinteren Teil der Nasenhöhle.

Pars pteryoidea

- Die A. temporalis profunda anterior sowie die A. temporalis profunda posterior versorgen den M. temporalis.
- Die A. masseterica versorgt über die Incisura mandibulae (Abbildung 3, Ziffer 11) laufend den M. masseter.
- Die Rr. pterygoidei versorgen die Mm. pterygoidei und
- die A. buccalis den M. buccinator.

Pars mandibularis

- Die A. auricularis profunda versorgt das Kiefergelenk, Trommelfell und den äußeren Gehörgang.
- Die A. tympanica anterior versorgt die Schleimhaut der Paukenhöhle.
- Die A. meningea media ist die größte Hirnhautarterie und versorgt Anteile der Meningen durch das Foramen spinosum.
- Die A. alveolaris inferior tritt gemeinsam mit dem N. alveolaris inferior in den Canalis mandibulae durch das Foramen mandibulae ein. Im Kanal gibt sie Äste zur Versorgung der Zähne, der Schleimhaut und des Knochens ab. Von dort aus zieht sie als A. mentalis gemeinsam mit dem N. mentalis durch das Foramen mentale, um das Kinn und die Unterlippe zu versorgen.

Anatomie

2.4 Nervale Versorgung (11–16)

2.4.1 Anatomie peripherer Nerven (17)

Ein peripherer Nerv besteht aus markhaltigen und marklosen Nervenfasern, die ihrerseits wiederum mehrere Nervenfaserbündel bilden. Ein Nervenfaserbündel ist mit lockerem Bindegewebe gefüllt, dem so bezeichneten Endoneurium. Die einzelnen Nervenfaserbündel sind durch epithelartig differenzierte Bindegewebszellen umhüllt, die so das Perineurium bilden. Bei größeren peripheren Nerven bildet das Epineurium die äußerste bindegewebliche Schutzhülle, die Epineuralscheide (Abb. 12).

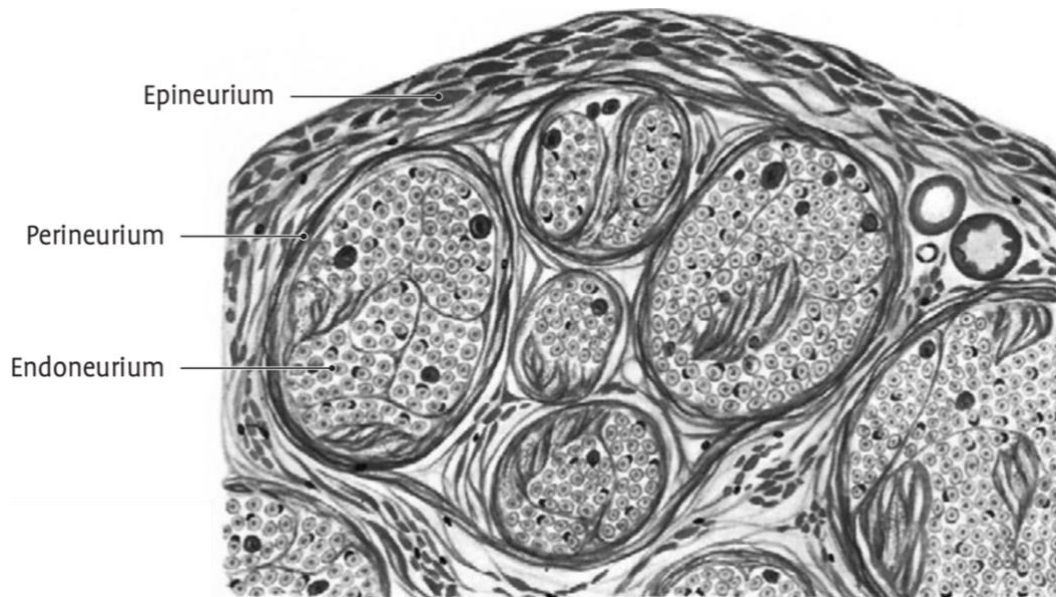


Abbildung 12: *Histologischer Teilquerschnitt eines peripheren Nerven, Vergrößerung 100x (12)*

2.4.2 V Hirnnerv, Nervus trigeminus

Als fünfter Hirnnerv führt der N. trigeminus sowohl sensible (Radix sensoria Portio major) als auch motorische Fasern (Radix motoria Portio minor). Parasympathische Fasern erhält der Nerv durch Anlagerung von Nervenfasern anderer Hirnnerven. Er tritt am Seitenrand der Pons aus und durchtritt die Hirnhäute in der Regio Os temporale, Pars petrosa. Dort bildet er sein sensibles Ganglion und teilt sich in drei Endäste, den N. ophthalmicus, den N. maxillaris und den N. mandibularis auf.

2.4.2.1 Nervus ophthalmicus, V₁

Er verläuft - bereits in seine drei Endäste geteilt - durch die Fissura orbitalis superior in die Augenhöhle und versorgt sensibel die Augenhöhle, das obere Augenlid, die Stirn und den vorderen Teil der Nasenhöhle.

- Der N. lacrimalis versorgt die Haut und Bindehaut des lateralen Augenwinkels und das obere Augenlid sensibel. Er erhält vom N. intermedius parasymphatische Fasern, um die Tränendrüse sekretorisch zu innervieren.
- Der N. frontalis versorgt mit seinen beiden Ästen, den Nn. supraorbitalis und supratrochlearis, Haut und Bindehaut des oberen Augenlides, die Stirnhaut und die Haut der Nasenwurzel.
- Der auch Nasenaugennerv genannte N. nasociliaris versorgt mit seinen Ramifikationen den Augapfel und die Schleimhäute der Nasennebenhöhlen sensibel.

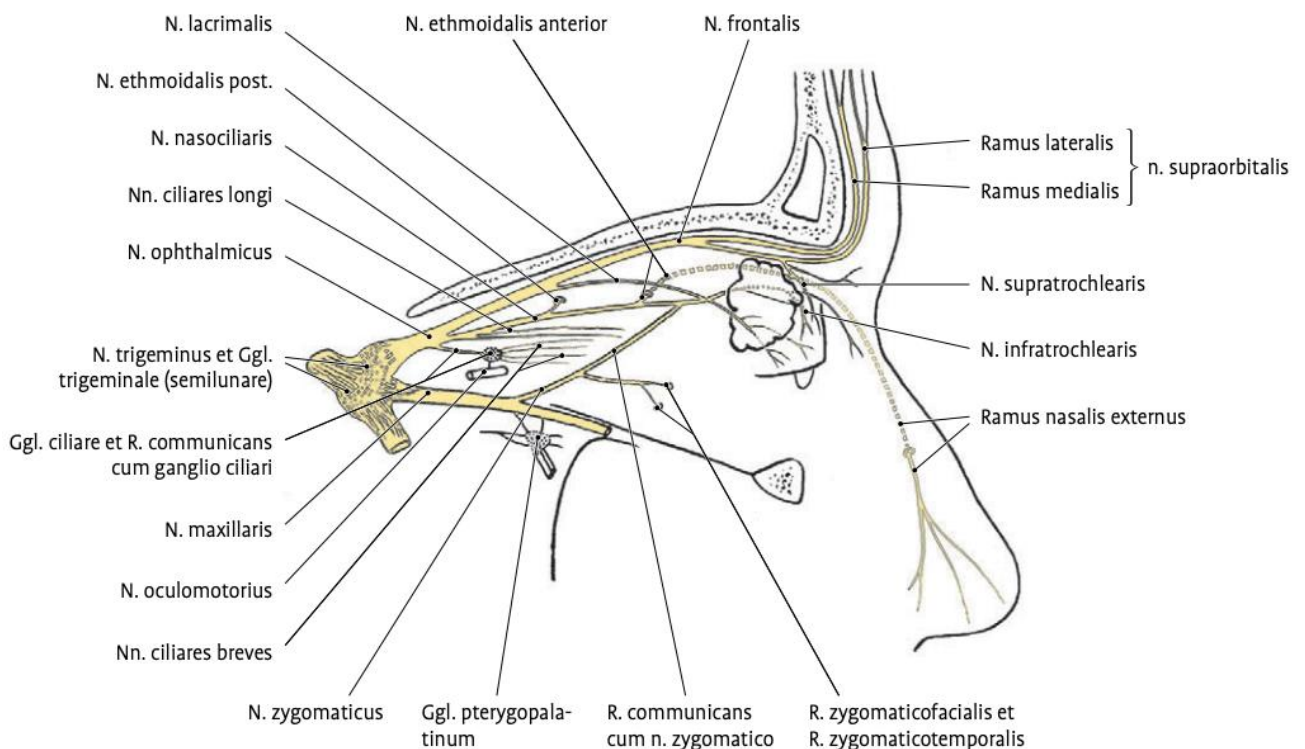


Abbildung 13: *N. ophthalmicus*, erster Ast des *N. trigeminus* (12)

2.4.2.2 Nervus maxillaris, V₂

Dieser ausschließlich sensible Nerv versorgt das Oberkieferweichgewebe. Bevor er die Schädelhöhle durch das Foramen rotundum verlässt gibt er den R. meningeus ab welcher die Hirnhäute versorgt. Seine Ramifikationen umfassen folgende Nerven:

- Der N. zygomaticus gelangt durch die Fissura orbitalis inferior in die Augenhöhle wo er sich in zwei Endäste aufteilt. Der Ramus zygomaticotemporalis gibt parasympathische Fasern zum N. lacrimalis ab und versorgt die Haut der Schläfe, der Ramus zygomaticofacialis versorgt sensibel die Wange und den lateralen Augenwinkel.
- Die Rami ganglionares ad ganglion pterygopalatinum versorgen Augenhöhle, Keilbeinhöhle und Siebbeinzellen.
- Der N. nasopalatinus, der N. palatinus major und die Nn. palatini minores versorgen den harten und weichen Gaumen.
- Die Nn. alveolares superiores posteriores, der N. alveolaris superior medius und die Rr. alveolares superiores anteriores, die alle dem N. infraorbitalis entstammen, sorgen über den Plexus dentalis im gesamten Oberkiefer für die sensible Innervation der Zähne. Durch die bukkale Infiltrationsabgabe bei Lokalanästhesien im Oberkiefer werden diese Nervenendigungen anästhesiert. Bei großen chirurgischen Eingriffen wird zudem der N. palatinus major und der N. nasopalatinus anästhesiert.

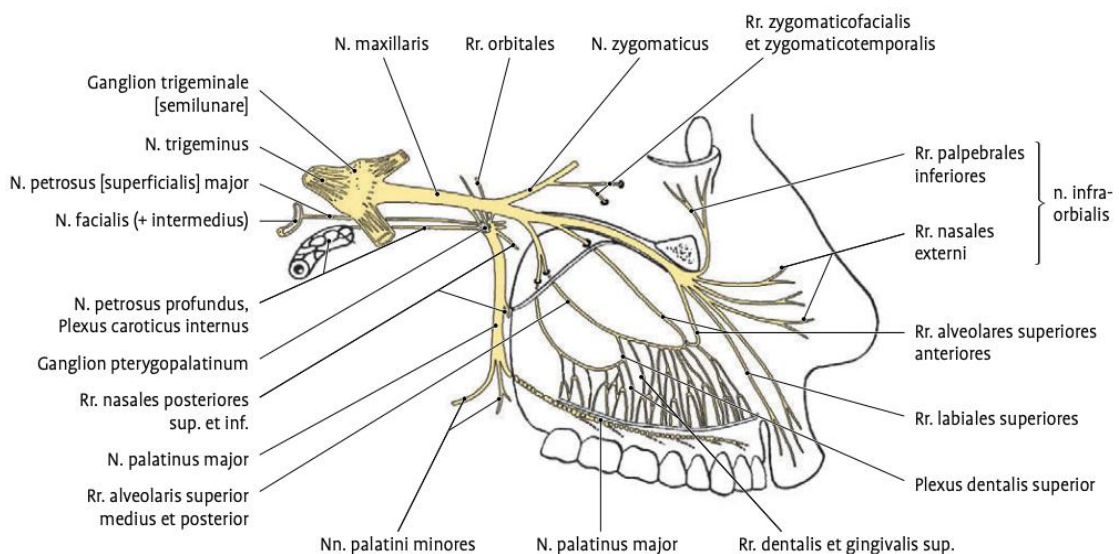


Abbildung 14: N. maxillaris, zweiter Ast des N. trigeminus (12)

2.4.2.3 Nervus mandibularis, V₃

Der N. mandibularis versorgt die Unterkieferregion sensibel und motorisch. Er durchbricht die Schädelbasis durch das Foramen ovale. Im weiteren Verlauf gibt er den Ramus meningeus ab, der rückläufig zu den Hirnhäuten zieht und durch das Foramen spinosum wieder eintritt. Der N. mandibularis besteht aus einem vorderen, durchmesserschwächeren Ast, welcher überwiegend die motorische Innervation der Kau- und Mundbodenmuskulatur übernimmt. Der hintere, durchmesserstärkere Ast ist für die sensible Innervation der Schleimhaut der Mundhöhle und der Unterkieferzähne zuständig.

Aus dem ventralen Ast hervorgehende Nerven

- Der N. massetericus zieht durch die Incisura mandibulae zum M. masseter (dem stärksten Kaumuskel) und weiter zum Kiefergelenk.
- Die Nn. pterygoideus lateralis et medialis ziehen zu den gleichnamigen Muskeln. Der N. pterygoideus medialis zieht zum M. tensor veli palatini und dem M. tensor tympani weiter, um diese zu innervieren.
- Der N. buccalis zieht durch die beiden Anteile des M. pterygoideus lateralis zur Außenseite des M. buccinator, um diesen motorisch zu versorgen. Zudem versorgt er die Wangenhaut und die Schleimhaut im Bereich der Molaren im Unterkiefer.

Aus dem dorsalen Ast hervorgehende Nerven

- Der N. auriculotemporalis zieht zum Collum mandibulae und wendet sich vor dem Ohr in Begleitung der A. und des N. temporalis superficialis nach kranial, um die Haut der Schläfenregion, den äußeren Gehörgang, das Trommelfell und die Glandula parotidea zu versorgen.

Der N. lingualis zieht zwischen den M. pterygoideus lateralis und medialis in die Tiefe zur Innenseite des Ramus mandibulae. In Höhe des Ramus mandibulae geht der Nerv eine Verbindung mit der Chorda tympani ein. Von dort zieht er vor dem N. alveolaris inferior nach kaudal und wendet bogenförmig oberhalb der Glandula submandibularis und des M. mylohyoideus zum lateralen Zungenrand (Abb. 15). Der N. lingualis gibt Äste zur Schlundenge, den Gaumenmandeln (Rami isthmi faucium), zur Glandula submandibularis et sublingualis und Rami communicantes cum n. hypoglossus für die Zungenmuskulatur ab.

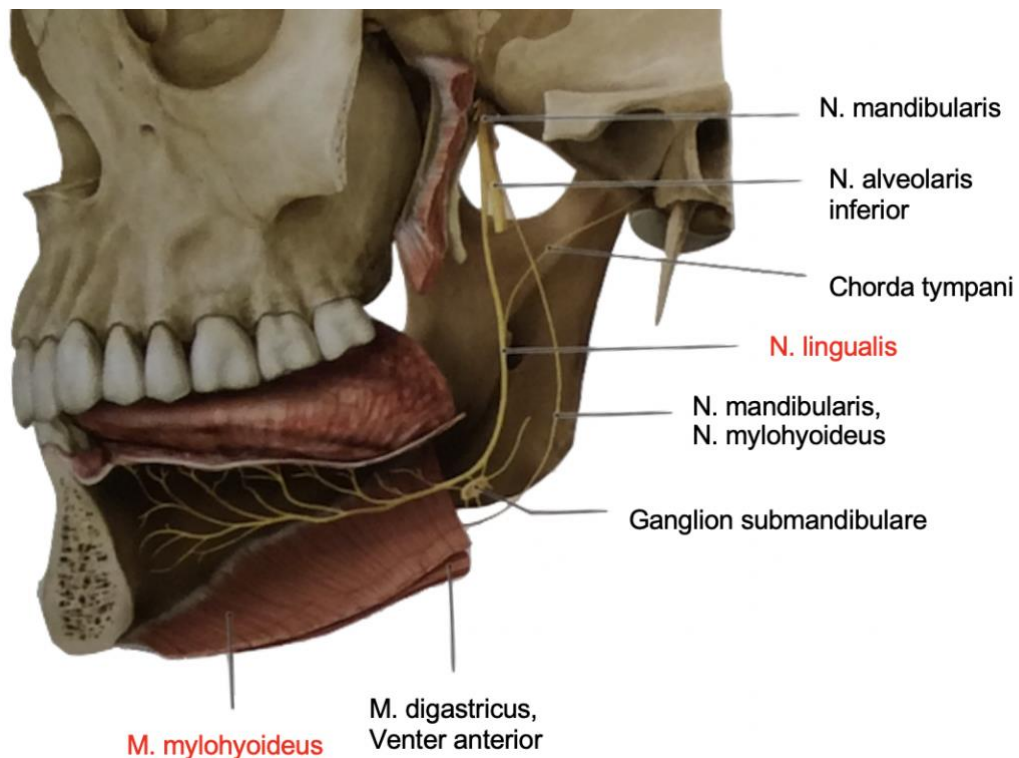


Abbildung 15: *N. lingualis* und *M. mylohyoideus*, Ansicht von lateral (16)

Der N. lingualis versorgt die vorderen zwei Drittel der Zunge sensibel und ist für das Geschmackempfinden besonders wichtig (Abb. 16). Ein Ausfall dieses Nerven führt auf der ipsilateralen Seite zum vollständigen Geschmacksverlust.

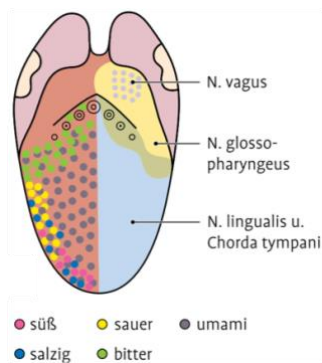


Abbildung 16: *Motorische, sensible und parasymphatische Innervation der Zunge* (12)

Der N. alveolaris inferior innerviert sensibel und motorisch. Er zieht hinter dem N. lingualis auf der Innenseite des Ramus mandibulae nach kaudal. Vor dem Foramen mandibulae gibt der N. alveolaris inferior den N. mylohyoideus ab, der seinerseits den M. mylohyoideus und den Venter anterior m. digastrici motorisch versorgt.

Nach dem Durchtritt durch das Foramen mandibulae gelangt der Nerv in den Canalis mandibulae, in welchem der N. alveolaris inferior im Unterkiefer nach anterior zieht, um bukkal zwischen den Prämolaren durch das Foramen mentale wieder auszutreten. Im Canalis mandibulae verlaufend gibt er den Plexus dentalis inferior ab, der Zähne und Schleimhaut im Unterkiefer versorgt. Nach dem Austritt durch das Foramen mentale wird der N. alveolaris inferior zum N. mentalis und versorgt die Haut und Schleimhaut der Kinnregion.

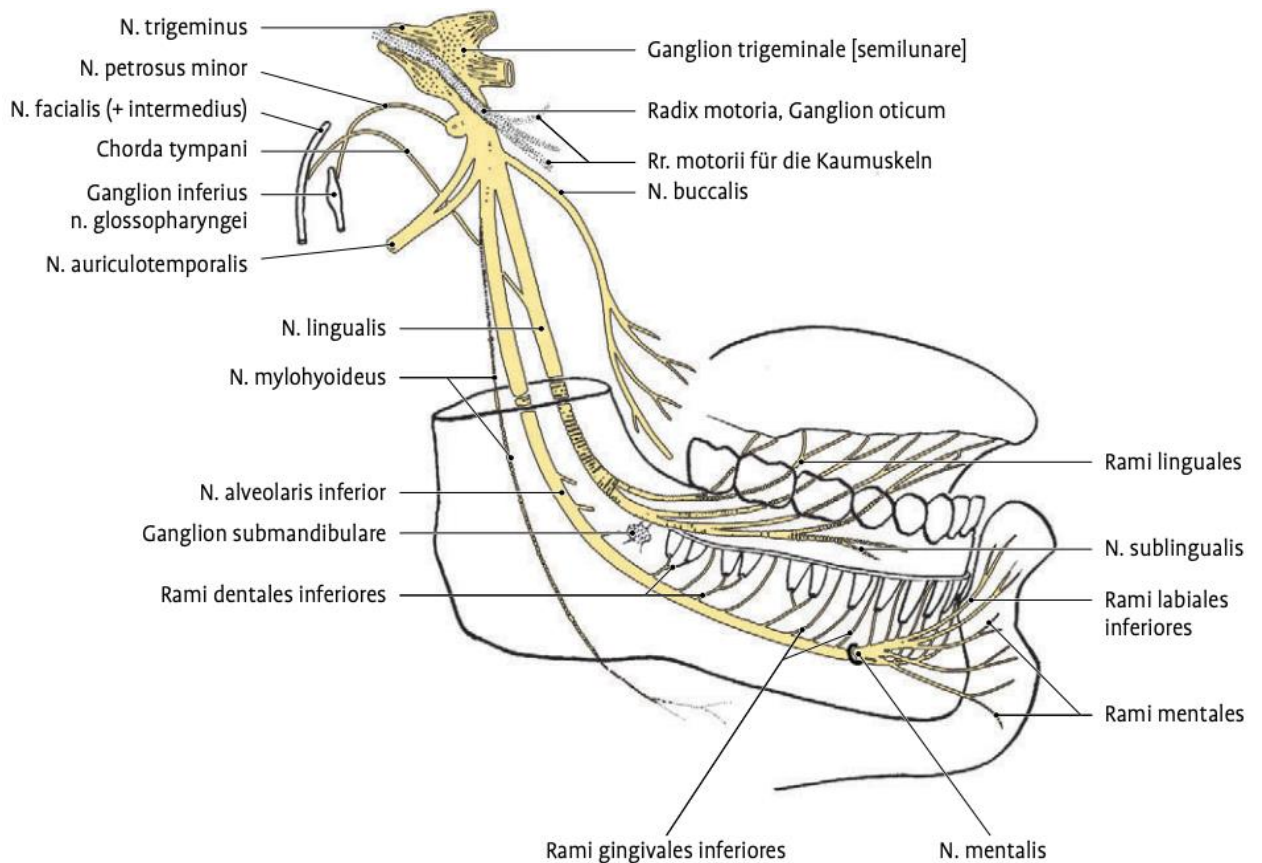


Abbildung 17: N. mandibularis, dritter Ast des N. trigeminus (12)

3 Fossa infratemporalis (11–16)

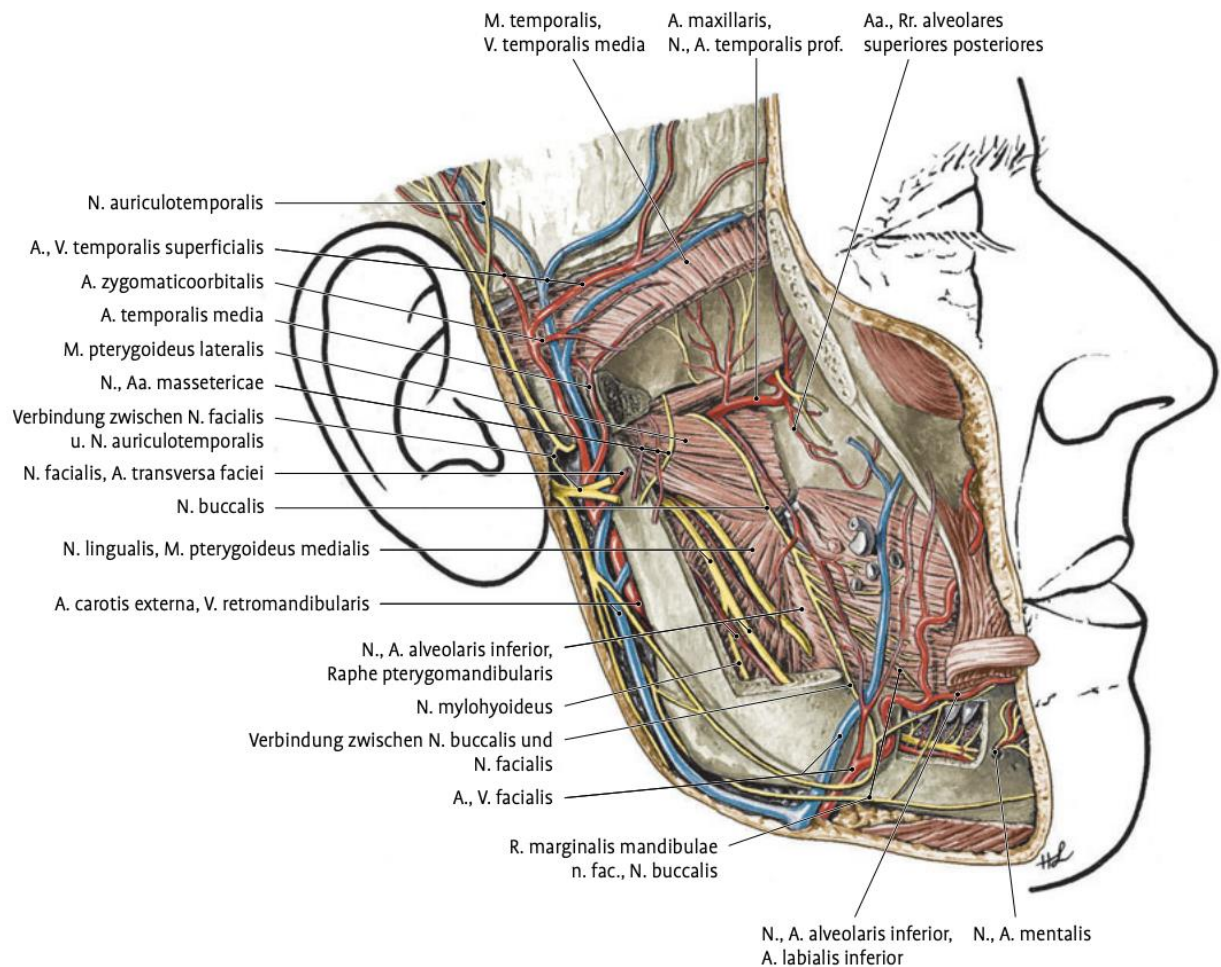


Abbildung 18: *Fossa infratemporalis, Ansicht von lateral* (12)

Die Fossa infratemporalis wird nach anterior durch den Tuber maxillae, medial vom Processus pterygoideus Lamina lateralis und lateral vom Ramus mandibulae begrenzt (Abb. 18). In der Fossa infratemporalis findet man die Mm. pterygoidei, einen Ausläufer des Wangenfettpfropf (Bichat), die A. maxillaris und den N. mandibularis mit seinen Ästen. Das Wissen um die anatomischen Strukturen und deren Verläufe in dieser Region ist für Oral- und Kieferchirurgen essentiell.

So wird beim Setzen einer Leitungsanästhesie im Unterkiefer das Anästhetikum als Bolus in das Areal der Fossa infratemporalis appliziert. Hierbei ist zu beachten, dass es aufgrund des in den Abbildungen 18 und 19 skizzierten komplexen anatomischen Aufbaues bereits im Rahmen der Injektion zu Komplikationen kommen kann, wie beispielsweise durch Applikation des Anästhetikums in eine der großen Halsgefäße. Weiterhin besteht ein erhöhtes Risiko für eine Schädigung des in der Fossa retromandibularis nur einige Zentimeter hinter dem N. alveolaris inferior liegenden Nervus facialis durch Stichverletzungen mit der Injektionsnadel (Abb. 19,24).

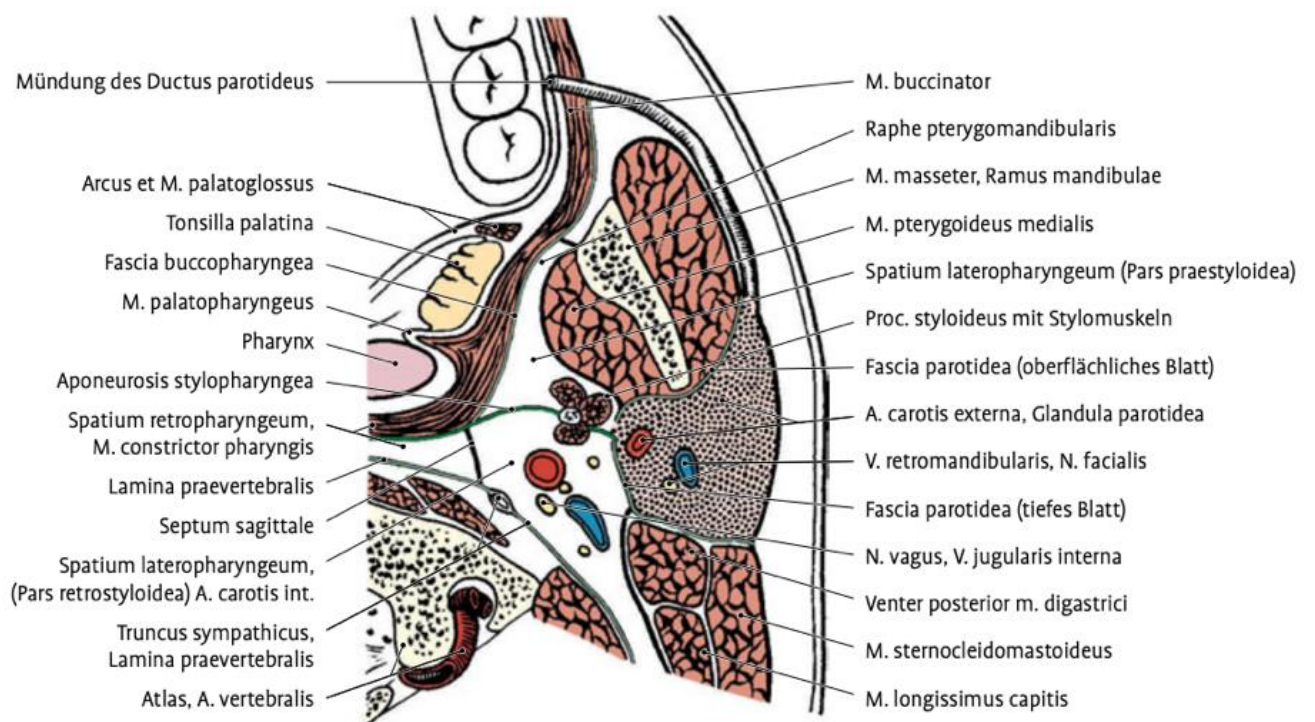


Abbildung 19: *Horizontaler Schnitt durch die Fossa infratemporalis* (12)

4 Die Mundhöhle

Die Mundhöhle wird in zwei Räume unterteilt,

- das Vestibulum oris, dem Vorhof der Mundhöhle, und der
- Cavitas oris propria, der eigentlichen Mundhöhle.

Die Trennung dieser beiden Räume erfolgt durch die Zahnreihe und durch den Arcus palatoglossus. Sie sind das Interventionsgebiet aller zahnmedizinischen Behandlungen.

4.1 *Vestibulum oris* (11–16,18)

Das Vestibulum oris ist der Raum zwischen den Zahnbögen und den Wangen beziehungsweise den Lippen.

In die Vestibulumschleimhaut münden die Ausführungsgänge der großen Sekretionsdrüsen, wie der Glandulae labiales und Glandulae buccales bzw. im Oberkiefer in der Region der zweiten Molaren jene der Glandula parotis.

Unmittelbar an den Zähnen beginnt die mit dem Periost verwachsene befestigte Gingiva. Die Linea girlandiformis trennt die befestigte Gingiva von der freien Gingiva, in welche die Ausführungsgänge der großen Speicheldrüsen münden.

4.2 *Cavitas oris propria* (11–16,18)

Die eigentliche Mundhöhle ist der Raum innerhalb der Zahnbögen. Sie wird kranial durch das Palatum durum (harter Gaumen) und das Palatum molle (weicher Gaumen) begrenzt. Am harten Gaumen befinden sich einige kleine Speicheldrüsen.

Im Unterkiefer gründet die Zunge mit ihrer komplexen Muskulatur auf dem Diaphragma oris. Das Diaphragma oris, auch Mundboden genannt, wird von dem M. mylohyoideus gebildet. Dort befinden sich auch die Ausführungsgänge der Glandula submandibularis und Glandula sublingualis. Während im Unterkiefer sowohl befestigte als auch freie Gingiva anzutreffen sind, findet sich im Oberkiefer nur eine befestigte Gingiva. Nach dorsal ist die Cavitas oris propria durch den Isthmus faucium vom Pharynx getrennt.

4.3 Nomenklatur für die Richtungsbezeichnungen in der Mundhöhle (18,19)

Emil Zuckerkandel entwickelte Richtungsbezeichnungen für die Mundhöhle (Abb. 20). In seiner Beschreibung werden der Zahnbogen, die Weichteile in der Mundhöhle sowie die anatomischen Strukturen der Zähne als Referenzpunkte in einer eigenen Nomenklatur festgelegt.

Nomenklatur am Zahnbogen:

| | | |
|-----------|---|--|
| mesial | = | zur Zahnbogenmitte hin (nach vorne) |
| distal | = | von der Zahnbogenmitte weg (nach hinten) |
| lingual | = | zungenwärts (rein Unterkiefer) |
| palatinal | = | gaumenwärts (rein Oberkiefer) |
| bukkal | = | wangenwärts |
| oral | = | mundhöhlenwärts |

Nomenklatur für den Zahn:

| | | |
|------------|---|-----------------------|
| okklusal | = | kaufächenwärts |
| approximal | = | zahnzwischenraumwärts |
| apikal | = | wurzelwärts |
| cervical | = | zahnhalwärts |
| coronal | = | zahnkronenwärts |

Abbildung 20: Auflistung der zahnmedizinischen Fachausdrücke

4.4 Internationales Gebißschema (18,19)

Um Zähne in ihrer Position in den Zahnbögen eindeutig zu beschreiben hat die Fédération Dentaire Internationale (FDI) ein praxisorientiertes Zahlenschema entwickelt (Abb. 21). Alle Zähne sind darin durch eine zweistellige Zahl bezeichnet. Die erste Ziffer steht für den Quadranten, die zweite Ziffer für die von der Medianen aus gezählten Position. So bezeichnet beispielsweise die Ziffer 11 den ersten Schneidezahn im ersten Quadranten und die Ziffer 18 den Weisheitszahn im ersten Quadranten.

Der erste Quadrant befindet sich aus Sicht des Patienten im Oberkiefer rechts, der zweite Quadrant im Oberkiefer links, der dritte Quadrant im Unterkiefer links und der vierte Quadrant im Unterkiefer rechts.

Für die Milchzähne gilt das gleiche Schema, hier allerdings mit anderen Quadrantenziffern beginnend im Oberkiefer rechts mit der Ziffer 5 und gefolgt von Oberkiefer links mit der Ziffer 6, Unterkiefer links mit der Ziffer 7 und Unterkiefer rechts mit der Ziffer 8.

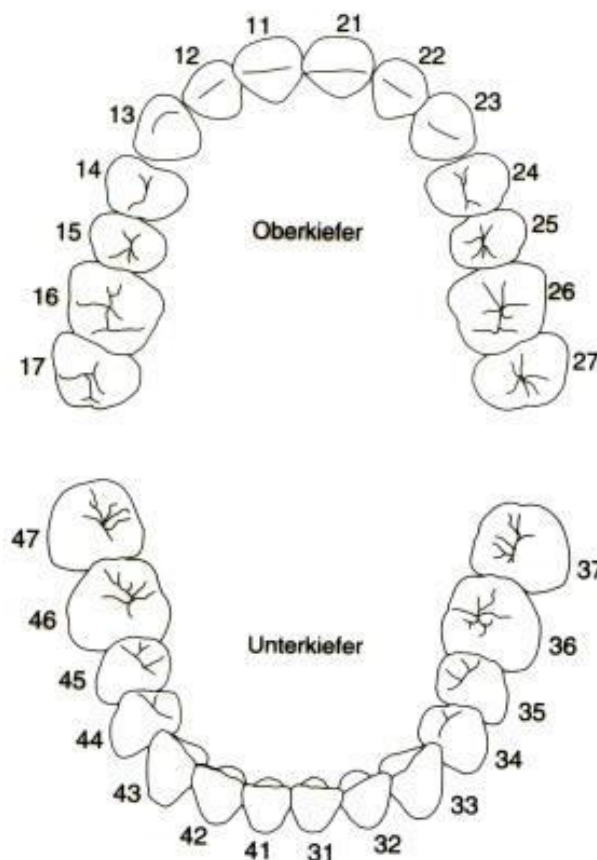


Abbildung 21: Nummeriertes Oberkiefer und Unterkiefer (20)

4.5 Zähne (12,18,19,21)

Die Pulpa bildet das Zahninnerste, die aus Nerven und Blutgefäßen besteht (Abb. 22). Die Pulpa ist von Dentin umhüllt. Im Kronenbereich ist das Dentin von einer Enamelschicht überzogen, während es im Wurzelbereich von einer Zementschicht bedeckt wird. (18)

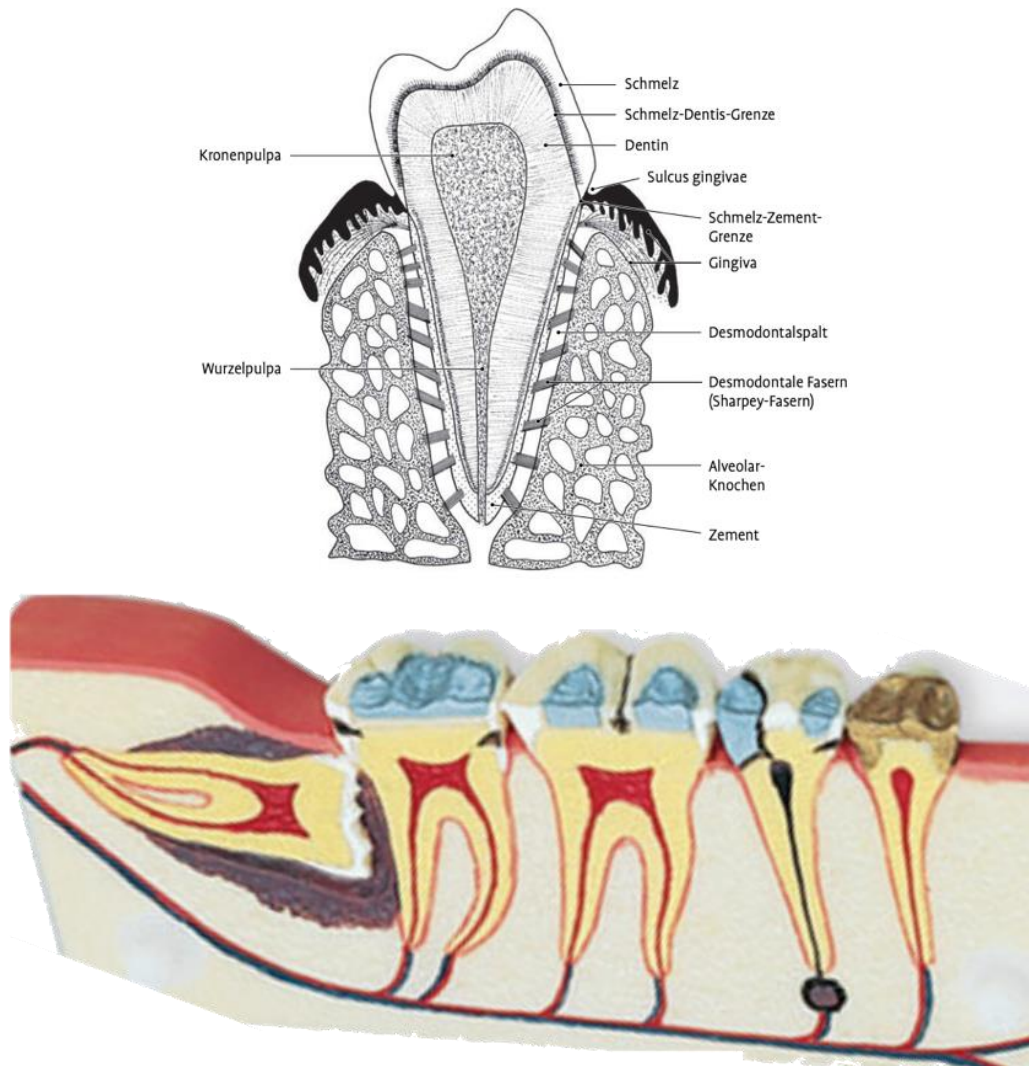


Abbildung 22: Querschnitt durch den Zahn (12) / Querschnitt durch den Unterkiefer mit einem retinierten Weisheitszahn (40)

Der Zahnwechsel beginnt etwa im 6. Lebensjahr und ist zirka mit dem 13. Lebensjahr abgeschlossen. Als letzte Zahnstrukturen brechen die Weisheitszähne meistens bis zum 25 Lebensjahr durch. Ein im Verhältnis zur Zahngröße zu kleines Kiefer begünstigt das Auftreten von retinierten Weisheitszähnen, die dann operativ entfernt werden müssen (Abb. 22).

5 Lokalanästhesie

Die in Folge erörterten lokalanästhetischen Verfahren stellen ein beträchtliches Risiko für die Verletzung sensibler anatomischer Strukturen (auch des hier adressierten Indexgebietes) dar. Allerdings ist eine Anästhesie bei schmerzhaften chirurgischen und konservierenden Behandlungen in Abwägung von Risiko und Nutzen zum Wohle des Patienten zumeist empfohlen.

Dabei werden zwei Arten der Verabreichung unterschieden.

- Unter **Infiltrationsanästhesie** versteht man das lokale Setzen eines Anästhesiebolus im bzw. um den Bereich des zu behandelnden Zahnes.
- Die **Leitungsanästhesie** hingegen beschreibt das Setzen des Anästhesiebolus direkt an einem Nerv, um dessen gesamtes Versorgungsgebiet zu anästhesieren.

Bei der Leitungsanästhesie im Unterkiefer werden der N. alveolaris inferior und der N. lingualis mit ihren Versorgungsgebieten anästhesiert.

Bei der Leitungsanästhesie im Oberkiefer wird der N. palatinus major und der N. nasopalatinus mit ihren Versorgungsgebieten anästhesiert.

Die Dauer und Lokalisation des Eingriffes bestimmen die Art der Lokalanästhesie. Auch ein kombiniertes Vorgehen ist manchmal, beispielsweise im Rahmen der invasiven Extraktion von retinierten Weisheitszähnen, zweckmäßig und notwendig.

6 Vorgehen bei der Unterkiefer-Leitungsanästhesie (22)

Es gibt eine **indirekte** und eine **direkte** Methode der Unterkiefer-Leitungsanästhesie.

Beide Methoden orientieren sich an der Plica pterygomandibularis, die sich im retromolaren Bereich am aufsteigenden Unterkieferast befindet und von der Raphe pterygomandibularis gebildet wird (Abb. 23) (siehe auch Kapitel zu Pharynxmuskulatur). (16)



Abbildung 23: Intraorale Aufnahme des Ersten und Vierten Quadranten

Bei der **indirekten** Methode wird lateral von der Plica pterygomandibularis, parallel zur ipsilateralen Zahnreihe, ungefähr 1,5 cm über der Okklusionsebene eingestochen.(23) Danach wird die Nadel entlang des Knochens unter stetiger Abgabe des Anästhetikums voran geschoben (um so kleine Gefäße zu verdrängen) und weiter (im hinteren Drittel des Ramus) zum Foramen mandibulae bewegt, um anschließend oberhalb der Lingula (Abbildung 3, Ziffer 17) den Knochenkontakt zu finden. Hernach wird die Nadel 1 bis 1,5 mm zurückgezogen und das Lokalanästhesiedepot gesetzt.

Bei der **direkten** Methode wird von den Prämolaren der kontralateralen Seite ausgehend medial von der Plica pterygomandibularis eingestochen. Unter stetiger Abgabe der Lokalanästhesie wird der Knochenkontakt gesucht und idealerweise knapp über der Lingula gefunden. Nach dem Knochenkontakt wird die Nadel 1 bis 1,5 mm zurückgezogen und das Anästhesiedepot gesetzt. Mit beiden Methoden werden der N. alveolaris inferior wie auch der N. lingualis anästhesiert.

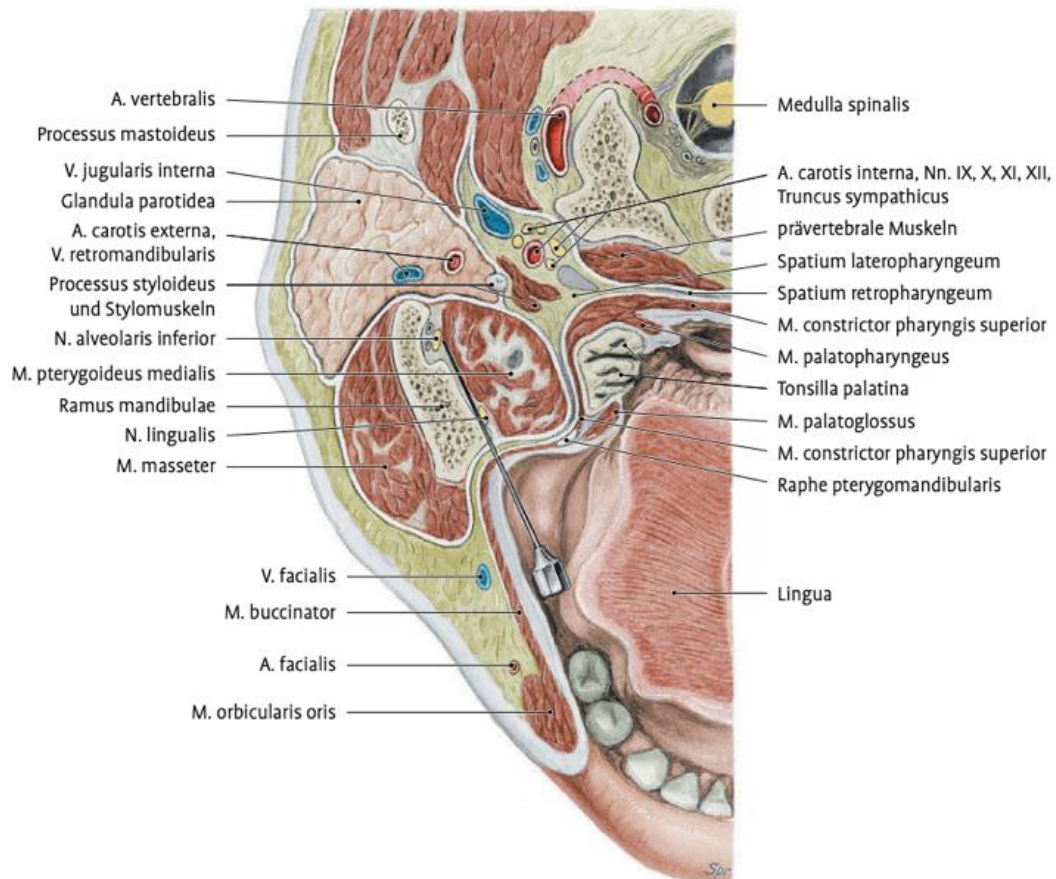


Abbildung 24: Schematische Darstellung der indirekten Leitungsanästhesie (12)

6.1 Risikobewertung

Im Zuge einer Anästhesie ist eine Nervenschädigung kaum möglich, da der/die Patient/Patientin bei direktem Kontakt der Nadel mit dem Nerv einen elektrisierenden, heftigen Schmerz verspürt und in der Folge eine Änderung der Nadelspitzenposition vorgenommen wird. Hingegen besteht ein hohes Risiko für eine Nervenverletzung durch eine wiederholte bzw. nachgesetzte Leitungsanästhesie. Meistens ist in diesen Situationen der N. lingualis oder auch der N. alveolaris inferior bereits teilweise anästhesiert und kann unter Umständen durch das erneute Einstechen verletzt werden, da der/die Patient/Patientin keine Stichschmerzreaktion zeigt. In der Folge kann es zu Parästhesien der versorgten Gebiete, zum Beispiel der Zunge oder Lippe, kommen.

7 Vorgehen und Risiken bei der chirurgischen Entfernung retinierter Weisheitszähne

Neben anästhesiologischen Interventionen stellt die eigentliche chirurgische Entfernung von retinierten Weisheitszähnen ein weiteres Risiko für die Verletzung sensibler anatomischer Strukturen des hier adressierten Indexgebietes dar.

Die Entfernung retinierter Zähne ist ein elektiver Eingriff und Bedarf daher einer ausführlichen Anamnese und Aufklärung des Patienten.

Vor einem Eingriff wird ein Orthopantomogramm zur Lagedarstellung angefertigt. Im Orthopantomogramm wird die Lokalisation und Rotation des zu entfernenden Zahnes und vor allem die Lagebeziehung zum N. alveolaris inferior dargestellt. Der N. alveolaris inferior ist in Röntgenaufnahmen dabei indirekt durch die Darstellung des knöchernen Canalis alveolaris sichtbar, in dem das Gefäßnervenbündel verläuft. Ist im Orthopantomogramm eine erkennbare Überlagerung des Nervenkanals mit der Wurzelspitze sichtbar wird aus chirurgisch und forensischen Gründen zusätzlich eine Digitale Volumen Tomographie durchgeführt, um eine Verletzung dieser sensiblen Strukturen bestmöglich zu vermeiden. Der N. lingualis ist aufgrund seines ausschließlich im Weichgewebe lokalisierten Verlaufes mit Röntgenverfahren nicht darstellbar, weshalb Verletzungen dieses Nerven auch deutlich häufiger auftreten.

Im Zuge der **operativen Entfernung** wird nach dem Schleimhautschnitt nach bukkal, dem aufsteigenden Unterkieferast folgend, die Schleimhaut und das Periost mit einem Freer weggeklappt, um so den Weisheitszahn und den umliegenden Knochen darzustellen. Dabei erfolgt die Präparation nach distolingual, um später beim zirkulären Knochenfräsen den Lingualisschutz einsetzen zu können (Abb. 26). Hierbei besteht jedoch die Gefahr mit dem Freer abzurutschen und den N. lingualis zu verletzen.

Chronische Entzündung der Schleimhaut in der 8er Region begünstigen Vernarbungen. Derart derbes Gewebe kann erst mit größerem Aufwand vom Knochen abgelöst werden, was wiederum die Gefahr des Abrutschens mit dem Freer und dadurch erzeugte Gewebsverletzungen steigert.

Zudem ist die Mandibula nach lingual unter sich gehend (Abb. 25), welches das Ablösen des Periost vom Knochen in dieser Region erschwert und bei Verlust des Knochenkontaktes zu einer unkorrekten Präparation mit erhöhtem Risiko einer Nervenverletzungen führen kann.



Abbildung 25: *Unterschnitt der Mandibula im retromolaren Bereich erkennbar (sternmarkiert)*

Ist der Knochen um den Zahn dargestellt, kann mit dem selektiven Entfernen von Knochen begonnen werden (Abb. 26). Häufig muss viel Knochenmaterial distal und distolingual abgetragen werden um den nach mesial gekippten Zahn aufrichten zu können. Hier besteht die Gefahr sich mit der rotierenden Hartmetallfräse im Weichgewebe zu verfangen und dadurch den N. lingualis und Mundbodengefäße zu verletzen. Um dieses potentielle Verletzungsrisiko zu minimieren wird ein Raspatorium zwischen Knochen und Schleimhaut/Periost in den zuvor nach distolingual präparierten Raum eingesetzt (Abb. 26). Dieses Vorgehen wird als Lingualisschutz bezeichnet.

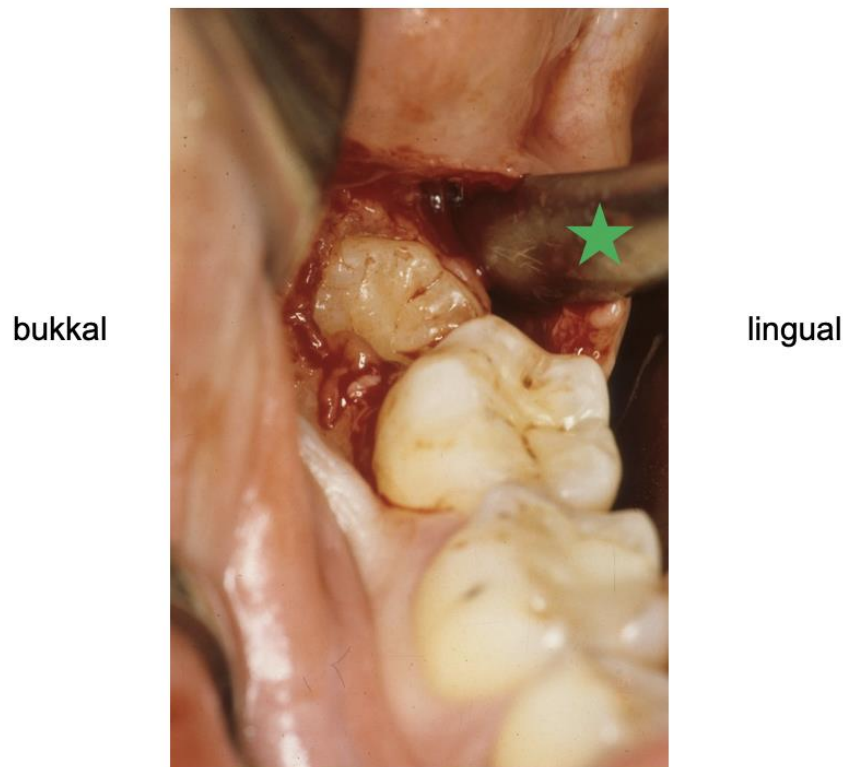


Abbildung 26: Intraorales Bild und Zeichnung einer 48 Extraktion (Sterne zeigen eingesetzten Lingualisschutz)

Wenn ein chirurgischer Eingriff länger als geplant dauert und daher die Anästhesie nicht ausreichend lang wirkt, muss zur Schmerzvermeidung eine weitere Leitungsanästhesie gesetzt werden. In dieser Situation ist wie bereits oben ausgeführt das Risiko ebenfalls erhöht, den N. lingualis wie auch den N. alveolaris inferior bei erneuter Applikation des Anästhetikums zu verletzen.

Der Ablauf einer Weisheitszahnentfernung wird in einem OP-Bericht festgehalten. In der nachfolgenden Abbildung wird ein standardisierter OP-Bericht angeführt. Das Rauten Symbol (#) wird durch den jeweiligen Quadranten ersetzt.

OP- Bericht:

Schnittführung:

*Vertikale Entlastung distal #7 in Richtung Margo anterior des Ramus mandibulae.
Zahnfleischrandschnitt #6-#7.*

Lappenpräparation:

Abpräparation des Mukoperiostlappens mit dem Freer nach bukkal und lingual.

Darstellung beziehungsweise Schonung benachbarter Strukturen:

Schonung des N. lingualis durch subperiostal eingesetztes Raspatorium regio #8 lingual.

Beschreibung der operativen Leistung:

Freilegen der Kronenzirkumferenz #8 durch Entfernung des pericoronalen Knochens mit dem Rosenbohrer unterschiedlicher Größe. Erweiterung des Parodontalspalt mit der kleinen Rose. Absetzen der Krone und Teilen der Wurzeln mit Hilfe der Fräse. Entfernung aller Teile des zuvor separierten Zahnes #8 mit dem Beinschen Hebel. Entfernen des Zahnsäckchens mit dem Klemmchen in toto. Glättung von Knochenkanten mit dem großen Rosenbohrer. Spülung mit Ringer-Lösung.

Füllung des Knochendefektes:

Spongostan

Wundverschluss:

Wundverschluss mit Einzelknopf- und Papillennähten.

Abbildung 27: OP-Bericht von der Klinischen Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie in Graz

Nach dem elektiven Eingriff wird ein Orthopantomogramm zur Kontrolle des Operationsgebietes durchgeführt. Abhängig von der Dauer des Eingriffes und der Größe des Knochendefekts kann zusätzlich ein Antibiotikum verschrieben werden um postoperative Infektionen zu vermeiden. Die Standardmedikation beinhaltet Analgetika und Antiphlogistika die für zwei bis drei Tage verordnet werden. Postoperative Hämatome und Schwellungen können durch lokale Kryotherapie mit Eisbeutel deutlich reduziert werden. (24–26) Nach einer Woche wird der/die Patient/Patientin wiederbestellt um die Nähte zu entfernen und eine Wundheilungskontrolle durchzuführen.

8 Klassifizierung und Therapie von Nervenverletzungen (2)

Die häufigsten Nervenverletzungen in der Zahnmedizin betreffen den N. alveolaris inferior, den N. mentalis und den N. lingualis.

Die Klassifizierung dieser Verletzungen ist abhängig vom Schweregrad und umfasst folgende Qualitäten:

- Neurapraxie: Ausschließlich die umgebende Markscheide des Nervens ist verletzt
- Axonotmesis: Es kommt zu einer Degeneration der Markscheide sowie einiger Axone
- Neurotmesis: Die vollständige Durchtrennung des Nervens ist erfolgt

Zwei weitere Unterklassifikationen von Nervenverletzungen sind zum einen die intraneurale Injektion mit Lokalanästhetikum und zum anderen die chemisch-toxisch induzierte Nervenläsion durch Wurzelkanalfüllmaterial.

Bei einem chirurgischen Eingriff kann die Nervenverletzung durch versehentliche Injektion in den Nerv oder durch einen traumatischen Kontakt mit diesem (z.B. durch Rosenbohrer, Freer) zu den oben beschriebenen Verletzungen führen. Dadurch kann es postoperativ zu einem Totalausfall des Nervens, einer sogenannten Anästhesie kommen. Die Art der Verletzung ist ausschlaggebend für die Prognose der Sensibilitätsstörung sowie die möglichen Therapiemaßnahmen, allerdings ist es schwierig und aufwändig frühzeitig festzustellen, welche Verletzungsart vorliegt.

Der Spitz-Stumpftest ist nicht ausreichend um den Schweregrad einer Nervenverletzung objektiv zu messen. Es gibt jedoch verschiedene neurologische Verfahren, welche eine objektive Verlaufskontrolle der Nervenheilung ermöglichen. Der SSEP (Somato-Sensorisch Evoziertes Trigeminus-Potential) Test sowie der Path Test (Pain and Thermal Sensitivity Test) sind zwei aufschlussreiche Untersuchungsmethoden. Das thermografische Verfahren und die Beurteilung des Kieferöffnungsreflexes sind ebenso hilfreiche Untersuchungstechniken zur objektiven Beurteilung von Nervenverletzungen. (27–32)

Da unmittelbar nach einem chirurgischen Eingriff das genaue Verletzungsausmaß und damit die individuelle Prognose zumeist unbekannt sind und diese nur über eine Periode von 3-4 Monaten durch objektive Verfahren ermittelt werden können, stehen initial bei jeglicher Nervenverletzung nur allgemeine Therapiemaßnahmen zur Verfügung.

Die Initialtherapie besteht aus der Gabe von Kortikoiden (z.B. Prednisolon), die in einer abfallenden Dosierung von täglich 20 mg bzw. 10 mg, 5 mg und 5 mg über 4 Tagen verabreicht werden. Diese einzige in der Frühphase verfügbare Behandlungsmöglichkeit soll eine kritische Schwellung des Nervengewebes verhindern und den Nerv vor einer ödematösen Kompression schützen. Für Therapien mit Vitamin B Komplexen, Zink Präparaten, Nukleotiden und Gangliosiden ist hingegen kein wissenschaftlich begründeter Heilungseffekt belegt. (27,33,34)

Bei einer Neurapraxie, Axonotmesis sowie einer intraneuralen Injektion ist eine spontane Wiederkehr der Sensibilität wahrscheinlich. Hierbei kommt es in der Regel nach 3-4 Monaten (manchmal jedoch auch bedeutend früher oder später) zu ersten Anzeichen einer Nervenregeneration. Diese äußern sich durch ein initiales Kribbeln im Versorgungsgebiet und den Übergang einer Anästhesie in eine Hypästhesie. Ein derartiger Heilungsverlauf lässt in den nächsten Monaten eine komplette Funktionswiederkehr erwarten.

Ist die Anästhesie auch noch nach 4 Monaten vorhanden und objektive Messmethoden lassen keine spontane Wiederherstellung der Sensibilität vermuten, muss nach strenger Indikationsstellung (Lokalisation der Verletzung, Dauer des Bestehens, Alter und Leidensdruck des Patienten) eine operative Behandlung erwogen werden.

Dabei werden die beiden jeweiligen Nervenendigungen chirurgisch dargestellt und dann verbunden. Dies wird durch autogene Nerventransplantate oder chirurgisches Annähern der Stümpfe und stabilisieren mit einer Stumpfnah erreicht. Die Erfolgsquote liegt hier bei 17 bis 91 %. (35–39) Durchschnittlich kann bei operativen Therapien mit einer teilweisen Funktionswiederkehr in 50-60% der Fälle gerechnet werden, wobei die Wiederkehr der gustatorischen Wahrnehmung des N. lingualis in der Literatur nur in Einzelfällen beschrieben wurde. (40) Eine Restitutio ad integrum ist generell ebenso nicht zu erwarten.

9 Material und Methode

9.1 Material

Um den exakten Verlauf des Nervus lingualis darzustellen wurden anatomische Präparate verwendet, welche dankenswerter Weise vom anatomischen Institut der Medizinischen Universität Graz zur Verfügung gestellt wurden. Die Leichenpräparate wurden mit Thiel'scher Lösung konserviert. Der Vorteil dieser Konservierungstechnik ist eine naturgetreue Darstellung der anatomischen Strukturen. So wird Gewebe in seiner natürlichen Farbe dargestellt und die Beweglichkeit, Konsistenz und Formstabilität bleiben erhalten. (10,41)

Für die Adressierung der in der vorliegenden Diplomarbeit bearbeitete spezifische Fragestellung waren nur wenige Präparate für eine akkurate, in vivo Verhältnisse annähernd valide wiedergebende Darstellung des N. lingualis geeignet. Hierzu mussten die Präparate weiterhin den kompletten Schädel bzw. eine vollständige Schädelhälfte mit angrenzenden zervikalen Weichgewebe umfassen. Zudem sollten die Regio retromolare und die Fossa infratemporalis in allen Fällen unberührt sein.

Aus über 30 schichtweise vorbereiteten Präparaten des Grazers Sezierskurses (42) entsprach nur ein männlicher Schädel eines 74-jährigen diesen Vorgaben.

Für die Präparation wurde eine dreifach vergrößernde, beleuchtete Luppenbrille verwendet. Das Instrumentarium umfasste Skalpelle mit Klingen der Größen 10 und 15, anatomische und chirurgische Pinzetten, Freer, Knochensäge, Präparationsmeißel und Hammer sowie nicht resorbierbares Nahtmaterial.

Für die Umsetzung der hier dargestellten neuen Methode werden folgende Materialien benötigt:

- ein kieferorthopädischer Draht von 0,7 und 0,8 mm Durchmesser
- ein reisfestes Nylonseil mit dem Durchmesser von 0,5 mm
- zahnärztlicher Nano-Hybridkomposit (Flow) und eine Polymerisationslampe (Wellenlänge 385 - 515 nm)
- eine feingliedrige Metallkette mit einem Durchmesser von 1 mm als flexible Markierungssonde
- ein Computertomograph (CT) inklusive einer Software zur Bildanalyse

9.2 Methode

Das Ziel dieser Diplomarbeit war den exakten Verlauf des Nervus lingualis in der retromolaren Region als Indexareal und ihrer unmittelbaren Umgebung in Abhängigkeit von der Mundöffnung darzustellen. Dazu wurde der Nerv bilateral in seinem natürlichen Verlauf unter Verwendung einer flexiblen Markierungssonde mit einer computertomographischen Bildaufnahme sichtbar gemacht ohne dabei den Nerv und die umgebenden Weichteile im Indexgebiet präparieren zu müssen.

Basierend auf dem Wissen, dass periphere Nerven in einer Nervenscheide, der sogenannten Epineuralscheide liegen, wurde diese zunächst vor und nach dem Indexgebiet durch minimalinvasive Präparationstechniken aufgesucht und dargestellt. Anschließend wurde ein kieferorthopädischer Draht dem ungefähren Verlauf des Nervus lingualis vorgebogen und vorsichtig in die Epineuralscheide eingeführt. An das Ende des Drahtes wurde die flexible Markierungssonde befestigt und so in die Nervenscheide eingezogen. Danach wurde durch schichtweises Zunähen der Präparationsgebiete, versucht die Wiederherstellung der ursprünglichen Gewebsspannung bestmöglich zu erreichen.

Mit der eingezogenen flexiblen Markierungssonde war es mit Hilfe der computertomographischen Schichtbilder möglich, den exakten Verlauf des Nervus lingualis zu rekonstruieren und dessen Lage in Abhängigkeit von der Mundöffnung aufzuzeichnen.

9.2.1 Präparationsmethodik

Kaudoventraler Zugang:

Der Nervus lingualis wurde kaudoventral des Indexgebietes aufgesucht. Ein crestaler Schnitt im ventralen Drittel des kaudalen Corpus mandibulae eröffnet den Zugang (Abb. 28). Anschließend wurde nach lingual unter Knochenkontakt bis zur Linea mylohyoidea präpariert. Der M. mylohyoidea wurde teilweise von seinem Ansatz an der Linea mylohyoidea abgesetzt. Im dadurch eröffneten Raum wurde der N. lingualis aufgesucht und dargestellt.

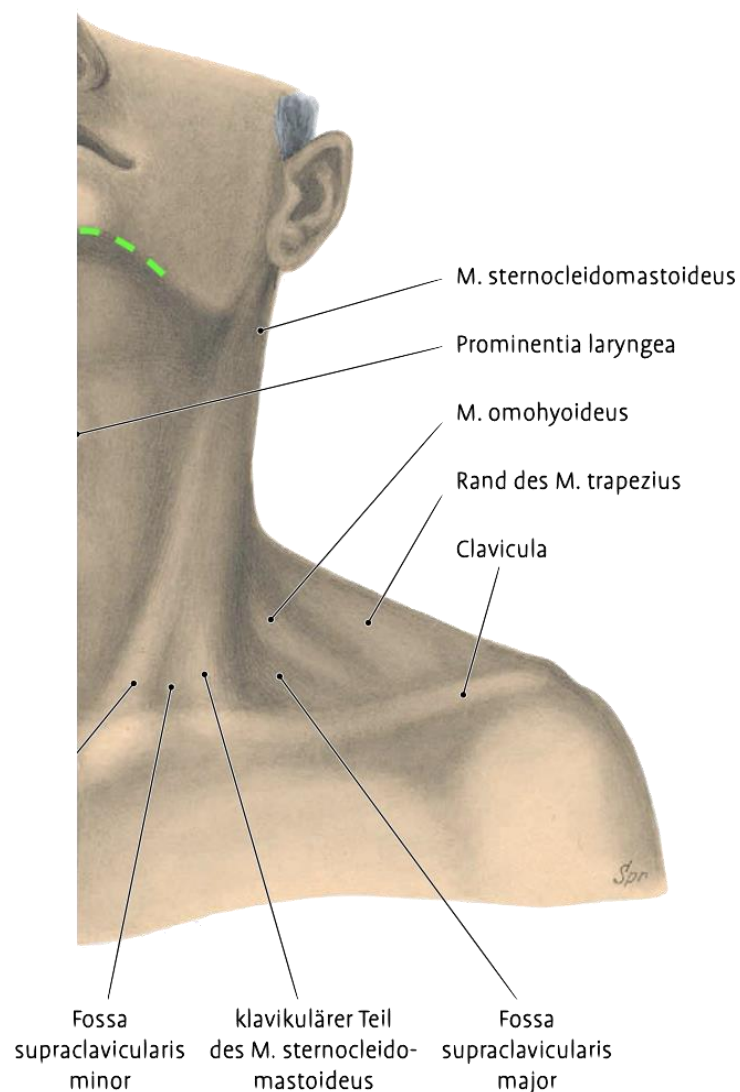


Abbildung 28: *Kaudoventrale Schnitfführung (grün strichliert)* (12)

Kranialer Zugang:

Die kraniale Schädelbasis wurde aufgesucht und lateral von der Sella turcica, über dem Foramen ovale, die Hirnhäute großzügig entfernt. Das Foramen ovale und Foramen spinosum wurden durch Hammer und Meisel auf eine Öffnung von zirka 2 cm Durchmesser erweitert (Abb. 29).



Abbildung 29: *Kraniale Eröffnung*

Darauf folgte ein kutaner Schnitt auf Knochenkontakt am Arcus zygomaticus nach dorsal bis knapp vor den Meatus acusticus externus und von dort bogenförmig nach kranial entlang der Ohrmuschel (Abb. 30). Der Lappen wurde abpräpariert und der M. temporalis dargestellt. Kranial wurde der M. temporalis von seinem Ursprung der Fossa temporalis gelöst und nach kaudal abpräpariert. Etwa 3 cm des Arcus zygomaticus wurden mittels einer Knochensäge mit einem keilförmigen Schnitt entfernt. Die Schnitfführung und Präparationstechnik gewährleistete das spätere Repositionieren der Weich- und Hartgewebe.

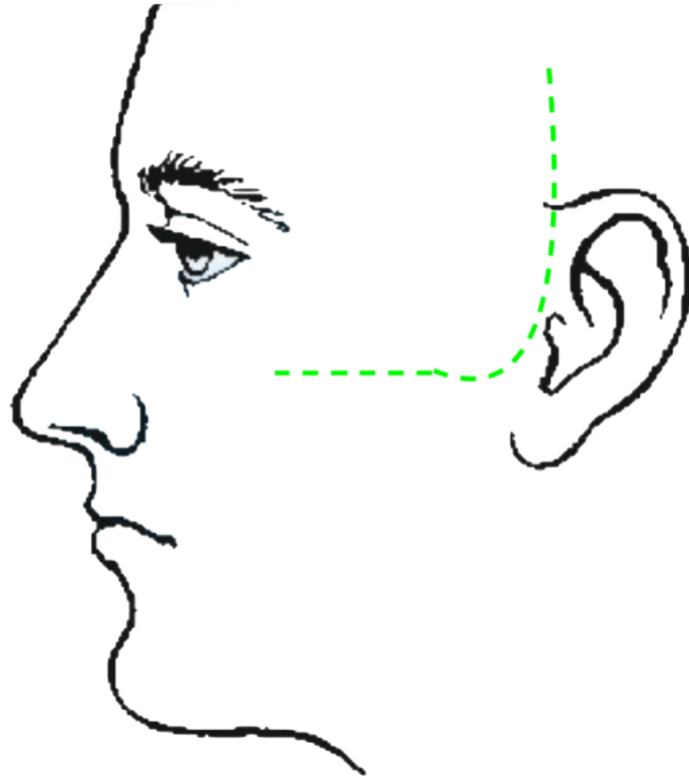


Abbildung 30: *Kraniale Schnittführung (grün strichliert) (15)*

Anschließend wurde entlang des Os temporale und seinem Verlauf nach medial zur Schädelbasis hin folgend soweit präpariert bis ein kommunizierender Raum mit dem zuvor vergrößerten Foramen ovale sowie dem Foramen spinosum entsteht (Abb. 31).

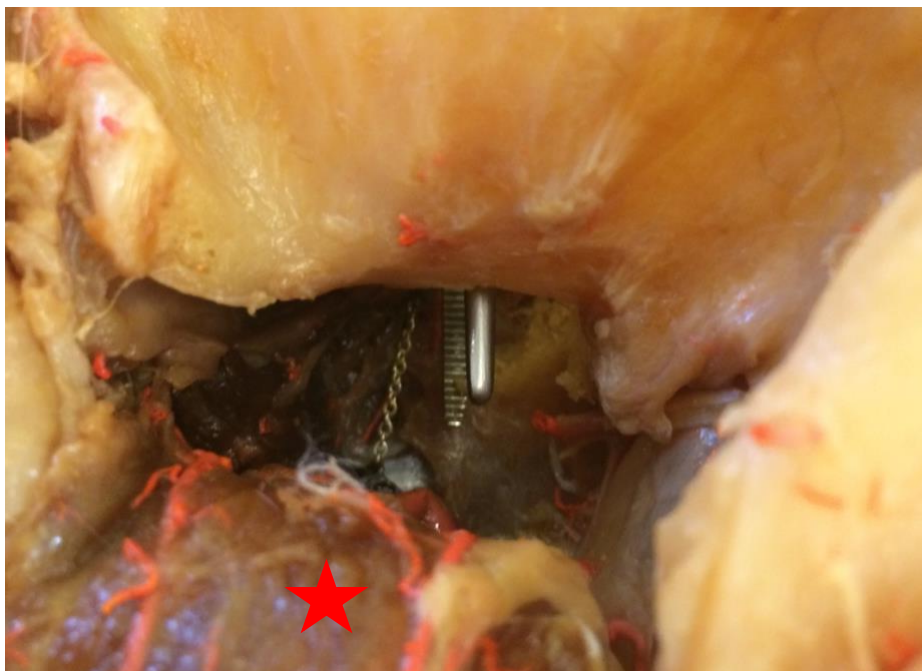


Abbildung 31: *Kommunizierender Raum. Die Pinzette steckt im Foramen ovale; Roter Stern: M. temporalis (Ansicht von lateral)*

In diesem künstlich erzeugten Raum wurde der N. lingualis an seiner Abzweigung vom N. mandibularis aufgesucht und eindeutig identifiziert (Abb. 32).

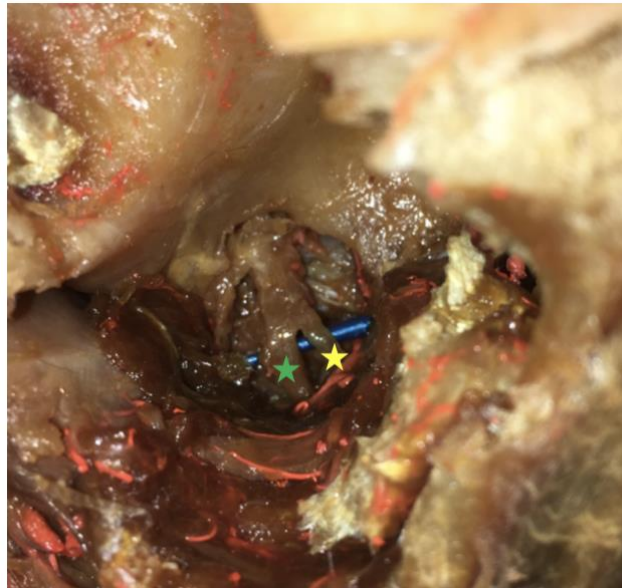


Abbildung 32: Abzweigung des Nervus alveolaris inferior und Nervus lingualis vom Nervus mandibularis; Gelber Stern: Nervus lingualis, Grüner Stern: Nervus alveolaris inferior (Ansicht von lateral)

Sodann wurde ein Zugang zum Nervus lingualis und seiner Epineuralscheide in größtmöglicher Entfernung zum Indexgebiet durch minimalinvasive Präparationstechnik geschaffen.

Daran anschließend wurde ein 0,7 mm und ein 0,8 mm dicker kieferorthopädischer Draht dem ungefähren Verlauf des N. lingualis vorgebogen (Abb. 33). An der Spitze der Drähte wurde eine längsovale Schutzkappe aus zahnmedizinischen Nano-Hybridkomposit (Flow) angebracht und mit einer Polymerisationslampe ausgehärtet.

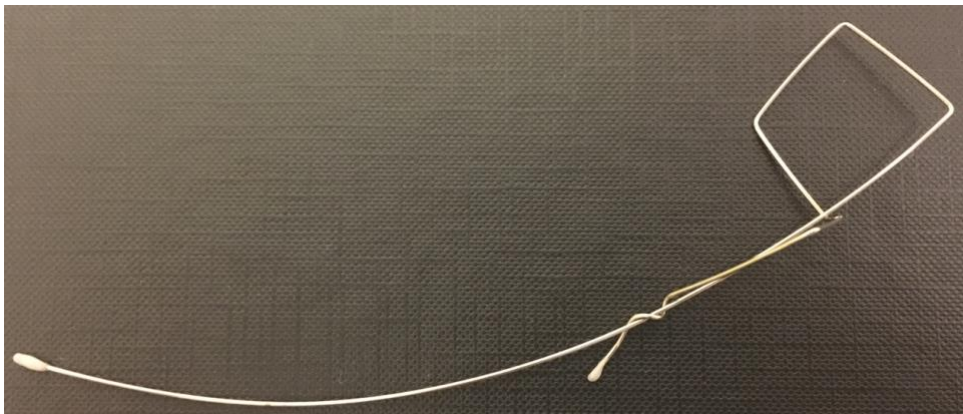


Abbildung 33: Kieferorthopädischer Draht mit Nano-Hybridkomposit (Flow) an der Spitze

Mit Hilfe der Drähte wurde die Epineuralscheide des Nervus lingualis vorsichtig von kranial und kaudal sondiert. Von kranial verlief die Sondierung aufgrund eines initial geradliniger orientierten Sondierungskanals leichter.

Der Nervus lingualis wurde anschließend durchgehend sondiert. Die Schutzkappe aus Komposit (Flow) wurde am Austrittsende abgenommen und derorts ein reisfestes Nylonseil mit dem Durchmesser von 0,5 mm am kieferorthopädischen Draht mit Hilfe von Komposit (Flow) fixiert. Durch das Zurückziehen des kieferorthopädischen Drahtes wurde das Nylonseil in die Epineuralscheide des N. lingualis eingezogen. Mit dem eingezogenen flexiblen Nylonseil wurde gewährleistet, dass sich das Gewebe in seine ursprüngliche Position rückstellen kann. Dies wurde durch aktives manuelles Bewegen der umliegenden Gewebe unterstützt. Daraufhin wurde eine flexible Markierungs-sonde mit einem Durchmesser von 1 mm an dem Nylonseil befestigt und durch Ausziehen des Nylonseiles in die Epineuralscheide des Nervus lingualis eingezogen.

Um den ursprünglichen Gewebebezug möglichst akkurat wiederherzustellen wurden anschließend die Präparationsgebiete anatomisch richtig repositioniert und schichtweise zugenäht.

10 Vermessung und Ergebnisse

Mit Hilfe der eingezogenen flexiblen Markierungssonde konnte sodann der exakte Verlauf des Nervus lingualis, ohne der Notwendigkeit seiner direkten Präparation, in einer computertomographischen Aufnahme dargestellt und analysiert werden. Zudem war es mit diesem Untersuchungsansatz möglich die Mundöffnung am Schädel zu verändern und die damit einhergehende Lageveränderung des Nervus lingualis nachvollziehbar zu visualisieren.

Die Aufnahmen wurden von einem Siemens SOMATOM Emotion 6 Computertomographen (Pitch-Faktor 0,75, Schnittdicke 0,63 mm) unter Verwendung des Rekonstruktionskernels H70s angefertigt.

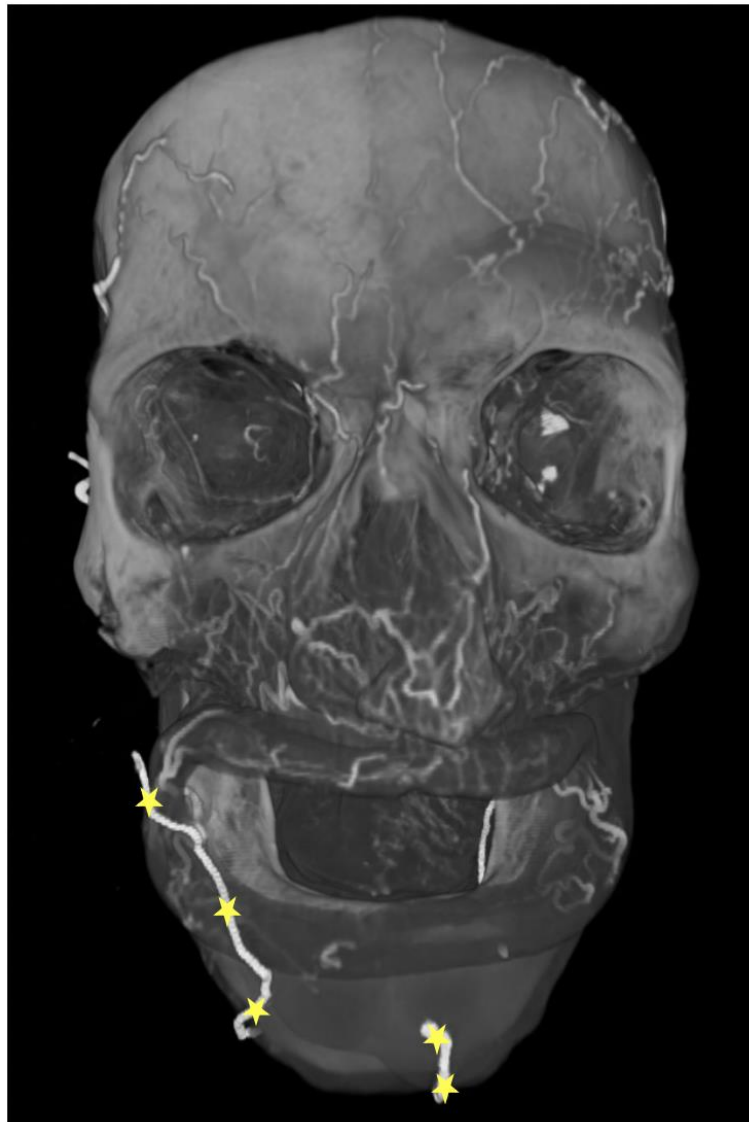


Abbildung 34: CT- Aufnahme des ganzen Schädels, nebenbefundliche Kontrastdarstellung der artifiziiell gelagerten flexiblen Markierungssonde (sternmarkiert)

Es wurden Aufnahmen des Schädel mit drei verschiedenen Mundöffnungen angefertigt. Aufgrund der Zahnlosigkeit des Preparates wurde die Mundöffnung dazu jeweils vom Unterrand der linken Orbita bis zur Protuberantia mentalis gemessen. Die abgebildeten Mundöffnungen betrug dabei in Funktion dieser Langendistanz 95 mm, 115 mm und 130 mm. Diese Mundöffnungen entsprechen, übertragen auf einen bezahnten Patienten, den Oberkiefer- zu Unterkiefer-Schneidekantenabstanden von zirka 1 mm, 20 mm und 40 mm.

Die computertomographischen Aufnahmen wurden in der Programmsoftware Amira 6.3 nachbearbeitet. Der Nervus lingualis (bzw. die flexible Markierungssonde) wurde mit Farbe markiert, um den Verlauf klarer darzustellen. Auf der rechten Seite wurde der Nervus lingualis blau und auf der linken Seite gelb eingefärbt (Abb. 35).

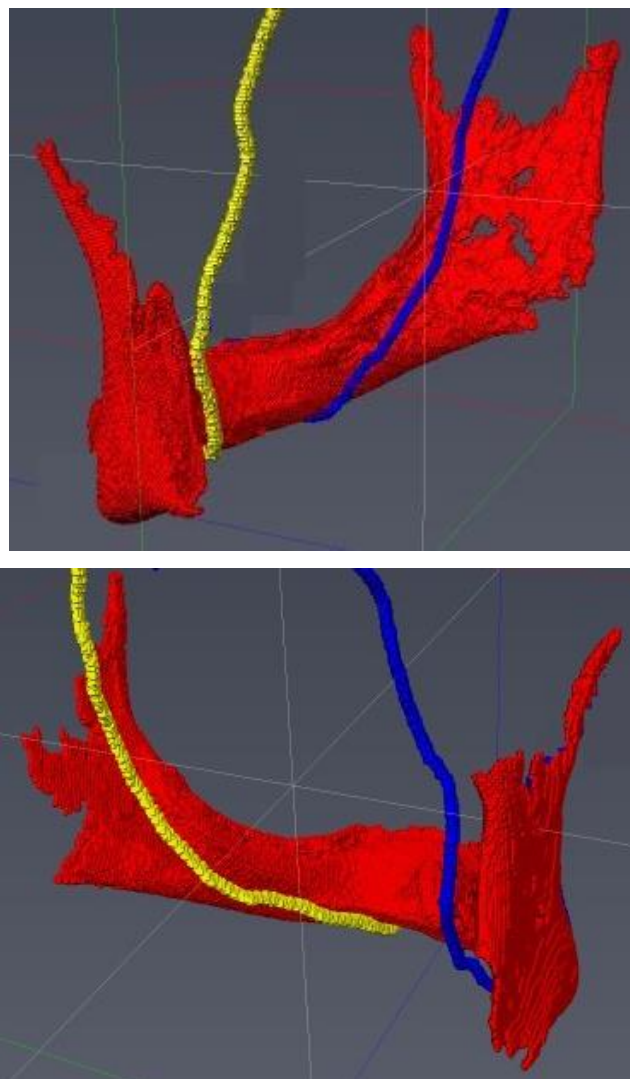


Abbildung 35: CT- Aufnahme des UK mit dem Nervus lingualis (Unterkiefer: rot) (schematische Kontrastdarstellung)

Die gewonnene Abbildung stellt das Indexgebiet und die Lageverhältnisse präzise dar und erlaubt so eine möglichst exakte Rekonstruktion des anatomischen Verlaufes des Nervus lingualis in der retromolaren Region in vivo (Abbildung 35).

Für die graphische Darstellung der Lageveränderung des Nervus lingualis bei verschiedenen Mundöffnungen wurden die CT-Schnittbildaufnahmen der drei Mundöffnungen übereinander projiziert (Overlay Modus in Amira 6.3). Als Referenz für die Überlagerung wurde die Mandibula als Grundstruktur gewählt. Die beiden Mandibula-Abbildungen von den zu vergleichenden Mundöffnungen wurden im Computerprogramm in der sagittalen, transversalen und vertikalen Dimension so exakt wie möglich übereinander gelegt.

Den verschiedenen Mundöffnungen wurden eigene Farbkodierungen zugeteilt. Die Mundöffnungen 95 und 115, 95 und 130 sowie 115 und 130 wurden gegenüberstellend im Overlay Modus graphisch dargestellt. Auf den Vergleichsaufnahmen wird die **kleinere** Mundöffnung auf der rechten Seite rot und auf der linken Seite gelb eingefärbt. Die **größere** Mundöffnung wurde weiß eingefärbt und mit grünen Kreuzen markiert (Abb. 36-41).

Die nachbearbeiteten computertomographischen Aufnahmen des Schädels zeigten die Mandibula mit dem Nervus lingualis (flexible Markierungs-sonde) und dessen Verlagerung bei unterschiedlichen Mundöffnungen (Abb. 36-41).

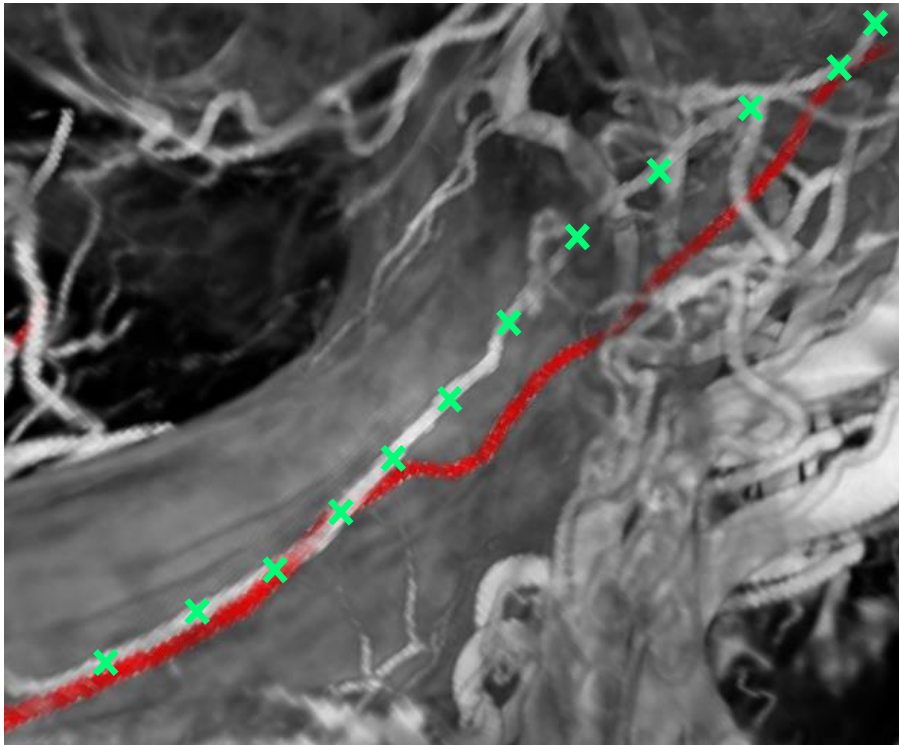


Abbildung 36: Overlay 95 und 115 mm Öffnung, dexter (Rot 95mm, Kreuze 115mm)

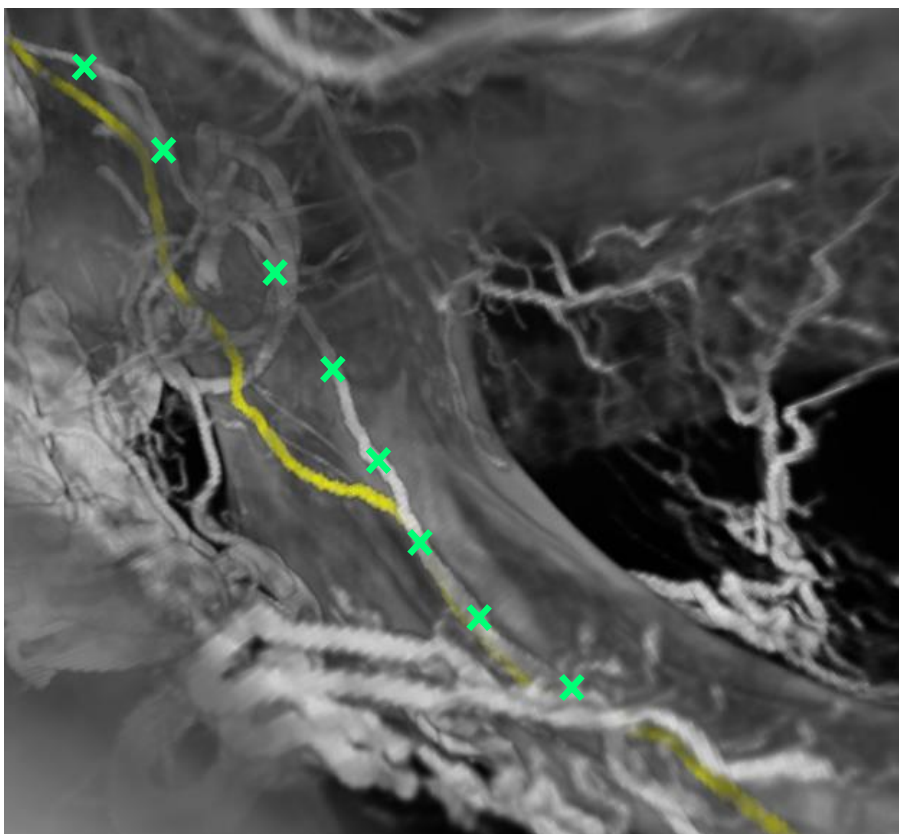


Abbildung 37: Overlay 95 und 115 mm Öffnung, sinister (Gelb 95mm, Kreuze 115mm)

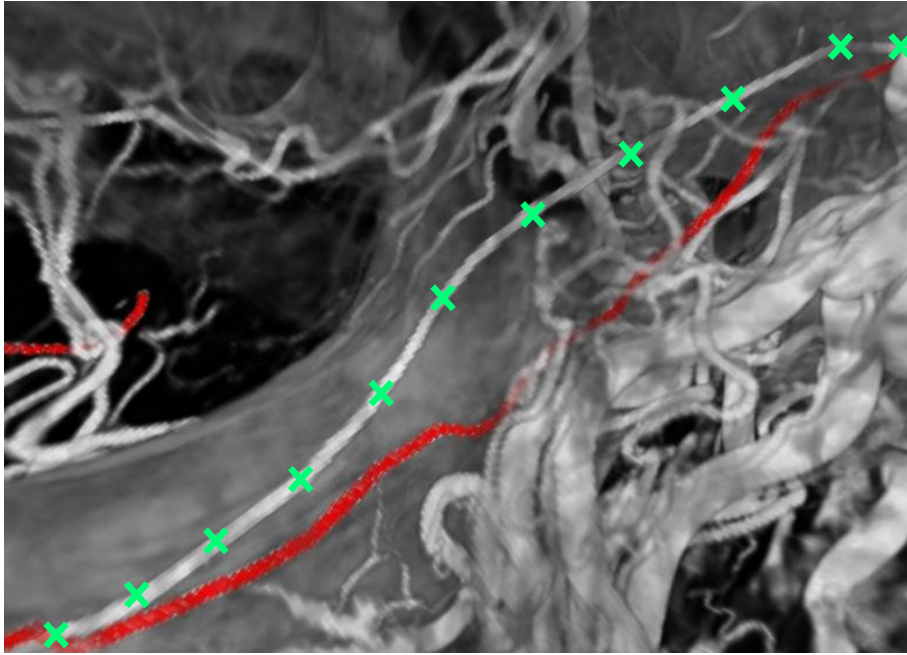


Abbildung 38: Overlay 95 und 130 mm Öffnung, dexter (Rot 95mm, Kreuze 130mm)

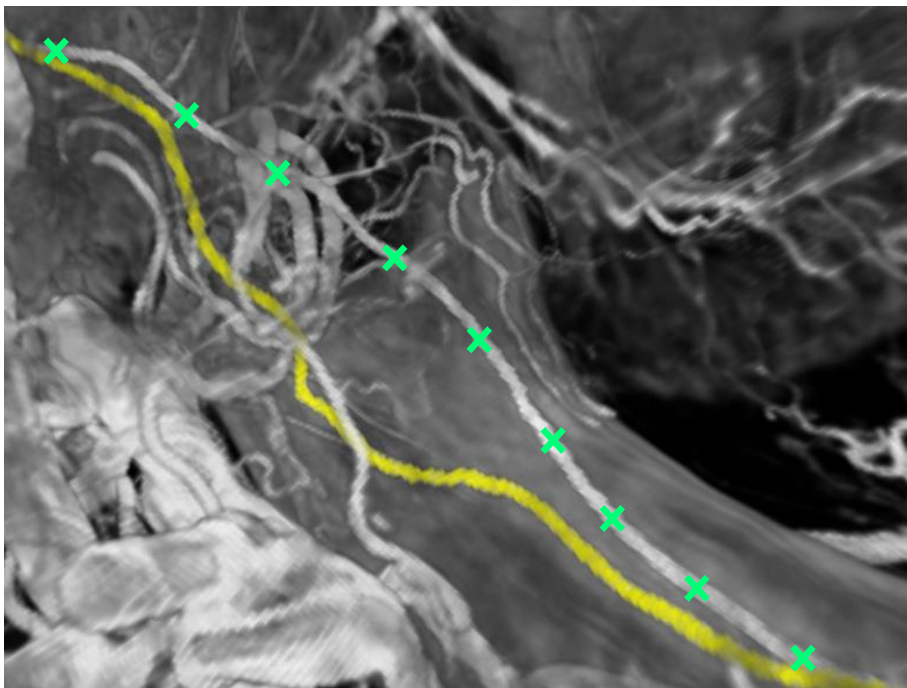


Abbildung 39: Overlay 95 und 130 mm Öffnung, sinister (Gelb 95mm, Kreuze 130mm)

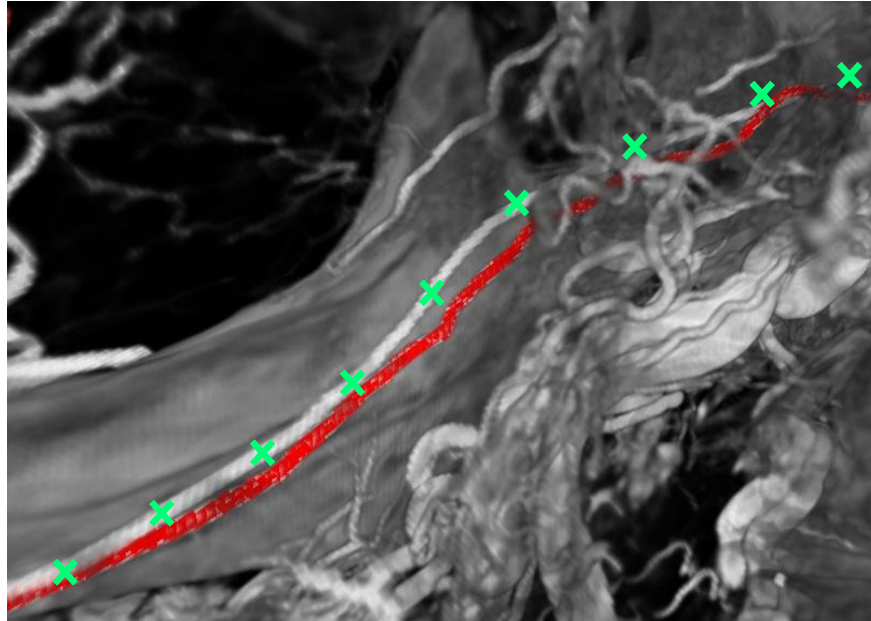


Abbildung 40: *Overlay 115 und 130 mm Öffnung, dexter (Rot 115mm, Kreuze 130mm)*

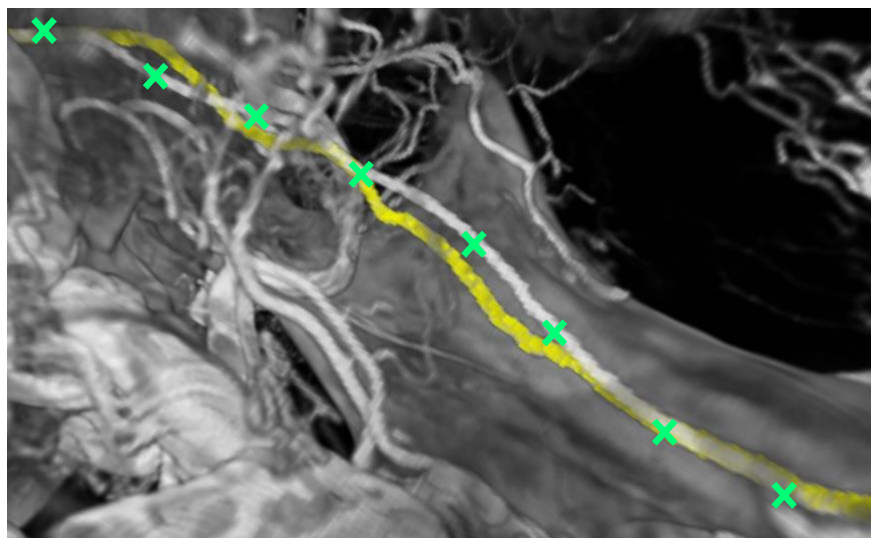


Abbildung 41: *Overlay 115 und 130 mm Öffnung, sinister (Gelb 115mm, Kreuze 130mm)*

Die Abbildungen dieser Untersuchungsreihe zeigten eine deutliche Verlagerung des Nervus lingualis im Indexgebiet in Abhängigkeit der Mundöffnung. Die Bewegung des Nervus lingualis nach kranial konnte in Abhängigkeit einer zunehmenden Mundöffnung klar gezeigt werden. Eine deutliche Differenz zur Ausgangslage zeigte sich zu Beginn der Mundöffnung und steigert sich nur mehr gering bei maximaler Mundöffnung (130 mm bzw. 40 mm Schneidekantenabstand). Dagegen verharrte der Nervus lingualis vor und nach dem Indexgebiet weitestgehend in einer befestigten, beinahe fixierten Position. In diesem Gebiet wurde bei jeweils veränderter Mundöffnung keine signifikante Lageveränderung festgestellt.

Nach den CT-Schnittbildaufnahmen wurde die Lage der flexiblen Markierungssonde in der Epineuralscheide des Nervus lingualis am Schädelpräparat überprüft. Dazu wurde der Nervus lingualis im Indexgebiet von enoral her aufgesucht. Wie oben erwähnt, wurde durch einen lateralen Schleimhautschnitt mit Knochenkontakt am Ramus ascendens mandibulae das Indexgebiet eröffnet und danach der Mukoperiostlappen mit einem Freer nach lingual wegpräpariert. In diesem Mukoperiostlappen wurde sodann der Nervus lingualis in seiner Epineuralscheide aufgesucht und dargestellt. Dabei war bei allen Präparaten die flexible Markierungssonde präzise in loco am Nervus lingualis in der Epineuralscheide wiederzufinden (Abb. 42).

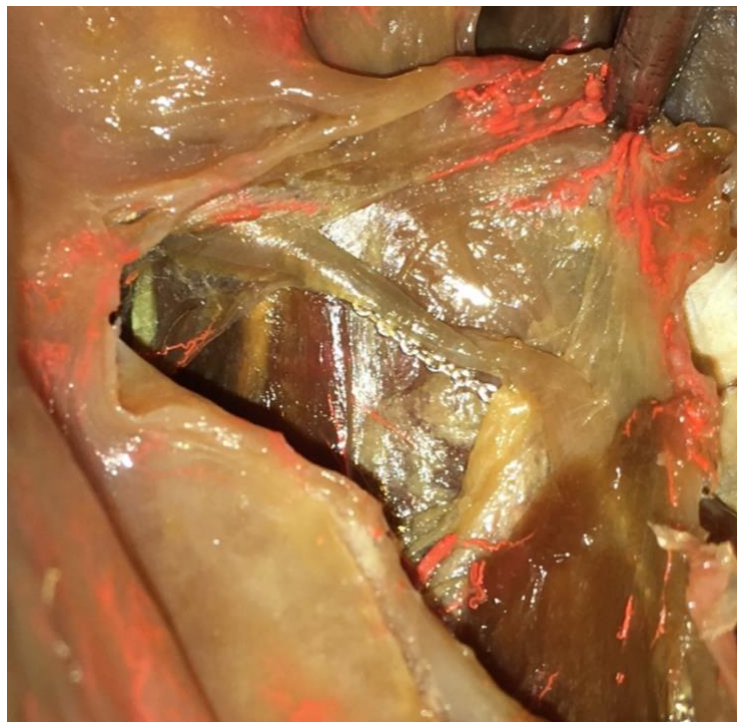


Abbildung 42: *Enorale Präparation des Nervus lingualis zur Lagekontrolle der eingezogenen flexiblen Markierungssonde (Metallkette)*

Zusammenfassend war es durch die hier beschriebene Methode möglich mittels einer eingezogenen Metallkette als flexibler Markierungssonde den Verlauf des Nervus lingualis in vivo ohne potentiell interferierende Präparation des Indexgebietes darzustellen und seine Lageveränderung bei unterschiedlichen Mundöffnungen zu analysieren.

Die in dieser Arbeit erhobenen quantitativen Daten zum Verlauf des Nervus lingualis wurden nicht statisch ausgewertet und hier nicht wiedergegeben. Dies soll jedoch im Zuge von Folgeuntersuchungen an einem größeren Kollektiv erfolgen.

11 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war es den Verlauf des Nervus lingualis an der Mandibula und seine Lageveränderung in Abhängigkeit von der Mundöffnung zu analysieren und möglichst naturgetreu darzustellen. Mit dieser Intention wurde eine neue Methode zur Darstellung peripherer Nerven im Computertomographen beschrieben. Voraussetzung für diesen methodischen Zugang war die Verfügbarkeit von nach Thiel konservierten, lokal nicht gewebealterierten Leichenteilen mit dadurch erhaltener, annähernd natürlicher Gewebsspannung im Indexgebiet.

Durch die hierin beschriebene Methode ist es möglich den Verlauf des Nervus lingualis in vivo weitestgehend anatomisch korrekt auf computertomographischen Schnittbildern ohne Notwendigkeit der Präparation des Indexgebietes und damit mutmaßlich einhergehender Verfälschung durch eine veränderte Gewebsspannung darzustellen und zu vermessen.

Die ausgewerteten Bilder zeigen eine deutliche Hebung des Nervus lingualis nach kranial beim Öffnen des Mundes in der retromolaren Region, während er vor und nach der retromolaren Region in seiner Lage unbeeinflusst bleibt (Abb. 43).

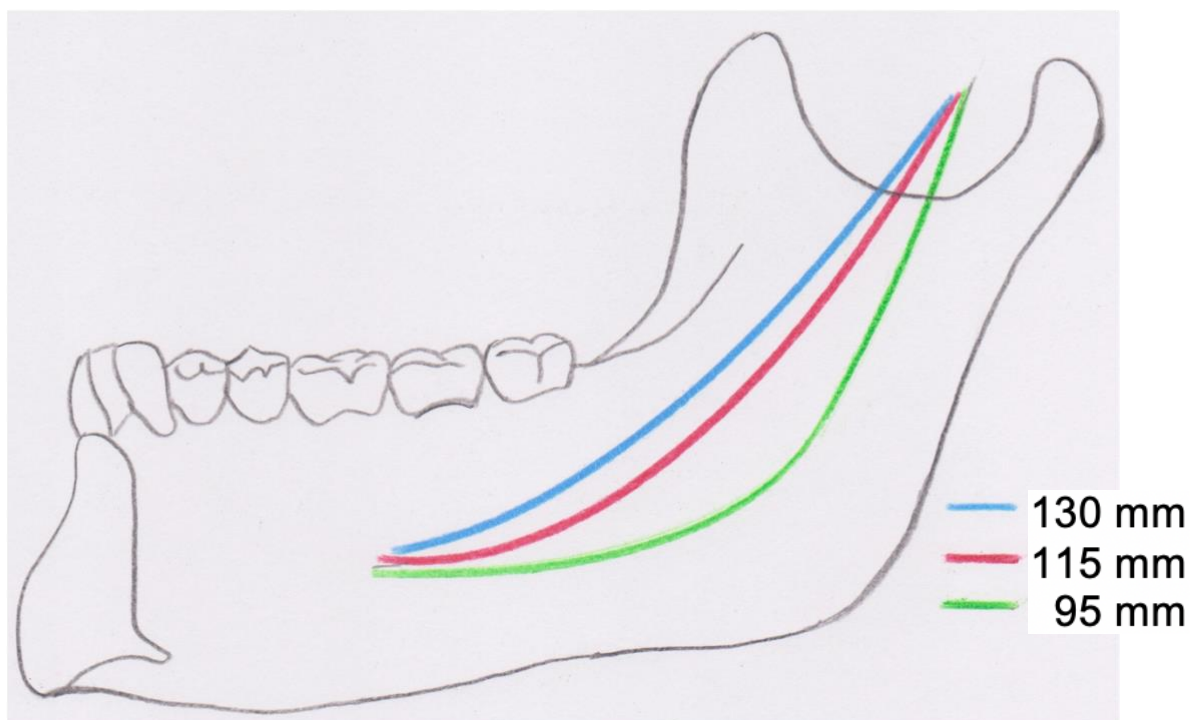


Abbildung 43: Schematische Darstellung des Verlaufs des Nervus Lingualis bei progredienter Mundöffnung

Die Erkenntnisse dieser Arbeit hinsichtlich der Verlagerungsdistanz des Nervus lingualis sollen dem/der oralchirurgisch tätigen Arzt/Ärztin ermöglichen diese im Rahmen oralchirurgischer Eingriffe häufig gefährdete Struktur besser zu schützen. In Interpretation der vorläufigen Daten erscheint das Verringern der Mundöffnung eine effektive Schutzmaßnahme zu sein um so eine möglichst geringe Lingualisverlagerung nach kranial zu provozieren.

Weil demgegenüber aber durch den Grad der Mundöffnung sichergestellt sein muss, dass der Operateur sein Interventionsfeld ausreichend einsehen kann, sollte die Mundöffnung zumindest beim Setzen der Leitungsanästhesie, Einsetzen des Lingualisschutz sowie bei der Schnitfführung möglichst klein gehalten werden um die Wahrscheinlichkeit einer Verletzung des Nervus lingualis zu verringern.

12 Methoden Kritik

Für diese Arbeit wurde nur ein Schädel (mit bilateralen Indexgebieten) präpariert und ausgewertet u.a. weil nur dieser alle relevanten Einschlusskriterien wie weitgehend erhaltene, möglichst ursprüngliche Gewebsspannung und unberührtes, nicht (z.B. entzündungs-, manipulations-) alteriertes Indexgebiet aufwies.

Damit war die Anzahl an Präparaten und ausgewerteten Indexgebieten zu klein um eine statistische Auswertung über den Verlauf und die Lageveränderung des Nervus lingualis in Abhängigkeit der Mundöffnung durchführen zu können. Dementsprechend handelt es sich um eine Einzelbeobachtung deren Ergebniss im Rahmen nachfolgender Studien mit einer höheren Anzahl an Präparaten bestätigt und hinsichtlich einer statistischen Auswertung erweitert werden muss.

Die Überlagerung der jeweiligen Mundöffnungen in der Amira Software (Overlay Modus) ist ein Kompromiss, da eine 100-prozentige Überlagerung nicht erzielt werden kann. Zudem war es nicht möglich den Abstand der beiden Nervenverläufe im Overlay Modus zu messen da die angewandte Software eine derartige Kalkulation technisch nicht leisten konnte. In zukünftigen Untersuchungen wird dieses Problem durch das Setzen von IMF (Intermaxilläre Fixations-) Schrauben mit einem fixen Durchmesser in der Mandibula vermieden werden können. Diese Schrauben vereinfachen die computerunterstützte Überlagerung, zudem ermöglichen sie durch ihren definierten Durchmesser, den Abstand der Nervenverläufe bei unterschiedlichen Mundöffnungen zu schlussfolgern.

13 Fazit

In dieser Arbeit wurde eine neue Methode zur Darstellung von Nerven mit bildgebenden Verfahren beschrieben und der Verlauf und die Lageveränderung des Nervus lingualis bei Änderung der Mundöffnung analysiert.

Es konnte gezeigt werden, dass sich der Nervus lingualis in der retromolaren Region mit zunehmender Mundöffnung verstärkt nach kranial hebt während er außerhalb dieses Indexgebietes nahezu fixiert verharrt. Diese Erkenntnisse sollen dem/der oralchirurgisch tätigen Arzt/Ärztin helfen durch die hier gezeigten Maßnahmen den Nervus lingualis bei operativen Eingriffen besser zu schützen.

14 Literaturverzeichnis

1. Handschel J, Figgner L, Joos U. Die forensische Bewertung von Verletzungen der Nerven und des Kieferknochens nach Weisheitszahnentfernungen im Blickwinkel der aktuellen Rechtsprechung. Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie [Internet]. 2013;5(1):44–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s100060000253>
2. Hausamen J, Reich R, Hoffmeister B. Differentialtherapie nach Läsionen des N. alveolaris inferior und N. lingualis *. Dtsch Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkd. 2003;
3. Rood J. Permanent damage to inferior alveolar and lingual nerves during the removal of impacted mandibular third molars. Br Dent J. 1992;172:108–10.
4. Gülicher D GK. Inzidenz, Risikofaktoren und Verlauf von Sensibilitätsstörungen nach operativer Weisheitszahnentfernung. Mund Kiefer GesichtsChir. 2000;4:99–104.
5. Schulze-Mosgau S, Reich R. Sensibilitätsstörungen nach dentoalveolärer Chirurgie im Unterkieferzahnbereich. Dtsch Zeitschrift für Mund Kiefer Gesichtschirurgie. 1983;17:298–300.
6. Al-Amery SM, Nambiar P, Naidu M, Ngeow WC. Variation in Lingual Nerve Course: A Human Cadaveric Study. Cappello F, editor. PLoS One [Internet]. 2016 Sep 23;11(9):e0162773. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5035068/>
7. Mendes MBM, de Carvalho Leite Leal Nunes CM, de Almeida Lopes MC. Anatomical Relationship of Lingual Nerve to the Region of Mandibular Third Molar. J Oral Maxillofac Res [Internet]. 2013;4(4):1–7. Available from: <http://www.ejomr.org/JOMR/archives/2013/4/e2/v4n4e2ht.htm>
8. Benkhadra M, Faust A, Ladoire S, Trost O, Trouilloud P, Girard C, et al. Comparison of fresh and Thiel's embalmed cadavers according to the suitability for ultrasound-guided regional anesthesia of the cervical region. Surg Radiol Anat [Internet]. 2009;7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19225711>
9. Thiel W. Supplement to the conservation of an entire cadaver according to W. Thiel. Ann Anat. 2002;3.

10. Thiel W. The preservation of the whole corpse with natural color. *Ann Anat.* 1992;3.
11. Frank N. *Netter's atlas of the human body.* New York: Elsevier; 2006. 170 p.
12. Waldeyer A, Anderhuber F, Pera F, Streicher J. *Waldeyer - Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas in einem Band TT - Human Anatomy* [Internet]. De Gruyter; 2012 [cited 2018 Jul 26]. 786ff p. Available from: <file:///www.degruyter.com/view/product/44108>
13. Sobotta J, Waschke J, Paulsen F. *Sobotta, Atlas der Anatomie - Kopf Kopf, Hals und Neuroanatomie* [Internet]. 24. Auflag. Urban und Fischer; 2017. 492 p. Available from: <https://shop.elsevier.de/sobotta-atlas-der-anatomie-band-3-9783437440236.html>
14. Braus H. *Anatomie des Menschen. Bewegungs.* Berlin: Springer Verlag; 1954. 789 p.
15. Platzer W. *Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat. Vol. 11.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2013. 467 p.
16. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker KH. *PROMETHEUS Kopf, Hals und Neuroanatomie: LernAtlas Anatomie.* Thieme; 2012. 600 p.
17. Hartmann M. *Zytologie, Histologie und Mikroskopische Anatomie* [Internet]. Pabst MA, editor. 1050 Wien: facultas.wuv - Maudrich; 2010. Available from: https://content-select.com/index.php?id=bib_view&
18. Schroeder HE. *Orale Strukturbiologie. 4.* Thieme Georg Verlag; 1999. 421 p.
19. Ralf R. *Orale Struktur- und Entwicklungsbiologie. 1 ed.* Berl. Quintessenz Verlag; 2011.
20. Jochum F. *Zahnschema gibt jedem Zahn eine Zahl* [Internet]. [cited 2018 Dec 29]. Available from: <https://www.dr-jochum.de/leistungen/anatomie/zahnschema/>
21. Benninghoff A. *Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen* [Internet]. 16. Auflag. Urban and Schwarzenberg. Urban & Fischer Verlag; 1993 [cited 2018 Dec 30]. p. 888. Available from: <https://shop.elsevier.de/anatomie-makroskopische-anatomie-embryologie-und-histologie-des-menschen-9783437423505.html>
22. Reed KL, Malamed SF, Fonner AM. *Local Anesthesia Part 2: Technical Considerations.* *Anesth Prog* [Internet]. 2012;59(3):127–37. Available from: <http://www.anesthesiaprogress.org/doi/abs/10.2344/0003-3006-59.3.127>

23. Kafalias MC, Gow-Gates GA, Saliba GJ. The Gow-Gates technique for mandibular block anesthesia. A discussion and a mathematical analysis. *Anesth Prog* [Internet]. 1987 [cited 2019 Jan 9];34(4):142–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3481514>
24. Kältetherapie | DocMedicus Gesundheitslexikon [Internet]. [cited 2019 Jan 10]. Available from: <http://www.gesundheitslexikon.com/Therapie/Physiotherapie/Kaeltetherapie-.html>
25. Bernatzky G. Nichtmedikamentöse Schmerztherapie : komplementäre Methoden in der Praxis. Springer; 2007. 525 p.
26. Niemier K, Seidel W. Funktionelle Schmerztherapie des Bewegungssystems. Springer; 2012. 286 p.
27. Hemprich A. Erkrankungen der Kiefer- und Gesichtsnerven. In: Horch, H.H (Hrsg.): *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie I, Praxis der Zahnheilkunde Bd. 10/I*. München: Urban und Schwarzenberg; 1997. 300 p.
28. Hausamen J-E, Schmelzeisen R. Mikronervchirurgie im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich. In: Horch, H.H (Hrsg.): *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie I, Praxis der Zahnheilkunde Bd. 10/I. 3. Auflage*. München: Urban und Schwarzenberg; 1997. 343 p.
29. Blackburn C. Experiences in lingual nerve repair. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1992;(30).
30. Chen N, Zuniga J. Evaluating methods and effects of repairing injured lingual nerves on human. *Zhonghua Kou Qiang Yu Xue Za Zhi*. 1997;(32).
31. Blackburn C. A method of assessment in cases of lingual nerve injury. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1990;(28).
32. Cai R, Pan C, Ghasemigharagoz A, Todorov MI, Förstera B, Zhao S, et al. Panoptic vDISCO imaging reveals neuronal connectivity, remote trauma effects and meningeal vessels in intact transparent mice. *bioRxiv* [Internet]. 2018;374785. Available from: <http://dx.doi.org/10.1101/374785>
33. Sonnenburg I, Lowe K. Funktionsstörungen von Nerven nach ambulanten operativen Eingriffen am Unterkiefer. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir*. 415(13):1989.
34. Cornelius C, Roser M, Ehrenfeld M. Mikroneurale Wiederherstellung nach iatrogenen Läsionen des N. lingualis und des N. alveolaris inferior. *Kritische Bestandsaufnahme. Mund Kiefer Gesichtschir* 1. 1997;213.

35. Zuniga J, Chen N, Phillips C. Chemosensory and somatosensory regeneration after lingual nerve repair in humans. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;(55).
36. Robinson P, Loescher A, Smith K. A prospective, quantitative study on the clinical outcome of lingual nerve repair. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2000;(38).
37. Pogrel M, Kaban L. Injuries to the inferior alveolar and lingual nerves. *J Calif Dent Assoc.* 1993;(21).
38. Pogrel M. The results of microneurosurgery of the inferior alveolar and lingual nerve. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;(6).
39. Colin W, Donoff R. Restoring sensation after trigeminal nerve injury: a review of current management. *J AM Dent Assoc.* 1992;(123).
40. Reich R, Schultze-Mosgau S. Prospektive Studie zur temporären und permanenten Sensibilitätsstörungen nach zahnärztlich-chirurgischen Maßnahmen im Unterkieferseitenzahnbereich. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl.* 1992;(80).
41. Jaung R, Cook P, Blyth P. A comparison of embalming fluids for use in surgical workshops. *Clin Anat.* 2011;
42. Anderhuber F, Stelzl A, Gügerl L. *Der Grazer Topographisch-anatomische Sezierkurs.* Graz: Leykam Buchverlag; 2005. 120 p.
43. Sigron GR, Locher MC. Die häufigsten Komplikationen nach der Entfernung von Weisheitszähnen. *Swiss Dent Journal [Internet].* 2014;1052–6. Available from:
https://www.sso.ch/fileadmin/upload_sso/2_Zahnaerzte/2_SDJ/SDJ_2014/S DJ_10_2014/SDJ_2014-10_forschung-1.pdf

