

Diplomarbeit

**Anatomische Variationen des Wurzelkanalsystems im
Unterkiefer Frontzahnbereich mittels DVT**

eingereicht von

Cand.med.dent.Astrit Kryeziu

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnheilkunde

(Dr.med.dent.)

an der

Medizinische Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit

Klinische Abteilung für Zahnerhaltung

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dr.med.dent. Lumnije Kqiku-Biblekaj

Sen.Scient.Dr.med.dent. Barbara Kirnbauer

Graz am 12.10.2018

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, am 12.10.2018

Astrit Kryeziu eh

Danksagungen

Ich bedanke mich bei meinen Betreuern, Priv.Doz.Dr.med.dent. Lumnije Kqiku-Biblekaj und Frau Sen.Scient. Dr.med.dent. Barbara Kirnbauer, die mich mit Rat und Tat unterstützt haben und ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht gelungen wäre. Auch Frau DI Irene Mischak, die die statistische Analyse meiner Arbeit übernahm, sowie allen an der Arbeit Beteiligten bekunde ich meinen Dank.

Ein herzliches Dankeschön gilt meinen Eltern, die mir auch mein Studium ermöglicht und mich bei allem stets unterstützt haben. Besonderer Dank gilt meiner Frau Arsena, meine Kinder Aaron und Arti, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen, sowie meinen Studienkollegen, mit denen ich meine Studienzeit genießen durfte

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Vorwort	5
Zusammenfassung	6
Einleitung.....	6
Ziel der Arbeit	6
Material und Methode	6
Ergebnisse.....	6
Konklusion	7
Schlüsselwörter	7
Abstract	8
Introduction	8
Methods	8
Results	8
Conclusion.....	9
Keywords	9
1. Einleitung	10
1.1 Odontogenese	10
1.2 Anatomische Grundlagen	12
1.2.1 Knöchernen Strukturen	12
1.2.2 Kaumuskulatur.....	16
1.2.3 Innervation	21
1.3. Morphologie	28
3. Historischer Rückblick	32
4. Ziel	37
5. Material und Methoden	38
6. Ergebnisse	41
7. Diskussion	48
Literaturverzeichnis	50
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	54

Vorwort

Die Erhaltung von Zähnen zählt zu den Hauptzielen der Zahnmedizin. Gesunde Zähne und Mundhygiene verlängern das Leben unserer Zähne einerseits. Andererseits ist es notwendig, sie regelmäßig kontrollieren zu lassen. Hier ist die Zahnmedizin gefordert, eine professionelle Behandlung zu gewährleisten. Eine korrekte Diagnostik, die zur richtigen Therapie führt, trägt wesentlich dazu bei, diese Aufgabe erfolgreich zu erfüllen.

Während meines Studiums bzw. Praktikums hatte ich die Möglichkeit, viele Patientinnen zu behandeln. Die größte Herausforderung, mit der ich während dieser Zeit konfrontiert wurde, war die Wurzelkanalbehandlung. Ich stieß oft auf 2, 3 oder 4 Zahnwurzelkanäle und es war für mich nicht leicht, deren Anzahl mithilfe von Kleinbildröntgen zu definieren.

Während des Semesters in der Chirurgischen Abteilung wurde mir die Möglichkeit angeboten, die DVT (Digitale Volumetomografie) kennen zu lernen und zu praktizieren. Dort sah ich, dass die Möglichkeit der Einführung von Zahnwurzelkanälen und Pulparaum wesentlich genauer und klarer zu sehen war. Nach durchforschen von Forschungsliteratur über die Kanalvariationen bei Frontzähnen im Unterkiefer, stieß ich auf interessante Fakten, wonach die Problematik von Zahnwurzelkanälen mit mehreren Wurzeln in verschiedenen Ländern wie Indien und China erforscht wurde. Das gab mir die Idee, nach solchen Fällen bei unseren Patienten, die in unserer Klinik behandelt wurden, zu suchen, und mit den erzielten Ergebnissen meinen Kolleginnen bei der Wurzelkanalbehandlung von Frontzähnen im Unterkiefer helfen zu können. In der Literatur werden die Frontzähne im Unterkiefer oft als Zähne mit einem einzigen Kanal behandelt. Aber die Ergebnisse dieser Studie beweisen, dass es verschiedene Variationen von Zahnwurzelkanälen im Bereich der Frontzähne im Unterkiefer gibt.

In diesem Zusammenhang möchte ich mich bei der Chirurgischen Abteilung, den Mitarbeiterinnen der Abteilung für Radiologie und insbesondere Frau. Sen. Scientist Dr.med.dent Kirnbauer Barbara die mich bei meiner Arbeit unterstützt haben, bedanken.

Zusammenfassung

Einleitung

Die Wurzelkanalanatomie des Zahnes, die Zugangskavität, die Präparation und die Abdichtung des Wurzelkanals sind von größter Bedeutung für eine erfolgreiche Wurzelkanalbehandlung. Aufgrund der unterschiedlichen Morphologie und der möglichen Anwesenheit eines zweiten Wurzelkanals in den Unterkiefer-Frontzahnbehandlungen muss vorsichtiger vorgegangen werden. Das DVT bietet ein präzises Werkzeug für die morphologische Beurteilung von Wurzelkanälen.

Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Studie ist es, unter Verwendung der Digitalen Volumen Tomographie (DVT) Unterschiede bezüglich der Anzahl der Wurzeln und der Wurzelkanalmorphologie bei Unterkieferfrontzähnen zu untersuchen und mit Weine-s Klassifikation zu klassifizieren. Der klinische Alltag wird durch diese Ergebnisse insofern verbessert, dass Behandler in Zukunft eine besondere Aufmerksamkeit auf die Wurzelkanalmorphologie in der UK-Front nehmen werden. Die Ergebnisse können aufbauend für weitere Forschungen in diesem Gebiet dienen.

Material und Methode

Mittels DVD wurden 592 Unterkiefer-Eckzähne sowie zentrale und seitliche Schneidezähne bezüglich Wurzelkanalmorphologie untersucht. Die Anzahl und Konfiguration der Wurzelkanäle wurde anhand der Wein-Klassifikation bestimmt, statistisch ausgewertet und mit anderen Literaturdaten verglichen.

Ergebnisse

In dieser Studie wurden nach dem Prinzip der Wein-Klassifikation folgende Ergebnisse erzielt: Die am häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie wird zugeordnet: Typ-I 443 Zähne (74,83%), gefolgt von Typ II mit 52 Zähnen (8,78%), Typ IV mit 33 Zähnen (5,57%) und Typ III mit 2 Zähnen (0,34%). 62 Zähne (10,47%) konnten nicht zugeordnet werden.

Konklusion

In dieser Studie zeigen die Unterkieferfrontzähne anatomische Variabilität. Die Typ-I- und Typ-II-Klassifikation war am häufigsten, und Typ IV im Unterkiefer Frontzahn III war ein seltener Befund. Weitere Studien sollten durchgeführt werden, um die Ergebnisse zu bestätigen.

Schlüsselwörter

Wurzelkanalmorphologie, DVT, Unterkieferfrontzähne

Abstract

Introduction

The root canal anatomy of the tooth, the access cavity, the preparation and the sealing of the root canal are of the utmost importance for a successful root canal treatment. Due to the different morphology and possible presence of a second root canal in the mandibular anterior endodontic treatments need to be done more carefully. An error in the detection of an untreated canal can lead to a failure of the root canal treatment. The CBCT provides a precise tool for morphological assessment of root canals.

The aim of this study is to investigate differences in the number of roots and root canal morphology in mandibular anterior teeth using digital volume tomography CBCT and to classify them with Weine classification.

The clinical life is improved by these results insofar as in the future a special attention will be paid to the root canal morphology in the lower jaw front. The results can serve for further constructive research in this area.

Methods

Cone beam computed tomography images of 592 mandibular canines, central and lateral incisors were observed and data regarding number of roots, root canal morphology. The number and configuration of the root canals were determined using the Weine classification, statistically evaluated and compared with data from the literature.

Results

In this study, according to the principle of the Weine classification, the following results were achieved: Most commonly occurring root canal morphology is assigned to: *Type I*. 443 teeth (74.83%), followed by *Type II* with 52 teeth (8.78%), *Type IV* with 33 teeth (5.57%), and *Type III* with 2 teeth (0.34%), 62 teeth (10.47%) could not be assigned

Conclusion

According to this study, the mandibular anterior teeth show anatomical variability. There was a prevalence of teeth with two canals in the lower jaw. The type I and type II classification was most common, and type IV in the lower jaw anterior tooth III was a rare finding. Further studies should be performed to confirm the results.

Keywords

Root canal morphology, Cone beam computed tomography, anterior teeth

1. Einleitung

1.1 Odontogenese

Bei der Odontogenese handelt es sich um die pränatale Zahnentwicklung. Bereits nach dem 40. Tag wird beim Embryo die Zahnentwicklung eingeleitet. Das Mundhöhlenepithel proliferiert zur Zahnleiste. Zwischen dem 50. und 58. Tag bilden sich die ersten Schmelzknospen der Milchschnede- und -Eckzähne. Zu diesem Zeitpunkt hat der Embryo eine Scheitel-Steiß-Länge (SSL) von 17-22 mm. Ab zirka der 14. Schwangerschaftswoche legen sich auch die ersten Schmelzknospen der bleibenden Zähne an. Es handelt sich hierbei noch um recht undifferenzierte und unstrukturierte Zellhaufen [P. Gängler et al. 2010].

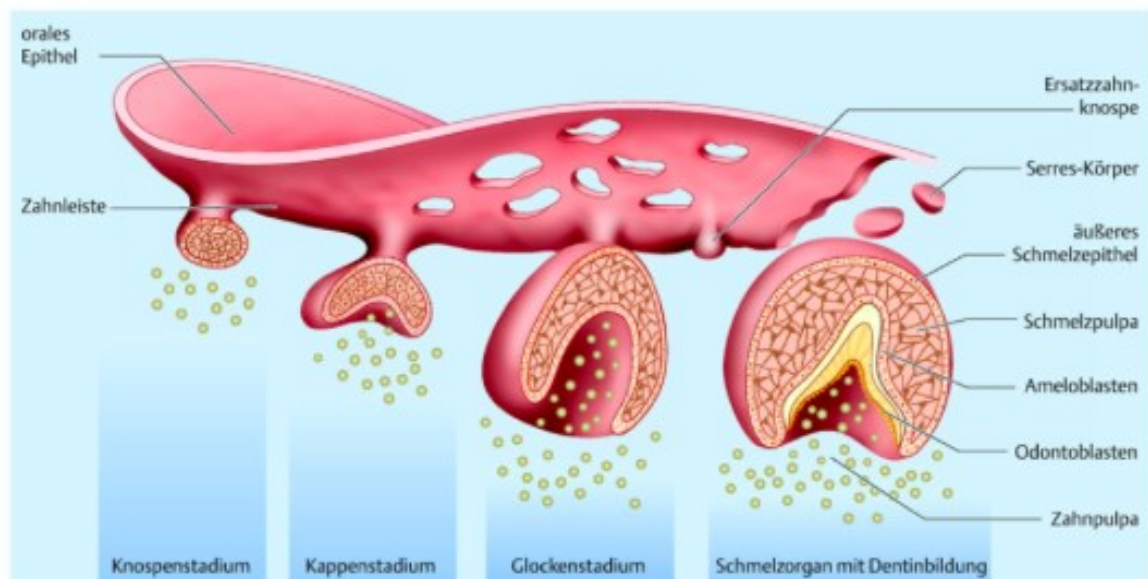


Abb. 1: Stadien der Zahnentwicklung [P. Gängler et al. 2010].

Im Kappenstadium kommt es zur ersten Zellstrukturierung. Ektomesenchymaler Zellen stellen die Produktion extrazellulärer Substanzen ein, es bildet sich die Zahnpapille. Die umliegenden Zellen wachsen darum, es bildet sich eine Kappe

die zum Zahnschmelzorgan wird. Die Zahnpapille wird von ektomesenchymaler Zellen umgeben, diese Zellschicht wird als Zahnfollikel bezeichnet.

Schlussendlich werden der Schmelz vom Zahnschmelzorgan, das Dentin von der Papille und die zahnumgebenden Strukturen vom Zahnfollikel gebildet [P. Gängler et al. 2010].

Zwischen der 12. und 16. Woche (SSL: 85 bis 130 mm) erreichen die Milchfrontzähne das Glockenstadium, die Molaren schließen dieses nach der 21. Woche (SSL: 200 mm) ab. Während die Differenzierung des inneren Schmelzepithels im Kappenstadium beginnt, folgt die Umwandlung zu Ameloblasten und Odontoblasten im Glockenstadium. Zur gleichen Zeit bildet sich das Zahnsäckchen um die Papille und die Glocke, welches das gesamte Zahnorgan umhüllt [P. Gängler et al.2010].

Die Bildung von festen Geweben (Schmelz = Amelogenese; Dentin = Dentinogenese) findet schließlich im Kronenstadium statt [P. Gängler et al. 2010].

Die Dentition, also der Zahndurchbruch, findet postnatal statt. Wobei drei Phasen unterschieden werden. Das Milchgebiss, das Wechselgebiss und das bleibende Gebiss. Wobei beim Milchgebiss zusätzlich die Entwicklungsphase (0 bis 3 Jahre) und die Nutzungsphase (3 bis 6 Jahre) eine wesentliche Einteilung darstellt [B. Kahl-Nieke 2009].

1.2 Anatomische Grundlagen

1.2.1 Knöcherne Strukturen

Der Unterkiefer (Mandibula) ist der stärkste und größte Knochen des Schädels. Er wird in drei Teile unterteilt [M. Schünke et al. 2009].

Der massige u-förmige Körper (Corpus mandibulae) und seine zwei aufsteigenden Äste (Rami mandibulae). Die Verbindungsstücke dieser drei Strukturen nennt man die Kieferwinkel (Anguli mandibulae) [A. Hafferl 1969].

An der Oberseite der Körper befindet sich der Alveolarfortsatz (Pars alveolaris mandibulae) der zunehmend an Stärke verliert und schließlich in den dünnen interalveolaren Septen bzw. bukkal und Lingual in den Jugae alveolare endet. die Zähne sitzen. In den so geformten oben offenen Hohlräumen befinden sich die Zähne [M. Schünke et al. 2009].

Dieser Teil der Mandibula erfährt im Laufe des Lebens die größten Veränderungen. Der Alveolarfortsatz ist stark abhängig vom Vorhandensein von Zähnen. Geht ein Zahn verloren verschwindet, aufgrund der nun fehlenden Zugbelastung, auch der Alveolarfortsatz an dieser Stelle [W. Dauber 2008].

So verändert sich das Aussehen des Unterkiefers. Im Neugeborenen alter sind noch keine Zähne vorhanden, dem entsprechend existiert auch kein Alveolar Fortsatz. Mit dem Durchbruch der Milchzähne wächst auch der sie umgebende Knochen mit und bildet einen noch relativ schwachen Alveolar Fortsatz. Erwachsene weisen den ausgeprägtesten Fortsatz auf, da die bleibenden Zähne deutlich größer als ihre Vorgänger, die Milchzähne, sind. Mit zunehmendem Zahnverlust im Alter geht auch der Alveolarfortsatz wieder verloren.

Das Endstadium, nur bei vollständigem Zahnverlust, ähnelt dem Zustand eines Neugeborenen wieder [M. Schünke et al. 2009].

Der Kieferwinkel unterliegt ebenfalls diesen Veränderungen. Beträgt er beim Neugeborenen noch 150 Grad, spitzt er sich im Erwachsenenalter auf 120 bis 130 Grad zu. Um schließlich beim Greisen zu etwa 140 Grad abzuflachen [M. Schünke et al. 2009].

Weitere Strukturen des Corpus mandibulae sind die Foramina mentale. Sie markieren den Austrittspunkt des Nervus mentalis und befinden sich an der viszeralen Fläche des Unterkieferkörpers jeweils zirka einen Zentimeter unterhalb des ersten bzw. zweiten Prämolaren [M. Schünke et al 2009, A. Hafferl: 1969].

Die Position der Foramina kann ebenfalls im Laufe der Zeit stark variieren. Zusammen mit der Rückbildung der Pars alveolaris können sich ihre Lagen nach kranial verschieben und in Extremfällen sogar an der Oberseite des Corpus zum Liegen kommen. Wichtig wird dies bei chirurgischen Eingriffen am Zahnlosen Unterkiefer (z.B. Implantationen) oder beim Anfertigen von prothetischen Arbeiten [M. Schünke et. 2009].

Ebenfalls an der Vorderseite des Korpus, in der Mitte befindet sich die Protuberatia mentalis. An ihr setzt der Musculus mentalis an, dessen Hauptaufgabe das Öffnen des Lippenschlusses darstellt [M. Schünke et al. 2009, W. Dauber 2008].

Links und rechts der Protuberatio befinden sich die Tubercula mentalia, sie dienen als Ursprung des Musculus depressor anguli oris. Zusammen bilden diese drei Strukturen das Trigonum mentale [W. Dauber 2008].

An der Innenseite der Mandibula ist eine Knochenverstärkung zu erkennen die Linea mylohyoidea. Sie entsteht durch das Ansetzen des Musculus mylohyoideus. Folgt man ihrem Verlauf nach kranial endet sie im unteren Anteil des aufsteigenden Kieferastes am Foramen mandibulae. An dieser Stelle tritt der Nervus alveolaris inferior in den Unterkiefer ein [M. Schünke et al. 2009].

Weitere Strukturen der Innenseite des Unterkiefers sind die Fossa digastrica, eine etwa erbsengroße paarig angelegte Grube im Kinnbereich die als Ansatzpunkt für den vorderen Bauch des M. digasticus dient. Weiters der Ursprungsort des M. genioglossus die Spina mentalis superior. An der Spina mentalis inferior entspringt hingegen der M. geniohyoideus [W. Dauber 2008].

Während im Milchgebiss der Unterkiefer pro Seite fünf Zähne beherbergt (Dens incisivus I, Dens incisivus II, Dens caninus, Dens molaris I, Dens molaris II), sind es im bleibenden Gebiss acht. Ein zentraler und ein lateraler Schneidezahn (Dentes incisivi), ein Eckzahn (Dens caninus), zwei Prämolaren (Dentes premolares) und drei Molaren (Dentes molares) [M. Schünke et al. 2009].

Die Einteilung der Zähne erfolgt durch ihre Lokalisation (Quadrant) und Durchnummerieren.

Die Kieferäste enden nach kranial in den Processus coronoideus, Ansatz für den Musculus temporalis, und den Processus condylaris.

Die Einziehung zwischen den beiden Fortsätzen nennt man Incisura mandibulae [M. Schünke et al. 2009].

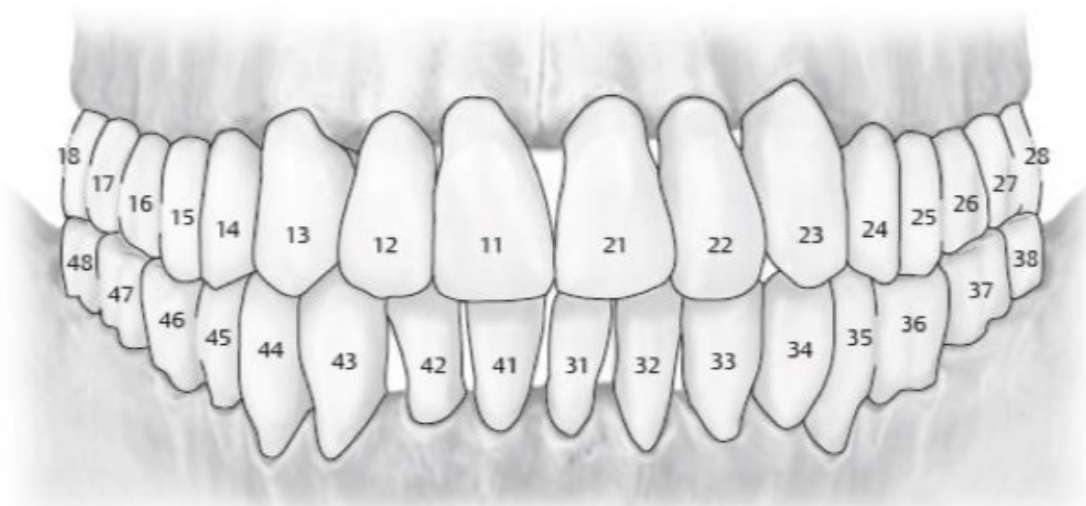


Abb.2: Zahnformel des Dauergebisses [M. Schünke et al. 2009]

Die Vorderkante des Processus coronoideus geht als Linea obliqua in den Unterkieferkörper über und stellt eine wichtige biomechanische und orientierende Struktur dar [M. Schünke et al. 2009].

Dem Processus condylaris sitzt kranial das Caput mandibulae auf. Es ist das Gelenksköpfchen und bildet zusammen mit der Fossa mandibularis des Schläfenbeins (Os temporalis) das Kiefergelenk (Articulatio tempomandibularis) Durch dieses Gelenk ist der Unterkiefer mit dem Viscerocranium verbunden [M. Schünke et al. 2009].

Unterhalb des Gelenksköpfchens befindet sich die Fovea pterygoidea. Sie dient dem Musculus pterygoideus lateralis als Ansatz [W. Dauber 2008].

1.2.2 Kaumuskulatur

Die primäre Aufgabe der Kaumuskulatur ist der Mundschluss und die Mahlbewegungen. Zur Hauptmuskulatur dieser Gruppe zählt der Musculus temporalis, der Musculus masseter, der Musculus pterygoideus medialis und der Musculus pterygoideus lateralis [M. Schünke et al. 2009].

Wesentlich für die Funktion ist auch die Supra- und infrahyoidale Muskulatur sowie die Muskulatur der Zunge [W. Dauber 2008]

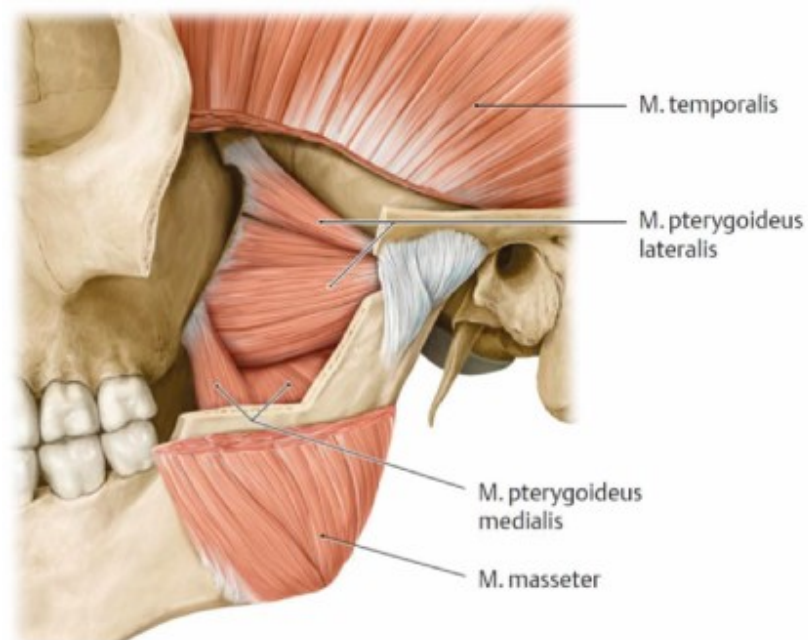


Abb. 3: Kaumuskulatur: Darstellung der 4 Hauptmuskeln; M. Temporalis, M. Masseter, Mm. Pterygoideus [M. Schünke et al 2009].

1.2.2.1 Hauptmuskeln des Kauystems

Der **M. temporalis** entspringt an der Linea temporalis inferior des Planum temporale. Sein Ansatz befindet sich am Processus coronoideus. er unterstützt die Adduktion und Retrusion des Unterkiefers. Weiteres trägt er, bei einseitiger Kontraktion zur Mahlbewegung bei [M. Schünke et al. 2009].

Der **M. masseter** ist ebenfalls an der Adduktion der Mandibula beteiligt, im Gegensatz zum M. temporalis unterstützt er die Protrusion, also das Vorschieben des Unterkiefers [M. Schünke et al. 2009]. Eingeteilt wird er in eine Pars superficialis und eine Pars profunda. Die Pars superficialis entspringt an den vorderen zwei Drittel des Arcus zygomaticus, die Pars profunda am hinteren Drittel. Der Ansatz des M. masseter ist die Tuberositas masseterica des Angulus mandibulae [M. Schünke et al. 2009].

Die **Mm. pterygoidei** sind zwei paarig angelegte Muskeln des Kauystems.

Der M. pterygoideus medialis ist ein Adduktor des Unterkiefers und entspringt in der Fossa pterygoidea und an der Lamina lateralis des Processus pterygoideus. Sein Ansatz findet sich an der medialen Fläche des Angulus mandibulae an der Tuberositas pterygoidea [M. Schünke et al. 2009, W. Dauber 2008].

Der M. pterygoideus lateralis übernimmt gleich zwei Funktionen. Bei beidseitiger Kontraktion leitet er die Mundöffnung ein, indem er den Unterkiefer nach vorne schiebt und somit den Discus articularis nach ventral verlagert. Seine zweite Funktion kommt bei einseitiger Kontraktion zum Tragen. So verschiebt sich der Unterkiefer zur Gegenseite bei der Mahlbewegung [M. Schünke et al. 2009].

Wie beim M. masseter wird der M. pterygoideus lateralis in eine Pars superior und eine Pars inferior. Der Ursprung des oberen Anteils ist die Crista infratemporalis, der des unteren Anteils die Außenfläche der Lamina lateralis des Processus pterygoideus. Während die Pars superior am Discus articularis ansetzt, befindet sich der Ansatz der Pars inferior am Processus condylaris der mandibula [W. Dauber 2008].

1.2.2.2 Suprahyoidale Muskulatur

Der **Musculus digastricus** ist ein zweiköpfiger Muskel. Der vordere Bauch, Venter anterior, entspringt der Fossa digastrica und dem Unterrand der Mandibula. Der hintere Kopf, Venter posterior, hat seinen Ursprung an der Incisura mastoidea ossis temporalis. Beide Muskelköpfe setzen am Zungenbein an in dem sie durch eine Faserschlinge gefasst werden, die sich am Zungenbein befindet. Bei fixiertem Zungenbein unterstützt der Venter anterior die Mundöffnung, ansonsten hebt er das Zungenbein. Der Venter posterior ist der Haupt retraktor [M. Schünke et al. 2009, A. Hafferl 1969].

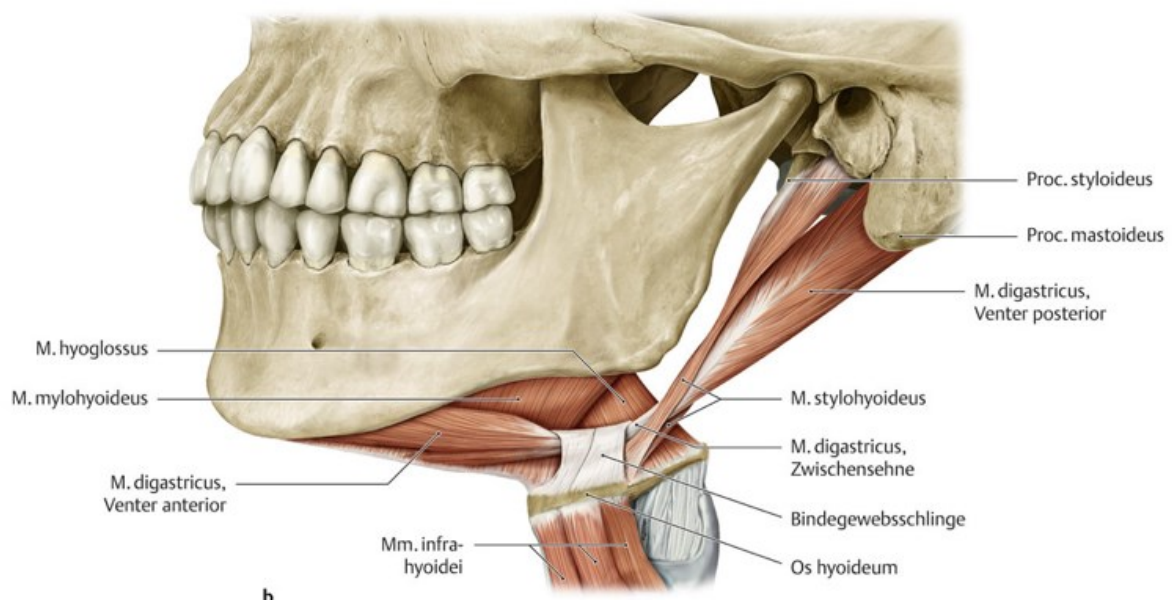


Abb.4: Die Mundbodenmuskulatur [M. Schünke et al. 2009]

Die Funktion des **Musculus mylohyoideus** ähnelt der dem Venter anterior des M. digastricus. Er zieht die Mandibula nach unten und unterstützt so die Mundöffnung, jedoch nur wenn das Zungenbein fixiert ist. Ist es das nicht, hebt der Muskel jenes. Diese Funktion erklärt sich wenn man sich Ursprung und Ansatz ansieht. Er entspringt an der Linea mylohyoidea, dessen Namensgeber er ist und setzt, nachdem sich beide Seiten in der Raphe mediana vereinigen, direkt am Zungenbein an [W. Dauber 2008, A. Hafferl 1969].

Wie der Name es bereits vermuten lässt, entspringt der **Musculus stylohyoideus** am Processus styloideus des des Osis temporalis und setzt an der vorderen Fläche des Zungenbeins an. er fixiert das Zungenbein nach oben und hinten um den M. mylohyoideus die Retraktion des Unterkiefers zu ermöglichen [W. Dauber 2008, A. Hafferl 1969].

Der **Musculus geniohyoides** erfüllt dieselbe Aufgabe wie die anderen suprahyoidalen Muskeln und zieht bei fixiertem Hyoid den Unterkiefer nach unten. Er entspringt an der Sina mentalis, oberhalb des M. mylohyoideus und setzt am Hyoid an [M. Schünke et al. 2009].

1.2.2.3 Infrahyoidale Muskulatur

Die Hauptaufgabe der **Musculi infrahyoidei** (dazu zählen der **Musculus omohyoideus**, der **Musculus sternohyoideus**, der **Musculus sternothyroideus** und der **Musculus thyreohyoideus**) ist die Fixierung des Zungenbeins um den suprahyoidalen Muskeln die Mundöffnung zu ermöglichen. Hierzu entspringen sie dem Brustbein und setzen am Hyoid an [M. Schünke et al. 2009, A. Hafferl 1969].

1.2.2.4 Zungenmuskulatur

Der **Musculus hyoglossus** hat seinen Ursprung am Körper und am großen Horn des Zungenbeins und mündet in die Zunge. Er zieht die Zunge nach hinten und flacht sie so ab [W. Dauber 2008, A. Hafferl 1969].

Der **Musculus styloglossus** entspringt dem Processus styloideus und strahlt in die Zunge ein. Er ist entscheidend für den Saug- und Schluckakt, indem er die Zunge nach hinten oben zieht [M. Schünke et al. 2009].

Schlussendlich entspringt der **Musculus geniglossus** der Sina mentalis und macht das Herausstrecken der Zunge möglich [A. Hafferl 1969]

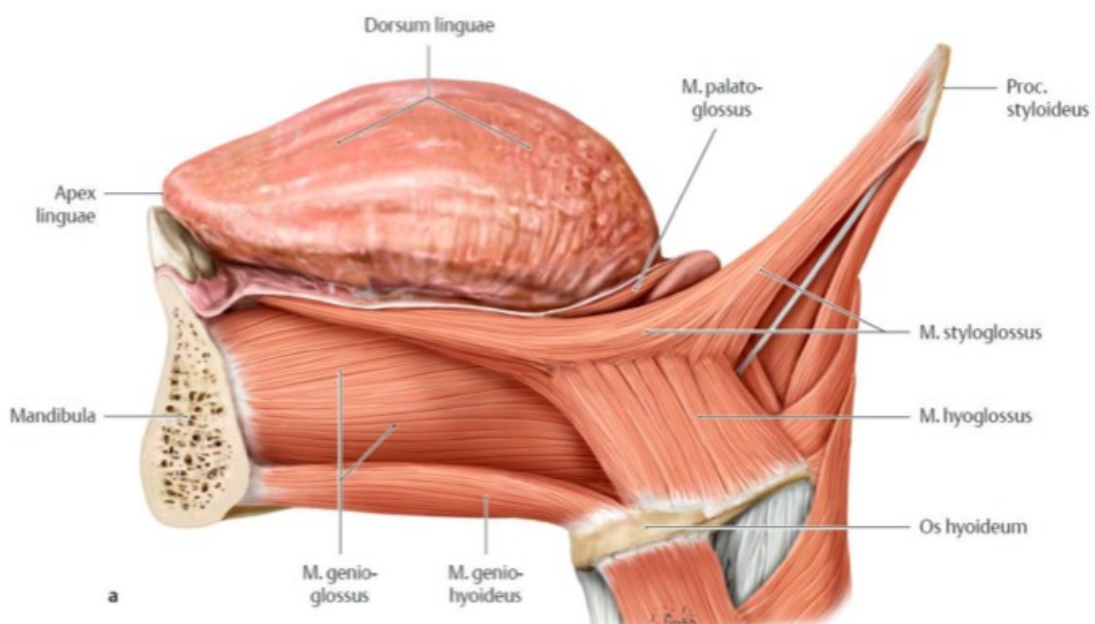


Abb.5: Die Zungenmuskulatur [M. Schünke et al. 2009]

1.2.3 Innervation

1.2.3.1 Innervation des Unterkiefers

Die beiden wichtigsten Nerven die motorischen, sensorischen und sensiblen Funktionen im Bereich des Unterkiefers übernehmen, sind der Nervus mandibularis und der Nervus facialis. Es handelt sich hierbei um zwei der zwölf Hirnnerven und wird somit dem zentralen und nicht dem peripheren Nervensystem zugeordnet [J. Fanghänel et al.2009].

1.2.3.1.1 Nervus mandibularis

Der Nervus mandibularis ist der dritte Ast des V. Hirnnervs, den Nervus trigeminus. Dieser tritt als dickster Hirnnerv aus dem Hirnstamm aus [M.Trepel 2008] Er teilt sich im sensiblen Ganglion Gasseri (auch Ganglion trigeminale) in seine drei Hauptäste auf [M. Krzovska 2014].

Der erste Zweig ist der Nervus ophtalmicus (V1) [M.Trepel 2008]. Er versorgt die Region der Orbita, des Auges (inklusive die Hornhaut), die Hautareale der Stirn, die Nase, die Schleimhaut der Nasennebenhöhlen und die Nasenscheidewand sensibel [M. Krzovska 2014].

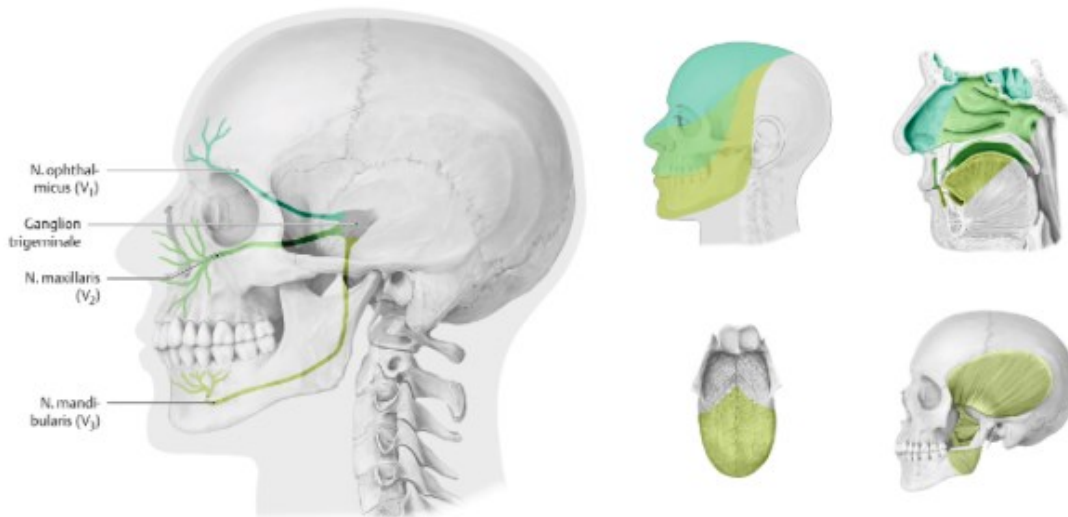


Abb. 6: Versorgungsgebiet des N. trigeminus [M. Schünke et al. 2009]

Beim zweiten Ast handelt es sich um den Nervus maxillaris (V2). Er versorgt mit seinen sensiblen Ästen die Haut zwischen Auge und Oberlippe. Somit ist er auch für die Sensibilität der Wange und des vorderen Bereichs der Schläfe verantwortlich. Über seine Schleimhauträste versorgt er einen Großteil der Nasenhöhle und des Gaumens. Über seinen Seitenast, den Nervus infraorbitalis, versorgt er den knöchernen Oberkiefer und alle Oberkieferzähne sensibel [M.Trepel 2008, M. Krzovska 2014].

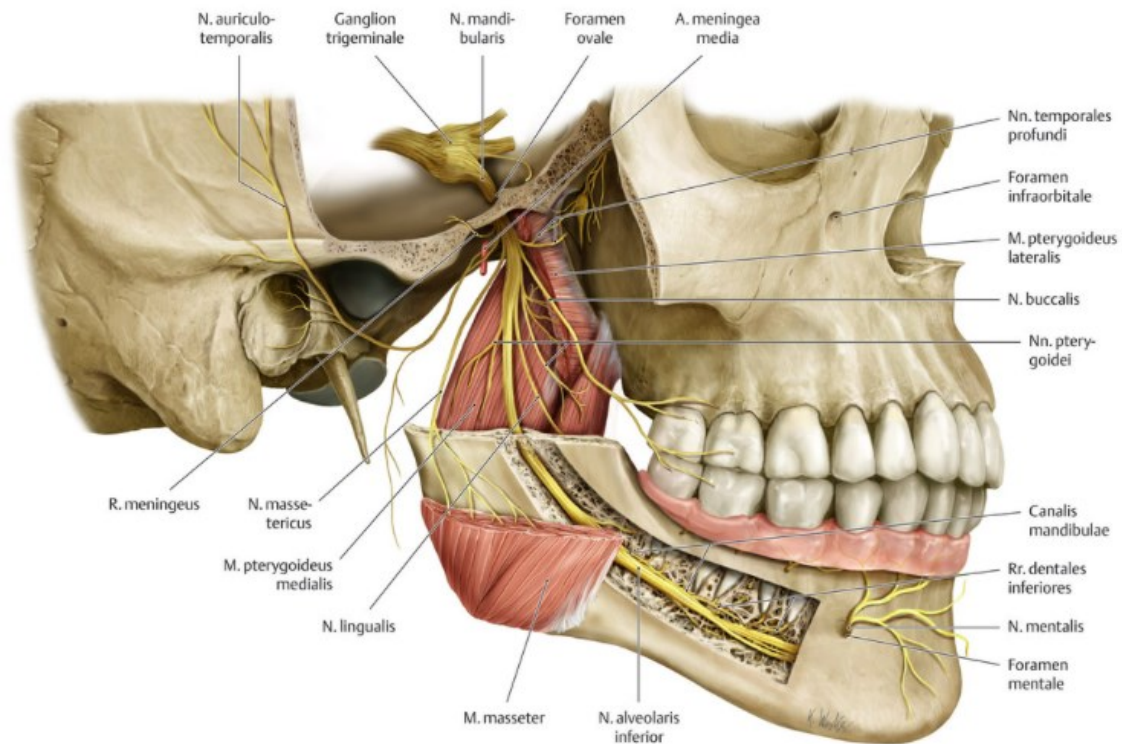


Abb. 7: Aufzweigung des N.Mandibularis [M. Schünke et al. 2009]

Der dritte Ast ist schließlich der Nervus mandibularis (V3). Er versorgt die Gesichtshaut des Kinns, des Unterkiefers, Teile der Wange und der Schläfe sensibel. Er versorgt die vorderen zwei Drittel der Zunge und übernimmt auch wesentliche motorisch Aufgaben [M.Trepel 2008].

Der N. mandibularis verlässt die Schädelhöhle beim Foramen ovale. Direkt danach tritt er in die Fossa infraorbitale ein und gibt dort auch direkt seinen Ramus meningeus ab, der wieder, zusammen mit der Ateria meningea media die Schädelhöhle betritt und die Hirnhäute versorgt. Danach teilt er sich in vier Äste den Nervus auriculotemporalis, den Nervus alveolaris inferior, den Nervus lingualis und den Nervus buccalis [M.Trepel 2008].

Der N. auriculotemporalis zieht nach hinten oben durch die Ohrspeicheldrüse durch und versorgt die Haut der Schläfe und die Vorderseite der Ohrmuschel sensibel [M. Krzovska 2014].

Der N. alveolaris inferior ist der stärkste Ast des N. mandibularis. Er läuft zwischen den mm. pterygoidei nach kaudal und tritt beim Foramen mandibulae in den Unterkiefer ein. Dort verläuft er im Canalis mandibulae, der eher einer nach unten geschlossener Rinne ähnelt. Nach oben gibt er die sensiblen Äste zu jedem einzelnen Zahn und dem umliegenden Zahnfleisch ab. Sein Seitenast, der Nervus mentalis, tritt durch das Foramen mentale aus und versorgt die Vorderseite der Schleimhaut zwischen den beiden Foramina, sowie die Haut der Unterlippe und des Kinns [A. Hafferl 1969, J. Fanghänel et al. 2009,].

Der N. lingualis zieht, wie der N. alveolaris inferior, zwischen den Mm. pterygoidei nach kaudal und tritt in den Zungengrund ein. Er versorgt den Mundboden und Teile der Gingiva sensibel und die vorderen zwei Drittel der Zunge sensorisch. Bei Ausfall kommt es also zu einem Verlust des Geschmacksinns an diesen Teilen der Zunge [M.Trepel 2008].

Schlußendlich zweigt ein sehr dünner Ast recht früh vom N. mandibularis ab, der Nervus buccalis. Er durchdringt den Musculus buccinator und versorgt die Schleimhaut der Wange und die angrenzende Gingiva sensibel [M.Trepel 2008].

Die motorischen Äste des N. mandibularis versorgen die Hauptmuskulatur des Kauystems und werden auch nach diesen benannt. So innerviert der Nervus massetericus den M. masseter, die Nervi temporales profundi den M. temporalis, die Nervi pterygoidei den M. pterygoideus medialis und lateralis, sowie der Nervus mylohyoideus den M. mylohyoideus. Weiteres wird auch der Musculus tensor veli palatini motorisch versorgt und eine Spannung des Gaumensegels ermöglicht. Der Musculus tensor tympani, der zum Schutz des Trommelfells, dieses bei starker Schalleinwirkung spannen kann, wird ebenfalls von motorischen Ästen des N. mandibularis versorgt [J. Fanghänel et al. 2009, M.Trepel 2008].

Aufgrund des frühen Aufteilens des N. trigeminus in seine drei Äste ist ein kompletter Ausfall der Nerven selten. Häufiger ist, meist durch ein Trauma verursacht (N. mandibularis häufig iatrogen durch den Zahnarzt, die Zahnärztin), eine periphere Läsion eines oder mehrere Äste. So kann es zu Sensibilitätsstörungen in den entsprechenden Regionen kommen.

Der Korneal Reflex, Lidschluss bei Reizung der Hornhaut, entfällt bereits bei geringer Schädigung [M. Krzovska 2014].

Sind motorische Anteile des Nervs betroffen kommt es meist zu einer einseitigen Schwäche der Kaumuskulatur [M.Trepel 2008]. Überprüfbar ist dies indem die Untersucherin, der Untersucher beidseits der Finger auf den aufsteigenden Kieferast legt und den Patienten beziehungsweise die Patientin die Zähne zusammenpressen lässt. Bei einer einseitigen Schwäche weicht der Kiefer zur gesunden Seite ab [H. Mattle, M. Mumenthaler 2011].

1.2.3.1.2 Nervus facialis

Der Nervus facialis ist der VII. Hirnnerv und besteht aus zwei Anteilen. Dem Fazialisanteil und dem Intermediusanteil. Der erstere führt motorisch Fasern und ist primär für die Versorgung der mimischen Muskulatur verantwortlich. Der zweitere führt parasympathische Fasern und Geschmacksfasern [M.Trepel 2008].

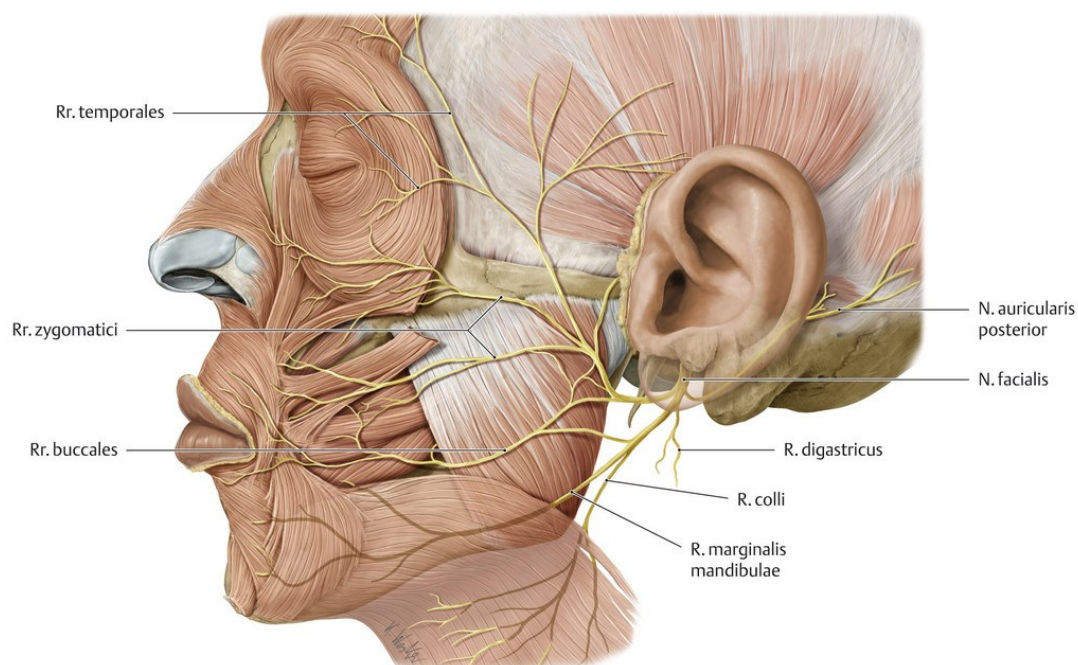


Abb. 8: Verlauf des Nervus facialis [M. Schünke et al. 2009]

Nach Verlassen des Hirnstamms tritt er durch den Porus acusticus internus in den inneren Gehörgang ein. Um im Canalis facialis zu verlaufen muss der Nerv beinahe im Rechtenwinkel eine Biegung nach hinten machen. In diesem Kanal verlassen den Nerv seine parasymphatischen und sensorischen Fasern um ihre Zielorgane zu erreichen.

Als rein motorischer Nerv tritt er am Foramen stylomastoideum aus. Von dort zieht er zur Glandula parotis um die mimische Muskulatur, inklusive Platysma, zu erreichen [J. Fanghänel et al. 2009, M.Trepel 2008].

Die motorischen Anteile übernehmen die Funktion der gesamten Mimik. Somit werden das Sprechen, Essen, Trinken, der Lidschluss und die mimische Ausdrucksfähigkeit möglich. Die Geschmacksfasern versorgen, gemeinsam mit dem N. lingualis, die vorderen zwei Drittel der Zunge. Wobei die Fasern des N. facialis die Hauptrolle des Geschmackempfindens übernehmen.

Die parasymphatischen Fasern sind für die Sekretion der Tränen- und Submandibulardrüsen verantwortlich [M.Trepel 2008].

Bei Läsion ist das Ausmaß der Symptomatik von der Lokalisation der Schädigung abhängig. Kardinalsymptom der Fazialisparäse ist jedoch die Gesichtsmuskellähmung, mit offener Lidspalte, verstrichener Stirn- und Nasolabialfalte und dem herunterhängenden Mundwinkel. All dies tritt auf der kranken Gesichtshälfte auf. Weiteres können Geschmacksstörungen, erhöhte Schallempfindlichkeit und verringerte Sekretion von Tränen- und Speichelflüssigkeit. Bei leichten Formen ist meist nur der Kornealreflex erloschen, bei schwereren können Probleme beim Sprechen, Essen und Trinken auftreten. Durch mangelndem Lidschluss ist eine Hornhautschädigung wahrscheinlich, weswegen regelmäßig mit künstlicher Tränenflüssigkeit eingetropt werden muss und in der Nacht ein Uhrglasverband das Auge vor dem Austrocknen bewahren soll. Zu unterscheiden ist die zentrale von der peripheren Fazialisparäse [M. Krzovska 2014].

Klinisch feststellbar kann eine Gesichtasymmetrie sein. Um dies zu überprüfen kann man die Patientin beziehungsweise den Patienten auffordern die Stirn zu runzeln, die Augen fest zu schließen, die Zähne zu zeigen und zu pfeifen. An den vorderen zwei Dritteln kann der Geschmackssinn auf drei der vier Grundqualitäten (süß, sauer, salzig) getestet werden. bitter wird nur im hinteren Drittel der Zunge wahrgenommen [H. Mattle, M. Mumenthaler 2011]

1.3. Morphologie

Der Erfolg einer Wurzelkanalbehandlung ist maßgeblich von der Kenntnis der Zahnanatomie abhängig. Die Wurzeln unterscheiden sich durch ihre Krümmung, Querschnitte, Anzahl der Kanäle und eventuelle Seitenkanäle [E.Hellwig et al.2010].

Nur rund 3 Prozent der Kanäle verlaufen gerade, besonders das apikale Drittel weist häufig eine Krümmung auf. Rund 33 Prozent weisen eine starke Krümmung auf [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Der Wurzelkanal stellt vereinfacht die Verbindung zwischen Pulpenkammer und dem Periradikularraum dar. Die Querschnitte variieren von rund über oval bis abgeplattet. Insbesondere bei den unteren Schneidezähnen kann der ovale Querschnitt stellenweise Nieren- oder Hantelförmig eingeschnürt sein [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Der Kanal verjüngt sich üblicherweise Richtung Apex bis er am physiologischen Foramen apicale seine engste Stelle erreicht hat. Unterhalb davon erweitert er sich wieder trichterförmig und mündet schließlich in den periradikulären Raum [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Der Wurzelkanal kann sich aufgabeln und wieder vereinigen. Es können Seitenarme auftreten. Wenn diese mit dem Periradikularraum kommunizieren spricht man von Ramifikationen. Weiters können bei mehrkanäligen Wurzeln zahlreiche Anastomosen zwischen den Kanälen auftreten. Auch direkt von der Pulpenkammer können Seitenarme ins Parodontium austreten. Rund ein Drittel der Zähne weisen solche akzessorischen Kanäle auf, meist im apikalen Drittel der Wurzel [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Die Wand eines Wurzelkanals weist Ausbuchtungen und Spalten auf, die nicht der Zahnoberflächenkontur folgen.

Die unteren Incisivi (32, 31,41 und 42) haben meist nur einen Wurzelkanal, rund 1 Prozent teilt sich apikal auf. Die Querschnittsform entspricht einem nach mesio-distal stark abgeplattetem Oval, das teilweise in der Mitte zu einem Achter bzw. einer Hantel eingeschnürt ist.

Diese Einschnürung ist in rund 20 Prozent Streckenweise vollständig, sodass teilweise zwei Kanäle entstehen, zervikal und apikal findet man häufig jedoch nur einen Kanal. Diese Verdoppelung wird häufig nicht bemerkt. Neben der Linguoversion der Krone und die erhöhte Perforationsrate durch die geringe mesio-distale Ausdehnung, ist dies ein Grund warum die unteren Schneidezähne als endodontisch schwierig zu behandeln angesehen werden [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Die unteren Eckzähne (33 und 43) haben in 80 Prozent nur einen Kanal. Rund 15 Prozent weisen zwei Kanäle auf die jedoch im Apexbereich wieder konfluieren und in ein gemeinsames Foramen münden. Bei gerade einmal 5 Prozent bleiben diese zwei Kanäle durchgehend getrennt und münden auch in zwei separate Foramina, häufig stellen sich in diesem Fall auch zwei eigenständige Wurzeln dar. Dies kann die Wurzelbehandlung erschweren, Perforationen kommen jedoch selten vor [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

All diese Punkte erschweren eine suffiziente Reinigung des Wurzelkanals im Rahmen einer endodontischen Behandlung [Drs.S.K.Thoden van Velzen et al.1988].

Um einen Überblick über die unterschiedlichen Wurzelkanalkonfigurationen zu schaffen entwickelte *Weine* 1982 ein Klassifikation des Kanalsystem, und Morphologie ist basierend auf drei Faktoren - Anzahl der Kanalöffnungen, Anzahl der Kanäle und Anzahl der Foramina in jedem Zahn. Auf dieser Basis können wir die Wurzelkanäle klassifizieren und abhängig davon die Schwierigkeit des Wurzelkanalbehandlungsverfahrens bestimmen und die Art des Dateisystems und der Obturationstechnik anwenden.

Weine Klassifikation:

- Typ I: Ein Kanal
- Typ II: Zwei Kanäle mit apikaler Konfluenz
- Typ III: Zwei durchgehend getrennte Kanäle
- Typ IV: Ein Wurzelkanal, der sich in zwei Kanäle und getrennte Foramina auf zweigt

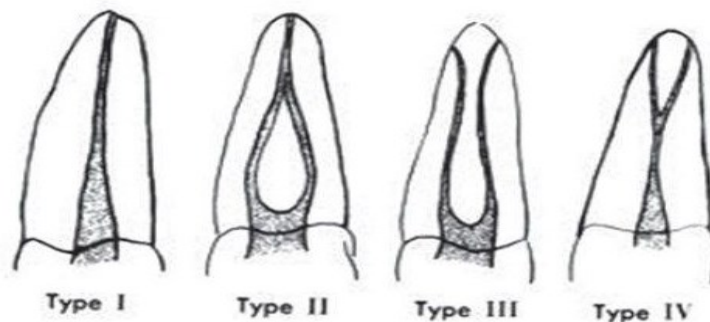


Abb. 9 Klassifikation nach Weine [Internethinweis]

Danach Vertucci 1984 entwickelt eine Klassifikation die acht Untergruppen beinhaltet, basierend auf der Untersuchung von 2400 extrahierten Zähnen.

- Typ I: Einzelkanal
- Typ II: Zwei Kanäle verlassen das Pulpenkavum, vereinigen sich kurz vor dem Apex
- Typ III: Ein Kanal teilt sich in zwei und geht vor dem Apex wieder zusammen
- Typ IV: Zwei separate Kanäle
- Typ V: Ein Kanal der kurz vor dem Apex sich aufteilt und in zwei Foramina mündet
- Typ VI: Zwei separate Kanäle verjüngen sich zu einem und teilen sich kurz vor dem Apex wieder in zwei
- Typ VII: Ein Kanal entspringt aus dem Pulpenkavum teilt sich in zwei, verjüngt sich wieder zu einem um schlussendlich getrennt in zwei Foramina zu münden.
- Typ VIII: Drei durchgehend separate Kanäle









Vertucci 1984							
Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
1-1	2-1	1-2-1	2-2	1-2	2-1-2	1-2-1-2	3-3
							

Abb. 10 Klassifikation nach Vertucci [Internethinweis]

3. Historischer Rückblick

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab es nur Wenige die sich mit der Anatomie des Zahnwurzelkanals auseinandersetzten. *Carabelli* war der erste der 1844 die Anzahl und den Verlauf der Kanäle beschrieb. 1867 folgte ihm *Latimer* mit seinen Erkenntnissen zur Größe des Foramen apicale bei Molaren [Baumann, Michael A 1992].

Historisch nur durch spätere Berichte von *Müller* (1936) belegt, soll Dr. D.M. *Catell* im späten 19. Jahrhundert Vorträge in ganz Nordamerika über die Wurzelkanalanatomie gehalten haben. Schriftlich aufgezeichnet oder publiziert hat er sein diesbezügliches Wissen jedoch nie [Baumann, Michael A 1992].

Erst zur Jahrhundertwende hielt die Beschreibung des Wurzelkanalsystems in die Literatur Einzug. So finden sich Beschreibungen, anhand von Untersuchungen an Schnitt- und Schliffserien, in den Büchern von *Mühlreiter* (1870,1891), *Black* (1902), *Miller* (1904) und *Preiswerk* (1903, 1908) [Baumann, Michael A 1992]

Die Untersuchungsmethoden der Wurzelkanalanatomie kann man in Bezug auf die Betrachtungsweise, also makroskopisch oder mikroskopisch, einteilen. Weiteres kann die Intaktheit bzw. notwendige Zerstörung des Zahnes in die Klassifikation mit einbezogen werden (non-destruktiv/destruktiv) [Baumann, Michael A 1992].

Die Korrosionsmethode stellt ein Beispiel für eine makroskopische, destruktive Untersuchungsmethode dar. Das Wurzelkanalsystem wird durch ein flüssiges Material ersetzt. Anschließend wird die umgebende Zahnhartsubstanz aufgelöst. Während *Preiswerk* 1901 die Pulpa mit Woodschem Metall ersetzte und den Zahn in Kalilauge auflöste, verwendete *Fischer* 1907 und 1912 Azeton-Zelluloidlösung und 50%ige HCl-Lösung [Baumann, Michael A 1992].

Erst *Hess* setzte 1917, nach mehreren Fehlversuchen, Kautschuk als Ausgussmaterial ein, welches nach einem Vulkanisationsprozess der 50%igen

Salzsäure zur Mazeration der Zahnhartsubstanz, standhielt. An 2800 menschlichen Zähnen untersuchte er so vor allem die altersabhängigen Veränderungen des Wurzelkanalsystems [Baumann, Michael A 1992].

In der Literatur zuletzt beschrieben wird die Korrosionstechnik bei *Richter* 1936, der die Pulpen Kavität mit Amalgam füllte. Die zahlreichen Nachteile die diese Methode mit sich bringt (Veränderung der Zahnmorphologie durch Hitze, Ungenaue Darstellung der Poren, brüchige Präparate und Verlust des Bezuges zur natürlichen Zahnoberfläche) führten dazu, dass neue Techniken entwickelt werden mussten [Baumann, Michael A 1992].

Parallel zur Korrosionsmethode kam die Aufhellungsmethode auf. Hierbei wird der Zahn, durch ein Bad in Karbolsäure, aufgehellt. Der Prozess dauert 12-30 Stunden und der so beinahe transparent gemachte Zahn wird in derselben Lösung aufbewahrt. Pioniere dieser Technik sind *Krause* (1909) und *Spalteholz* (1911). Leider weist diese Methode eine schlechte Haltbarkeit auf, die Flüssigkeit muss regelmäßig ausgetauscht werden da sie sich sonst rotbraun verfärbt [Baumann, Michael A 1992].

Adloff entwickelte diese Methode weiter in dem er in seiner Versuchsreihe von 1913 die Wurzelkanäle mit verschiedensten Füllmittel (z.B. Guttapercha, Elfenbeinstifte, Wurzelfüllpasten) füllte und daraufhin den Zahn in Zedernöl aufhellte. Zur Dauerpräparation bettete er die Zähne daraufhin in Kanadabalsam ein. *Adloff* gelang es somit als Erster den räumlichen Bezug vom Kanalsystem zur Zahnhartsubstanz herzustellen [Baumann, Michael A 1992].

Techniken die aus der klassischen Präparation der Anatomie bereits bekannt waren, Spaltung, Schliffe und Schnitte, spielten ebenfalls eine bedeutende Rolle in der Erforschung der Wurzelkanalanatomie. Insbesondere durch Anfärben von Serienschnitten mit Hämatoxylin-Eosin ermöglichte eine histologische Untersuchung unter dem Mikroskop [Baumann, Michael A 1992].

Makroskopische Betrachtung

Destruktiv	Non-destruktiv
per oculo	per oculo
Röntgen in vitro/in vivo	Röntgen in vitro
Mikroradiographie in vivo	Mikroradiographie in vitro
Magnetresonanztchnik in vitro/in vivo	Korrosionsmethode
	Aufhellungsmethode
	Ausgußmethode
	Digitales Volumetomographie

Abb. 11 Modifiziert nach *Baumann* [Baumann, Michael A 1992]

Die Radiologie fand schließlich in den 1930er Jahren Einzug. *Mueller* war der Erste der 1933 bei der Untersuchung von 1394 Zähnen röntgenologische Techniken verwendete. Er machte im Rahmen seiner Studie sowohl oro-vestibuläre als auch mesio-distale Aufnahmen und versah auch einige Zähne mit Wurzelkanalfüllungen [Baumann, Michael A 1992].

Ab zirka Mitte der 30er Jahre gab es keine nennenswerten Veröffentlichungen zu diesem Thema, mit großer Wahrscheinlichkeit der instabilen politischen, wirtschaftlichen und vor allem sozialen Situation während des zweiten Weltkrieges geschuldet. Erst ab den 1950er Jahren nahm die Forschung wieder Fahrt auf und neben den bereits genannten Methoden kamen zwei nennenswerte neue Untersuchungsmethoden hinzu [Baumann, Michael A 1992].

Die erste war die Wachsrekonstruktion nach *Meyer*. Hierbei wurden die apikalen sechs Millimeter eines Zahnes in 120 jeweils 50 Mikrometer dicke histologische Schnitte verarbeitet. Mit Hilfe eines Projektionszeichenapparates wurden Wachsmodelle dieser Schnitte angefertigt im Maßstab 50:1. In der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt ergaben diese Wachsplatten ausführliche

dreidimensionale, vergrößerte Modelle des Wurzelkanals. Diese anschauliche Methode lieferte neue Erkenntnisse in Bezug auf die Wurzelspitze und die Komplexität der Wurzelkanäle, auf Basis dieser Forschung wurde der Begriff Wurzelkanalsystem etabliert [Baumann, Michael A 1992].

Die zweite neue Technik wurde von *Saunders* Ende der 1950er Jahre entwickelt. Bei der Mikroradiographie werden röntgenopake Kontrastmittel in die den Zahn versorgenden Gefäße injiziert und mit Hilfe von mikroskopischen Röntgentechniken sichtbar gemacht [Baumann, Michael A 1992].

Mikroskopische Betrachtung

Destruktiv	Non-destruktiv
Mikroskop	Mikroskop
- deskriptiv	Stereomikroskop
-Histologie	Rasterelektronenmikroskop (REM)
-Mikrometrie	Magnetresonanzmikroskop (MRM)
-Serienschnitte und 3D-Rekonstruktion	-konventionelle MRM
Rasterelektronenmikroskop (REM)	-Streuungsbildgebung (STRAFI)

Abb. 12 Modifiziert nach *Baumann* [Baumann, Michael A 1992]

Schließlich entwickelte *Barker et al* 1969 die Ausguss Methode. Hierbei wird in den Pulpen Raum eine rot gefärbtes Polyesterharz eingebracht, der noch intakte Zahn in einer Silikonmass eingebettet, die Zahnhartsubstanz mittels Säure aufgelöst und schließlich der Hohlraum mittels transparentem Polyesterharz aufgefüllt. Die dadurch entstehenden Anschauungsstücke lassen es zu sowohl die Morphologie des Wurzelkanalsystems, als auch dessen Bezug zur Zahnoberfläche zu beurteilen [Baumann, Michael A 1992].

1972 wurde die wohl größte, dieses Thema betreffende, Studie von *Pineda* und *Kuttler* gemacht. Sie umfasste 4183 Zähne und 7275 radiologische Aufnahmen des Wurzelkanalsystems. Beurteilt wurden die Kanalanzahl, Ramifikationen, Lokalisation des foramen apicale und die Einflüsse des Alters [Baumann, Michael A 1992].

In den 1980er Jahren wurde die Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop bevorzugt. Die dabei notwendige Zerstörung des Zahnes und die begrenzte Fläche machte eine ausführliche Beurteilung jedoch schwer [Baumann, Michael A 1992].

4. Ziel

Das Ziel dieser Studie ist es, unter Verwendung der Digitalen Volumen Tomographie (DVT) Unterschiede bezüglich der Anzahl der Wurzeln und der Wurzelkanalmorphologie bei Unterkiefer Front Zähnen zu untersuchen und mit Weine Klassifikation zu klassifizieren. Der klinische Alltag wird durch diese Ergebnisse insofern verbessert, dass Behandler in Zukunft eine besondere Aufmerksamkeit auf die Wurzelkanalmorphologie in der UK-Front genommen wird. Die Ergebnisse dienen können für weitere aufbauende Forschung in diesem Gebiet.

5. Material und Methoden

Mittels retrospektiver Datenanalyse wurden sämtliche volljährige Personen (ab dem 18 Lj), welche im Zeitraum von 01.01.2017 bis 28.02.2017 an der Univ.-Klinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits mittels DVT untersucht wurden, erfasst. Es wurden ausschließlich DVT Untersuchungen mit vollständiger Abbildung, der vollständig entwickelte und unbehandelte untere Eckzähne, mittlere und seitliche Schneidezähne herangezogen. Nach Filterung dieser Personen aus der Patientendatenbank wurden zusätzlich das Alter sowie das Geschlecht erfasst. Die Anzahl und Konfiguration der Wurzelkanäle wurden anhand der Weine – Klassifikation ermittelt, statistisch ausgewertet und mit Daten aus der Literatur verglichen.

Danach wurden die Datensätze anonymisiert und alphanumerisch codiert. Zwei voneinander unabhängige Untersucher klassifizierten die vorliegenden Röntgendatensätze anhand der Weine-Klassifikation. Die radiologische Klassifizierung wurde von jedem Untersucher je einmal durchgeführt. Als Nebenfrage wurde untersucht, ob DVT- Digitale Volumetomographie in der Diagnostik sich besser geeignet, um eine möglichst exakte Wurzelkanalanatomie darzustellen.

Der Neuigkeitswert dieser Arbeit besteht einerseits darin, dass die Klassifikation der Unterkiefer Frontzahn Wurzelkanäle nach Weine in diesem Ausmaß noch nie an Patienten/innen in Österreich angewendet wurde und andererseits in der Miteinbeziehung von DVT Daten in die Untersuchung.

Für die Beurteilung der Unterkiefer-Frontzähne wurden 104 DVT-Aufnahmen herangezogen. Die DVT Aufnahmen wurden aus unterschiedlichen Zahnmedizinischen Gründen angefertigt.

Die Unterkieferzähne wurden anhand der DVT Aufnahme in axialer Dimension untersucht.

Das Wurzelkanalkonfiguration, die Anzahl der Wurzelkanäle sowie die Ausrichtung der Wurzeln wurden ausgewertet und anhand von Variablen bewertet.

Pat. Nr. : _____ *U n t e r k i e f e r z ä h n e* Version : 1.1













	Zahn 43 	Zahn 42 	Zahn 41 	Zahn 31 	Zahn 32 	Zahn 33 
W						
e	Type I 					
i	Type II 					
k	Type III 					
s	Type IV 					
s	Type V 					
i						
f						
i						
k						
a						
t						
i						
o						
n						
a						
t						
i						
o						
n						

Abb. 13: Diese Tabelle dient als Datenbank für anhand von Röntgenaufnahmen gesammelte Daten zur Wurzelkanalanatomie. Pro Patient wurde je ein solches Datenblatt ausgefüllt. Aus Datenrechtsschutzgründen wurde jedem Patienten, jeder Patientin eine Zahl zugeordnet. Für diese Studie wurden Daten von 592 Zähnen von 104 unterschiedlichen Patientinnen ausgewertet. Horizontal sind die Zahntypen abgebildet, die für diese Studien verwendet wurden. Vertikal sind Grundtypen nach Weine Klassifikation der Kanalkonfiguration innerhalb eines Zahns

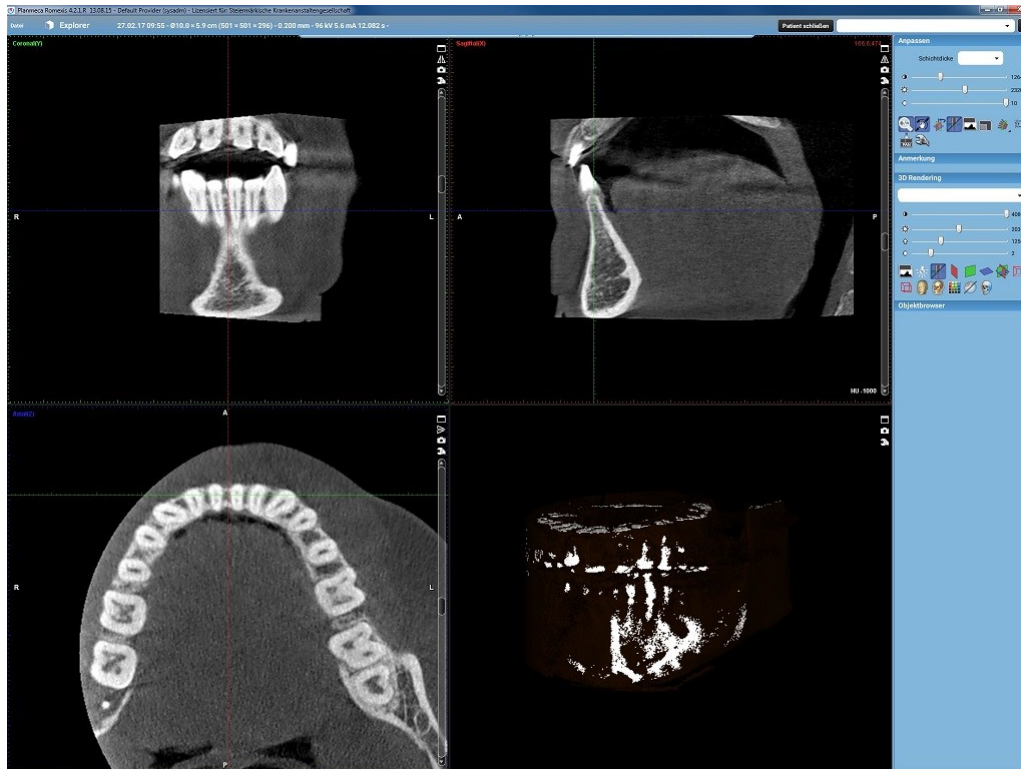


Abb.14: DVT-Digitale Volumen Tomographie Aufnahme, die als Basis für die Bewertung von Wurzelkanalformen verwendet wurde. Zur Betrachtung wurden Schnittbilder in frontalen, lateralen und axialen Ebene herangezogen. Für diese Studie wurden ausschließlich axiale Schnittbilder verwendet: Schichtdicke 0.200 mm

6. Ergebnisse

Bei dieser Studie, nach den Kriterien der Wein-Klassifikation kamen folgende Ergebnisse zustande: Am häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie Typ-I zugeordnet werden. 443 Zähne (74,83 %) (Abb. 16.1a,1b,1c), gefolgt von Typ II mit 52 Zähnen (8,78 %) (Abb. 16.1a,1b,1c), Typ IV mit 33 Zähnen (5,57 %) (Abb. 17. 1a,1b,1c) und Typ III mit 2 Zähnen (0,34 %) (Abb. 17. 1a,1b,1c). 62 Zähne (10,47 %) konnten nicht zugeordnet werden (Tab.1, Abb.15). In Bezug auf den Kanal Typ wurden signifikanten Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Patienten beobachtet (Tab.2.a und 2b.)

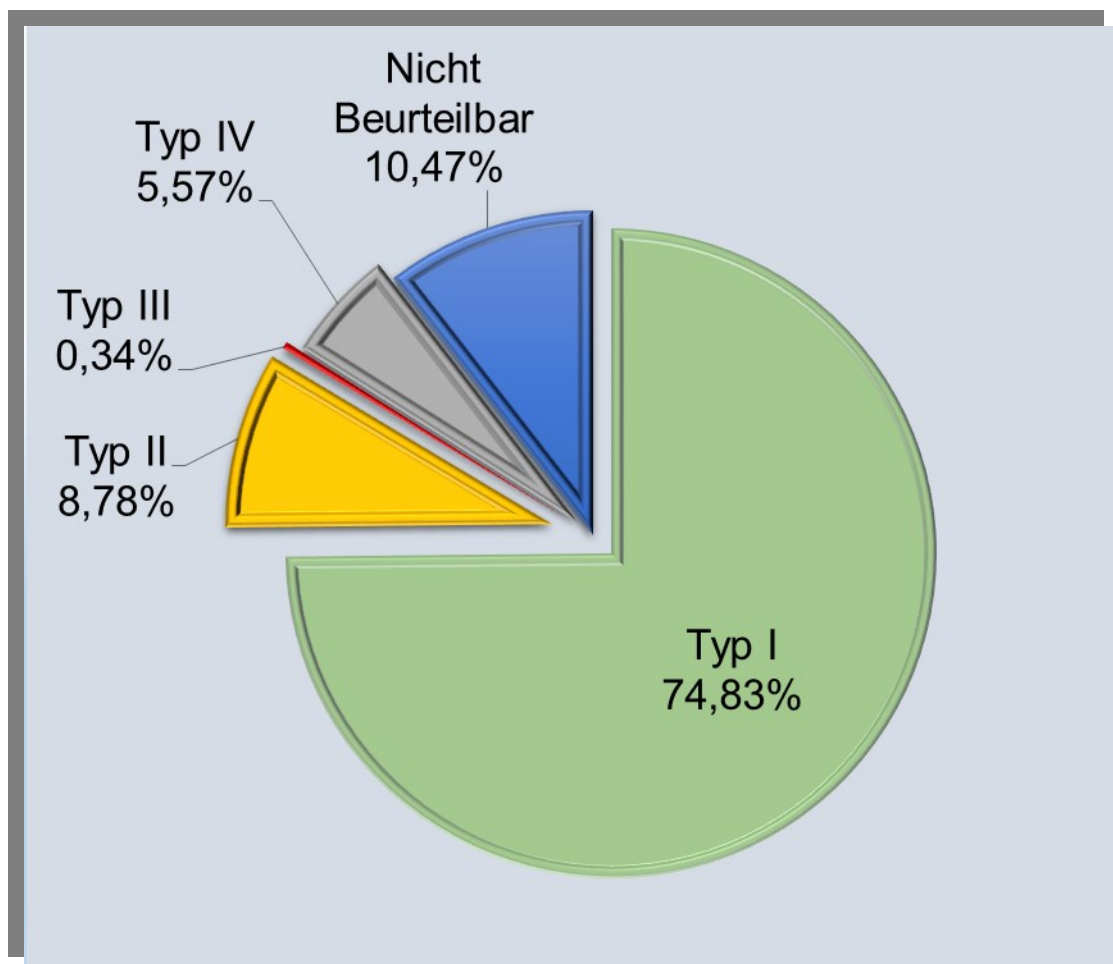


Abb.15: Grafische Darstellung, häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie nach den Kriterien der Wein-Klassifikation

Weine - Klass.	Zahn 33 Total 99	Zahn 32 Total 100	Zahn 31 Total 100	Zahn 41 Total 97	Zahn 42 Total 99	Zahn 43 Total 97
Type I	89	68	66	66	66	88
Type II	2	12	13	15	10	
Type III			1	1		
Type IV	3	8	6	4	9	3
NB	5	12	14	11	14	6

Tab. 1. Häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie nach Wein-Klassifikation

W - Klass. Frauen	Zahn 33 Total 53	Zahn 32 Total 54	Zahn 31 Total 53	Zahn 41 Total 51	Zahn 42 Total 52	Zahn 43 Total 53
Type I	48	42	39	38	39	45
Type II	2	2	3	4	1	
Type III						
Type IV	1	5	5	4	5	3
NB	2	5	6	5	7	5

Tab.2a. Häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie beim Frauen nach Wein-Klassifikation

W - Klass. Männer	Zahn 33 Total 46	Zahn 32 Total 46	Zahn 31 Total 47	Zahn 41 Total 46	Zahn 42 Total 47	Zahn 43 Total 44
Type I	41	26	27	28	27	43
Type II		10	10	11	9	
Type III			1	1		
Type IV	2	3	1		4	
NB	3	7	8	6	7	1

Tab.2b. Häufigsten vorkommende Wurzelkanalmorphologie beim Männer nach Wein-Klassifikation

Der Geschlechtsunterschied ist auch ein Faktor, der die Wurzel länge sowie die Anzahl Wurzelkanäle beeinflusst.

Abb.16. DVD Aufnahme mit zwei verschiedene Typen von Wurzelkanalsystem

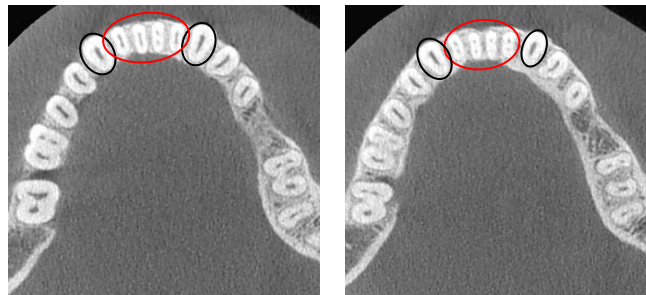


Abb.16. 1a. DVD Aufnahme / koronare Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

Typ I (Unterkiefer Eckzähne 33 und 43)

Typ II (Unterkiefer Schneidezähne 31, 32, 41 und 42)

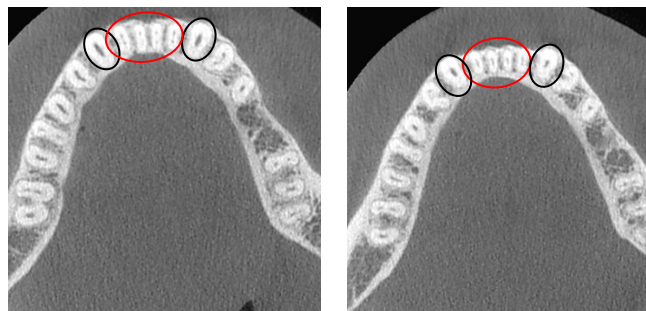


Abb.16. 1b. DVD Aufnahme / mittlere Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

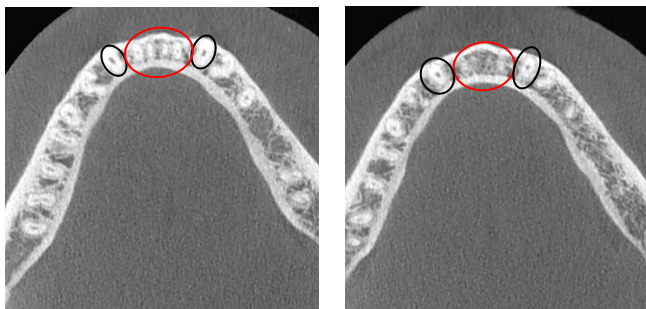


Abb.16. 1c. DVD Aufnahme / apikale Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

Abb.17 Bei diesem Patienten können wir bei den Zähnen 33 und 43 eine Wurzelkanalanatomie entsprechend Typ III und Typ IV erkennen.

Typ III (Unterkiefer Eckzahn 33)

Typ IV (Unterkiefer Eckzahn 43)

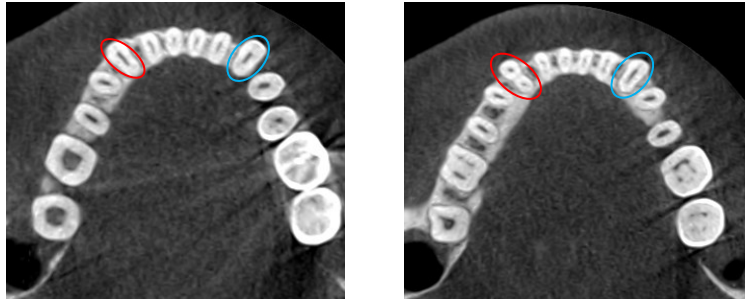


Abb.17. 1a. DVD Aufnahme / koronare Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

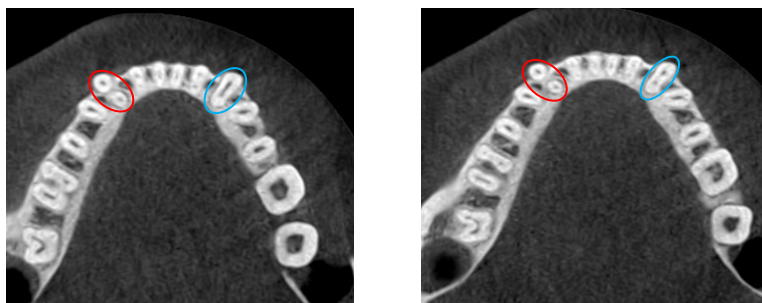


Abb.17. 1b. DVD Aufnahme / mittlere Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

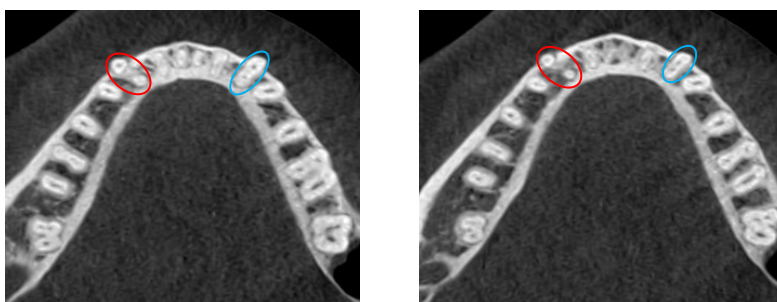


Abb.17. 1c. DVD Aufnahme / apikale Bereich mit zwei verschiedenen Typen von Wurzelkanalsystem:

Schlussfolgerung:

Aufgrund der unterschiedlichen Morphologie und der möglichen Präsenz eines zweiten Wurzelkanales bei Unterkiefer Frontzähnen müssen endodontische Behandlungen mit größerer Sorgfalt durchgeführt werden.

Das DVT bietet dazu ein präzises Werkzeug aufnahmeverfahren für die morphologische Beurteilung von Wurzelkanälen.

7. Diskussion

Die Wurzelkanalanatomie der unteren Frontzähne, insbesondere das Vorhandensein eines zweiten oder dritten Kanals, wurde in der letzten Zeit sehr oft untersucht [Hess 1917, Han et al 2014, Leoni et al.2013, Sert et al. 2004, Madeira & Hetem 1973 ,Benjamin & Dowson 1974; Liu J, et al. 2014; Kartal & Yanikoglu 1992; Miyashita et al. 1997;Aslanalp &Tanalp J 2004; Rahimi et al. 2013, Caliskan et al. 1995;Al-Qudah & Awawdeh 2006;Vertucci FJ 1984].

In der Regel besitzen Unterkieferfrontzähne eine Wurzel und ein Kanal (Sommer et al 1965). Von zwei oder in sehr seltenen Fällen auch drei Wurzelkanäle [Rankine &Henry 1965]

Bezüglich der Anatomie von Unterkieferfrontzähne wurden Verschiedenste Ergebnisse interpretiert [Han et al 2014, Leoni et al.2013, Sert et al. 2004, Madeira & Hetem 1973 , Benjamin & Dowson 1974; Liu J, et al. 2014; Kartal & Yanikoglu 1992; Miyashita et al. 1997;Aslanalp &Tanalp J 2004; Rahimi et al. 2013, Caliskan et al. 1995;Al-Qudah & Awawdeh 2006; Al-Neggrish 2002] und bisher mit sehr unterschiedlichen Methoden überprüft: Standard Röntgen [Benjamin & Dowson 1974, Peikoff et al. 1996] sowie Farbstoffpenetrationstest im dursichtigen zähne oder Querschnitten [Imura et al. 1998, al Shalabi et al. 2000, Madeira & Hetem Vertucci FJ 1974, ; Kartal & Yanikoglu 1992; Miyashita et al. 1997;Aslanalp &Tanalp J 2004; Rahimi et al. 2013, Caliskan et al. 1995;Al-Qudah & Awawdeh 2006;Vertucci FJ 1984].Micro computed tomography (micro-Ct) [Peters OA et al. 2000, Plotino G et al. 2006,] die Anatomie bzw. das Vorhandensein zusätzlichen Kanäle untersucht. Untersuchungen mit zweidimensionalen Röntgenaufnahmen zeigen die größten Abweichungen auf [Arnold und Paqué 2018]. Micro-CT sollte sehr genaue Ergebnisse liefern, besonders wenn es um dreidimensionale Darstellung des Wurzelkanalsystems geht [Peters et al. 2000]

Mit letztendlich die bewährte Methode der klinischen Diagnostik wie z. B. der DVT bietet genaue Ergebnisse für tatsächlichen Wurzelkanalanatomie [Arnold und Paqué 2018]. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde diese Methode gewählt.

Die Ergebnisse in der vorliegenden Studie stimmen mit den Ergebnissen der Studien von: (Weine FS, Han et al, Vertucci FJ, Al-Qudah & Awawdeh) überein. Die Ergebnisse von vorliegenden Untersuchung stehen in Kontrast zur anderen Studien (Madeira & Hetem, Benjamin & Dowson, Caliskan et al. Sert et al).

Die Diskrepanzen in den Ergebnissen der Wurzelkanalsysteme könnten des Weiteren von der jeweiligen Untersuchungsmethode beeinflusst werden.

Literaturverzeichnis

al Shalabi RM1, Omer OE, Glennon J, Jennings M, Claffey NM. Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. *Int Endod J.* 2000 Sep; 33(5):405-14.

Al-Neggrish AR. Incidence and distribution of root canal treatment in the dentition among a Jordanian sub population. *Int Dent J* 2002; 52:125-129.

Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root canal morphology of mandibular incisors in a Jordanian population. *Int Endod J* 2006; 39:873–7.

Baumann, Michael A.: Die räumliche Darstellung des Endodonts. München; Wien: Hanser, 1985, Zugl.: Univ., Habil.-Schr., 1992 ISBN 3-446-18339-6.

Benjamin KA, Dowson J. Incidence of two root canals in human mandibular incisor teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38:122–6.

Caliskan MK, Pehlivan Y, Sepetcioglu F, et al. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endod* 1995; 21:200–4.

Dauber, W.: *Feneis´ Bild-Lexikon der Anatomie.* 10.Auflage. 2008; Stuttgart; Georg Thieme Verlag.

Fanghänel, J. F.; Anderhuber, R. Nitsch: *Waldeyer Anatomie des Menschen.* 18. Auflage. 2009; Berlin; De Gruyter.

Gängler, P.; Hoffmann, T.; Willershäusen, B. N.; Schwenzler, M. Ehrenfeld: *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde - Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie.* 3. unveränderte Ausgabe. 2010; Stuttgart; Georg Thieme Verlag.

Hafferl, A.: *Lehrbuch der topographischen Anatomie.* 3. Auflage. 1969; Heidelberg; Springer-Verlag.

Han T, Ma Y, Yang L, Chen X, Zhang X, Wang Y. A study of the root canal morphology of mandibular anterior teeth using cone-beam computed tomography in a Chinese subpopulation J Endod. 2014 Sep; 40(9):1309-14. doi: 10.1016/j.joen.2014.05.008. Epub 2014 Jul 16.

Hellwig, Elmar; Klimek, Joachim, Attin, Thomas: Einführung in die Zahnerhaltung. Copyright © 2010 by Deutscher Zahnärzte Verlag, Dieselstrasse 2,50859 Köln ISBN 978-3-7691-3371-4.

Hess W. Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses mit Berücksichtigung der feineren Verzweigungen am Foramen apicale. Schweiz Vierteljahrsschr Zahnheilk 1917;27:1-53. Int Endod J. 1996 Nov;29(6):365-9.

Imura N, Hata GI, Toda T, Otani SM, Fagundes MI. Two canals in mesiobuccal roots of maxillary molars. Int Endod J. 1998 Nov;31(6):410-4.

Kahl-Nieke, B.: *Einführung in die Kieferorthopädie*. 3. überarbeitete Auflage. 2009; Köln; Deutscher Zahnärzte Verlag Glossar und Abkürzungen Abbildungsverzeichnis.

Kartal N, Yanikoglu FC. Root canal morphology of mandibular incisors. J Endod 1992;18:562-4.

Klimm, W.: *Endodontologie: Grundlagen und Praxis*. 2003; Köln; Deutscher Zahnärzte Verlag.

Krzovska, M.: *Basics - Neurologie*. 4. Auflage. 2014; München; Urban und Fischer.

Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, Damião de Sousa-Neto M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. J Endod. 2014 May; 40(5):710-6. doi: 10.1016/j.joen.2013.09.003. Epub 2013 Oct 16.

Liu J, Luo J, Dou L, et al. CBCT study of root and canal morphology of permanent mandibular incisors in a Chinese population. Acta Odontol Scand 2014; 72:26-30.

Madeira MC, Hetem S. Incidence of bifurcations in mandibular incisors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36:589–91.

Mattle,H.; Mumenthaler, M.: *Kurzlehrbuch Neurologie*. 3.Auflage. 2011; Stuttgart; Georg Thieme Verlag.

Michael Arnold und Frank Paqué Die Anatomie von Unterkiefer-Schneide- und Eckzähnen Heft 18/2018 Zm Online

Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, et al. Root canal system of the mandibular incisor. *J Endod* 1997; 23:479–84.

Peikoff MD, Christie WH, Fogel HM. The maxillary second molar: variations in the number of roots and canals.

Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000; 79:1405-9.

Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. *J Am Dent Assoc*. 2006 Nov; 137(11):1555-61.

Rahimi S, Milani AS, Shahi S, et al. Prevalence of two root canals in human mandibular anterior teeth in an Iranian population. *Indian J Dent Res* 2013; 24:234–6.

Rankine Wilson RW, Henry P. The bifurcated root canal in lower anterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1965; 70:1162–5.

Schünke, M. E.; Schulte, U.; Schumacher, M.; Voll, K. Wesker: *Kopf, Hals und Neuroanatomie PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie*. 2009; Stuttgart; Georg Thieme Verlag.

Sert S, Aslanalp V,Tanalp J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population.*Int Endod J* 2004; 37:494–9.

Sommer RF, Ostrander FD, Crowley M. Clinical Endodontics, 2nd ed. Philadelphia,PA: WB Saunders; 1965:269–71.

Thoden van Velzen, S.K.; Genet, Drs. J. M.; Kersten, Drs. H. W.; Moorer, Drs. W. R.; Wesselink, Drs. P. R.: Endodontie. Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam, Afd. Cariologie & Endodontologie Louswesweg 1,NL-1066 EA Amsterdam/Niederlande, Dr.med.dent Uta Rahn - Schmidt Zahnärztin, Kommanstr. 2 D – 5900 Siegen, Deutsche Ärzte-Verlag 1988 Köln

Trepel, M.: *Neuroanatomie - Struktur und Funktion.* 4.Auflage. 2008; München; Urban und Fischer.

Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. J Am Dent Assoc 1974; 89:369–71.

Vertucci FJ.Root canal anatomy of the human permanent teeth.Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984 Nov;58(5):589-99.

Weine FS (1982) Endodontic therapy, 3rd edn. St. Louis: Mosby.

Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L (1969) Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 28, 419–25.

Internethinweis:

<https://www.juniordentist.com/weines-classification-of-root-canals.html> (Stand: 10.10.2018)

https://www.researchgate.net/profile/Nouman_Noor/publication/322156011/figure/fig1/AS:577642529542145@1514732119505/Summary-of-root-canal-configurations-according-to-the-Vertucci-classification.png (Stand: 10.10.2018)

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellen: Astrit Kryeziu

Bilder: 1. Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit.

Billrothgasse 4. A-8010 Graz

2. Internethinweis