



Technische Universität München

Fakultät für Medizin

**Retrospektive Analyse des Intervalls zwischen
Trauma und operativer Versorgung
bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil**

Carolina Anna Sophia Claßen

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der
Technischen Universität München zur Erlangung des
akademischen Grades einer

Doktorin der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Florian Eyer

Prüfer*innen der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Dr. Jochen Weitz
2. Priv.-Doz. Dr. Helen Abel

Die Dissertation wurde am 16.11.2022 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.03.2023
angenommen.

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	3
ABKÜRZUNGEN	5
1. EINLEITUNG.....	7
1.1. Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil	7
1.1.1. Anatomie des Unterkiefers	7
1.1.2. Ätiologie, Epidemiologie und Pathomechanismus.....	9
1.1.3. Einteilung von Unterkieferfrakturen	10
1.1.4. Diagnostik.....	12
1.1.5. Therapie	13
1.1.6. Komplikationen	15
1.2. Grundlagen der Frakturheilung.....	20
1.2.1. Primäre Frakturheilung	20
1.2.2. Sekundäre Frakturheilung	22
1.2.3. Einflussfaktoren auf die Frakturheilung	23
1.3. Studienlage zum Intervall Trauma - operative Versorgung	24
1.4. Fragestellung.....	25
2. MATERIAL UND METHODEN.....	26
2.1. Ethikvotum und Interessenskonflikte	26
2.2. Patientenkollektiv.....	26
2.2.1. Einschlusskriterien.....	26
2.2.2. Ausschlusskriterien.....	26
2.3. Datenerfassung	27
2.4. Statistische Methoden	28
3. ERGEBNISSE	29
3.1. Deskriptive Statistik	29
3.1.1. Patientenkollektiv.....	29
3.1.2. Traumaursache und Diagnostik.....	31
3.2. Analyse des Intervalls Trauma – operative Versorgung.....	35
3.3. Multiple lineare Regressionsanalyse auf weitere Einflussfaktoren	38
4. DISKUSSION	40
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	49
6. ABSTRACT	50

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	51
8. TABELLENVERZEICHNIS.....	52
9. CURRICULUM VITAE	53
10. VERÖFFENTLICHUNGEN.....	54
11. DANKSAGUNGEN	55
12. QUELLENNACHWEISE.....	56

Abkürzungen

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
µm	Mikrometer
Abb.	Abbildung
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
DVT	Digitale Volumen Tomographie
d.h.	das heißt
et al.	et alia
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunden
ICD	International Statistical Classification of Diseases
IMF	Intermaxilläre Fixation
inkl.	inklusive
i.S.	im Sinne
KI	Konfidenzintervall
min	Minuten
ml	Milliliter
MMF	Mandibulo-Maxilläre Fixation
N.	Nervus
o.g.	oben genannt
P	probability
p.a	posterior - anterior
s.	siehe
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
sog.	sogenannte(n)
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Anmerkung

Aus Übersichtsgründen und zur besseren Lesbarkeit wird auf die Trennung zwischen weiblichem und männlichem Geschlecht im Fließtext verzichtet. Bei der Verwendung der maskulinen Form eines Substantives, welches Personen betrifft, ist ebenfalls die feminine Form adressiert.

1. Einleitung

Frakturen des Unterkiefers stellen die häufigste Prävalenz an Frakturen im Bereich des Gesichtsschädels dar (Eufinger 2021). Bezüglich der Lokalisation nehmen Frakturen im Bereich des zahntragenden Teils aller Unterkieferfrakturen mit mehr als 75% den größten Anteil ein (Schwenzer et al. 2010, Eufinger 2021). Durch den Parodontalspalt werden Frakturen innerhalb der Zahnreihe als offene Frakturen gewertet. Zur Wiederherstellung von Form und Funktion ist bei dislozierten Frakturen eine offene Reposition mit Osteosynthese indiziert (Ernst et al. 2004). Bezüglich des zeitlichen Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung herrscht in der aktuellen Literatur Uneinigkeit, ob die Versorgung als chirurgischer Notfall gewertet werden sollte oder ob eine zeitlich verzögerte operative Versorgung möglich ist.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss des zeitlichen Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung von Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil im Hinblick auf postoperative Komplikationen wie Infektionen, Wunddehiszenzen und Okklusionsstörungen zu analysieren.

1.1. Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil

1.1.1. Anatomie des Unterkiefers

Der Unterkiefer bildet als einziger Knochen das Untergesicht und ist der einzig frei bewegliche Schädelknochen (Ernst et al. 2004). Das Wort Mandibula leitet sich vom lateinischen „mandere“ – Kauen ab, was gleichzeitig die Funktion darstellt. Embryonal entsteht der Unterkiefer aus dem ersten Kiemenbogen (Schünke et al. 2018). Erst während des 1. Lebensjahres verschmelzen die rechte und linke Knochenanlage in der Symphyse und bilden einen unpaaren hufeisenförmigen Knochen. Der Unterkiefer ist nur über Muskeln und Bänder mit dem Schädel verbunden (Schünke et al. 2018).

Der Unterkieferknochen lässt sich anatomisch einteilen in:

- Unterkieferkörper (Corpus)
- Unterkieferast (Ramus)
- Muskelfortsatz (Proc. coronoideus)
- Gelenkfortsatz (Proc. condylaris)

Abbildung 1 veranschaulicht die Anatomie des Unterkiefers von lateral.

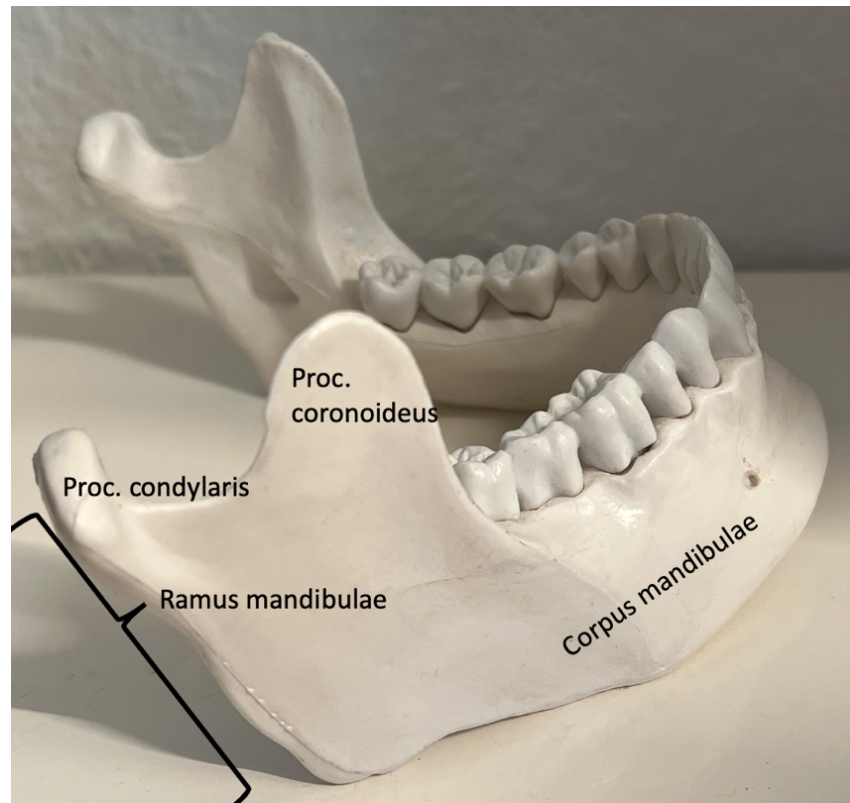


Abbildung 1: Anatomie des Unterkiefers von lateral.

Zum zahntragenden Anteil des Unterkiefers zählt der Unterkiefercorpus sowie die unteren Teile des Unterkieferastes, insbesondere die Region des Kieferwinkels, wo sich die Weisheitszähne befinden. In Abbildung 2 wird der zahntragende Teil des Unterkiefers farblich hellblau markiert dargestellt.

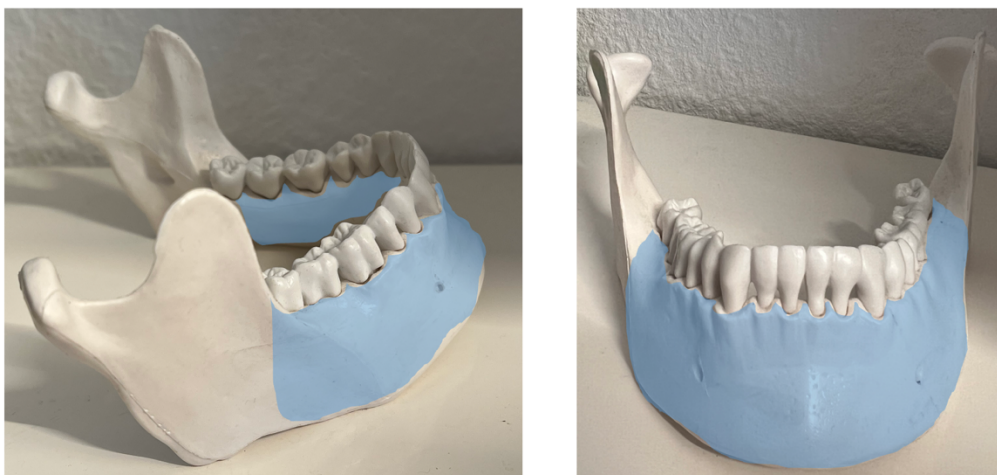


Abbildung 2: Ansicht des Unterkiefers von lateral (links) und frontal (rechts).

Der zahntragende Teil des Unterkiefers ist hellblau eingefärbt.

Die Innervation des Unterkiefers erfolgt durch den N. mandibularis, der ca. 1 cm kaudal der Incisura semilunaris im Foramen mandibulae von lingual eintritt und ab da als N. alveolaris inferior verläuft (Schünke et al. 2018). Zwischen dem 1. und 2. Prämolare verlässt er buccal durch das Foramen mentale als N. mentalis den Unterkiefer (Schünke et al. 2018). Kommt es bei Frakturen zu Verletzungen dieses Nervs, kann dies mit Sensibilitätsstörungen im Ausbreitungsgebiet des Nervs einhergehen, welche von temporärer Dauer sind oder persistieren können (Ernst et al. 2004). Der Unterkiefer dient auch als Ansatz und Ursprung für die Kaumuskulatur (Schünke et al. 2018).

1.1.2. Ätiologie, Epidemiologie und Pathomechanismus

Aufgrund der exponierten Lage des Unterkiefers im Gesicht treten Unterkieferfrakturen typischerweise bei Rohheitsdelikten, Sturzverletzungen oder Verkehrsunfällen auf (Ernst et al. 2004, Gehrke 2014). Im Gegensatz hierzu können pathologische Unterkieferfrakturen bei ausgedehnten zystischen Raumforderungen oder Metastasen im Unterkiefer auftreten, sowie iatrogen nach Osteotomien bei retinierten Weisheitszähnen oder Implantationen im atrophierten Unterkiefer verursacht werden (Gehrke 2014).

Epidemiologisch weisen Männer eine höhere Prävalenz auf als Frauen (Pickrell et al. 2017). Der Altersgipfel von Unterkieferfrakturen liegt zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr (Depprich et al. 2007, Gehrke 2014, Pickrell et al. 2017).

Je nach Lokalisation der Kraft- oder Gewalteinwirkung kann es zu einfachen, kombinierten oder mehrfachen Frakturen im Bereich des Unterkiefers kommen (Jackowski et al. 2017). Die direkte Krafteinwirkung führt vor allem am Ort der Gewalteinwirkung zu einer Fraktur im Sinne einer Berstung. Durch Kraftübertragung kommt es auf der kontralateralen Seite häufig zu indirekten Biegungsfrakturen (Gehrke 2014).

Die Lokalisationen von Unterkieferfrakturen finden sich an den natürlichen Schwachstellen des Unterkiefers (Jackowski et al. 2017). Im Eckzahnbereich wird der Unterkiefer durch die langen Eckzahnwurzeln geschwächt, im Kieferwinkel begünstigen dies retinierte Weisheitszähne (Ernst et al. 2004). Eine weitere Schwachstelle ist die Gelenkfortsatzregion vor allem durch indirekte Krafteinwirkung.

1.1.3. Einteilung von Unterkieferfrakturen

Hinsichtlich der Einteilung von Unterkieferfrakturen existiert keine einheitliche Klassifikation (Baierlein 2010, Cornelius et al. 2014, Cornelius et al. 2017). Da es im Unterkiefer keine natürlicherweise vorkommenden Linienstrukturen gibt, die als eindeutige Trennlinie fungieren könnten, ist eine einheitliche, anatomisch reproduzierbare Einteilung nach der topographischen Lokalisation im Unterkiefer schwierig (Cornelius et al. 2017).

Im klinischen Alltag erfolgt die Dokumentation von Unterkieferfrakturen in der Regel in Anlehnung an die Einteilung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO). Hierbei werden folgende Frakturen unterschieden: Medianfrakturen, Paramedianfrakturen, Unterkiefercorpusfrakturen, Kieferwinkel- und Ramusfrakturen, Frakturen des Gelenkfortsatzes und des Gelenkkopfes und Muskelfortsatzfrakturen (Cornelius et al. 2017).

Abbildung 3 stellt die Regionen des Unterkiefers schematisch in der Panoramaansicht des Unterkiefers dar. Entsprechend der unterschiedlichen Frakturlokalisationen ergeben sich nach Eufinger et al. unterschiedliche Häufigkeiten für die einzelnen Regionen (Eufinger 2021) :

- Median- und Paramedianfrakturen 25-30%
- Eckzahnregion 5-10%
- Prämolarenregion 10%
- Molarenregion 7-9%
- Kieferwinkelregion 20-25%
- Ramusfrakturen 2-4 %
- Muskelfortsatz 1%
- Gelenkfortsatz 25- 30%

Kommt es zu Mehrfachbrüchen treten diese in typischen Kombinationen auf (Eufinger 2021):

- Kieferwinkelfraktur mit gegenseitiger Corpusfraktur
- Medianfraktur mit beidseitiger Gelenkfortsatzfraktur
- Fraktur der Eckzahn- oder Prämolarenregion mit gegenseitiger Kieferwinkel- oder Gelenkfortsatzfraktur
- Beidseitige Frakturen in der Eckzahn- oder Prämolarenregion

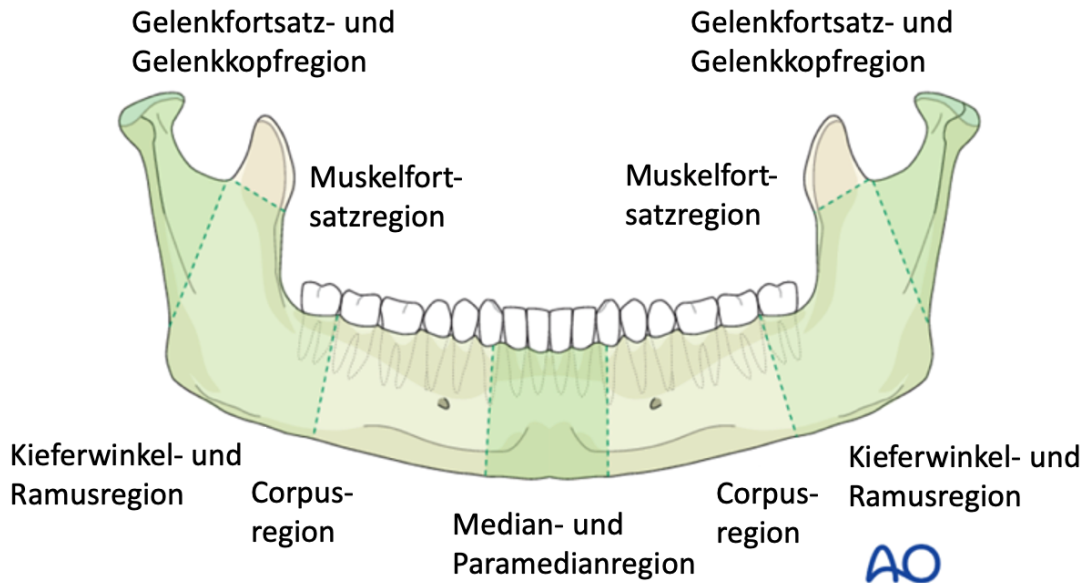


Abbildung 3: schematische Unterteilung des Unterkiefers in Panoramaansicht modifiziert nach Cornelius et al. (2017).

Der Unterkiefer kann aus therapeutischen Gründen auch in einen zahntragenden Teil bzw. innerhalb der Zahnreihe oder einen nicht zahntragenden Teil bzw. außerhalb der Zahnreihe eingeteilt werden (Schwenzer et al. 2010). Abbildung 4 veranschaulicht diese Einteilung in der Panoramaansicht. Hintergrund dieser Einteilung ist, dass jede Fraktur innerhalb der Zahnreihe durch den Parodontalspalt als offene Fraktur zu werten ist und einer zeitnahen Versorgung bedarf (Eufinger 2021).

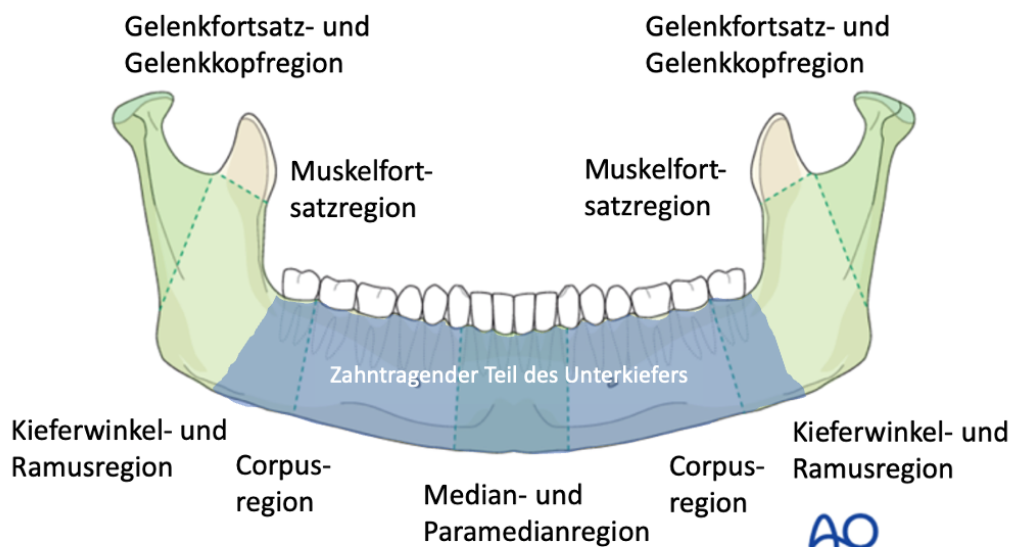


Abbildung 4 Zahntragender Teil des Unterkiefers (blau) in Panoramaansicht modifiziert nach Cornelius et al. (2017).

1.1.4. Diagnostik

Bei der klinischen Untersuchung können im Rahmen von Unterkieferfrakturen unterschiedliche Symptome auftreten. Diese lassen sich in sichere und unsichere Frakturzeichen unterteilen. Sichere Frakturzeichen sind sichtbare und tastbare Dislokationen des Unterkieferknochens sowie die abnorme Beweglichkeit der Frakturfragmente (Ernst et al. 2004, Horch 2007, Gehrke 2014, Jackowski et al. 2017, Eufinger 2021).

Zu den unsicheren Frakturzeichen zählen Okklusionsstörungen, Seitabweichungen, Schwellungen, Hämatome, Stauchungsschmerz, Gingivaeinrisse, Zahnluxationen und Sensibilitätsstörungen des N. alveolaris inferior (Gehrke 2014, Eufinger 2021).

Zur weiteren Diagnostik von Unterkieferfrakturen benötigt man eine radiologische Bildgebung in mindestens zwei Ebenen. Als Standardübersichtsaufnahme gilt hierbei die Panoramaschichtaufnahme, auch Orthopantomogramm (OPG) genannt (Howaldt et al. 2015). Abbildung 5 zeigt exemplarisch eine Unterkiefercorpusfraktur links im OPG. Als zweite Ebene hierzu gilt die Projektion nach Clementschitsch, dabei handelt es sich um eine um 15° nach kaudal gekippte posterior-anteriore Schädelröntgenaufnahme mit möglichst weit geöffnetem Mund (Horch 2007, Gehrke 2014, Eufinger 2021). Mit Hilfe dieser beiden konventionellen Röntgenaufnahmen können bis zu 92% der Unterkieferfrakturen dargestellt werden (Naeem et al. 2017). Frakturen des Gelenkkopfes oder hohe Schrägfrakturen des Gelenkfortsatzes sind anhand von diesen konventionellen Röntgenaufnahmen jedoch nur schwer oder nicht diagnostizierbar (Eufinger 2021). Die Bestimmung des exakten Frakturverlaufs ist meist nur mit Hilfe von dreidimensionalen Bildgebungstechniken wie dem CT oder dem DVT möglich (Eufinger 2021). Abbildung 6 zeigt die Darstellung einer dreifachen Unterkieferfraktur im CT.



Abbildung 5: Darstellung einer Unterkiefercorpusfraktur links im OPG.

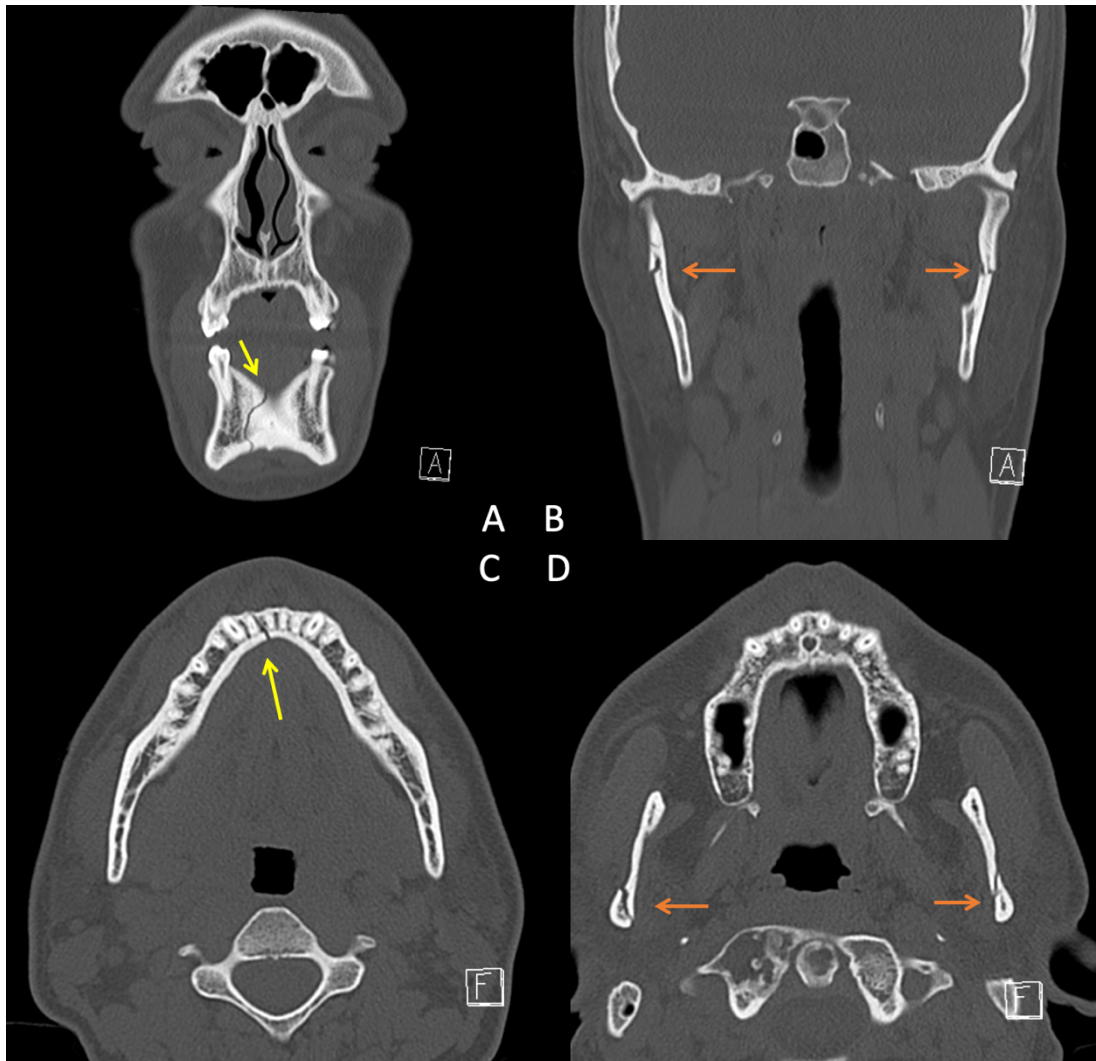


Abbildung 6: Darstellung einer Unterkieferfraktur paramedian rechts (gelber Pfeil) mit beidseitiger Gelenkfortsatzfraktur (orangener Pfeil) im CT.

- A) Unterkieferfraktur paramedian rechts in der Coronaransicht
- B) Beidseitige Gelenkfortsatzfraktur in der Coronaransicht
- C) Unterkieferfraktur paramedian rechts in der Axialansicht
- D) Beidseitige Gelenkfortsatzfraktur in der Coronaransicht

1.1.5. Therapie

Die Behandlung von Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil kann grob in eine nicht operative und eine operative Therapie eingeteilt werden. Die Entscheidung, welche Art der Behandlung gewählt wird, ist abhängig von der Lokalisation der Fraktur, den Begleitverletzungen, dem Allgemeinzustand des Patienten und der Gebissituation (Horch 2007).

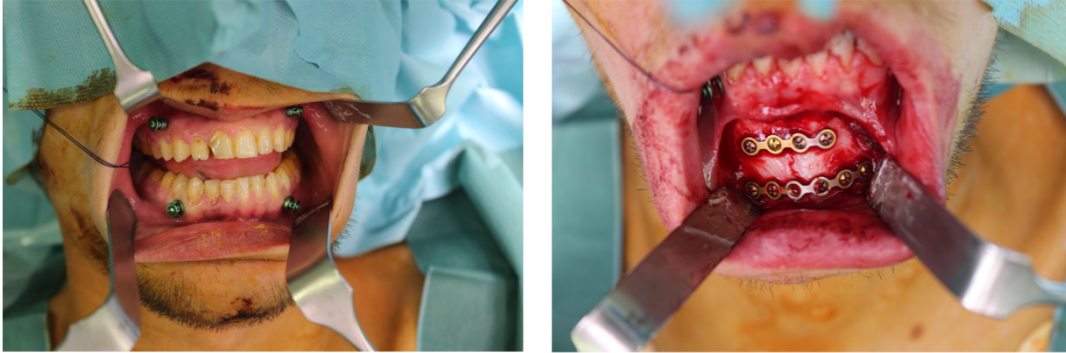
Das Therapieziel ist stets die Wiederherstellung der ursprünglichen Okklusion und Kaufunktion (Horch 2007).

Eine nicht operative Behandlung von Unterkieferfrakturen wird bei nicht dislozierten oder gering dislozierten Frakturen durchgeführt oder bei Patienten bei denen

aufgrund des Allgemeinzustandes eine operative Therapie per se nicht möglich ist (Horch 2007). Sie umfasst eine geschlossene Reposition der Fraktur und eine Sicherung der Okklusion (Horch 2007). Die Okklusionssicherung erfolgt durch eine mandibulomaxilläre Fixation (MMF), die auch in der Literatur als intermaxilläre Fixation (IMF) bezeichnet wird (Horch 2007). Ober- und Unterkiefer werden hierbei mit Hilfe von dentalen Schienenverbänden oder IMF-Schrauben in der habituellen Okklusion mit Hilfe von straffen Gummizügen oder Drähten zueinander ruhiggestellt und fixiert (Horch 2007). Diese Fixation wird in der Regel zwei bis sechs Wochen belassen. Allerdings ist die operative Therapie bei dislozierten Frakturen im zahntragenden Teil meist vorzuziehen, da die eingeschränkte Mundhygiene, die limitierte Nahrungsaufnahme sowie eine deutliche Berufsbeeinträchtigung den Patienten für Wochen stark belasten (Jackowski et al. 2017).

Bei der operativen Therapie im zahntragenden Teil wird eine offene Reposition durchgeführt, die dann mit einer funktionsstabilen Osteosynthese versorgt wird. Hierbei gilt heute die Miniplattenosteosynthese nach Champy als Goldstandard (Jackowski et al. 2017, Eufinger 2021). Die Operation erfolgt in der Regel in Intubationsnarkose und kann in Einzelfällen auch in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Wie bei der konservativen Therapie wird intraoperativ zunächst die Okklusion über eine Schienung oder IMF-Schrauben eingestellt. Danach erfolgt im zahntragenden Teil über einen intraoralen Zugangsweg im Vestibulum die offene Darstellung der Unterkieferfraktur. Nach manueller Reposition unter Sicht folgt dann die Fixation des Repositionsergebnisses mit Hilfe von Osteosyntheseplatten (Eufinger 2021). Abhängig von der Lokalisation der Fraktur erfolgt die ideale Osteosyntheselinie nach dem Trajektorienprinzip im Bereich der Basis des Alveolarfortsatzes und im Bereich des Kieferwinkels auf der Linea obliqua (Eufinger 2021). Im Frontbereich treten zusätzlich Torsionskräfte auf, die eine zweite Platte am basalen Unterkieferrand erforderlich machen. Die Osteosynthese erfolgt monokortikal und mit 1,5-2 mm Osteosyntheseplatten (Eufinger 2021).

Abbildung 7 veranschaulicht beispielhaft die operative Versorgung einer medianen Unterkieferfraktur.



1. Operationsschritt
 - Intermaxilläre Fixation mit vier IMF- Schrauben

2. Operationsschritt über einen intraoralen Zugang
 - manuelle Reposition unter Sicht
 - Osteosynthese mit zwei Miniplatten

Abbildung 7: Ablauf der operativen Versorgung einer medianen Unterkieferfraktur.

1.1.6. Komplikationen

Bei Unterkieferfrakturen kann es zu unterschiedlichen Komplikationen kommen. Diese können entweder durch das Trauma an sich, durch die operative Versorgung oder durch postoperative Verhaltensweisen des Patienten hervorgerufen werden (Perez et al. 2020). Im Folgenden wird auf die häufigsten Komplikationen eingegangen.

1.1.6.1. Zahnschäden

Zahnschäden im Zusammenhang mit Unterkieferfrakturen können sowohl als direkte Traumafolge oder als Folgeschäden der Frakturversorgung auftreten (Horch 2007, Lieger et al. 2009, Rahimi-Nedjat et al. 2014, Gupta et al. 2019). Zu den direkten Traumafolgen zählen bspw. Zahnfrakturen, Zahnluxationen und Avulsionen (Lieger et al. 2009). Durch direkte Zahnschädigung kann im Verlauf zusätzlich auch eine Nekrose der Pulpa auftreten, die dann einer späteren endodontischen Behandlung bedarf. Auch perioperativ kann es zu Zahnschäden kommen. Diese können bei der Intubation, durch eingesetzte Instrumente oder fehlpositionierte Osteosyntheseschrauben auftreten (Deppe et al. 1998, Driemel et al. 2005). Um dies zu vermeiden, werden vor allem kurze Bohrer und Schrauben mit einer maximalen Länge von 5-7 mm benutzt, um die Wahrscheinlichkeit der Zahnverletzung so gering wie möglich zu halten (Driemel et al. 2005). Auch die zur intermaxillären Fixation eingebrachten IMF-Schrauben können die Zahnwurzel schädigen (Hartwig et al. 2017). Eine klinische Studie von Hartwig et al. zeigte, dass diese Schädigung nur äußerst selten zu einer dauerhaften Schädigung der Pulpa führt (Hartwig et al. 2017). Als drittes lassen sich postoperative Zahnschäden oft auf mangelnde, postoperative Mundhygiene des Patienten zurückführen (Perez et al. 2020). Zudem können

vorbestehende Parodontopathien durch den erforderlichen intraoralen Zugangsweg im Vestibulum verschlechtert werden und letztlich über eine Lockerung zum Zahnverlust führen (Horch 2007).

1.1.6.2. Infektionen

Infektionen gelten als eine allgemeine Komplikation eines jeden operativen Eingriffes (Eufinger 2021). Bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen gehören Infektionen mit einer Inzidenz von bis zu 30% zu den häufigsten Komplikationen, unabhängig davon wie die Fraktur behandelt wurde (Furr et al. 2006, Odom et al. 2016, Christensen et al. 2017, Perez et al. 2020). Die erhöhte Infektionsrate lässt sich im Vergleich zu anderen Frakturen des Gesichtsschädels auf unterschiedliche Faktoren zurückführen. Hierbei spielt die Unterbrechung der Blutversorgung im Bruchspalt, die starke bikortikale Struktur des Unterkiefers, die ständige Beweglichkeit der Knochenfragmente beim Kauen und die hohe Kontamination der Mundhöhle mit Mikroorganismen eine wesentliche Rolle (Czerwinski et al. 2008, Perez et al. 2020). Durch eine zeitlich verzögerte Frakturposition erhöht sich daher möglicherweise das Komplikationsrisiko bezüglich einer Infektion. Durch pathologische Beweglichkeit der Frakturfragmente kommt es in der frühen Phase der Frakturheilung zur Unterbrechung der Blutversorgung im Frakturspalt, hierdurch wird die Revaskularisierung gestört, was zu einer Devitalisierung des Areals im Unterkieferknochen führt (Perez et al. 2020). Perioperativ kann das Risiko einer Infektion durch die antibiotische Therapie mit Ampicillin-Sulbactam signifikant verringert werden (Odom et al. 2016).

1.1.6.3. Postoperative Wunddehiszenzen

Die Gründe für postoperative Wunddehiszenzen sind vielfältig und können durch das Trauma an sich, lokale Infektionen, mangelnde Mundhygiene oder einen insuffizienten chirurgischen Wundverschluss ausgelöst werden (Eufinger 2021). Abbildung 8, 9, und 10 zeigen unterschiedliche postoperative Wunddehiszenzen.

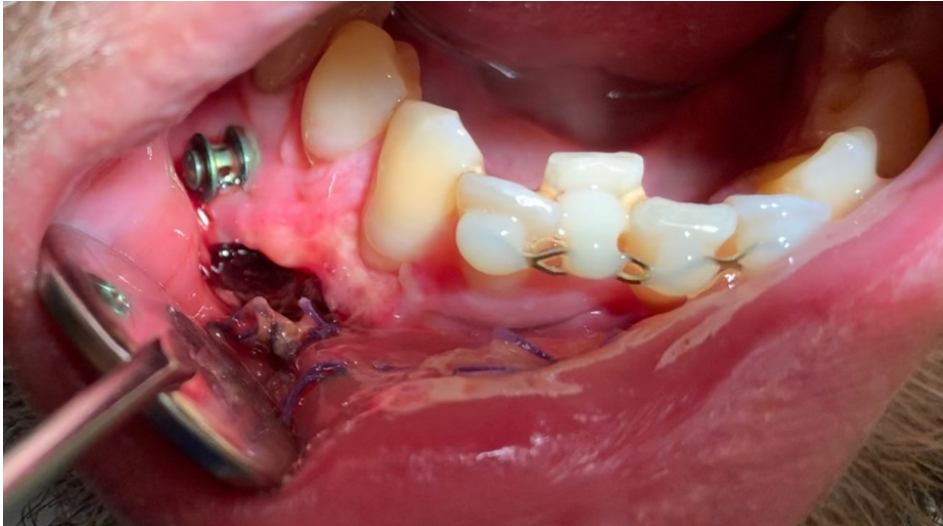


Abbildung 8: postoperative Wunddehiszenz am 7.postoperativen Tag.

1.1.6.4. Freiliegendes, gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial

Eine weitere Komplikation bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil ist freiliegendes, gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial (Horch 2007, Eufinger 2021). Auslöser für freiliegendes Osteosynthesematerial sind meist zunächst lokale Wundinfektionen mit einer Wunddehiszenz oder ein nicht spannungsfreier Wundverschluss (Eufinger 2021). Abbildung 10 zeigt eine solche breitstreckige Wunddehiszenz mit fast vollständig freiliegender kranialer Osteosyntheseplatte am 10. postoperativen Tag. Durch mangelnde Spülung oder Wasserkühlung können lokale Osteonekrosen des Unterkieferknochens hervorgerufen werden, die wiederum zu einer Lockerung des Osteosynthesmaterials führen (Eufinger 2021). In Abbildung 9 kam es nach der Versorgung einer Unterkiefercorpusfraktur zu einer teilweise freiliegenden kranialen Osteosyntheseplatte mit Verlust der lateralen Osteosyntheseschraube und Schraubenlockerung der daneben liegenden Schraube. Frakturiertes Osteosynthesematerial kann durch eine Fehleinschätzung der Materialstärke zur Materialermüdung und zum Bruch führen (Eufinger 2021). Abbildung 11 zeigt eine Fraktur der basalen Osteosyntheseplatte im CT.



Abbildung 9: freiliegendes und gelockertes Osteosynthesematerial bei Z.n. Unterkiefercorpusfraktur rechts vor 6 Monaten.

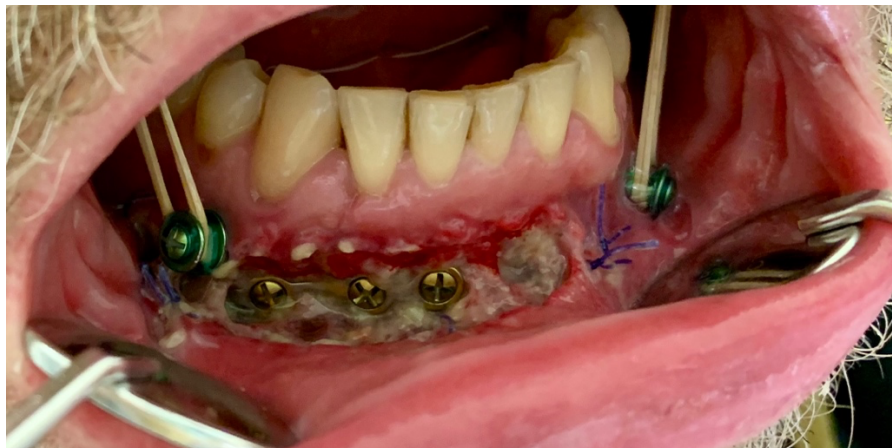


Abbildung 10: breitstreckige Wunddehiszenz am 10.postoperativen Tag mit freiliegendem Osteosynthesematerial. bei Z.n. nach Unterkieferfraktur paramedian rechts.

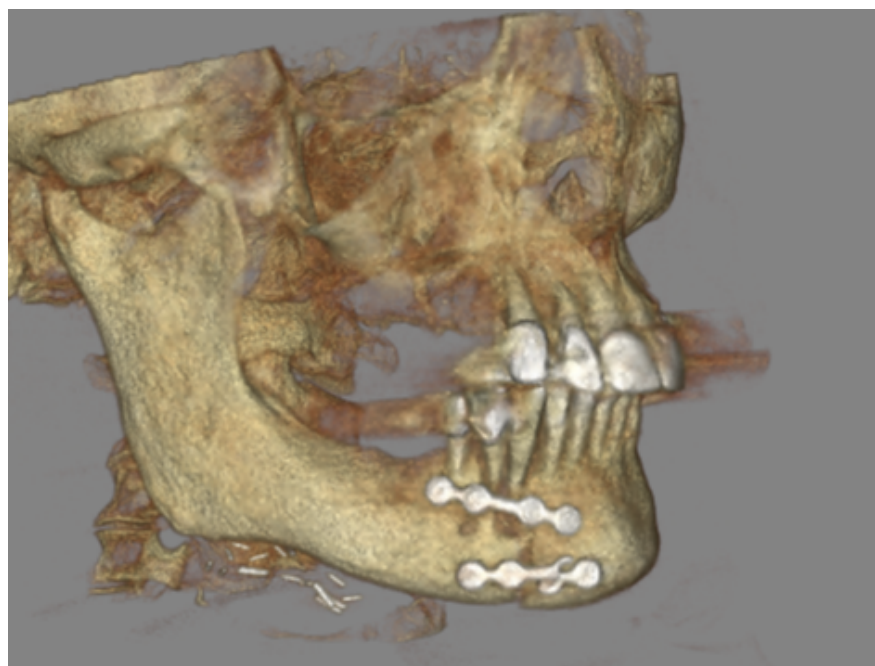


Abbildung 11: Frakturiertes Osteosynthesematerial im CT.

1.1.6.5. Okklusionsstörungen

Allgemein bezeichnet man eine Okklusionsstörung als eine fehlende, habituelle Normokklusion (Horch 2007). Die Dislokation der Frakturfragmente im zahntragenden Teil des Unterkiefers führt durch den Zug der Kaumuskulatur häufig zu einer initialen Okklusionsstörung (Ernst et al. 2004, Horch 2007, Eufinger 2021). Bei fehlerhafter Reposition der Knochenfragmente intraoperativ oder falsch eingestellter intraoperativer MMF bleibt diese Okklusionsstörung postoperativ bestehen (Perez et al. 2020). Zu unterscheiden sind dabei Okklusionsstörungen bei Mehrfachfrakturen mit Beteiligung des Gelenkfortsatzes oder Gelenkkopfes. Durch intraoperative Manipulation im Rahmen der Reposition einer Paramedianfraktur kann es zur sekundären Dislokation einer initial nicht dislozierten Gelenkfortsatzfraktur kommen (Dell' Aversana Orabona et al. 2012, Moura et al. 2018, Perez et al. 2020). Diese äußert sich postoperativ mit einer nicht einstellbaren Okklusionsstörung und kann im postoperativen Röntgenbild diagnostiziert werden. Im Rahmen der sekundären Dislokation ist dann meist ein zweiter Eingriff zur Reposition und Osteosynthese der Gelenkfortsatzfraktur notwendig (Perez et al. 2020).

1.1.6.6. Nervschädigungen

Bei Unterkieferfrakturen kann der N.alveolaris inferior mit seinem Verlauf im Unterkieferknochen gezerrt oder gequetscht werden (Horch 2007). Dies kann sowohl im Rahmen des Traumas, zwischen Trauma und Versorgung sowie auch intraoperativ geschehen. Insbesondere bei Frakturen im Bereich der Prämolaren, wo der Nerv als N.mentalis aus dem Unterkieferknochen austritt, muss bei der Frakturversorgung der Nerv dargestellt und geschont werden (Perez et al. 2020). Als Folge einer Nervschädigung kann es zu Parästhesien, Anästhesien oder neuralgiformen Schmerzen im Ausbreitungsgebiet kommen (Horch 2007). Eine Kontinuitätsunterbrechung des Nervs ist selten (Horch 2007).

1.1.6.7. Pseudarthrosen

Die Pseudarthrose beschreibt eine fehlende knöcherne Verbindung der Knochenfragmente, die auch als „non-union“ bezeichnet wird (Horch 2007, Jackowski et al. 2017). Durch die fehlende Verknöcherung kommt es zu einer pathologischen Beweglichkeit im Frakturspalt. Die Pseudarthrose kann über ein konventionelles Röntgenbild diagnostiziert werden, da sich hier ein neu entstandener Kompaktasaum im Bereich der ehemaligen Bruchfläche ausbildet (Horch 2007).

Die Pseudarthrose kann in ihrem Aufbau weiter in straffe, schlaife und Defektpseudarthrose unterteilt werden.

Die straffe Pseudarthrose ist durch eine geringe Spaltbildung und eine geringe pathologische Beweglichkeit gekennzeichnet (Horch 2007). Dies liegt daran, dass die Frakturfragmente mit straffen Bindegewebsfasern verbunden sind. Bei schlaffer Pseudarthrose wird der breite Bruchspalt mit lockerem Bindegewebe ausgefüllt und hierdurch besteht eine erhöhte pathologische Beweglichkeit. Im Gegensatz dazu ist kennzeichnend für eine Defektpseudarthrose das Fehlen ganzer Knochenfragmente. Eine Pseudarthrose im Unterkiefer kann durch ungenügende Reposition der Frakturfragmente, durch unzureichende Ruhigstellung oder eine Bruchspaltinfektion verursacht werden (Jackowski et al. 2017). Klinisch kann sich die Pseudarthrose in einer Okklusionsstörung oder einer Veränderung des Gesichtsprofils bemerkbar machen (Horch 2007, Jackowski et al. 2017).

1.2. Grundlagen der Frakturheilung

Die Frakturheilung ist ein dynamischer Prozess bei dem komplexe reparative Vorgänge ablaufen, die von einer mechanischen Belastung induziert werden. Im Gegensatz zu einer narbigen Defektheilung besitzt der Knochen die Fähigkeit zu einer organotypischen Regeneration (Rausch et al. 2017). Man unterscheidet dabei zwischen primärer und sekundärer Frakturheilung.

Im Folgenden sollen die beiden Arten der Frakturheilung und die möglichen Einflussfaktoren erläutert werden.

1.2.1. Primäre Frakturheilung

Die primäre oder direkte Frakturheilung wird nochmals unterteilt in eine Kontakt- bzw. Spaltheilung (Abbildung 12).

Kontaktheilung

Bei der Kontaktheilung wird der Bruchspalt direkt ohne Kallusbildung überbrückt (Niethard et al. 2017). Voraussetzungen für eine primäre Knochenheilung sind eine exakte Reposition der Fraktur und eine funktionsstabile Fixierung der Frakturfragmente. Es kommt dann zu einem internen Knochenumbau ohne Veränderung der äußeren Form durch in Längsrichtung wachsenden Osteone. Die direkte Kontaktheilung wird auch als „Direktes Havers Remodeling“ bezeichnet (Horch 2007).

Spaltheilung

Die Spaltheilung kommt dann zustande, wenn die Reposition ungenauer ist und ein Frakturspalt <1mm vorliegt (Niethard et al. 2017). Denn auch bei exakter Reposition

besteht selten über die gesamte Bruchfläche Knochenkontakt und es kommt zu minimalen Knochenspalten $<300\ \mu\text{m}$ (Niethard et al. 2017). Dadurch unterliegen die Frakturrenden Mikrobewegungen. Die Spalthheilung läuft in zwei Phasen ab. In der ersten Phase wird zunächst der minimale Frakturspalt mit Geflechtknochen aufgefüllt. In einem zweiten Schritt kommt es zur Umwandlung des Geflechtknochens in lamellären Knochen. Dies wird als „Sekundäres Havers Remodeling“ in der Längsachse des Knochens bezeichnet (Horch 2007).

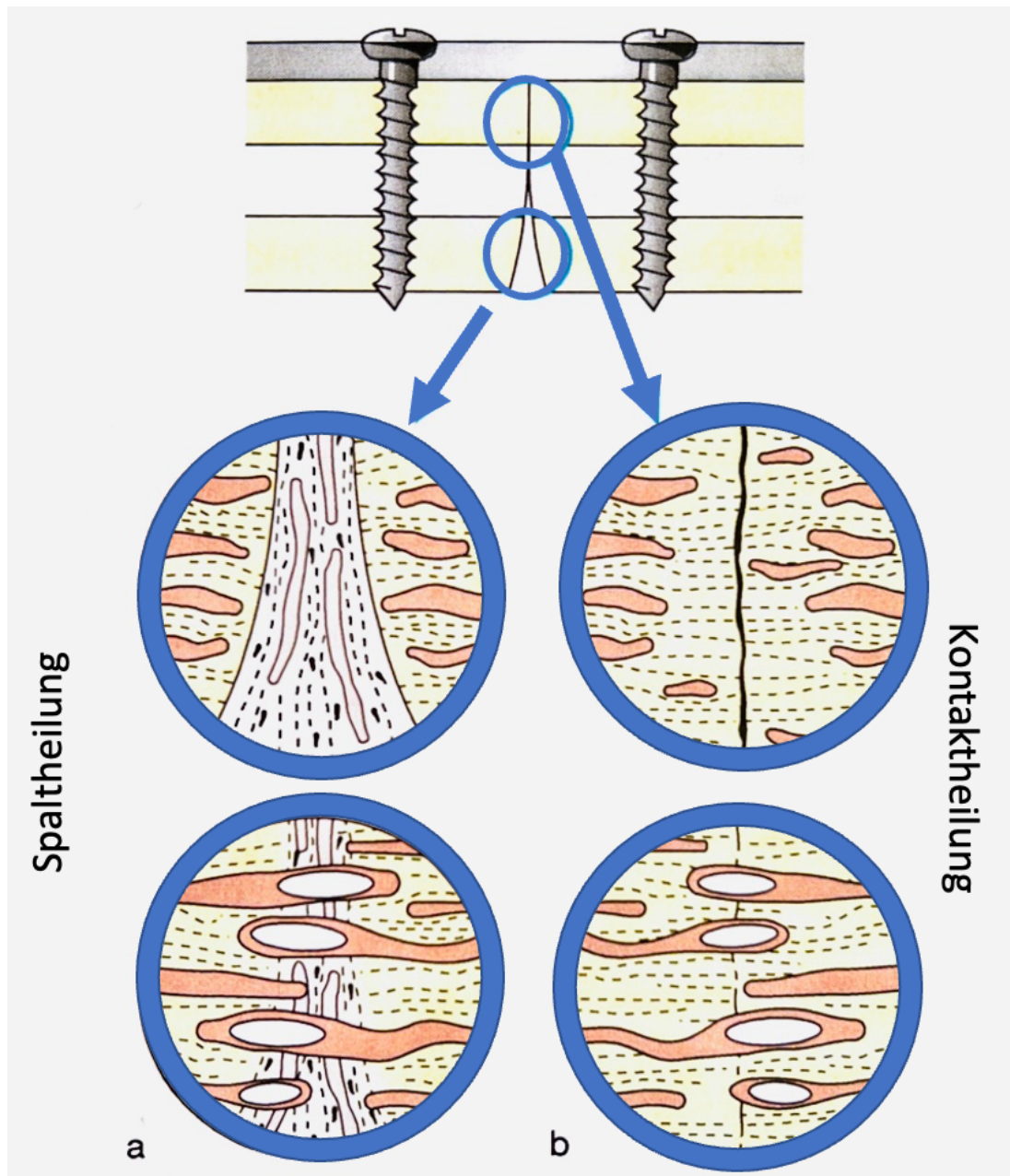


Abbildung 12: Prinzip der primären Frakturheilung durch funktionsstabile Osteosynthese modifiziert nach Vorlage von Horch (2007).

- a) Spalthheilung
- b) Kontaktheilung

1.2.2. Sekundäre Frakturheilung

Bei der sekundären oder indirekten Frakturheilung handelt es sich um den mehrphasigen, physiologischen Heilungsprozess, der stattfindet, wenn die Fraktur nicht oder nur unzureichend rigide stabilisiert wird oder die Spaltbildung größer als 0,5 mm ist (Horch 2007). Der Prozess kann in vier Phasen, wie in Abbildung 13 dargestellt, unterteilt werden:



Abbildung 13: Ablauf der sekundären Frakturheilung modifiziert nach Vorlage von Horch (2007).

1.2.3. Einflussfaktoren auf die Frakturheilung

Für den Frakturheilungsvorgang sind drei Voraussetzungen von entscheidender Bedeutung: eine intakte Durchblutung der Fragmente, die Ruhigstellung der Fraktur und ein ausreichender Knochenkontakt der Fragmente. Die Einflüsse auf diese drei Voraussetzungen und somit auf die Art der Frakturheilung sind zahlreich. Sie lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen: Traumabedingte Einflussfaktoren, patientenspezifische Einflussfaktoren und operative Einflussfaktoren (Perez et al. 2020). Tabelle 1 zeigt einige mögliche Einflussfaktoren stichpunktartig auf.

Traumabedingt	<ul style="list-style-type: none"> - Schwere der Gesamtverletzung - Art der Fraktur (offen vs. geschlossen; disloziert vs. nicht disloziert) - Lokale Blutversorgung - Anzahl der Frakturfragmente - Infektionen
Patientenspezifisch	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbestehende Grunderkrankungen - Vorbestehende Knochennekrosen durch bspw. Kortikosteroidtherapie, Bisphosphonattherapie oder Bestrahlungen - Art des Kochens (atroph) - Vorbestehende Knochenerkrankungen wie bspw. Osteoporose oder Vitamin D-Mangel - Präoperativer Zahnstatus - Individuelle Mundhygiene - Postoperative Compliance
Operative Einflussfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Verfügbare operative Methoden - Erfahrung des behandelnden Chirurgen - Auswahl des Osteosynthesematerials

Tabelle 1: Einflussfaktoren auf die Art der Frakturheilung nach Perez et al. (2020).

1.3. Studienlage zum Intervall Trauma - operative Versorgung

Die offene Reposition und Osteosynthese mit Miniplatten nach Champy gilt bis heute als Goldstandard der Versorgung von Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil (Ellis et al. 2007). In seiner Originalpublikation von 1978 schreiben Champy et al., dass die Osteosynthese so früh wie möglich, am besten innerhalb der ersten sechs Stunden nach dem Trauma durchgeführt werden sollte (Champy et al. 1978). Knapp zehn Jahre später erweiterte Cawood das Intervall Trauma – operative Versorgung in seiner Publikation auf 24 h (Cawood 1985). Diese Zeitvorgabe wurde in den 1990er Jahren noch weiter auf 48 h - 72 h ausgeweitet (Maloney et al. 1991). Es gibt bis heute keinen Konsens darüber, wann der optimale Zeitpunkt der Frakturversorgung von Unterkieferfrakturen ist und ob eine verzögerte Frakturversorgung die Komplikationsrate erhöht (Hermund et al. 2008, Stone et al. 2018, Perez et al. 2020). Als Vorteile einer frühzeitigen operativen Frakturversorgung werden unterschiedliche Gründe diskutiert. Insbesondere bei offenen Frakturen im zahntragenden Teil führt eine zeitnahe operative Versorgung zu einer geringeren Kontamination von Bakterien im Frakturspalt und der Schleimhautverletzung. Als weiterer Vorteil wird die initiale geringere Schwellung des Weichgewebes genannt, hierdurch wird der chirurgische Zugang zum Frakturbereich erleichtert. Durch die frühe Behandlung verringern sich die Schmerzen und Symptome des Patienten und der Krankenhausaufenthalt wird verkürzt.

Ein Nachteil einer frühen Traumaversorgung ist, dass die Operation häufig von weniger erfahrenen Chirurgen durchgeführt wird (Hermund et al. 2008). Zusätzlich entstehen durch den nicht-elektiven Eingriff höhere Kosten. Als ein weiterer Nachteil wird die fehlende Entzündungsreaktion auf das Trauma diskutiert, wobei die unzureichende Aktivierung von Neutrophilen, Makrophagen und Fibrinoblasten die Frakturheilung kompromittiert (Gottrup et al. 2007).

Die Fragestellung im klinischen Alltag ist bis heute nicht abschließend geklärt. Sie hat im klinischen Alltag jedoch eine hohe Relevanz, da der behandelnde Arzt direkten Einfluss auf den Zeitpunkt der Traumaversorgung nehmen kann.

1.4. Fragestellung

Insgesamt herrscht in der aktuellen Literatur immer noch Uneinigkeit bezüglich des Einflusses des Zeitintervalls Trauma – operative Versorgung auf die Komplikationsrate und somit auch Uneinigkeit über den optimalen Zeitpunkt der operativen Versorgung (Stone et al. 2018). Die Fragestellung, ob ein klinischer Zusammenhang besteht, ist jedoch für den klinischen Alltag von entscheidender Bedeutung, da das Intervall durch den behandelnden Arzt beeinflussbar ist.

In dieser Studie erfolgt eine retrospektive Analyse des Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil.

Die Studie behandelt im Speziellen folgende Fragestellungen:

- Gibt es eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem zeitlichen Intervall Trauma – operative Versorgung?
- Welchen Einfluss haben weitere Faktoren wie Alter, Geschlecht, Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, Vorerkrankungen und die Anzahl der Frakturlokalisationen auf das Auftreten von Komplikationen?

2. Material und Methoden

2.1. Ethikvotum und Interessenskonflikte

Die Studie entspricht der aktuellen Deklaration von Helsinki und wurde von der Ethikkommission des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München überprüft und genehmigt (Aktenzeichen 492/19 S-EB).

Bei der Durchführung der Studie entstand für die Studienteilnehmer kein Nachteil. Die Autorin und alle Beteiligten der Studie kamen zu keinem finanziellen oder wirtschaftlichen Vorteil, ebenso besteht kein Interessenkonflikt.

2.2. Patientenkollektiv

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Analyse von Patienten mit der Diagnose einer Unterkieferfraktur im zahntragenden Teil, die im Zeitraum vom 01.01.2012 bis 31.12.2019 primär osteosynthetisch in der Klinik für Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie der Technischen Universität München behandelt wurden.

2.2.1. Einschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Patienten mit Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil entsprechend der ICD-10 Diagnosen S02.60 (Teil des Unterkiefers nicht näher bezeichnet), S02.64 (Ramus mandibulae), S02.65 (Angulus mandibulae), S02.66 (Symphysis mandibulae), S026.7 (Pars alveolaris), S02.68 (Corpus mandibulae) und S02.69 (mehrere Teile des Unterkiefers), die in der Klinik für Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie primär osteosynthetisch versorgt wurden.

2.2.2. Ausschlusskriterien

Folgende Kriterien führten zum Ausschluss aus der vorliegenden Studie:

- Unzureichende qualitative Datenlage und Dokumentation
- Frakturen außerhalb des zahntragenden Bereichs des Unterkiefers
- Alio loco durchgeführte operative Erstversorgung
- Alleinig durchgeführte Entfernung des Osteosynthesematerials
- Pathologische Unterkieferfrakturen
- Einnahme von Osteonekrose-induzierenden Medikamenten
- Karzinomdiagnose des Unterkiefers
- vorausgegangene Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich

2.3. Datenerfassung

Hierbei wurden folgende Parameter durch das Medizincontrolling mit Hilfe des Krankenhausinformationssystems SAP erfasst:

- Geburtsdatum
- Alter zum Zeitpunkt der OP
- Zeitpunkt der ambulanten Erstvorstellung mit Datum und Uhrzeit
- Zeitpunkt des OP-Schnittes mit Datum und Uhrzeit

Mit Hilfe der digitalen Patientenakten und der Ambulanzkarteikarte ließen sich folgende Parameter ergänzen:

- Stunden ab Aufnahmezeitpunkt bis zum OP- Schnitt
- Uhrzeit des Traumas
- Stunden ab Trauma bis zur operativen Versorgung
- Geschlecht
- Nikotinkonsum (dichotom)
- Alkoholkonsum (dichotom)
- Traumaursache
- Anamnese und Vorerkrankungen
- Lokalisation der Fraktur
- Art der radiologischen Bildgebung
- Zahn im Bruchspalt
- Sensibilitätsstörung präoperativ
- Art der mandibulomaxillären Fixation
- Auftreten von Komplikationen
- Art der Komplikation
- Metallentfernung (dichotom)

2.4. Statistische Methoden

Die erhobenen Daten wurden pseudonymisiert in eine Microsoft Excel[®]-Tabelle (Microsoft Excel[®] für Mac Version 16.51, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) übertragen. Die Analyse der Daten erfolgte mit IBM SPSS Version 25.0 für Mac (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Diagramme und Tabellen wurden ebenso mit Hilfe dieser Programme erstellt.

Die deskriptive Statistik der Ergebnisse erfolgte durch die Ermittlung der relativen und absoluten Häufigkeiten.

Der Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Intervall Trauma – operative Versorgung und dem Auftreten von Komplikationen wurde mit Hilfe einer Korrelationsanalyse nach Pearson untersucht.

Mit Hilfe der multiplen linearen Regressionsanalyse wurde im Weiteren untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und weiteren Faktoren besteht.

Als Grundlage der statistischen Berechnungen dient der p -Wert $p < 0,05$ als Signifikanzniveau. Dementsprechend wurden Werte $> 0,05$ als statistisch nicht signifikant, p -Werte unter $0,05$ hingegen als signifikant angesehen. Das Konfidenzintervall wurde mit 95% festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1. Deskriptive Statistik

3.1.1. Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2019 wurden in der Abteilung für Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie im Klinikum rechts der Isar 955 Patienten mit der Diagnose einer Unterkieferfraktur erfasst. Hiervon erfüllten 339 Patienten nicht die Einschlusskriterien, sodass insgesamt 616 Patienten in die Studie eingeschlossen werden konnten. Der Beobachtungszeitraum betrug mindestens 28 Tage und konnte bei 366 Patienten aufgrund der Wiedervorstellung zur Entfernung des Osteosynthesematerial auf sechs Monate erweitert werden.

Von 616 eingeschlossenen Patienten waren 455 männlich und 161 weiblich (Abbildung 14). Das Verhältnis von Männern zu Frauen war 2,82:1.

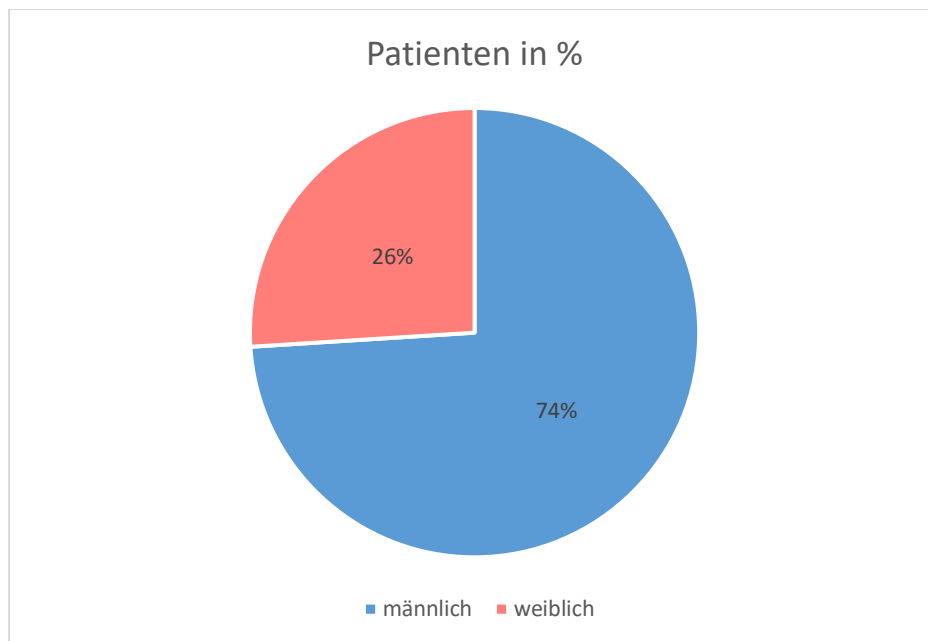


Abbildung 14: Geschlechterverteilung n=616.

Im Durchschnitt lag das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der operativen Versorgung im zahntragenden Teil bei 34,6 Jahren. Männliche Patienten waren im Durchschnitt 32,2 Jahre alt, weibliche Patientinnen im Durchschnitt 41,61 Jahre. Der jüngste Patient war vier Jahre alt, der älteste 93 Jahre. Der Hauptteil der Patienten n= 180 lag zwischen 21 und 30 Jahren (Abbildung 15).

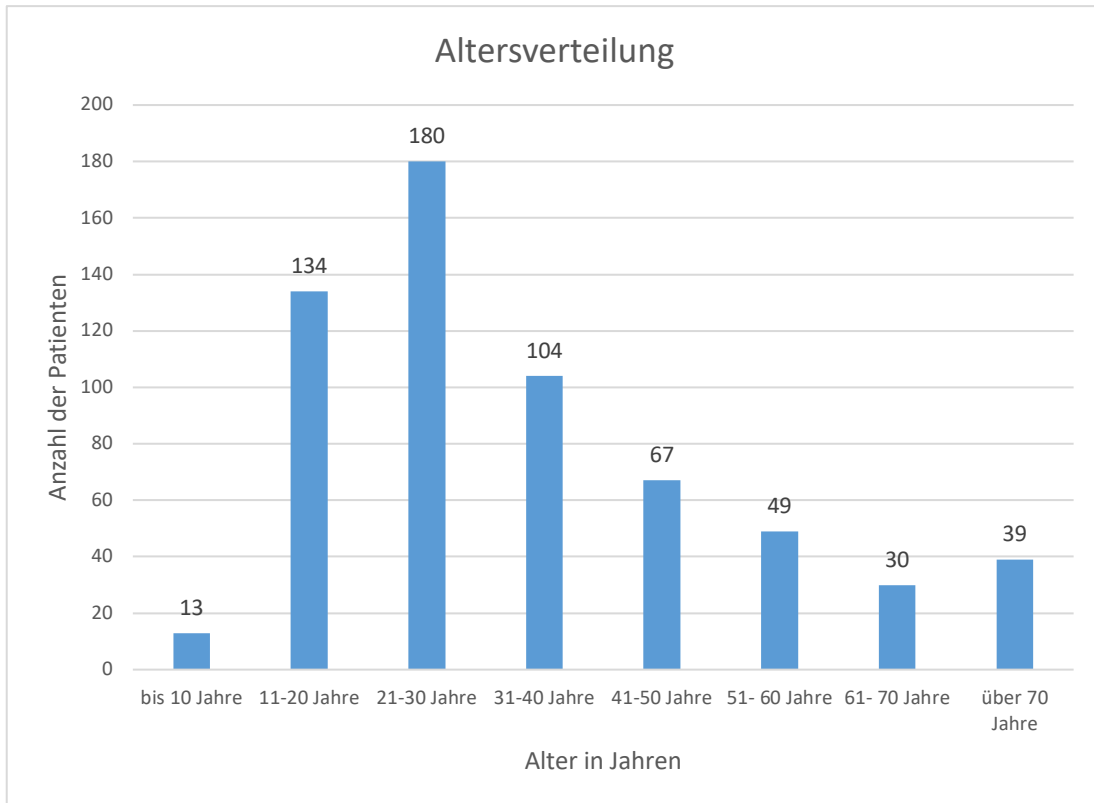


Abbildung 15: Altersverteilung n=616.

Die Risikofaktoren Rauchen und Alkoholkonsum verhalten sich im Patientenkollektiv ähnlich (Abbildung 16). Insgesamt gaben 259 Patienten eine positive Raucheranamnese und 207 eine positive Alkoholanamnese an.

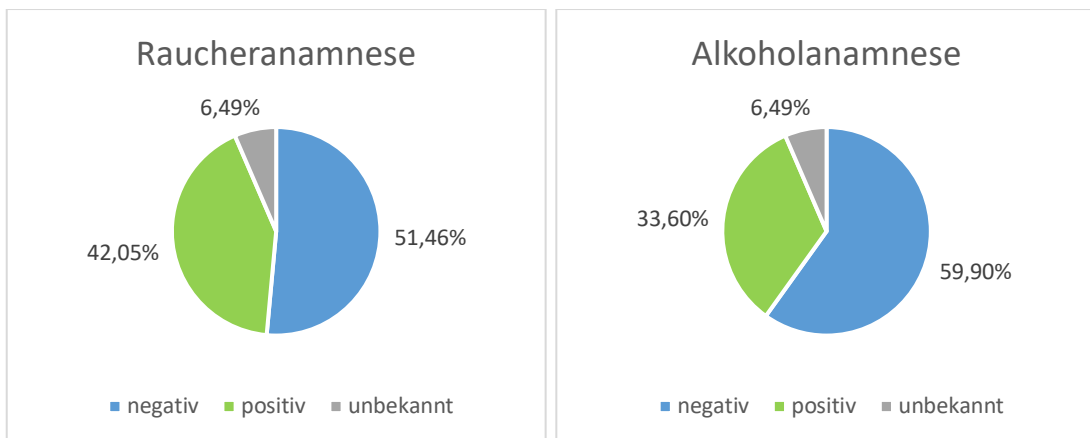


Abbildung 16: Verteilung der Risikofaktoren Rauchen und Alkoholkonsum n=616.

Tabelle 2 stellt die Verteilung der Vorerkrankungen dar. Der Hauptanteil des Patientenkollektivs mit 81,7% gab in der Anamnese keine Vorerkrankungen an. Unter sonstige Vorerkrankungen wurden nicht weiter spezifische Erkrankungen wie bspw.

Psoriasis, Depressionen oder ähnliches zusammengefasst. Kardiovaskuläre Vorerkrankungen beinhalteten arterielle Hypertonie, Hyperlipidämie und Arteriosklerose.

Vorerkrankungen	Fälle n=616	100%
Keine	503	81,7
kardiovaskulär	73	11,9
Epilepsie	15	2,4
sonstige	10	1,6
Lebererkrankungen	9	1,5
Syndromale Erkrankungen	4	0,6
Diabetes mellitus	2	0,3

Tabelle 2 Vorerkrankungen.

3.1.2. Traumaursache und Diagnostik

Die häufigsten Traumaursachen im untersuchten Patientenkollektiv waren Rohheitsdelikte (34%), Sturzereignisse (32%) und Fahrradunfälle (16%). Weitere Traumaursachen waren Verkehrsunfälle, Sportunfälle, Arbeitsunfälle, Pferdetrittverletzungen, Suizid und Schussverletzungen (Abbildung 17). Die diagnostische Bildgebung erfolgte im Wesentlichen durch eine Computertomographie (88%). Die konventionelle Bildgebung mittels OPG und p.a Aufnahme nach Clementschitsch wurde in 11% der Fälle durchgeführt und die DVT nur in einem Prozent.

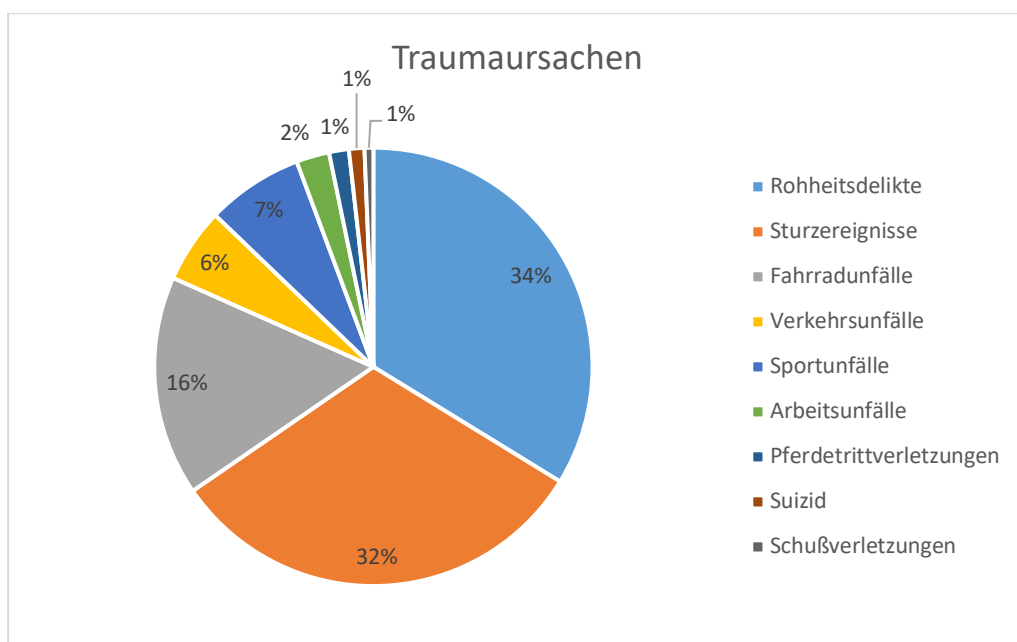


Abbildung 17: Traumaursachen n=616.

Die Verteilung der diagnostizierten Frakturlokalisationen wird in Tabelle 3 aufgezeigt. Es konnten bei 616 Patienten insgesamt 1012 Frakturen diagnostiziert werden. Alveolarfortsatzfrakturen wurden nur als zweite Frakturlokalisation erfasst, wenn zugleich eine weitere Fraktur im zahntragenden Teil des Unterkiefers vorlag. Bei der Mehrheit der Patienten (n=348) konnte eine doppelte Unterkieferfraktur diagnostiziert werden (Abbildung 18).

Frakturlokalisation	Anzahl der Frakturen n= 1012	100%
median	58	5,7
paramedian	418	41,3
Corpus	21	2,1
Kieferwinkel	227	22,4
Ramus	62	6,1
Gelenkfortsatz	136	13,4
Gelenkkopf	66	6,5
Muskelfortsatz	2	2,0
Trümmerfraktur	13	1,3
Alveolarfortsatz	9	0,9

Tabelle 3: Verteilung der Frakturlokalisationen.

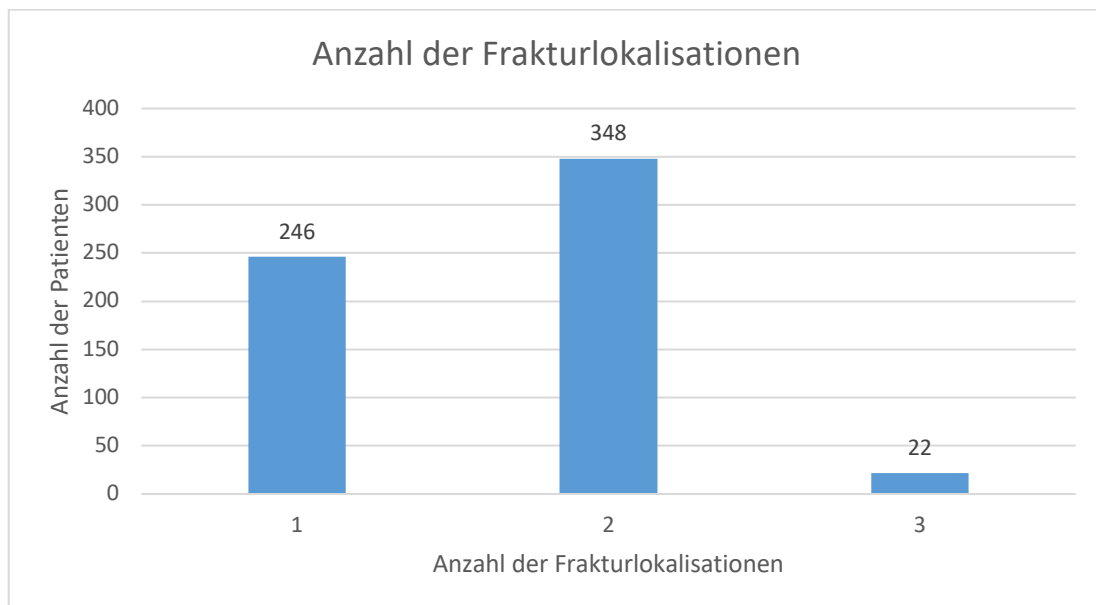


Abbildung 18 Anzahl der Frakturlokalisationen n=616.

Die präoperativ und intraoperativ erfassten Parameter werden in Tabelle 4 zusammengefasst.

Parameter	n= 616	100%
Präoperativer Gingivaeinriss		
- ja	341	55,4
- nein	275	44,6
Posttraumatische Okklusionsstörungen		
- ja	556	90,3
- nein	60	9,7
Traumatischer Zahnverlust		
- kein traumatischer Zahnverlust	587	95,3
- traumatischer Zahnverlust	29	4,7
Zahn im Bruchspalt		
- ja	137	22,2
- nein	479	77,8
Hypästhesie N.alveolaris inferior		
- keine Hypästhesie	334	54,2
- Hypästhesie	201	32,6
- Keine Angaben	81	13,1
Art der mandibulomaxillären Fixation		
- IMF-Schrauben	230	37,3
- MMF mit Schuchardt Schienen	290	47,1
- Kombination von IMF-Schrauben und Schuchardt-Schienen	36	5,8
- Keine intermaxilläre Fixation	60	9,7
Intraoperative Zahnextraktion		
- Ja	158	25,6
- Nein	458	74,4

Tabelle 4: Präoperativ und intraoperativ erfasste Parameter.

Im Rahmen der Verlaufsuntersuchungen konnten bei 60 Patienten Komplikationen dokumentiert werden. Erfasst wurden in Abbildung 19 nur die Komplikationen, die im weiteren Verlauf als behandlungsführend dokumentiert wurden.

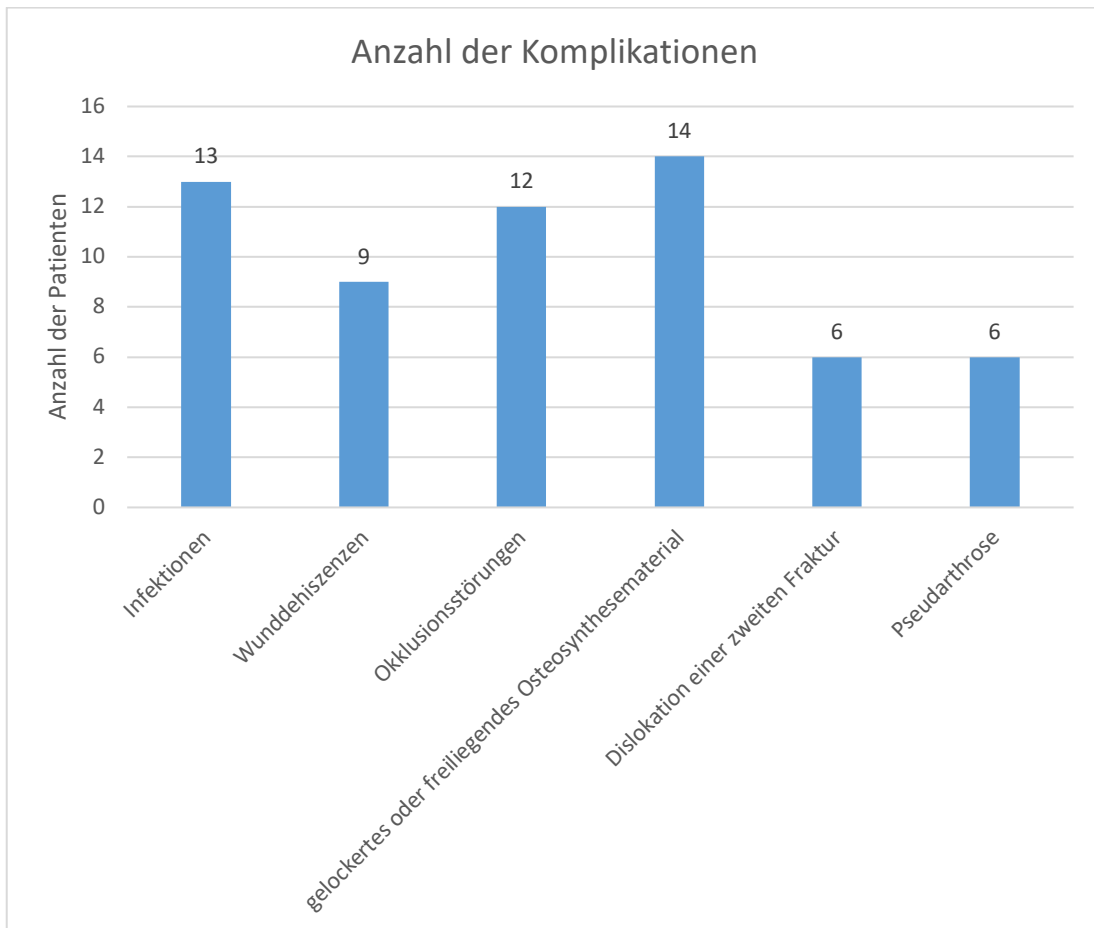


Abbildung 19: Anzahl der postoperativen erfassten Komplikationen n=60.

3.2. Analyse des Intervalls Trauma – operative Versorgung

Insgesamt wurden 616 Patienten versorgt. Im Durchschnitt wurden die Unterkieferfrakturen nach 29,1 Stunden versorgt. Das Minimum des Intervalls Trauma - operative Versorgung lag bei 32 Minuten und das Maximum bei 288 Stunden sprich nach 12 Tagen. Ein Intervall mit mehr als 72h lag nur bei 51 Patienten vor (Abbildung 20).

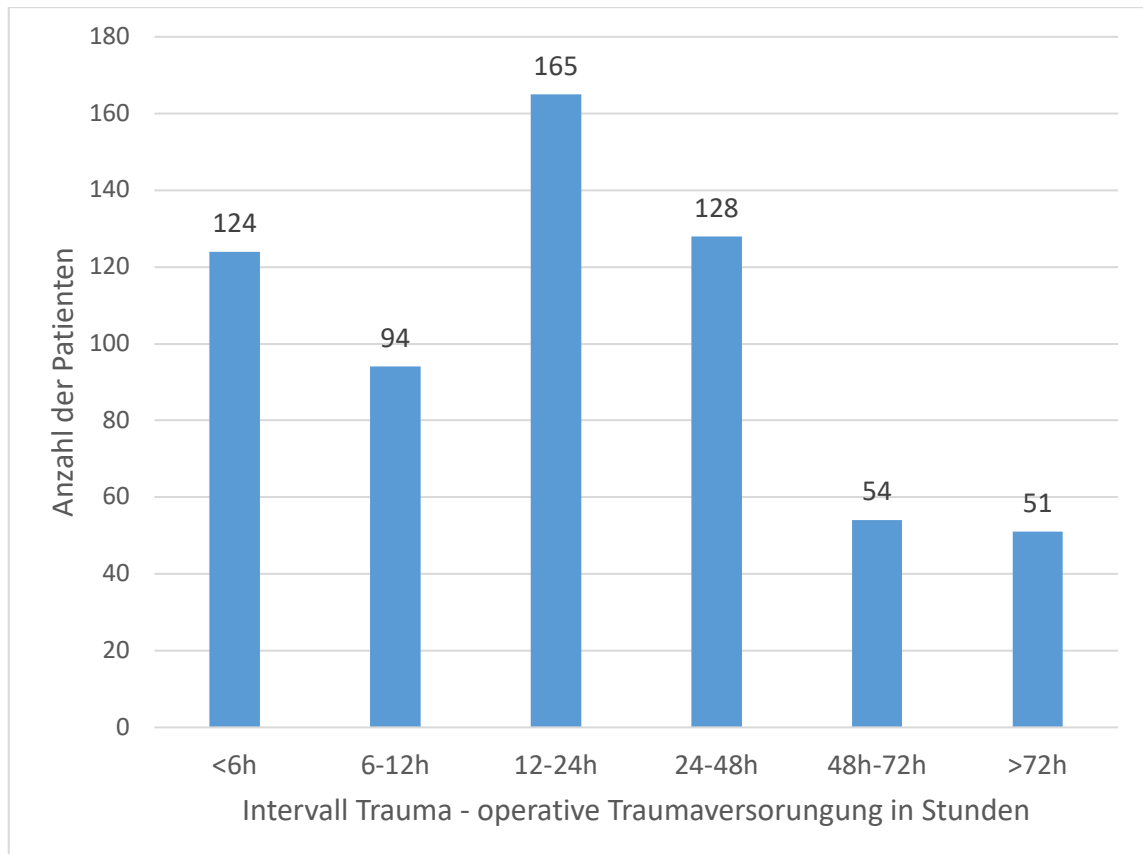


Abbildung 20: Intervall Trauma - operative Traumaversorgung.

Insgesamt konnte bei 60 Patienten mindestens eine behandlungsbedürftige Komplikation nach der operativen Versorgung der Unterkieferfraktur festgestellt werden. Dies entspricht einer Komplikationsrate von 9,7% (Abbildung 21).

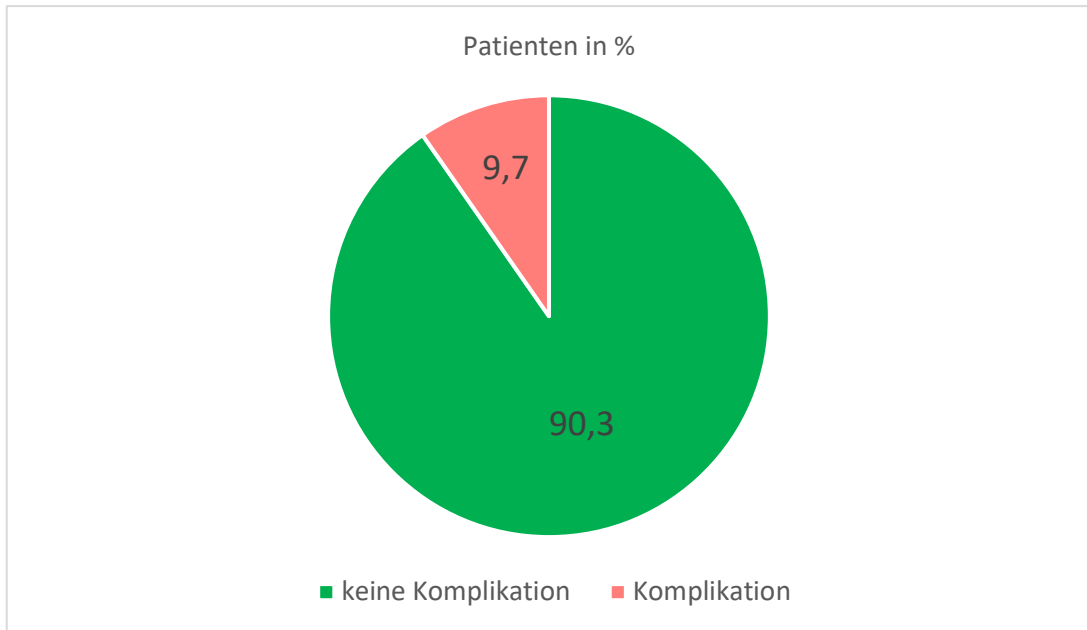


Abbildung 21: Komplikationsrate n=616.

Visuell wurde mit Hilfe eines Streudiagramms geprüft, ob ein linearer Zusammenhang zwischen dem Intervall Trauma – operative Traumaversorgung vorliegt.

Das Streudiagramm zeigte hierbei keine lineare Beziehung zwischen dem Auftreten einer Komplikation und dem Intervall Trauma – operative Traumaversorgung (Abbildung 22).

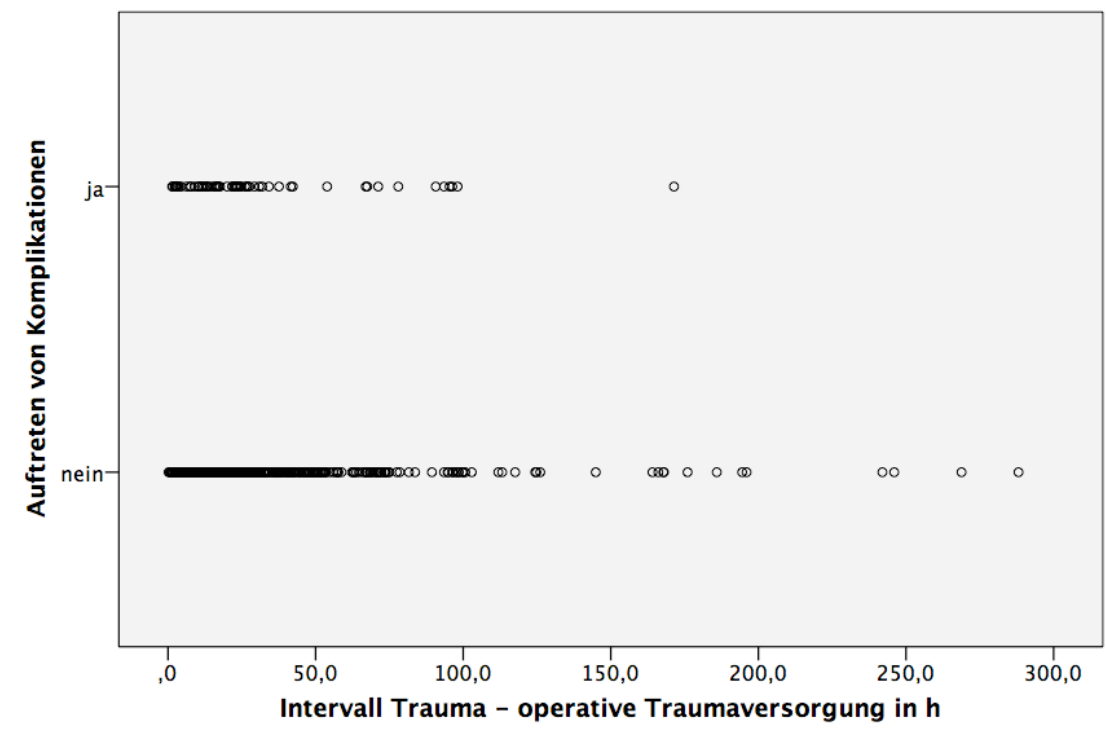


Abbildung 22 Streudiagramm Auftreten von Komplikationen zum zeitlichen Intervall Trauma – operative Traumaversorgung.

Auch die durchgeführte Korrelationsanalyse kam zu dem Ergebnis, dass das Intervall Trauma – operative Versorgung nicht signifikant mit dem Auftreten von Komplikationen korreliert ($r=0,026$, $p=0,521$, $n=616$). Dabei handelt es sich nach Cohen mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,026$ um einen schwachen Effekt (Cohen 2013).

Auch die Untersuchung der einzelnen zeitlichen Intervalle zeigt, dass es im Intervall 48-72 h und >72h nicht zu einer signifikant erhöhten Anzahl von Komplikationen gekommen ist (Abbildung 23).

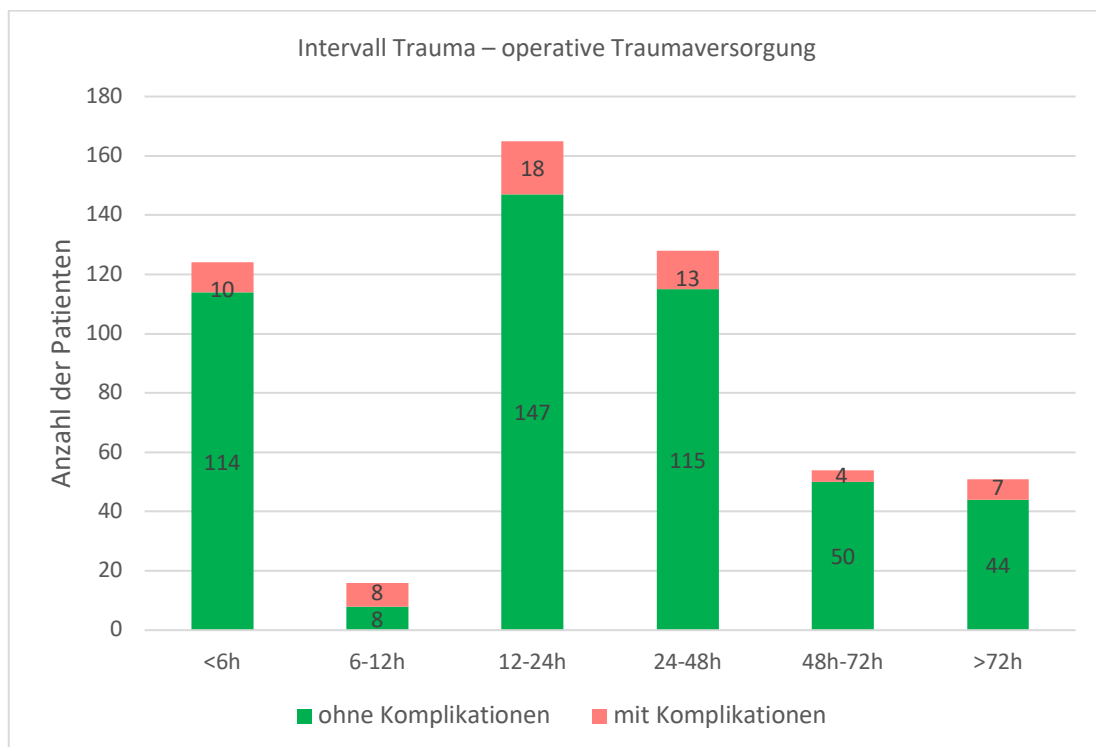


Abbildung 23: Analyse des Intervalls Trauma – operative Traumaversorgung hinsichtlich dem Auftreten von Komplikationen in den einzelnen Zeitintervallen.

Die zeitlichen Intervalle wurden weiter auf das Auftreten von der Art der Komplikation untersucht. Ein verlängertes Intervall >72 h zeigte hierbei keine erhöhte Anzahl an postoperativen Infektionen (Abbildung 24).

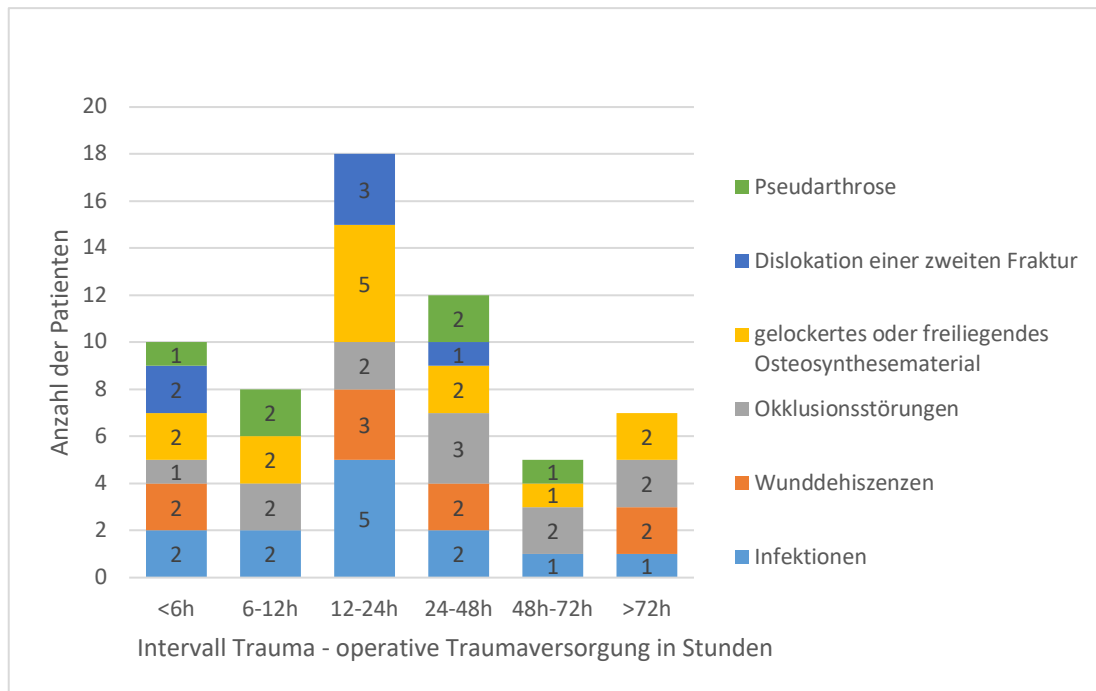


Abbildung 24 Analyse der Art der Komplikationen in den einzelnen Zeitintervallen.

3.3. Multiple lineare Regressionsanalyse auf weitere Einflussfaktoren

Die multiple lineare Regressionsanalyse zeigte, dass das Vorliegen einer Vorerkrankung Einfluss auf das Auftreten einer Komplikation hatte (($F(6,609) = 2,491$, $p < 0,022$), $n=616$). Das Vorliegen einer Vorerkrankung korrelierte signifikant mit dem Auftreten einer Komplikation ($p=0,004$). Die Effektstärke entspricht nach Cohen mit $f^2=0,02$ einem schwachen Effekt (Cohen 2013). Andere Faktoren wie Geschlecht, Alter, Rauchen, Alkoholkonsum oder die Anzahl an Frakturlokalisationen zeigten in unserer Analyse keinen signifikanten Einfluss (Tabelle 5).

Faktor	Auftreten von Komplikationen	
	<i>p</i> -Wert	95% Konfidenzintervall
Geschlecht	0,464	-0,035-0,76
Alter	0,714	-0,001-0,002

Rauchen	0,621	-0,045–0,076
Alkoholkonsum	0,875	-0,055-0,066
Anzahl der Frakturlokalisationen	0,095	-0,006-0,079
Vorerkrankungen	0,004	0,012-0,066

Tabelle 5: Multiple lineare Regressionsanalyse auf Störfaktoren.

4. Diskussion

Mögliche Einflussfaktoren auf die Komplikationsrate bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen sind aufgrund der klinischen Relevanz Gegenstand der aktuellen Forschung. Neben zahlreichen anderen Einflussfaktoren auf die Komplikationsrate steht das zeitliche Intervall zwischen Trauma und operativer Versorgung mit der Frage, ob die Unterkieferfraktur im zahntragenden Teil als Notfall behandelt werden soll, als beeinflussbarer Faktor immer wieder im Mittelpunkt.

Das Ziel dieser Studie war es, das Intervall Trauma – operative Traumaversorgung bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil zu analysieren und auf das Auftreten von Komplikationen zu untersuchen.

In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine retrospektive Analyse des Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil. Insgesamt wurden 616 Patienten im Alter von 4–95 Jahren in die Studie eingeschlossen.

Das Patientenkollektiv repräsentiert somit alle Altersgruppen. Mit 180 Patienten zwischen 21 und 30 Jahren befindet sich ein Drittel des gesamten Patientenkollektivs in dieser Altersgruppe. Bezüglich des Geschlechts zeigt sich mit 74% ein deutlich erhöhter Anteil an männlichen Patienten. In anderen retrospektiven Studien zu Unterkieferfrakturen zeigen sich ähnliche Altersverteilungen und geschlechtsspezifische Verteilungen (Ellis et al. 1985, Erol et al. 2004, Sakr et al. 2006, Depprich et al. 2007, Bormann et al. 2009, Gualtieri et al. 2021). Die Gruppe um Bormann et al. zeigt in ihrer retrospektiven Analyse beispielsweise mit 74% männlichen und 26% weiblichen Patienten die gleiche Geschlechterverteilung wie in unserer Studie auf (Bormann et al. 2009).

Vergleicht man in den Studien die Ursachen, die zu einer Unterkieferfraktur führten, wurden als führende Gründe Rohheitsdelikte und Stürze erfasst (Depprich et al. 2007, Afrooz et al. 2015, Gualtieri et al. 2021). Es ist darüber hinaus bekannt, dass die Ursache von Unterkieferfrakturen von geographischen, sozioökonomischen und politischen Charakteristika geprägt ist (Larsen et al. 1976, Ellis et al. 1985, Motamedi 2003, Erol et al. 2004, Gualtieri et al. 2021). In unserer Studie betrug der Anteil an Rohheitsdelikten 34% und Sturzereignissen 32%. Bemerkenswert ist dabei die Arbeit von Depprich et al., die in einem sehr langen Zeitraum von über zehn Jahren eine vergleichbare Anzahl an Rohheitsdelikten mit 38,6% erfasste (Depprich et al. 2007). Eine Ausnahme fand sich in der Studie von Bormann et al. aus Freiburg. Hier wurden

Verkehrsunfälle mit 32% als Hauptursache angegeben (Bormann et al. 2009). Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Trennung von Fahrradunfällen und Verkehrsunfällen bei der Erfassung der Traumaursache in unserer Analyse. Bormann et al. zählen in ihrer retrospektiven Analyse sowohl Autounfälle, Fahrradunfälle und Motorradunfälle zu den Verkehrsunfällen. Auch spielt womöglich der geographische Standort Freiburg als fahrradfreundliche Studentenstadt eine Rolle.

Die Verteilung der Frakturmuster und die Anzahl der Frakturlokalisationen im Unterkiefer variieren innerhalb der verschiedenen Studien. Eine Korrelation der anatomischen Frakturlokalisation mit der Traumaursache und dem Verletzungsmuster wurde bereits in anderen Studien beschrieben (Ellis et al. 1985, Motamedi 2003, Ogundare et al. 2003, King et al. 2004). Beispielsweise fanden sich bei Rohheitsdelikten Unterkieferfrakturen meist im Kieferwinkel, im Unterkiefercorpus und in der Paramedianregion (Tuncali et al. 2005). Der direkte Zusammenhang wurde im Rahmen dieser Studie nicht erneut untersucht, jedoch liegt bei einem Anteil von 34% an Rohheitsdelikten und entsprechender Häufigkeit von Frakturen in der Paramedianregion mit 41,3% und der Kieferwinkelregion mit 22,4 % auch ein solcher Zusammenhang nahe. Die Unterkiefercorpusregion hingegen war in unserem Patientenkollektiv mit 2,1% deutlich seltener betroffen als in anderen Studien angegeben. Dies liegt möglicherweise daran, dass die Unterscheidung zwischen der Unterkiefercorpusregion und der Paramedianregion klinisch nicht immer exakt voneinander abgegrenzt und entsprechend unscharf dokumentiert wurde. Dies wiederum ist unter Umständen der Tatsache geschuldet, dass bezüglich des Prinzips der operativen Versorgung diese beiden Regionen nicht zwangsläufig unterschieden werden müssen. Diese Problematik wurde auch bereits in einer Studie von Shetty et al. beschrieben. Hierbei konnte gezeigt werden, dass insbesondere im zahntragenden Teil (Kieferwinkel, Corpus, paramedian, median) eine hohe Variabilität bei der Beschreibung der Lokalisation herrscht (Shetty et al. 2001).

Die häufigsten Lokalisationen in unserer Studie in absteigender Reihenfolge waren paramedian (41,3%), Kieferwinkel (22,4%), und Gelenkfortsatz (13,4%). Diese absteigende Reihenfolge fand sich auch in den Studien von Sirimaharaj et al. und Munante-Cardenas et al. (Sirimaharaj et al. 2008, Munante-Cardenas et al. 2015). In einigen Studien findet sich im Gegensatz zu unserem Patientenkollektiv die Gelenkfortsatzfraktur mit bis zu 30% als häufigste Frakturlokalisation (Depprich et al. 2007, Horch 2007, Bormann et al. 2009, Schwenzer et al. 2010, Eufinger 2021). Dieser Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass in unserem Kollektiv speziell nur Patienten eingeschlossen wurden, bei denen mindestens eine Unterkieferfraktur im

zahntragenden Teil (median, paramedian, Corpus, Kieferwinkel) auftrat. Eine Fraktur im Bereich des Gelenkfortsatzes wurde dabei nur als Zweitlokalisierung im Rahmen von Mehrfachfrakturen erfasst. Es ist somit wahrscheinlich, dass die Gesamtanzahl von Gelenkfortsatzfrakturen in dem untersuchten Zeitraum in unserer Klinik deutlich höher lag, jedoch aufgrund der Einschlusskriterien nur zum Teil erfasst wurde.

Insgesamt konnten im Rahmen dieser Studie 60 Patienten mit Komplikationen identifiziert werden. Dies entspricht bei einer Gesamtfallzahl von 616 Patienten einer Komplikationsrate von 9,7%. Verglichen mit anderen Studien variiert die Komplikationsrate nach der Versorgung von Unterkieferfrakturen zwischen 5% und 30% (Paza et al. 2008, Bormann et al. 2009, Gutta et al. 2014, Odom et al. 2016, Spinelli et al. 2016, Perez et al. 2020). Eine mögliche Erklärung für die hohe Spannweite liegt darin, dass Komplikationsereignisse unterschiedlich definiert und gezählt werden. So werden beispielsweise in der Studie von Munante-Cardenas et al. leichte und schwere Infektionen unterschieden, ohne genaue Angabe über die Definitionen von leicht und schwer (Munante-Cardenas et al. 2015). Andere Studien wiederum werteten einen unerwarteten verlängerten Krankenhausaufenthalt als eigenständiges Komplikationsereignis (Christensen et al. 2017). Darüber hinaus werden Frakturen im zahntragenden Teil, wie in unserer Studie, selten isoliert betrachtet. Bei Einschluss von operativ versorgten Kiefergelenksfrakturen sind aufgrund des meistverwendeten extraoralen Zugangsweges per se höhere Komplikationsraten zu erwarten. Diese wurden in unserer Studie jedoch ausgeschlossen, da sie nicht als offene Frakturen im zahntragenden Teil gewertet werden (Colletti et al. 2014). Zudem wird bei der operativen Versorgung von Frakturen außerhalb der Zahnreihe das Intervall zwischen Trauma und operativer Versorgung nicht als kritischer Faktor auf die Komplikationsrate angesehen.

Anders verhält sich dies jedoch für Frakturen im zahntragenden Teil des Unterkiefers. Klinisch werden diese über den Parodontalspalt als offene Frakturen angesehen und sollten möglichst zeitnah operativ versorgt werden. Der genaue Zeitraum jedoch zwischen Trauma und operativer Versorgung und dem Einfluss auf die Komplikationsrate wird seit langer Zeit kontrovers diskutiert (Webb et al. 2009, Barker et al. 2011, Odom et al. 2016, Spinelli et al. 2016, Stone et al. 2018, Perez et al. 2020).

Mehrere Studien konnten einen Zusammenhang des Anstiegs der Komplikationsrate bei verzögerter operativer Versorgung zeigen (Marciani et al. 1990, Anderson et al. 1992, Maloney et al. 2001, Biller et al. 2005, Malanchuk et al. 2007, Gordon et al.

2011). Die Mehrheit der Studien hingegen fanden diesen Zusammenhang nicht statistisch signifikant (Press et al. 1983, Stone et al. 1993, Mathog et al. 2000, Moreno et al. 2000, Furr et al. 2006, Czerwinski et al. 2008, Hermund et al. 2008, Serena-Gomez et al. 2008, Gutta et al. 2014, Stone et al. 2018). Die an unserem Patientenkollektiv durchgeführte Korrelationsanalyse konnte ebenso keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Intervall Trauma – operative Traumaversorgung ($p=0,521$) nachweisen.

Maloney et al. stellten die Hypothese auf, dass bei einer Frakturversorgung nach 72 h ein deutlich erhöhtes Risiko für infektiöse Komplikationen erwartet wird, weil der Markraum akut infiziert ist und somit eine potenziell beeinträchtigte Blutversorgung aufweist (Maloney et al. 2001). In unserer Studie zeigte sich, dass die Infektionsrate insgesamt mit 2,1% gering war. Insbesondere ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der Infektionsrate bei einem verlängerten Intervall zwischen Trauma und operativer Traumaversorgung. Die höchste Anzahl an Infektionen fand sich in unserem Patientenkollektiv im zeitlichen Intervall zwischen 12 und 24 h mit insgesamt 27,8%. Die Infektionsrate im Intervall >72h lag bei 14,3%. Somit konnten wir in unserem Patientenkollektiv die o.g. Hypothese von Maloney et al., dass nach 72 h ein deutlich erhöhtes Risiko für eine Wundinfektion vorliegt, nicht bestätigen. Unsere Infektionsrate ist mit 2,1% im Vergleich zu anderen Studien, bei denen die Infektionsraten zwischen 3-27% liegen, insgesamt sehr gering (Odom et al. 2016). Es gilt jedoch zu beachten, dass im Vergleich die Infektionsrate in den verschiedenen Studien unterschiedlich dokumentiert und die Kriterien zur Diagnose einer Infektion unterschiedlich gruppiert wurden. Das Kriterium in der vorliegenden Untersuchung für die Diagnose einer Infektion war lokale Schwellung mit Abszedierung im Bereich der Unterkieferfraktur. Wunddehiszenzen, Pseudarthrosen und freiliegendes oder gelockertes Osteosynthesematerial können pathophysiologisch auch als Folge einer Infektion gewertet werden. In unserer Studie wurden diese Komplikationen getrennt beachtet und nicht als sekundäre Folge der Kategorie Infektion zugeordnet. Würde man entsprechend die o.g. Komplikationen als Infektionsereignisse werten, würde sich die Infektionsrate auf 5,4% erhöhen und somit mehr als verdoppeln.

Auch andere Faktoren beeinflussen das Risiko einer postoperativen Infektion nach der Versorgung einer Unterkieferfraktur. Zallen et al. konnten durch antibiotische Begleittherapie eine Reduktion der postoperativen Infektionsrate von 50,33% auf 6,25% bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil nachweisen (Zallen et al. 1975). Auch ein Einfluss der Dauer der antibiotischen Therapie zur Prävention von Infektionen bei traumatischen Unterkieferfrakturen wurde in anderen Studien

mehrfach untersucht (Miles et al. 2006, Lovato et al. 2009, Zein Eddine et al. 2020). Hierbei konnte gezeigt werden, dass die Dauer der antibiotischen Therapie an sich keinen Einfluss auf die Infektionsrate im Operationsgebiet hat (Miles et al. 2006, Lovato et al. 2009, Zein Eddine et al. 2020). Linkugel et al. kommen in ihrer Studie mit der Frage, ob die antibiotische Therapie bereits direkt nach dem Trauma begonnen werden sollte, zu dem Ergebnis, dass ohne eine präoperative Antibiotikagabe die postoperative Infektionsrate erhöht sein könnte (Linkugel et al. 2018). Berücksichtigt werden sollte bei dieser Studie jedoch, dass von den insgesamt 216 untersuchten Patienten nur 53 keine präoperative antibiotische Therapie erhalten hatten (Linkugel et al. 2018). Da die Dauer der antibiotischen Therapie im Rahmen dieser retrospektiven Studie nicht erfasst wurde, kann hierzu an unserem Patientenkollektiv keine Aussage getroffen werden. Als klinikinterner Standard wurde unserem Patientenkollektiv bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Bereich Ampicillin/Sulbactam 3g dreimal täglich für die Dauer des stationären Aufenthalts verabreicht. Für weitere prospektive Studien sollten der Beginn, die Dauer und die Art der antibiotischen Begleittherapie zusätzlich erfasst werden.

Als weitere mögliche Einflussfaktoren und somit Störfaktoren werden in der Literatur Geschlecht, Alter, Vorerkrankungen, Alkoholkonsum, Nikotinkonsum und die Anzahl der vorliegenden Frakturen diskutiert (Hermund et al. 2008, Christensen et al. 2017). Mit Hilfe der Regressionsanalyse konnten wir in unserem Patientenkollektiv keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem Alter ($p=0,714$) oder dem Geschlecht ($p=0,464$) finden.

Auch Alkoholkonsum ($p=0,875$) und Nikotinkonsum ($p=0,621$) waren in unserer Studie nicht signifikant mit dem Auftreten von Komplikationen korreliert. Christensen et al., die in ihrer Untersuchung versuchten die Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen nach der operativen Versorgung von Unterkieferfrakturen zu differenzieren, konnten Alkohol und Nikotinkonsum ebenso nicht als eigenständigen Risikofaktor identifizieren (Christensen et al. 2017). Andere Studien hingegen konnten nachweisen, dass Nikotinkonsum zu einer verzögerten Frakturheilung und somit zu einer Zunahme von Komplikationen führt (Serena-Gomez et al. 2008, Domingo et al. 2016, Odom et al. 2016). Pathophysiologisch werden hierbei die Degeneration des mesenchymalen Gewebes, die verringerte Kollagenproduktion und die lokal verringerte Sauerstoffzufuhr zum Gewebe als mögliche Ursachen angegeben (Jensen et al. 1991, Jorgensen et al. 1998, Smolle et al. 2021).

Alkohol konnte in anderen Studien auch als potentieller Einflussfaktor auf die Komplikationsrate identifiziert werden (Furr et al. 2006, Domingo et al. 2016). Bei Patienten mit bekanntem Alkoholkonsum kann die erhöhte Komplikationsrate auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden. Patienten mit Alkoholproblemen haben in der Regel einen schlechteren Ernährungs- und Allgemeinzustand, einen desolaten Zahnstatus und eine geringere Compliance bei der postoperativen Mundhygiene (Domingo et al. 2016). Mangelnde Compliance war im Rahmen der Identifikation von Risikofaktoren von Christensen et al. der Risikofaktor mit dem größten Effekt (Christensen et al. 2017). In ihrer Untersuchung wurde die Compliance jedoch lediglich dichotom beurteilt und nicht angegeben, was genau der Kategorie Noncompliance zugeordnet wurde. Es ist weiter auch bekannt, dass es aufgrund von Alkoholkonsum zu einem verlängerten Intervall Trauma – operative Versorgung kommt. Patienten mit bekanntem Alkoholkonsum stellen sich oft erst spät nach dem ersten Trauma zur Behandlung vor, weil sie die Fraktur nicht bemerkt haben und sich erst zur Behandlung vorstellen, wenn bereits eine Komplikation wie bspw. eine Abszedierung vorliegt (Smith 1991). Zusätzlich besteht ein Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und Rohheitsdelikten als Ursache einer Unterkieferfraktur (Laverick et al. 2008). O'Meara et al. konnten anhand ihres Patientenkollektivs weiter einen erhöhten Schweregrad für Unterkieferfrakturen unter Einfluss von Alkoholkonsum feststellen (O'Meara et al. 2011). Die Erfassung des Parameters Alkoholkonsum erfolgte in unserer Studie dichotom. Eine genaue Erfassung, ob Alkoholkonsum ursächlich für die Unterkieferfraktur war oder ob Alkoholkonsum zu einer zeitlich verzögerten Diagnostik geführt hat, ist im retrospektiven Studiendesign nicht möglich. Hierzu müsste eine prospektive Studie zu der Fragestellung, ob Alkoholkonsum zu einem verlängerten Intervall Trauma – operative Versorgung führt, durchgeführt werden. Eine weitere Limitation der dichotomen Erfassung des Alkoholkonsums ist, dass die Frage, ob der Alkoholkonsum sich auf einmaligen Alkoholkonsum, gelegentlichen Alkoholkonsum oder auf eine chronische Alkoholkrankheit bezieht unklar bleibt. Bei einem prospektiven Studiendesign sollte dieser Faktor genauer berücksichtigt werden

Auch die Anzahl der Frakturlokalisationen wurde als eigenständiger Risikofaktor untersucht und zeigte mit Hilfe der Regressionsanalyse keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten einer Komplikation ($p=0,096$). Bei Mehrfachfrakturen dominierten die doppelten Unterkieferfrakturen mit 348 Fällen in unserem Patientenkollektiv. Ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Komplikationen zu Einfachfrakturen ($n=246$) oder Dreifachfrakturen ($n=22$) konnte nicht gezeigt werden. Moura et al. zeigten mit

ihren Ergebnissen ebenfalls keine höheren Komplikationsraten bei Mehrfachfrakturen (Moura et al. 2018).

Als eigenständiger, signifikanter Risikofaktor für das Auftreten eines Komplikationsereignisses konnte mit Hilfe der multiplen linearen Regressionsanalyse das Vorliegen einer Vorerkrankung ($p=0,004$) identifiziert werden. Insgesamt umfasste unser Patientenkollektiv 18,3% Patienten mit Vorerkrankungen. Es ist bereits bekannt, dass Patienten mit Diabetes mellitus eine vergleichsweise höhere Komplikationsrate bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen aufweisen als Patienten ohne Vorerkrankungen (Ward et al. 2016). Malanchuk et al. konnten in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von Vorerkrankungen und dem Auftreten von Komplikationen feststellen (Malanchuk et al. 2007). Eine mögliche Erklärung für diesen Zusammenhang ist, dass es sich bei Patienten mit Vorerkrankungen meist um Patienten höheren Alters und somit mit einem möglicherweise atrophierten Knochen handelte. Zwar konnte in unserer Regressionsanalyse das Alter an sich nicht als eigenständiger Risikofaktor ermittelt werden, jedoch zeigten andere Studien ein erhöhtes Infektionsrisiko bei Patienten höheren Alters (Peters et al. 1996, Malik et al. 2004). Pathophysiologisch ist bei älteren Patienten die Vaskularisation des Knochens reduziert und beeinträchtigt somit die Knochenfestigkeit und den Heilungsprozess bei Frakturen (Kim et al. 2018). Eine weitere Studie von Gordon et al. konnte ebenso in einem multiplen linearen Regressionsmodell zeigen, dass beim Vorliegen einer Vorerkrankung das Risiko für eine postoperative entzündliche Komplikation signifikant erhöht ist (Gordon et al. 2011). Beim Vorliegen einer Vorerkrankung handelt es sich jedoch um einen durch den Chirurgen nicht beeinflussbaren Risikofaktor. Die Kenntnis dieses Zusammenhangs sollte dem Chirurgen bei der Behandlung von Unterkieferfrakturen bei Patienten mit Vorerkrankungen bekannt sein, um sowohl bereits während der Operation als auch bei klinischen Verlaufskontrollen besonders auf Komplikationsereignisse zu achten.

Auch wenn im Rahmen der multiplen linearen Regressionsanalyse der vorliegenden Studie nur das Vorliegen von Vorerkrankungen als signifikanter Einflussfaktor identifiziert werden konnte, schließt dies jedoch nicht die Möglichkeit aus, dass bestimmte andere Variablen eine Wirkung haben, die von uns nicht gesehen wurde.

Die Limitationen dieser Studie ergeben sich hauptsächlich aus ihrem retrospektiven Charakter. Da es in unserer Einrichtung kein vordefiniertes Protokoll zur

Dokumentation von Patienten mit Unterkieferfrakturen gibt, erfolgt die Dokumentation handschriftlich nach Ermessen des zuständigen Arztes in die Ambulanzkarteikarte. Dies trifft ebenso auf die Dokumentation der Nachbehandlung und die Erfassung der Komplikationen zu, die daher einer hohen individuellen, sprachlichen Variabilität unterliegen. Eine prospektiv angelegte Studie, die die Ergebnisse dieser Studie bestätigt und mögliche weitere Einflussfaktoren zielgerichteter dokumentiert ist derzeit in unserer Klinik in Planung. Bei einer solchen sollten Komplikationen konkret definiert werden. Überlegungen, welche konkreten Parameter dokumentiert werden sollten, sind zur Beurteilung der Mundhygiene beispielsweise der Parodontale Screening Index (PSI), der Approximal-Plaque-Index (API) und der Sulkus-Blutungs-Index (SBI). Alkoholkonsum und Nikotinkonsum sollten in einer prospektiven Studie quantitativ erfasst und der mögliche Einfluss einer Alkoholintoxikation auf eine verzögerte operative Versorgung überprüft werden. Auch sollte der Einfluss von chronischem Alkoholkonsum oder einmaligem Alkoholkonsum hinsichtlich der Komplikationsrate genauer untersucht werden. Ebenso sollte zukünftig dokumentiert werden, ob eine Nikotinkarenz während des Heilungsprozesses die Komplikationsrate senkt. Zur einheitlicheren Dokumentation kann zukünftig der von Shetty et al. entwickelte Mandibular Severity Score (MISS) dienen (Shetty et al. 2007). Dieser bietet die Möglichkeit, die Art und das Ausmaß der Unterkieferfraktur in einem Score objektiv zu quantifizieren (Nishimoto et al. 2019). Hierdurch kann die Vergleichbarkeit der Ergebnisse deutlich verbessert werden. Der MISS beinhaltet anatomische und klinische Merkmale von Unterkieferfrakturen, um deren Schweregrad zu bestimmen. Die einzelnen Komponenten beinhalten den Frakturtyp (offen oder geschlossen), die Frakturlokalisierung, die Okklusion (Normokklusion, Okklusionsstörung, zahnlos), die Beteiligung der Weichgewebe (geschlossen, intraoral offen, extraoral offen, intra- und extraoral offen, Weichteildefekt), das Vorliegen einer Infektion (ja, nein) und den Dislokationsgrad (nicht disloziert, leicht disloziert, stark disloziert) (Shetty et al. 2007). Als weitere Limitation im retrospektiven Studiendesign kann der kürzere Nachuntersuchungszeitraum von 28 Tagen bei 250 Patienten gesehen werden. Bei diesen Patienten erfolgte keine Entfernung des eingebrachten Osteosynthesematerials. Somit bleibt bei diesem Teil der Patienten unklar, ob es nach dem Beobachtungszeitraum von 28 Tagen noch zu einem Komplikationsereignis gekommen ist.

Zusammenfassend zeigte die in dieser Studie durchgeführte retrospektive Analyse des Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung eine durchschnittliche operative Versorgung nach 29,1 Stunden. Es konnte bei der Analyse kein

signifikanter Zusammenhang zwischen dem Intervall Trauma – operative Traumaversorgung und dem Auftreten von Komplikationen festgestellt werden. Insbesondere die Infektionsrate zeigte auch bei Unterkieferfrakturen, die nach mehr als drei Tagen versorgt wurden, keinen signifikanten Anstieg an Komplikationen. Lediglich das Vorliegen einer Vorerkrankung zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Komplikationsrate. Die Übertragung dieser Ergebnisse auf den klinischen Alltag lässt schlussfolgern, dass die Behandlung von Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil nicht als Notfallindikation eingestuft werden muss.

5. Zusammenfassung

Unterkieferfrakturen stellen aufgrund der exponierten Lage im Gesichtsschädel eine der häufigsten Frakturen des Gesichtsschädels dar. Bezüglich der Lokalisation nehmen Frakturen im Bereich des zahntragenden Teils mit mehr als 70% den größten Anteil ein. Zur Wiederherstellung von Form und Funktion ist bei dislozierten Frakturen eine offene Reposition mit Osteosynthese indiziert. Bezüglich des zeitlichen Intervalls zwischen Trauma und operativer Versorgung herrscht in der aktuellen Literatur Uneinigkeit, ob die Versorgung als chirurgischer Notfall gewertet werden sollte oder ob eine zeitlich verzögerte operative Versorgung möglich ist. Ziel dieser Studie war die Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Intervall Trauma – operative Traumaversorgung bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Teil und dem Auftreten von postoperativen Komplikationen. Des Weiteren wurden weitere mögliche Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, Vorerkrankungen und die Anzahl der Frakturlokalisationen untersucht.

Einschlusskriterien für die Studie waren Patienten mit der Diagnose einer Unterkieferfraktur im zahntragenden Bereich, die von 2012 bis 2019 in einer Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie primär osteosynthetisch versorgt wurden. Das Intervall zwischen Trauma und operativer Versorgung wurde mit dem Auftreten von Komplikationen korreliert. Als Komplikationen wurden Wundheilungsstörungen, Infektionen, Okklusionsstörungen und freiliegende oder gelockerte osteosynthetische Implantate definiert. Abschließend wurden die Daten im Hinblick auf andere mögliche Einflussfaktoren analysiert.

616 Patienten erfüllten alle Einschlusskriterien. Die durchschnittliche Zeit bis zur Operation betrug 29,1 Stunden. Es traten insgesamt 60 Komplikationen (9,7%) auf. Die durchgeführte Korrelationsanalyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der längeren Zeit bis zur operativen Traumaversorgung und dem Auftreten von Komplikationen ($p=0,521$). Das Vorliegen einer Vorerkrankung korrelierte in unserer Studie signifikant mit dem Auftreten einer Komplikation ($p=0,004$).

Entsprechend der Datenlage unserer Studie hat eine verzögerte operative Versorgung keinen Einfluss auf die Komplikations- und Infektionsrate bei Unterkieferfrakturen im zahntragenden Bereich.

6. Abstract

Due to the exposed position, fractures of the mandible represent one of the most common fractures of the facial skull. In terms of localization, fractures in the tooth-bearing area represent the largest number (more than 70%). In the case of displaced fractures, open reduction with osteosynthesis is indicated to restore shape and function. Regarding the time interval between trauma and surgical care, there is disagreement in the current literature, as to whether the care should be considered a surgical emergency or whether delayed surgical care is possible without increasing the postoperative complication rate. The aim of this study is (a) to investigate the correlation between the time interval between trauma surgery and the occurrence of postoperative complications and (b) to delineate the possible influence of delayed surgery on the occurrence of complications.

Inclusion criteria for the study were all patients with the initial diagnosis of a mandibular fracture in the tooth-bearing area, who were primarily treated by open reduction and internal fixation in a clinic for oral and maxillofacial surgery from 2012 to 2019. The interval "trauma - operative care" was correlated with the occurrence of complications. Complications were defined as those of wound healing, infections, occlusion disorders and exposed or loosened osteosynthetic implant. Finally, the data was analyzed with regard to other possible confounders.

616 patients fulfilled all inclusion criteria. The mean time to surgery was 29,1 hours. There were 60 complications (9,7%). Correlation analysis was performed and failed to demonstrate a significant correlation between increased time to operative trauma care and the presence of complication ($p= 0,521$). The presence of a pre-existing condition significantly correlated with the occurrence of a complication in our study ($p=0.004$).

According to the data from our study, delayed operative care has no influence on the complication and infection rate in lower jaw fractures in the tooth-bearing area.

7. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Anatomie des Unterkiefers von lateral.</i>	8
<i>Abbildung 2: Ansicht des Unterkiefers von lateral (links) und frontal (rechts).</i>	8
<i>Abbildung 3: schematische Unterteilung des Unterkiefers in Panoramaansicht modifiziert nach Cornelius et al. (2017).</i>	11
<i>Abbildung 4 Zahntragender Teil des Unterkiefers (blau) in Panoramaansicht modifiziert nach Cornelius et al. (2017).</i>	11
<i>Abbildung 5: Darstellung einer Unterkiefercorpusfraktur links im OPG.</i>	12
<i>Abbildung 6:Darstellung einer Unterkieferfraktur paramedian rechts (gelber Pfeil) mit beidseitiger Gelenkfortsatzfraktur (orangener Pfeil) im CT.</i>	13
<i>Abbildung 7: Ablauf der operativen Versorgung einer medianen Unterkieferfraktur.</i>	15
<i>Abbildung 8: postoperative Wunddehiszenz am 7.postoperativen Tag.</i>	17
<i>Abbildung 9: freiliegendes und gelockertes Osteosynthesematerial bei Z.n. Unterkiefercorpusfraktur rechts vor 6 Monaten.</i>	18
<i>Abbildung 10: breitstreckige Wunddehiszenz am 10.postoperativen Tag mit freiliegendem Osteosynthesematerial. bei Z.n. nach Unterkieferfraktur paramedian rechts.</i>	18
<i>Abbildung 11: Frakturiertes Osteosynthesematerial im CT.</i>	18
<i>Abbildung 12: Prinzip der primären Frakturheilung durch funktionsstabile Osteosynthese modifiziert nach Vorlage von Horch (2007).</i>	21
<i>Abbildung 13: Ablauf der sekundären Frakturheilung modifiziert nach Vorlage von Horch (2007).</i>	22
<i>Abbildung 14: Geschlechterverteilung n=616.</i>	29
<i>Abbildung 15: Altersverteilung n=616.</i>	30
<i>Abbildung 16: Verteilung der Risikofaktoren Rauchen und Alkoholkonsum n=616.</i>	30
<i>Abbildung 17: Traumaursachen n=616.</i>	31
<i>Abbildung 18 Anzahl der Frakturlokalisationen n=616.</i>	32
<i>Abbildung 19: Anzahl der postoperativen erfassten Komplikationen n=60.</i>	34
<i>Abbildung 20: Intervall Trauma - operative Traumaversorgung.</i>	35
<i>Abbildung 21: Komplikationsrate n=616.</i>	36
<i>Abbildung 22 Streudiagramm Auftreten von Komplikationen zum zeitlichen Intervall Trauma – operative Traumaversorgung.</i>	36
<i>Abbildung 23: Analyse des Intervalls Trauma – operative Traumaversorgung hinsichtlich dem Auftreten von Komplikationen in den einzelnen Zeitintervallen.</i>	37
<i>Abbildung 24 Analyse der Art der Komplikationen in den einzelnen Zeitintervallen.</i>	38

8. Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Einflussfaktoren auf die Art der Frakturheilung nach Perez et al. (2020).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 2 Vorerkrankungen.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 3: Verteilung der Frakturlokalisationen.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 4: Präoperativ und intraoperativ erfasste Parameter.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 5: Multiple lineare Regressionsanalyse auf Störfaktoren.....</i>	<i>39</i>

9. Curriculum vitae

10. Veröffentlichungen

- 25. EACMFS-Kongress in Paris (07/2021) Vortrag mit dem Titel
„The influence of the interval "trauma-operative trauma care" in the treatment
of mandibular fractures in the tooth-bearing area”
C.Claßen, M.Rothermel, T.Unterhuber, K.-D. Wolff, J.Weitz

11. Danksagungen

Besonderer Dank gilt meinem Doktorvater PD Dr. Dr. Jochen Weitz und meinem Betreuer Dr. Dr. Michael Rothermel für die Vergabe des Dissertationsthemas und die unermüdliche Unterstützung bei der Fertigstellung der Dissertation.

Prof. Dr. Dr. Wolff, meinem Chef und Lehrer, möchte ich besonders für die Möglichkeit danken, meine Weiterbildung und diese Studie in seiner Klinik absolvieren zu dürfen.

Ich bedanke mich auch herzlich bei Pia-Marlen Immel M.Sc. für die Hilfe bei der statistischen Auswertung dieser Arbeit.

Auch möchte ich von ganzem Herzen meiner Familie, meinen Freunden und meinem Freund Philipp danken. Sie standen mir jederzeit mit viel Geduld, Zeit, Motivation und Unterstützung jedweder Art zur Seite.

Ein weiterer besonderer Dank gilt meinem Großvater Prof. Dr. Claßen. Lieber Opa, hier der Beweis, dass -entgegen deiner Hypothese- mein zeitliches Intervall Approbation – Promotion keinen signifikanten Einfluss auf die Fertigstellung genommen hat.

12. Quellennachweise

Afrooz, P. N., M. R. Bykowski, I. B. James, L. N. Daniali, J. A. Clavijo-Alvarez (2015). "The Epidemiology of Mandibular Fractures in the United States, Part 1: A Review of 13,142 Cases from the US National Trauma Data Bank." J Oral Maxillofac Surg **73**(12): 2361-2366.

Anderson, T., B. Alpert (1992). "Experience with rigid fixation of mandibular fractures and immediate function." J Oral Maxillofac Surg **50**(6): 555-560; discussion 560-551.

Baierlein, S. A. (2010). Frakturklassifikationen, Georg Thieme Verlag.

Barker, D. A., K. K. Oo, A. Allak, S. S. Park (2011). "Timing for repair of mandible fractures." Laryngoscope **121**(6): 1160-1163.

Biller, J. A., S. D. Pletcher, A. N. Goldberg, A. H. Murr (2005). "Complications and the time to repair of mandible fractures." Laryngoscope **115**(5): 769-772.

Bormann, K. H., S. Wild, N. C. Gellrich, H. Kokemuller, C. Stuhmer, R. Schmelzeisen, R. Schon (2009). "Five-year retrospective study of mandibular fractures in Freiburg, Germany: incidence, etiology, treatment, and complications." J Oral Maxillofac Surg **67**(6): 1251-1255.

Cawood, J. I. (1985). "Small plate osteosynthesis of mandibular fractures." Br J Oral Maxillofac Surg **23**(2): 77-91.

Champy, M., J. P. Lodde, R. Schmitt, J. H. Jaeger, D. Muster (1978). "Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach." J Maxillofac Surg **6**(1): 14-21.

Christensen, B. J., D. E. Mercante, J. P. Neary, B. J. King (2017). "Risk Factors for Severe Complications of Operative Mandibular Fractures." J Oral Maxillofac Surg **75**(4): 787 e781-787 e788.

Cohen, J. (2013). Statistical power analysis for the behavioral sciences, Academic press.

Colletti, G., V. M. Battista, F. Allevi, F. Giovanditto, D. Rabbiosi, F. Biglioli (2014). "Extraoral approach to mandibular condylar fractures: our experience with 100 cases." J Craniomaxillofac Surg **42**(5): e186-194.

Cornelius, C.-P., A. Neff, F. Thieringer, C. Kunz, W. Smolka, T. Reichert, L. Audigé, J. Prein (2017). "Unterkieferfrakturen nach AO-CMF-Trauma-Klassifikation." Der MKG-Chirurg **10**(2): 104-112.

Cornelius, C. P., L. Audige, C. Kunz, R. Rudderan, C. H. Buitrago-Tellez, J. Frodel, J. Prein (2014). "The Comprehensive AOCMF Classification System: Mandible Fractures- Level 2 Tutorial." Craniomaxillofac Trauma Reconstr **7**(Suppl 1): S015-030.

Czerwinski, M., W. L. Parker, J. A. Correa ,H. B. Williams (2008). "Effect of treatment delay on mandibular fracture infection rate." Plast Reconstr Surg **122**(3): 881-885.

Dell' Aversana Orabona, G., G. Iaconetta, V. Abbate ,L. Califano (2012). "Bifocal mandibular fractures: which should be treated first?" J Craniofac Surg **23**(6): 1723-1727.

Deppe, H., W. Reeker, H. H. Horch ,E. Kochs (1998). "[Tooth injury during intubation--diagnostic and therapeutic aspects]." Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther **33**(11): 722-725.

Depprich, R., J. Handschel, J. Hornung, U. Meyer ,N. R. Kubler (2007). "[Causation, therapy and complications of treating mandibular fractures - a retrospective analysis of 10 years]." Mund Kiefer Gesichtschir **11**(1): 19-26.

Domingo, F., E. Dale, C. Gao, C. Groves, D. Stanley, R. A. Maxwell ,J. L. Waldrop (2016). "A single-center retrospective review of postoperative infectious complications in the surgical management of mandibular fractures: Postoperative antibiotics add no benefit." J Trauma Acute Care Surg **81**(6): 1109-1114.

Driemel, O., R. Staudenmaier, R. S. Buch, U. Schusselbauer, H. Wagener, T. E. Reichert ,H. Pistner (2005). "[Dental injuries due to miniplate osteosynthesis. Classification, treatment management, complications, and prognosis]." Mund Kiefer Gesichtschir **9**(5): 330-335.

Ellis, E., 3rd, K. F. Moos ,A. el-Attar (1985). "Ten years of mandibular fractures: an analysis of 2,137 cases." Oral Surg Oral Med Oral Pathol **59**(2): 120-129.

Ellis, E. I. ,B. A. Miles (2007). "Fractures of the Mandible: A Technical Perspective." Plastic and Reconstructive Surgery **120**(7): 76S-89S.

Ernst, A., M. Herzog ,R. O. Seidl (2004). Traumatologie des Kopf-Hals-Bereichs, Thieme.

Erol, B., R. Tanrikulu ,B. Gorgun (2004). "Maxillofacial fractures. Analysis of demographic distribution and treatment in 2901 patients (25-year experience)." J Craniomaxillofac Surg **32**(5): 308-313.

Eufinger, H. (2021). Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Operationslehre und -atlas.

Furr, A. M., J. M. Schweinfurth ,W. L. May (2006). "Factors associated with long-term complications after repair of mandibular fractures." Laryngoscope **116**(3): 427-430.

Gehrke, G. (2014). "Unterkieferfrakturen." Der MKG-Chirurg **7**(1): 17-25.

Gordon, P. E., M. E. Lawler, L. B. Kaban ,T. B. Dodson (2011). "Mandibular fracture severity and patient health status are associated with postoperative inflammatory complications." J Oral Maxillofac Surg **69**(8): 2191-2197.

Gottrup, F., J. Andreasen (2007). "Wound healing subsequent to injury." Textbook and color Atlas of Traumatic Injuries to the teeth (4th edn). Oxford: Blackwell: 1-61.

Gualtieri, M., F. Pisapia, M. T. Fadda, P. Priore, V. Valentini (2021). "Mandibular Fractures Epidemiology and Treatment Plans in the Center of Italy: A Retrospective Study." J Craniofac Surg **32**(4): e346-e349.

Gupta, M., D. Das, K. Soodan, C. Singh (2019). "Dental injuries in patients associated with fracture of facial bones." Oral Maxillofac Surg **23**(1): 63-69.

Gutta, R., K. Tracy, C. Johnson, L. E. James, D. G. Krishnan, R. D. Marciani (2014). "Outcomes of mandible fracture treatment at an academic tertiary hospital: a 5-year analysis." J Oral Maxillofac Surg **72**(3): 550-558.

Hartwig, S., A. Boettner, C. Doll, J. O. Voss, M. Hertel, S. Preissner, J. D. Raguse (2017). "Drill-related root injury caused by intraoperative intermaxillary fixation: an analysis of 1067 screw applications." Dent Traumatol **33**(1): 45-50.

Hermund, N. U., S. Hillerup, T. Kofod, O. Schwartz, J. O. Andreasen (2008). "Effect of early or delayed treatment upon healing of mandibular fractures: a systematic literature review." Dent Traumatol **24**(1): 22-26.

Horch, H. H. (2007). Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Elsevier, Urban und Fischer.

Howaldt, H.-P., R. Schmelzeisen (2015). Einführung in die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie. Köln, Deutscher Zahnärzte Verlag.

Jackowski, J., H. Peters, F. Hölzle (2017). Zahnärztliche Chirurgie. Berlin, Springer.

Jensen, J. A., W. H. Goodson, H. W. Hopf, T. K. Hunt (1991). "Cigarette smoking decreases tissue oxygen." Arch Surg **126**(9): 1131-1134.

Jorgensen, L. N., F. Kallehave, E. Christensen, J. E. Siana, F. Gottrup (1998). "Less collagen production in smokers." Surgery **123**(4): 450-455.

Kim, T. G., K. J. Chung, J. H. Lee, Y. H. Kim, J. H. Lee (2018). "Clinical Outcomes Between Atrophic and Nonatrophic Mandibular Fracture in Elderly Patients." J Craniofac Surg **29**(8): e815-e818.

King, R. E., J. M. Scianna, G. J. Petruzzelli (2004). "Mandible fracture patterns: a suburban trauma center experience." Am J Otolaryngol **25**(5): 301-307.

Larsen, O. D., A. Nielsen (1976). "Mandibular fractures. I. An analysis of their etiology and location in 286 patients." Scand J Plast Reconstr Surg **10**(3): 213-218.

Laverick, S., N. Patel, D. C. Jones (2008). "Maxillofacial trauma and the role of alcohol." Br J Oral Maxillofac Surg **46**(7): 542-546.

Lieger, O., J. Zix, A. Kruse ,T. Iizuka (2009). "Dental injuries in association with facial fractures." J Oral Maxillofac Surg **67**(8): 1680-1684.

Linkugel, A. D., E. B. Odom, R. A. Bavolek, A. K. Snyder-Warwick ,K. B. Patel (2018). "Systemic Preoperative Antibiotics with Mandible Fractures: Are They Indicated at the Time of Injury?" Craniomaxillofac Trauma Reconstr **11**(1): 35-40.

Lovato, C. ,J. D. Wagner (2009). "Infection rates following perioperative prophylactic antibiotics versus postoperative extended regimen prophylactic antibiotics in surgical management of mandibular fractures." J Oral Maxillofac Surg **67**(4): 827-832.

Malanchuk, V. O. ,A. V. Kopchak (2007). "Risk factors for development of infection in patients with mandibular fractures located in the tooth-bearing area." J Craniomaxillofac Surg **35**(1): 57-62.

Malik, M. H., P. Harwood, P. Diggle ,S. A. Khan (2004). "Factors affecting rates of infection and nonunion in intramedullary nailing." J Bone Joint Surg Br **86**(4): 556-560.

Maloney, P. L., R. E. Lincoln ,C. P. Coyne (2001). "A protocol for the management of compound mandibular fractures based on the time from injury to treatment." J Oral Maxillofac Surg **59**(8): 879-884; discussion 885-876.

Maloney, P. L., T. B. Welch ,H. C. Doku (1991). "Early immobilization of mandibular fractures: a retrospective study." J Oral Maxillofac Surg **49**(7): 698-702; discussion 702-693.

Marciani, R. D., J. V. Haley ,M. W. Kohn (1990). "Patient compliance--a factor in facial trauma repair." Oral Surg Oral Med Oral Pathol **70**(4): 428-430.

Mathog, R. H., V. Toma, L. Clayman ,S. Wolf (2000). "Nonunion of the mandible: an analysis of contributing factors." J Oral Maxillofac Surg **58**(7): 746-752; discussion 752-743.

Miles, B. A., J. K. Potter ,E. Ellis, 3rd (2006). "The efficacy of postoperative antibiotic regimens in the open treatment of mandibular fractures: a prospective randomized trial." J Oral Maxillofac Surg **64**(4): 576-582.

Moreno, J. C., A. Fernandez, J. A. Ortiz ,J. J. Montalvo (2000). "Complication rates associated with different treatments for mandibular fractures." J Oral Maxillofac Surg **58**(3): 273-280; discussion 280-271.

Motamedi, M. H. (2003). "An assessment of maxillofacial fractures: a 5-year study of 237 patients." J Oral Maxillofac Surg **61**(1): 61-64.

Moura, L. B., G. Dos Santos Trento, P. H. de Azambuja Carvalho, M. Granucci, J. C. S. de Oliveira ,V. A. Pereira-Filho (2018). "Double unilateral, bilateral, and multiple mandibular fractures: an observational study." Oral Maxillofac Surg **22**(3): 315-321.

Munante-Cardenas, J. L., P. H. Facchina Nunes ,L. A. Passeri (2015). "Etiology, Treatment, and Complications of Mandibular Fractures." Journal of Craniofacial Surgery **26**(3): 611-615.

Naeem, A., H. Gemal ,D. Reed (2017). "Imaging in traumatic mandibular fractures." Quant Imaging Med Surg **7**(4): 469-479.

Niethard, F. U., J. Pfeil ,P. Biberthaler (2017). Knochenheilung. Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie. F. U. Niethard, J. Pfeil and P. Biberthaler, Georg Thieme Verlag.

Nishimoto, R. N., T. B. Dodson ,M. S. Lang (2019). "Is the Mandible Injury Severity Score a Valid Measure of Mandibular Injury Severity?" J Oral Maxillofac Surg **77**(5): 1023-1030.

O'Meara, C., R. Witherspoon, N. Hapangama ,D. M. Hyam (2011). "Mandible fracture severity may be increased by alcohol and interpersonal violence." Aust Dent J **56**(2): 166-170.

Odom, E. B. ,A. K. Snyder-Warwick (2016). "Mandible Fracture Complications and Infection: The Influence of Demographics and Modifiable Factors." Plast Reconstr Surg **138**(2): 282e-289e.

Ogundare, B. O., A. Bonnick ,N. Bayley (2003). "Pattern of mandibular fractures in an urban major trauma center." J Oral Maxillofac Surg **61**(6): 713-718.

Paza, A. O., A. Abuabara ,L. A. Passeri (2008). "Analysis of 115 mandibular angle fractures." J Oral Maxillofac Surg **66**(1): 73-76.

Perez, D. ,E. Ellis, 3rd (2020). "Complications of Mandibular Fracture Repair and Secondary Reconstruction." Semin Plast Surg **34**(4): 225-231.

Peters, E. S., B. Fong, D. W. Wormuth ,S. T. Sonis (1996). "Risk factors affecting hospital length of stay in patients with odontogenic maxillofacial infections." J Oral Maxillofac Surg **54**(12): 1386-1391; discussion 1391-1382.

Pickrell, B. B. ,L. H. J. Hollier (2017). "Evidence-Based Medicine: Mandible Fractures." Plastic and Reconstructive Surgery **140**(1): 192e-200e.

Press, B. H., L. R. Boies, Jr. ,A. R. Shons (1983). "Facial fractures in trauma victims: the influence of treatment delay on ultimate outcome." Ann Plast Surg **11**(2): 121-124.

Rahimi-Nedjat, R. K., K. Sagheb ,C. Walter (2014). "Concomitant dental injuries in maxillofacial fractures - a retrospective analysis of 1219 patients." Dent Traumatol **30**(6): 435-441.

Rausch, V., D. Seybold, M. Königshausen, M. Köller, T. A. Schildhauer ,J. Geßmann (2017). "Grundlagen der Knochenbruchheilung." Der Orthopäde **46**(8): 640-647.

Sakr, K., I. A. Farag ,I. M. Zeitoun (2006). "Review of 509 mandibular fractures treated at the University Hospital, Alexandria, Egypt." Br J Oral Maxillofac Surg **44**(2): 107-111.

Schünke, M., E. Schulte ,U. Schumacher (2018). Prometheus - Lernatlas der Anatomie. Stuttgart ; New York, Georg Thieme Verlag.

Schwenzer, N. ,M. Ehrenfeld (2010). Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Georg Thieme Verlag.

Serena-Gomez, E. ,L. A. Passeri (2008). "Complications of mandible fractures related to substance abuse." J Oral Maxillofac Surg **66**(10): 2028-2034.

Shetty, V., K. Atchison, T. R. Belin ,J. Wang (2001). "Clinician variability in characterizing mandible fractures." J Oral Maxillofac Surg **59**(3): 254-261; discussion 261-252.

Shetty, V., K. Atchison, C. Der-Matrosian, J. Wang ,T. R. Belin (2007). "The mandible injury severity score: development and validity." J Oral Maxillofac Surg **65**(4): 663-670.

Sirimaharaj, W. ,K. Pyungtanasup (2008). "The epidemiology of mandibular fractures treated at Chiang Mai University Hospital: a review of 198 cases." J Med Assoc Thai **91**(6): 868-874.

Smith, W. P. (1991). "Delayed miniplate osteosynthesis for mandibular fractures." Br J Oral Maxillofac Surg **29**(2): 73-76.

Smolle, M. A., L. Leitner, N. Bohler, F. J. Seibert, M. Glehr ,A. Leithner (2021). "Fracture, nonunion and postoperative infection risk in the smoking orthopaedic patient: a systematic review and meta-analysis." EFORT Open Rev **6**(11): 1006-1019.

Spinelli, G., D. Lazzeri, F. Arcuri, D. Valente ,T. Agostini (2016). "Management of Mandibular Angle Fractures by Two Conventional 2.0-mm Miniplates: A Retrospective Study of 389 Patients." Craniofacial Trauma Reconstr **9**(3): 206-210.

Stone, I. E., T. B. Dodson ,R. A. Bays (1993). "Risk factors for infection following operative treatment of mandibular fractures: a multivariate analysis." Plast Reconstr Surg **91**(1): 64-68.

Stone, N., A. Corneman, A. R. Sandre, F. Farrokhyar, A. Thoma ,M. J. Cooper (2018). "Treatment Delay Impact on Open Reduction Internal Fixation of Mandibular Fractures: A Systematic Review." Plast Reconstr Surg Glob Open **6**(6): e1829.

Tuncali, D., A. Y. Barutcu ,G. Aslan (2005). "[The relationship between the fracture site and etiology in mandibular fractures]." Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg **14**(1-2): 25-28.

Ward, N. H., 3rd ,D. J. Wainwright (2016). "Outcomes research: Mandibular fractures in the diabetic population." J Craniofacial Surg **44**(7): 763-769.

Webb, L. S., S. Makhijani, M. Khanna, M. J. Burstein, A. N. Falk, D. J. Koumanis, J. D. Chao (2009). "A comparison of outcomes between immediate and delayed repair of mandibular fractures." Can J Plast Surg **17**(4): 124-126.

Zallen, R. D., J. T. Curry (1975). "A study of antibiotic usage in compound mandibular fractures." J Oral Surg **33**(6): 431-434.

Zein Eddine, S. B., K. Cooper-Johnson, F. Ericksen, C. C. Brookes, W. J. Peppard, S. L. Revolinski, T. W. Carver (2020). "Antibiotic Duration and Outcome Complications for Surgical Site Infection Prevention in Traumatic Mandible Fracture." J Surg Res **247**: 524-529.