

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtsbirurgie

(Nordwestdeutsche Kieferklinik)

Des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf

-Direktor: Prof. Dr. Dr. R. Schmelzle-

**Retrospektive Analyse von chirurgisch, osteosynthetisch
versorgten Kieferwinkelbrakturen unter Berücksichtigung des
klinischen und radiologischen Verlaufes**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

dem Fachbereich für Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Michael Gravanis

aus Hamburg

2008

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am:

veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Dr. R Schmelzle

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in: P.D. Dr. Dr. A. Gbara

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter/in: P.D. Dr. S. Begemann

**„Keines Menschen Kenntnis kann über
seine Erfahrung hinausgehen.“**

John Locke, engl. Philosoph
(1632-1704)

Diese Arbeit widme ich meinen Kindern Daniel, Semely, Panajotis und
Menandros

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	11
1.1	Geschichtlicher Hintergrund zur Unterkieferfrakturbehandlung	11
1.2	Entwicklung der modernen Plattenosteosynthese in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.....	12
1.3	Struktur und Bruchmechanik des Unterkiefers	17
1.3.1	Ursachen und Häufigkeit der Unterkieferfrakturen	19
1.3.2	Klassifikation der Unterkieferfrakturen	20
1.4	Biologische Grundlagen der Knochenheilung	22
1.5	Fragestellung und Ziel dieser Studie.....	24
2	PATIENTEN UND METHODEN	26
2.1	Datenerhebung	26
2.1.1	Datenerhebungsbogen.....	26
2.1.2	Statistische Analyse	27
2.2	Operativer Verlauf.....	27
2.3	Röntgenologische Untersuchung.....	30
2.4	Materialien.....	31
3	ERGEBNISSE	34
3.1	Allgemeine Daten.....	34
3.1.1	Geschlechtsverteilung	34
3.1.2	Altersverteilung	35
3.2	Anamnestische Daten	36
3.2.1	Nikotin-, Alkohol-, und Drogenkonsum des Patientenkollektivs	36
3.2.2	Zahnstatus	36
3.2.2.1	Bezahnung	36
3.2.2.2	Zahnbefund.....	37
3.2.2.3	Parodontalbefund	38
3.3	Unfallursache.....	39
3.4	Frakturbezogene Symptome und Einteilungen.....	40
3.4.1	Frakturklassifizierung	40
3.4.2	Dislokation der Fraktur	41
3.4.3	Mobilität der Fragmente	41
3.4.4	Zähne im Bruchspalt.....	42
3.4.5	Okklusionstörung post Trauma/ präoperativ.....	43

3.4.6	Mundöffnungsstörung post Trauma/ präoperativ	44
3.4.7	Präoperative Sensibilitätsstörung (N. alveolaris inf., N. mentalis)	44
3.5	Operation	45
3.5.1	Operationszugang	45
3.5.2	Osteosynthese Systeme und Anwendung	46
3.5.3	Anzahl der Osteosynthese Miniplatten pro Kieferwinkel	47
3.5.4	Länge der Miniplatten (Bezogen auf die Lochanzahl)	47
3.5.5	Mandibulo-Maxilläre-Fixation (MMF)	48
3.6	Postoperative Befunde	49
3.6.1	Postoperative Okklusionsstörung	49
3.6.2	Postoperative Sensibilitätsstörung (N. alveolaris inf., N. mentalis)	49
3.6.3	Postoperative Fragmentstellung und Osteosynthese-Verfahren in der röntgenologischen Beurteilung	50
3.7	Antibiotische Abdeckung	51
3.7.1	Zeitpunkt der Antibiose	51
3.7.2	Antibiotika.....	52
3.8	Komplikationen	52
3.9	Materialentfernung (ME).....	53
3.9.1	Okklusionsstörung nach der Materialentfernung	54
3.9.2	Sensibilitätsstörung nach der Materialentfernung	54
3.9.3	Knochenheilung bei ME	55
3.9.3.1	Röntgenologischer Befund bei ME.....	55
3.9.3.2	Klinischer Befund intraoperativ bei ME.....	55
3.10	Klinische Nachuntersuchung	56
3.11	Systemabhängige Befunde.....	57
3.11.1	Systeme und OP-Zugang	57
3.11.2	Systeme und Reposition der Frakturfragmente	58
3.11.3	Systeme und Anwendung (AO-Richtlinien)	59
3.11.4	Systeme und postoperative Okklusionsstörungen	60
3.11.5	Systeme und Sensibilitätsstörungen prä- und postoperativ.....	62
3.11.6	Systeme und Dislokation der Frakturfragmente.....	64
3.11.7	Systeme und Mobilität der Frakturfragmente	65
3.11.8	Systeme und Befunde bei der klinische Nachuntersuchung	67
4	DISKUSSION	68
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	81
6	LITERATURVERZEICHNIS	82
7	DANKSAGUNG.....	93
8	LEBENS LAUF.....	94

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Originalarbeit C. Hansmann zur Plattenosteosynthese (Hansman 1886).....	11
Abb. 2: Verschiedene Drahtnähte zur Osteosynthese (N. Schwenzer, M. Ehrenfeld 1981).....	12
Abb. 3: Osteosynthese bei konventionellen Miniplatten. Primärer Repositionsverlust durch Ausgleich der Inkongruenzen von Platten- und Knochenoberfläche.	14
Abb. 4: LC-DC-Platte der AO.	14
Abb. 5: Mini- und Mikroplatten.....	15
Abb. 6: DCP und EDCP Osteosyntheseplatten.....	16
Abb. 7: Trajektoresystem des Unterkiefers (die Länge der blauen Pfeile gibt die Größe der Kraft an).....	18
Abb. 8: Häufigkeit der Lokalisation von Mandibularfrakturen bei Erwachsenen (links) und Kindern (rechts), Mehrfachnennungen möglich (nach TANAKA et al. 1993, eigene Abbildung).....	20
Abb. 9: Frakturklassifizierung im Unterkiefer.....	22
Abb. 10: Histologische Aufnahme. Originalarbeit A.Gbara (2004). Im Bereich der Schrauben-Platten-Verbindung zeigt sich eine bindegewebige Ummantelung der Platte. Die Fraktur ist mehr als 40% nach den ersten vier Wochen verheilt (Toluidinblau-Färbung).	24
Abb. 11: Drahtbogen-Kunststoffschiene nach Schuchardt (1956)	28
Abb. 12: Intraoraler Zugang	29
Abb. 13: Kombiniert: Intraoraler und transbukkaler Zugang	29
Abb. 14: PSA einer osteosynthetisch versorgten Kieferwinkel­fraktur (Röntgenaufnahme postoperativ).....	30
Abb. 15: Schema der Kraftverteilung bei den Mini­plattensystemem	32
Abb. 16: Schema der Belastungsrichtungen bei den Mini­plattensystemem.....	32
Abb. 17: Medicon, 2.0mm 6-,4-Loch Platten mit Steg	32
Abb. 18: Synthes-Mandible, 2.0mm 6-,4-Loch Platten ohne Steg	33
Abb. 19: Leibinger-Stryker, 2.0mm 6-,4-Loch Platten ohne Steg	33
Abb. 20: Medartis Mini­platten 2.0 mm 6-,4-Loch Platten.....	33
Abb. 21: Martin Mini­platten 2.0 mm, 6-,4-Loch Platten	33
Abb. 22: Geschlechtsverteilung	34
Abb. 23: Altersverteilung (in vier Altersgruppen: 8-21, 21-26, 26-33, 33-83 Jahre).....	35
Abb. 24: Nikotin-, Alkohol-, und Drogenkonsum des Patientenkollektivs.....	36
Abb. 25: Zahnstatus des Patientenkollektivs	37
Abb. 26: Zahnbefund.....	37

Abb. 27: Parodontalbefund	38
Abb. 28: Röntgenologisch feststellbarer Knochenabbau (OPG-Auswertung)	39
Abb. 29: Häufigkeitsverteilung der Unfallursachen	39
Abb. 30: Häufigkeitsverteilung in Bezug auf die Frakturklassifizierung.....	40
Abb. 31: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Dislokation der Frakturfragmente	41
Abb. 32: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Mobilität der Frakturfragmente	42
Abb. 33: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Zähne im Bruchspalt.....	42
Abb. 34: Häufigkeitsverteilung der Vorgehensweise bei der Versorgung der Zähne im Bruchspalt	43
Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der posttraumatischen Okklusionsstörungen	43
Abb. 36: Häufigkeitsverteilung der posttraumatischen Mundöffnungsstörung	44
Abb. 37: Häufigkeitsverteilung der präoperativen Sensibilitätsstörungen	45
Abb. 38: Häufigkeitsverteilung der Operationszugänge.....	45
Abb. 39: Häufigkeitsverteilung der Systeme zur Osteosynthese	46
Abb. 40: Häufigkeitsverteilung der Miniplatten pro Kieferwinkel	47
Abb. 41: Häufigkeitsverteilung der Lochanzahl pro Miniplatte	48
Abb. 42: Häufigkeitsverteilung der Tragedauer von einer MMF	48
Abb. 43: Häufigkeitsverteilung der Okklusionsstörungen nach Osteosynthese.....	49
Abb. 44: Häufigkeitsverteilung der postoperativen Sensibilitätsstörungen.....	50
Abb. 45: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die postoperative Reposition der Frakturfragmente	50
Abb. 46: Verteilung der prozentualen Befundhäufigkeit nach AO-Konformität und Reposition der Fragmente	51
Abb. 47: Häufigkeitsverteilung des Patientenkollektivs in Bezug auf dem Antibiosezeitpunkt	52
Abb. 48: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der eingesetzten Antibiotika	52
Abb. 49: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Komplikationen	53
Abb. 50: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Materialentfernung.....	53
Abb. 51: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Okklusionsstörungen zum Zeitpunkt der ME	54
Abb. 52: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Sensibilitätsstörungen nach der ME	54
Abb. 53: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der röntgenologischen Befunden nach ME.....	55
Abb. 54: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Befunden bei der ME	56
Abb. 55: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Nachuntersuchungsbefunde.....	57
Abb. 56: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen OP-Zugänge	58

Abb. 57: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen Reposition der Frakturfragmente	59
Abb. 58: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der AO-Konformität in Bezug auf die einzelne Systeme	60
Abb. 59: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen postoperativen Okklusionsstörungen.....	61
Abb. 60: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen präoperativen Okklusionsstörungen.....	62
Abb. 61: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen präoperativen Sensibilitätsstörungen	63
Abb. 62: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen postoperativen Sensibilitätsstörungen	64
Abb. 63: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängige Dislokation der Frakturfragmente	65
Abb. 64: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Systeme in Bezug auf die Mobilität der Fragmente.....	66
Abb. 65: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Nachuntersuchungsbefunde in Bezug auf die einzelne Systeme	67
Abb. 66: Schema der Kraftverteilung bei konventionellen Miniplatten	76
Abb. 67: Schema der Lastübertragung bei konventionellen Miniplatten	77
Abb. 68: Schema der Kraftübertragung bei den „multidirektionalen“ Miniplatten	77
Abb. 69: Schema der Lastübertragung bei den „multidirektionalen“ Miniplatten	78

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Geschlechtsverteilung.....	68
---	-----------

Abkürzungsverzeichnis

DCP	Dynamic Compression Plate
MCSP	Mandible Compression Screw Plate
MMF	Mandibulo-Maxilläre-Fixation
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
DBKS	Draht-Bogen-Kunststoff-Schiene
ICD	International Classification of Diseases
ME	Material-Entfernung
o.p.B.	ohne pathologischen Befund
v.G.	von Gesamt
Z.n.	Zustand nach

1 Einleitung

Die vorliegende klinische und röntgenologische Untersuchung bezieht sich auf Unterkieferwinkelfrakturen, die bei Prof. Dr. Dr. R. Schmelzle in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Univesitätsklinikums Hamburg-Eppendorf mit unterschiedlichen chirurgischen Verfahren und mehreren Osteosynthesystemen versorgt wurden.

1.1 Geschichtlicher Hintergrund zur Unterkieferfrakturbehandlung

Erfolgreiche Frakturbehandlung von Unterkieferfrakturen beim Menschen sind durch Funde aus dem Mesolithikum (10000 – 5000 v.Chr.) belegt. Was für eine Therapie damals erfolgte oder ob sich die Knochenenden spontan konsolidierten, ist heute nicht mehr bekannt [75]. Hippokrates (ca. 460- 370 v.Chr.) beschreibt in seinem Werk die Stabilisierung von Unterkieferfrakturen durch Fixieren des Unterkiefers am Schädel durch Lederriemen [76]. Das Prinzip der Ruhigstellung der Kiefer durch intermaxilläre Immobilisation stellte bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts, wenn auch weiterentwickelt, die gängige Therapie dar. Mit dem Wissen über Anästhesie und Antisepsis waren erst Ansätze zur direkten Stabilisierung von Frakturen gebahnt. Es wurden erste Osteosyntheseverfahren mit Platten (Hansmann 1886, Hamburg, Abb. 1), K-Draht (Kirschner 1909, Greifswald, Abb. 2) und intrameduläre Nägeln (Kuntscher 1939, Kiel) entwickelt [77].

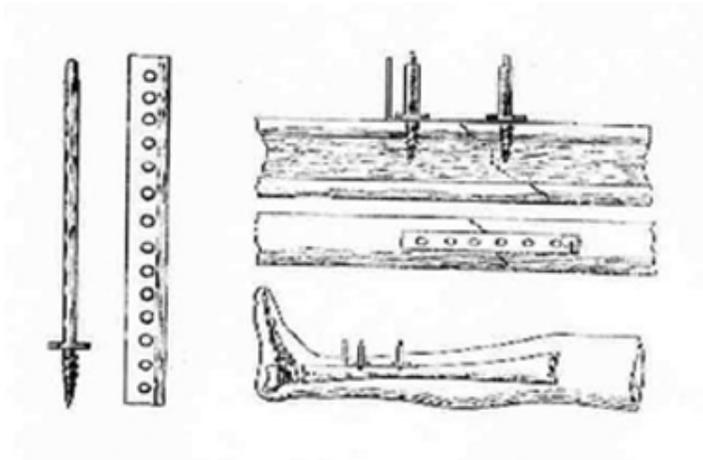


Abb. 1: Originalarbeit C. Hansmann zur Plattenosteosynthese (Hansman 1886)

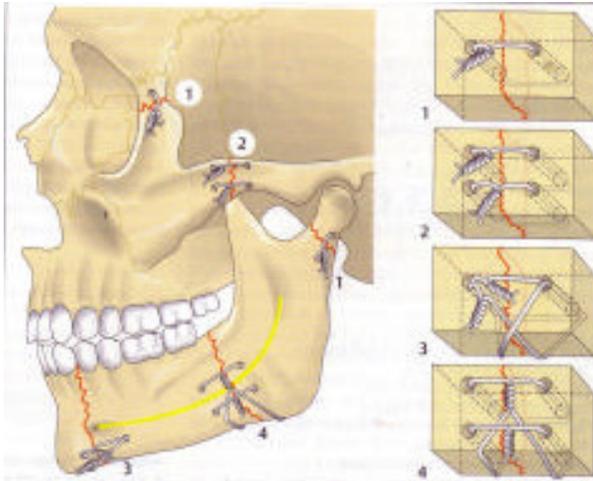


Abb. 2: Verschiedene Drahtnähte zur Osteosynthese (N. Schwenzer, M. Ehrenfeld 1981)

Die weitere Entwicklung der Plattenosteosynthese erbrachte neue Möglichkeiten in der Frakturversorgung. Lambotte 1913 und Anderson 1936 [77], führten in der Frakturbehandlung die Anwendung von perkutanen Schrauben ein, was gleichzeitig die Grundlage der in den letzten Jahren vermehrt propagierten Kallusdistraction bildete. Diese Methoden zählen zu den externen Fixationen bei der Frakturbehandlung. Kennzeichnend ist die Ruhigstellung der Fraktur durch transkutane Maßnahmen unter Vermeidung der operativen Darstellung des Frakturspaltes. Bis 1949 führte die Plattenosteosynthese mit Ausnahme von Einzelfällen ein Schattendasein, erst dann führte der belgische Chirurg Dannis das Prinzip der mechanischen interfragmentären Kompression ein. Die Grundidee für diese axiale Kompressionsosteosynthese lieferte Key (1932), indem er als erster feststellte, daß Druck die knöcherne Durchbauung einer Fraktur beschleunigte[22]. Dieses System wurde durch die 1958 gegründete AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese) weiterentwickelt und verbessert [77].

1.2 Entwicklung der modernen Plattenosteosynthese in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

Vater der ersten Plattenosteosynthese für den Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich, wie auch schon für die Extremitätenchirurgie, war der Chirurg Carl Hansmann(1852-1917). Auf dem chirurgischen Kongreß 1886 in Berlin stellte er seine Verfahren vor und berichtete über zwei mit Plattenosteosynthese versorgte Unterkieferfrakturen. Der später berühmte Chirurg Wiliam S. Halsted entwickelte Hansmanns Osteosyntheseverfahren weiter, indem er zwar seine Platten benutzte, aber die Schrauben versenkte d.h. unter der

Einleitung

Haut liegende Schrauben bei der Frakturversorgung angewendet (1893 Baltimore), wohingegen Hansmann seine Schrauben perkutan eindrehte.

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO Schweiz) stellte 1958 erstmalig allgemein gültige Richtlinien für die systematische Frakturversorgung auf. Ziel der chirurgischen Versorgung sollte eine exakte anatomische Reposition, eine ausreichend stabile Fixation, die Erhaltung der Blutzirkulation in den Knochensegmenten durch eine gewebeschonende Operationstechnik und eine frühzeitige aktive Mobilisation sein.

Mit dem Ziel der primären Frakturheilung durch übungsstabile Fixation werden die Forderungen der AO zuerst von Luhr auf dem Gesichtsschädel übertragen.

Luhr hat am 30.10.1967 bei einer doppelseitigen Fraktur des atrophischen Unterkiefers die erste Kompressionsosteosynthese in der Welt im Maxillofazialen Bereich durchgeführt.

Das wirksame Prinzip der Mandibularkompressionsplatte (MCS-Platte) blieb bis heute erhalten [22].

Ein weiterer Pionier der Plattenosteosynthese in der MKG-Chirurgie war Spiessl. 1971 hat er die dynamische Kompressionsplatte (DCP) weiterentwickelt und umfangreiche Monographien zur Indikation und Technik dieses Verfahrens veröffentlicht [16]. Die weitere Entwicklung von MCS-Platten zur Behandlung von Unterkieferfrakturen erfolgte dann durch Niederdellmann und Schilli (1972) mit dem sogenannten sphärischen Gleitprinzip. Das Behandlungsprinzip ist eine Stabilisationsplatte basal im Verlauf der Drucktrajektorien zur Aufnahme der Druckbelastung. Um auch bei Belastung eine Bewegung im Frakturspalt zu vermeiden, soll der Einsatz sphärischer Gleitlöcher und Schraubenköpfe eine statische Kompression der Fraktur erreichen [22]. Dieses Verfahren ermöglicht eine sofortige Funktion. Um eine optimale Fragmentadaption zu erreichen, muss die Platte äußerst exakt angebogen werden, ansonsten droht beim Anziehen der Schrauben ein Aufklaffen der Fragmentenden auf der unverplatteten Seite (Abb. 3).

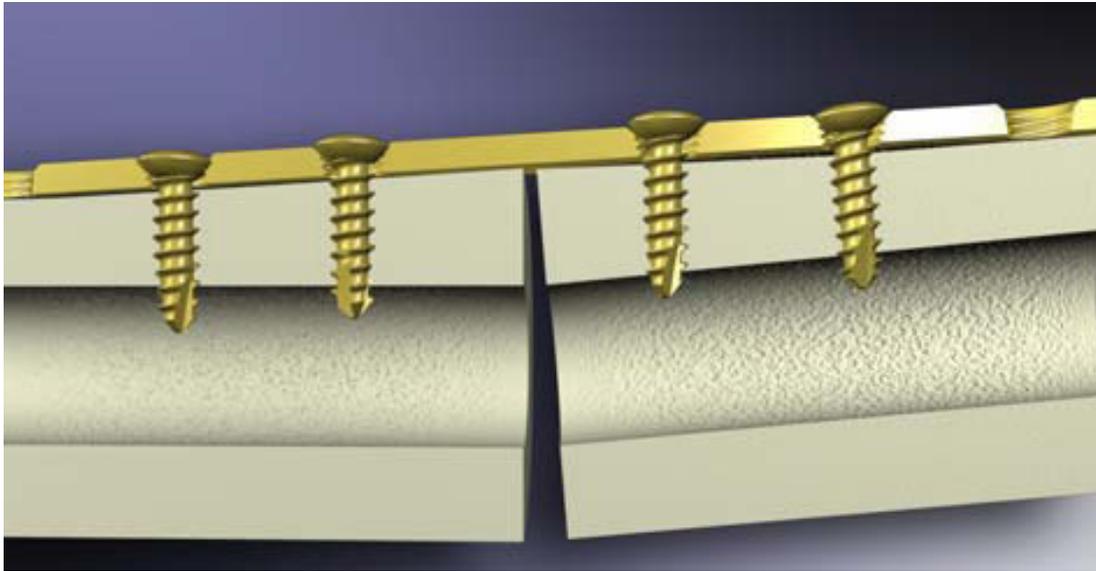


Abb. 3: Osteosynthese bei konventionellen Miniplatten. Primärer Repositionsverlust durch Ausgleich der Inkongruenzen von Platten- und Knochenoberfläche.

Durch leichtes Überbiegen der Platte kann eine Kompression der plattenfernen Seite erreicht werden.

Als letzte Neuerung wurde die Multipoint-contact-plate (MPC) von Hönig et al. 1997 publiziert, bzw. von der AO als LC-DC-Platte (Limited-Contact-Dynamic-Compression) bezeichnet (Abb. 4).

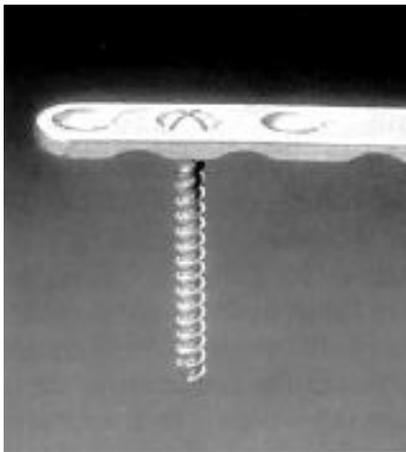


Abb. 4: LC-DC-Platte der AO.

Im Unterschied zu den vorherigen Platten besaß diese keine plan gestaltete Oberfläche, was eine Denudierung des Knochens minimieren sollte.

Mit dieser Modifikation war die Entwicklung der Kompressionsosteosynthese zur Behandlung der Unterkieferfrakturen weitgehend abgeschlossen. In den kommenden Jahren folgten noch wichtige Detailverbesserungen, die die operative Technik

Einleitung

vereinfachten, das Grundkonzept blieb aber bestehen. Allgemein stellt die optimale Plattenadaptation große Anforderungen an den Operateur. Eine unzureichende Technik ist häufig Ursache für Misserfolge. Bei Kieferwinkelfrakturen ist die korrekte Anpassung der Platte auf Grund der zukommenden dritten Ebene noch schwieriger.

Neben der Kompressionsosteosynthese entwickelte sich in den 70er Jahren ein ganz anderes Verfahren der Plattenosteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Michelet und Moll berichteten 1971 über mehr als 300 Unterkieferfrakturen, die sie mit Vitaliumminiplatten und monokortikal verankerten Schrauben von intraoral versorgt hatten. Basierend auf den Erfahrungen von Michelet haben dann Champy et al. nach biomechanischen Studien ihr Verfahren der Miniplattenosteosynthese zur Behandlung von Unterkieferfrakturen entwickelt, das inzwischen weite Verbreitung gefunden hat [9]. Diese übungsstabile Miniplatten (monokortikale Verschraubung) verhindern lediglich das Auseinanderklaffen der Frakturrenden an der Zugzone. Die eigentliche Stabilisierung erfolgt durch die exakt reponierten Frakturhälften und durch die anhaftende Muskulatur an der Druckzone. Eine interfragmentäre Kompression wird nicht erzielt. Die Miniplatten sind grazil (1,5-2mm) und leicht anbiegbar, führen daher selten zur Dislokation der Fragmente.

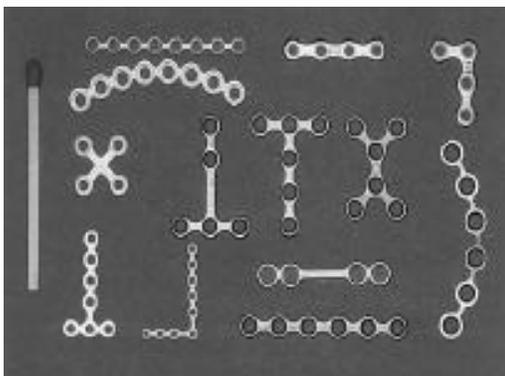


Abb. 5: Mini- und Mikroplatten

Die Größe ermöglicht einen leichteren intraoralen Zugang. Da sie monokortikal verschraubt werden, gibt es kaum Nerv- oder Zahnwurzelläsionen. Ein weiterer Vorteil der grazilen Miniplatte gegenüber einer massiven funktionsstabilen Osteosyntheseplatte ist das geringere Ausmaß der Zirkulationsstörung unter der Platte. Durch Anliegen der Platte auf der Knochenoberfläche bewirkt die vaskuläre Ausflußstörung eine retrograde Thrombosierung[8].

Einleitung

Bei den größeren DCP (Abb. 6) ist die notwendige Gefäßmodellierung durch den ischämischen Bereich größer. Zur Vermeidung einer Knochenresorption bei einer bikortikalen Platte sollte eine frühzeitige Metallentfernung erfolgen [8].

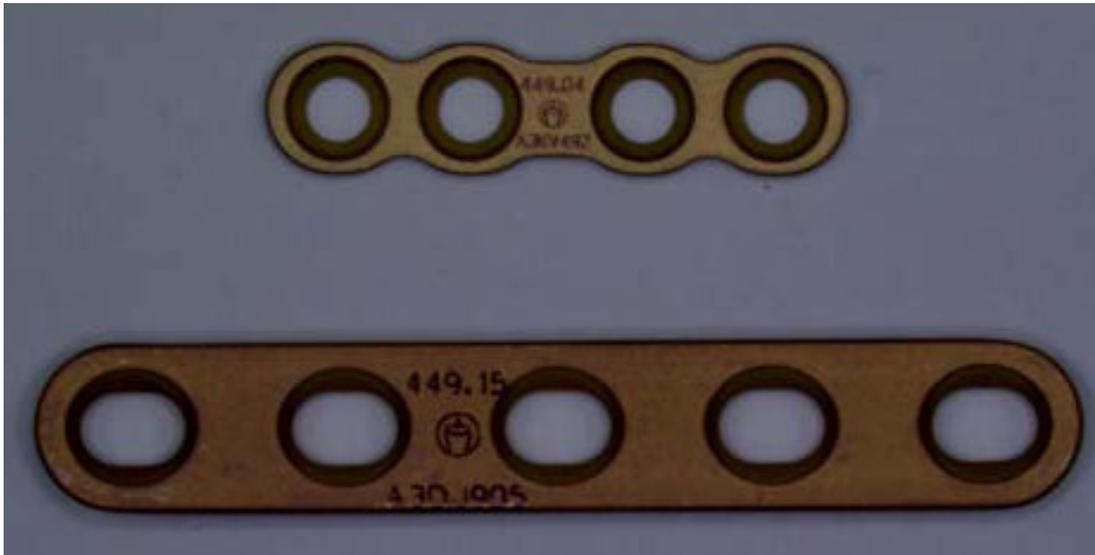


Abb. 6: DCP und EDCP Osteosyntheseplatten

Die Vor- und Nachteile der Kompressionsosteosynthese einerseits und der Miniplattenosteosynthese andererseits werden immer noch kontrovers diskutiert [11,28,43].

Materialien

Während zu Beginn der Osteosyntheseära in der kraniofazialen Chirurgie zur Herstellung der Platten und Schrauben mit Ausnahme der Kobalt- und Chromlegierung Vitallium ausschließlich austenitische Stähle (z.B. V4A-Stahl) verwendet wurden, wurden diese inzwischen durch Titan oder Titanlegierungen ersetzt, sodass die Implantatkorrosion kein Problem mehr ist [22].

Titan besitzt mit einem geringeren spezifischen Gewicht als Stahl, einer guten Festigkeit und Formbarkeit, fehlendem allergischen Potenzial, einer niedrigen Korrosionsrate sowie Unlöslichkeit der Korrosionsprodukte die optimalen Voraussetzungen, um als Osteosynthesematerial zum Einsatz zu kommen [10].

Ergänzend soll hier noch ein weiterer Versuch der Neuerung im Bereich der Osteosynthesematerialien erwähnt werden. Nachdem es schon seit 1970 resorbierbares Nahtmaterial wie Poly-Glykolide (PGA), auf dem Markt gibt, wurde in den letzten Jahren verstärkt nach resorbierbaren Werkstoffen in der Frakturversorgung geforscht.

In England wird über den Einsatz eines resorbierbaren Osteosynthesematerials aus einem Copolymer von Poly-L-Milchsäure (PLLA, 82%) mit Poly-Glykolsäure (Lactosorb, 18%) zur Stabilisierung in der kraniofazialen Chirurgie berichtet. Ein weiteres resorbierbares Material ist Polydioxanon (PDS). Mehrere Studien attestieren diesen neuen Materialien durchaus gute Ergebnisse in der Frakturversorgung, wobei beachtet werden muss, dass sie nur an sehr wenig belasteten, biodynamisch günstigen Orten eingesetzt werden sollten. Deren mechanische Schwäche und die schlechte Verformbarkeit –bei Raumtemperatur sind alle bekannten Polymere nicht biegsam –schränkt sie vom Einsatzgebiet her ein [36,40].

1.3 Struktur und Bruchmechanik des Unterkiefers

Das Gesicht ist ein ungeschützter Bereich des Körpers und daher Verletzungen im besonderem Maße ausgesetzt. Eine anatomisch bedingte Besonderheit der Kieferfrakturen ist die Tatsache, dass sie meistens nach außen gedeckt nach innen jedoch offen sind. In Mund und Nasenhöhle werden die Knochenoberflächen- besonders über den Alveolarfortsätzen –nur von einer relativ dünnen, straff aufliegenden Periostschleimhautschicht bedeckt, die natürlich bei jeder Dislokation einer darunterliegenden Fraktur einreißt und damit offen liegt. Die relativ dicken, lockeren äußeren Weichteile können beim Auseinandertreten der Fragmente dagegen Ausweichen und damit ein Reißen vermeiden [63].

Die Mandibula ist der einzige freibewegliche Gesichtsknochen, der bei der Mundöffnungsbewegung, beim Kau- und Schluckakt sowie beim Sprechen und Atmen funktionell integriert ist [64].

Gestalt und Struktur der Mandibula sind aus ihrer Entwicklung und funktionellen Beanspruchung zu verstehen. Während der phylogenetischen und ontogenetischen Entwicklung des sekundären Kiefergelenks ist die Mandibula im Wesentlichen muskulär suspendiert. Auch beim erwachsenen Menschen muss das Kiefergelenk nicht unbedingt belastet werden. Selbst beim kräftigem Kauen kann der Unterkiefer allein durch Muskeln ohne Abstützung am Gelenk im Gleichgewicht gehalten werden. Eingeleitete Muskelkräfte und der durch die Zähne übertragene Kaudruck bestimmen seine grobe Form. Insgesamt resultiert eine Biegebeanspruchung, an die die Struktur als trajektorielles Fachwerk angepasst ist. Spannungsoptische Modellversuche und die Densitometrie von Röntgenaufnahmen beweisen ferner, dass das Knochenmaterial entsprechend den lokalen

Einleitung

Beanspruchungsgrößen verteilt ist. Damit ist die Mandibula festigkeitstheoretisch als Körper gleicher Festigkeit anzusehen [44].

Im Alveolaranteil befinden sich Zugtrajektorien, basal liegen Drucktrajektorien. Zwischen Druck- und Zugzone liegt nahe am Verlauf des Nervkanals eine kräfte neutrale Zone, die Nulllinie (Abb. 7). Da sie an der Grenzfläche des Basalsbogens und des Alveolarfortsatzes liegt, ist auch die Bezeichnung *Facies limitans baseoalveolaris* üblich [78].

Anatomisch gesehen wechseln allerdings Partien, die durch Knochenvorsprünge und – Leisten verstärkt sind, mit dünneren und mechanisch schwächeren Anteilen ab.

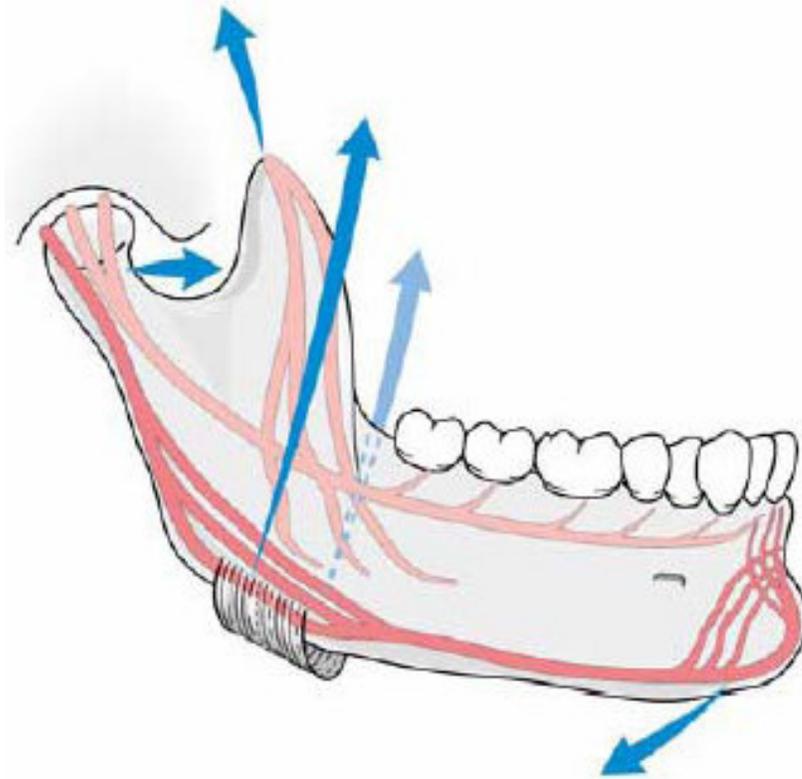


Abb. 7: Trajektoresystem des Unterkiefers (die Länge der blauen Pfeile gibt die Größe der Kraft an)

Auf Grund dieses Aufbaus, aber auch auf Grund der äußeren Form, hat der Unterkiefer physiologische Schwachstellen. In erster Linie sind dies der Gelenkhals, der Kieferwinkel und -vor allem bei Kindern- die Symphesenregion am Kinn [65].

Beim Kauen werden große Kräfte entwickelt. Die durchschnittliche Kauleistung liegt bei 50-80 N. Die Maximal Beißkräfte im Molarenbereich betragen bei Männern bis zu 750 N, bei Frauen bis 500 N. Im Prämolarenbereich liegen die Spitzenkräfte bei 500 N bei Männern bzw. 300 N bei Frauen. Inzisal liegen die Spitzen bei 300 N bzw. 250 N [79].

Einleitung

Die Belastung des Knochens führt zu einer Verformung. Und im ultrastrukturellen Bereich auf Zellebene des Knochens führt dieses zu einer Deformation der Zellen [80].

Die Längenänderungen (strains: $\mu\text{m}/\text{m}$) des Knochens sind für die Zellen die das steuernde Signal der Osteoregulation [43].

Eine Woche postoperativ nach Frakturversorgung wird lediglich 31% der Maximalkraft erreicht, nach sechs Wochen 58% [47].

1.3.1 Ursachen und Häufigkeit der Unterkieferfrakturen

Als exponierter Knochen ist der Unterkiefer besonders häufig traumatischen Schädigungen ausgesetzt. Der Anteil der Unterkieferfrakturen an Gesichtsschädelverletzungen beträgt nach großen statistischen Studien 65-70%, wobei er in 40-50% der Fälle allein betroffen ist [66,67,68].

Das Verhältnis der betroffenen Knochen bei Gesichtsschädelfrakturen wurde von Haug et al. mit 6:2:1 (Mandibula : Os Zygomaticum : Maxilla) angegeben [66].

Bei einer isolierten Betrachtung von Sportverletzungen des Gesichtsschädels fanden Linn et al. eine vollkommen andere Verteilung mit nur 15,2 % Mandibularfrakturen, wodurch verdeutlicht wird, dass der Verletzungsmechanismus entscheidend die Häufigkeitsverteilung von Gesichtsschädelfrakturen beeinflusst [69].

Unterkieferfrakturen entstehen fast ausschließlich an typischen Schwachstellen, an denen die Knochenstruktur graziler ist (Gelenkfortsatz) oder eine zusätzliche Schwächung der Knochenstabilität durch retinierte Zähne (Weisheitszahn), lange Zahnwurzel (Eckzahn), dentale Implantate oder pathologische Prozesse (Zysten, Tumore) besteht. Mehrfachfrakturen werden häufig beobachtet. In größeren Serien werden die Werte mit 1,1 bis 1,7 Frakturen pro Patient dargestellt [6,70]. Dabei handelt es sich meistens um eine Kombination von direkten (Krafteinwirkungsstelle), und indirekten Frakturen (d.h. die einwirkende Kraft wird über einen oder mehrere Skelettabschnitte fortgeleitet und der Knochen frakturiert an der schwächsten Stelle dieser Kette infolge von Biege-, Stauch- oder Scherkräften).

Während bei Erwachsenen das Collum am häufigsten betroffen ist, stellt bei Säuglingen und Kleinkindern die Symphyse die häufigste Frakturlokalisation. Der Grund hierfür liegt in der noch nicht abgeschlossenen Verknöcherung.

Frakturen des Korpus, Collum und Ramus unterscheiden sich bezüglich der Häufigkeit bei Kindern und Erwachsenen nicht wesentlich. Nach TANAKA et al. (1993) ist es

Einleitung

grundsätzlich erforderlich, bei Betrachtungen der Frakturlokalisation das Alter einzubeziehen, da sich bei Kindern eine unterschiedliche Verteilung mit Dominanz der Symphysenfrakturen findet (Abb. 8)[92].

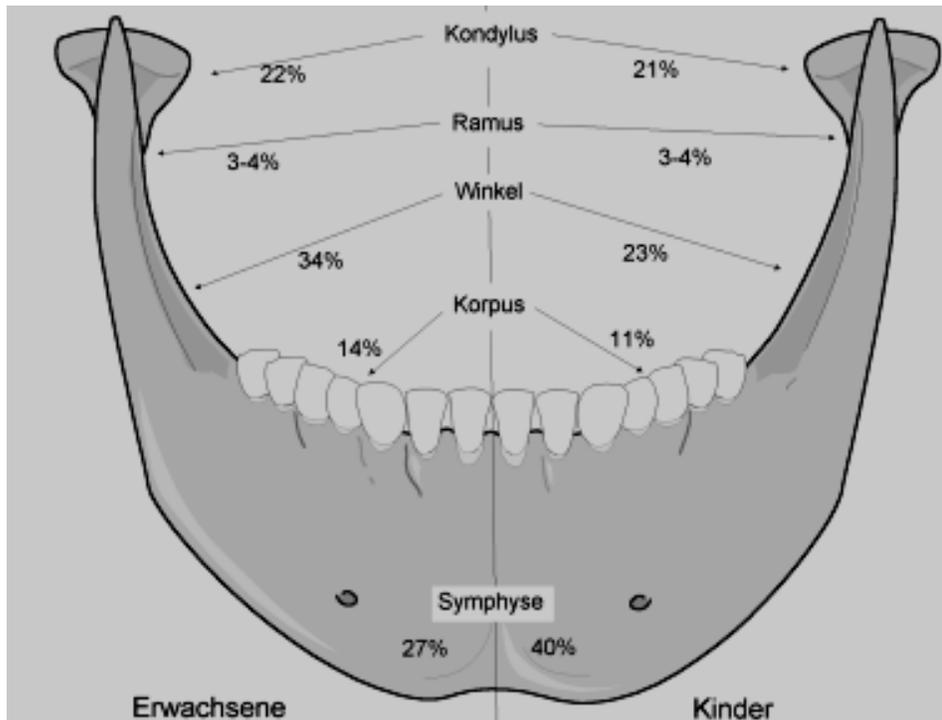


Abb. 8: Häufigkeit der Lokalisation von Mandibularfrakturen bei Erwachsenen (links) und Kindern (rechts), Mehrfachnennungen möglich (nach TANAKA et al. 1993, eigene Abbildung)

Folgeschwer ist die sogenannte Mittelstück-Fraktur des Unterkiefers, bei der das ausgesprengte Kinn dem Zug der Mm. Geniohyoidei und genioglossi folgt und nach distal-kaudal absinkt. Die Zunge verliert dabei ihren ventralen Halt, sinkt in den Pharynx zurück und kann in Rückenlage zu inspiratorischen Atemwegsobstruktion mit Asphyxie führen [63].

1.3.2 Klassifikation der Unterkieferfrakturen

Aufgrund der Tatsache, dass eine Systematik der Unterkieferfrakturen weder nach der anatomischen Lokalisation, noch nach Bruchformen oder Dislokationsarten erstellt werden kann, ist es schwierig eine zufriedenstellende Einteilung zu definieren.

Einleitung

Die meist genutzte und wohl am weitesten verbreitete ist die Differenzierung bezüglich:

1) der Bezahnung:

- Frakturen im bezahnten Kiefer
- Frakturen im unbezahnten oder Zahnarmen Kiefer
- Frakturen im Milch- und Wechselgebiss

2) der Lokalisation:

- Frakturen innerhalb der Zahnreihe

Die Einteilung gilt auch sinngemäß für die Frakturen im Zahnlosen und Zahnarmen Kiefer, sowie im Milch- und Wechselgebiss.

a. Frontzahnggebiet:

Im Milchzahnggebiet am häufigsten Median (Symphyse), bei Erwachsenen hingegen Paramedian mit geringer Dislokation.

b. Eckzahnregion:

Die Eckzahnregion ist eine der Prädeliktionsstellen für Unterkieferfrakturen innerhalb der Zahnreihe. Eine Dislokation entsteht durch den Zug nach oben und Kippung nach innen des kleinen Fragments durch den Mundschließer und des großen Fragments nach unten durch den Mundöffner.

c. Seitenzahnggebiet:

Bei mesial ansteigenden Schräg- oder Querbrüchen, wird das kleine Fragment nach oben wiederum durch den Mundschließer und nach innen durch den M.pterygoideus lateralis gezogen.

Bei distal ansteigenden Schrägfrakturen ist nur eine Seitenabweichung möglich.

- Frakturen außerhalb der Zahnreihe:

a. Kieferwinkel:

Der Kieferwinkel, ein weiterer schon genannter Schwachpunkt im Unterkiefer. Oft sind teilweise oder retinierte Weisheitszähne im Bruchspalt die Ursache. Bei einem Muskelriss weicht das kleine Fragment durch den M.masseter und nach oben durch den M.temporalis ab.

b. Aufsteigender Ast:

- Längsbruch von der Incisura semilunaris zum Kieferwinkel mit meist geringer Dislokation.
- Querbruch unterhalb der Incisura semilunaris, wobei eine Abweichung nach oben durch den M. temporalis und medial durch den

Einleitung

M.pterygoideus lateralis mit dem Drehpunkt im Kiefergelenk zu beobachten ist.

- Fraktur des Processus muscularis meist in Verbindung mit Jochbein oder anderen Unterkieferfrakturen und einer Dislokation nach oben durch den M. temporalis.

c. Gelenkfortsatzfrakturen (nach Spiessl und Schroll 1972)

- I. Collumfraktur ohne wesentliche Dislokation
- II. Tiefe Collumfraktur mit Dislokation
- III. Hohe Collumfraktur mit Dislokation
- IV. Tiefe Collumfraktur mit Luxation
- V. Hohe Collumfraktur mit Luxation
- VI. Capitulumfraktur

Darüber hinaus können Mehrfachbrüche sowie Trümmer- und Defektbrüche auftreten.

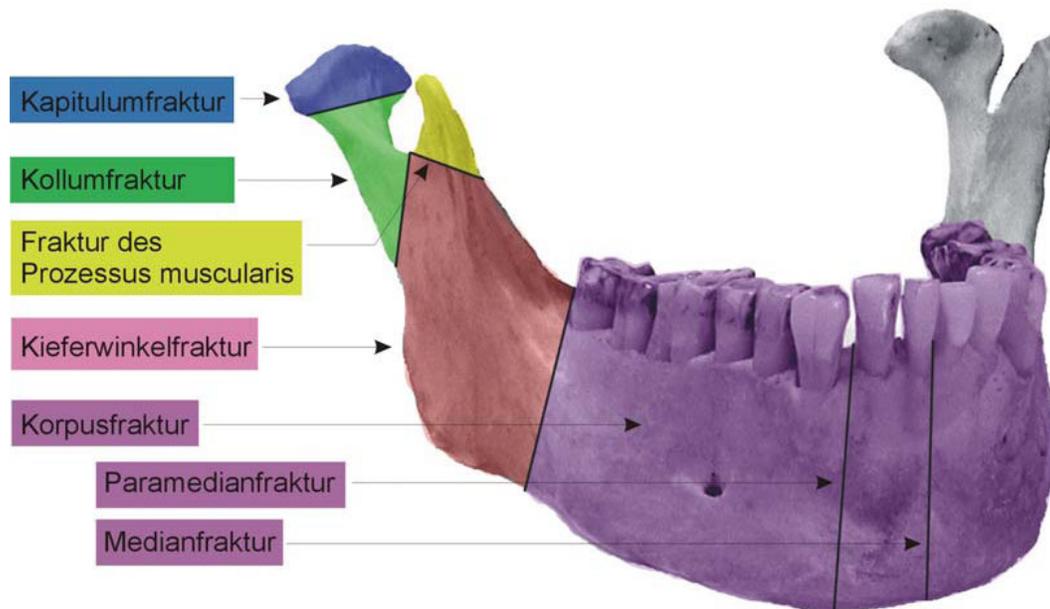


Abb. 9: Frakturklassifizierung im Unterkiefer.

1.4 Biologische Grundlagen der Knochenheilung

Die Frakturheilung hängt entscheidend von der bemerkenswerten Fähigkeit des Knochens zur Regeneration ab. Dieser Vorgang wird als ein äußerst dynamischer Prozess verstanden, der von der mechanischen Belastung abhängt [70]. Obwohl zahlreiche Beobachtungen das

Einleitung

von Julius Wolff (1892) inaugurierte Konzept der mechanisch kontrollierten Frakturheilung unterstützen, ist der exakte Reparationsmechanismus noch nicht endgültig geklärt.

Die biologisch relevanteste Theorie ist die „Mechanostathypothese“, die von Frost entwickelt wurde [71]. Diese einzigartige Theorie gibt Grenzwerte für die mechanisch bedingte Verformung von Osteoblasten an, die als physiologisch oder unphysiologisch angesehen werden. Wenn lokale mechanische Signale im Knochen die untere Grenze im physiologischen Bereich, die sogenannten minimalen effektiven Strains (strain ist definiert als Längenzuwachs dividiert durch die Originallänge und somit dimensionslos, 1000 Strains ist gleich der Verlängerung um 0,1%), unterschreiten, finden atrophische Vorgänge statt. Überschreiten dagegen die mechanisch bedingten Zellverformungen den physiologischen Bereich, findet eine Um differenzierung der Zellen statt, die klinisch als Faserknochen- oder Bindegewebsbildung sichtbar wird.

Lanyon et al. bewiesen, dass das resultierende Regenerationsvermögen des Knochens durch Dehnungsbelastung bei verschiedenen Vertebraten in ähnlicher Größenordnung liegt.

Dieses ermöglicht die Übertragung von Tierexperimenten auf den Menschen [80].

Der Vorgang der Kallusbildung wird durch einen auf zellulärer Ebene grundsätzlich gleichen Prozess charakterisiert, der unter adäquaten Bedingungen die Differenzierung von mesenchymalen Vorläuferzellen in Osteoblasten begünstigt [72].

Histologische Befunde in distrahierten Knochensegmenten machten die parallele Existenz von Chondrogenese, membranöser Knochenbildung und enchondraler Knochenbildung evident [73]. Die Differenzierung von Osteoblasten und Chondroblasten wird dabei zurzeit kontrovers diskutiert. Schwerpunkt der Diskussion ist die Frage nach den gleichzeitigen oder unterschiedlichen Differenzierungswegen beider Zellen.

Zahlreiche Untersuchungen wurden durchgeführt, um den Einfluss mechanischer Belastungen auf anabole Prozesse von Osteoblasten zu untersuchen; dagegen ist über deren Einfluss auf katabole Gewebeprozesse nur wenig bekannt. Neben nekrotischen Gewebuntergängen ist es der apoptische Zelltod, der einen Einfluss auf dynamische Regenerationsprozesse nehmen kann. Neuere Studien demonstrierten mittels lichtmikroskopischer Untersuchungen, dass Osteoblasten durch einen unklaren apoptischen Prozess aus dem Frakturbereich entfernt werden [74]. Einzelheiten über die Rolle der Apoptose sind dabei jedoch unbekannt.

Da, bezogen auf die Versorgung von Unterkieferfrakturen, die funktionelle Knochenheilung die Regeneration knöcherner Strukturen unter mechanischer Belastung

Einleitung

beinhaltet, ist es notwendig, diese biologischen Prozesse der Knochenheilung unter biomechanischen Gesichtspunkten zu beachten.

So betrachtet, scheinen drei Gegebenheiten für die Evaluierung der Frakturheilung von besonderer Bedeutung zu sein:

- Aus biomechanischer Sicht ergibt sich aus der Form und den Materialeigenschaften des Unterkiefers und den verwendeten Osteosynthesysteme sowie den darauf einwirkenden Kräften, das Verformungsverhalten sowohl in den Knochenfragmenten als auch im Frakturspaltbereich.
- Aus biologischer Sicht ist die für jeden Bereich des Knochens resultierende Gewebe- und Zellverformung der entscheidende Stimulus für die Gewebereaktion (Abb. 10).
- Die osteogenetische Zellreihe (Vorläuferzelle, Osteoblast, Osteozyt) stellt den Hauptdeterminator der Gewebereaktion dar [43].

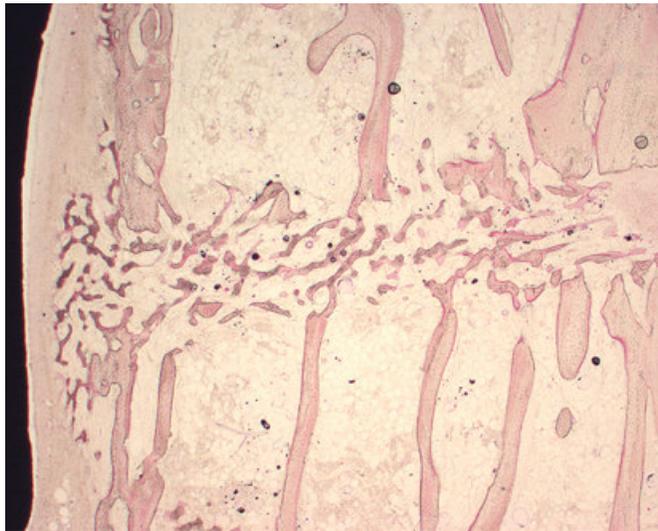


Abb. 10: Histologische Aufnahme. Originalarbeit A.Gbara (2004). Im Bereich der Schrauben-Platten-Verbindung zeigt sich eine bindegewebige Ummantelung der Platte. Die Fraktur ist mehr als 40% nach den ersten vier Wochen verheilt (Toluidinblau-Färbung).

1.5 Fragestellung und Ziel dieser Studie

In der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (Nordwestdeutsche Kieferklinik) werden

jährlich ca. 400 Frakturen am Gesichtsschädel konservativ und chirurgisch therapiert.

Diese Frakturen lassen sich topographisch unterteilen in 50% laterale

Mittelgesichtsfrakturen, 40% Unterkieferfrakturen und 10% Frakturen im Bereich des zentralen Mittelgesichts und den Übergang zur Schädelbasis.

Um die Nachteile der konservativen Frakturversorgung minimieren zu können, ist die Entwicklung und Optimierung von operativen Verfahren zur Stabilisierung von Frakturen schon seit langem ein Schwerpunkt der medizinischen Forschung.

Angesichts der Vielzahl von möglichen Formen der Unterkieferfraktur, der anatomischen Variationsbreite und der unterschiedlichen allgemeinen Konstitution und Kooperation der Patienten, kann die Behandlung von Unterkieferfrakturen nicht streng mit einem einzigen Verfahren erfolgen [6,7,17,27,50]. Auch beim exakt gleichen Frakturtyp zeigt die Anwendung von ganz unterschiedlichen Stabilisierungsverfahren, dass es keinen einheitlichen Standard für die Frakturversorgung gibt [17,20,28,45].

Trotz des unbestreitbaren Trends zur operativen Versorgung, hat auch die konservative Behandlung ihren festen Platz und bei der operativen Therapie wählt man in Abhängigkeit vom Einzelfall unterschiedliche Verfahren. Im Rahmen der Qualitätssicherung ist es daher erforderlich, speziell in größeren Zentren mit einer entsprechend hohen Anzahl von Behandlungen periodisch die Therapieergebnisse auszuwerten, um die Wahl des geeignetsten Behandlungsverfahrens zu optimieren.

Im Rahmen dieser Arbeit soll anhand eines umfangreichen Patientenkollektivs untersucht werden, inwieweit die vielfältigen Kombinationen von unterschiedlichen operativen Verfahren und mehreren Systemen zur osteosynthetischen Versorgung der Kieferwinkefrakturen, auch signifikant unterschiedliche Ergebnisse im klinischen Verlauf abliefern.

2 Patienten und Methoden

Die vorliegende Studie wurde in der ZMKG Klinik und Poliklinik des Universitäts-Krankenhauses-Eppendorf durchgeführt. Als Grundlage für die Erstellung der Patientenliste diente die Diagnose S02.65 Kieferwinkelfraktur und S02.69 Unterkieferfraktur mehrfach des ICD-10-CODE aus der internen Abrechnungssoftware des Klinikums und zwar für die Jahre 2004, 2005 und 2006.

Insgesamt ergibt sich hieraus ein Kollektiv von 103 Patienten mit mindestens einer zu versorgenden Kieferwinkelfraktur.

2.1 Datenerhebung

2.1.1 Datenerhebungsbogen

In einer Microsoft Excel-Tabelle mit 40 Spalten wurden zunächst alle benötigten Informationen aus jeder einzelnen Patientenakte, die dazugehörigen Röntgenaufnahmen und aus dem Nachuntersuchungsbefund eingetragen.

Jede der 103 Akten wurde, um Übertragungsfehler auszuschließen, zweimal gelesen. Im Anschluss erfolgte die Befunderhebung der Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen, in einigen Fällen auch die Aufnahmen vom Siremobil Iso-C^{3D} (3D-Aufnahmen intraoperativ).

Die Nachuntersuchung erfolgte klinisch, da im Mittelpunkt die Patienteneigene Bewertung über die Qualität der Versorgung stand.

Die Datenerhebung wurde nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführt und in der Tabelle erfasst:

- Im ersten Teil wurden die persönlichen Daten der Patienten festgehalten wie z.B. Alter zum OP-Zeitpunkt, Geschlecht usw.
- Im zweiten Teil wurde die spezielle allgemeine Anamnese festgehalten, wie z.B. Gebisszustand, Parodontopathien, Ursache der Fraktur usw.

- In einem „präoperativen“ Abschnitt wurden die Frakturklassifizierung und die mit der Fraktur zusammenhängenden Befunde erhoben, wie z.B. Dislokation der Fraktur, Mobilität der Fragmente, Sensibilitätsstörungen usw.
- Im „operativen“ Teil wurden Informationen erfasst über den OP-Zugang, über Antibiose, über die verwendete Systeme zur Osteosynthese usw
- Der „postoperative“ Abschnitt liefert die Informationen über die Frakturposition, etwaige Komplikationen, angefallene Metallentfernung und deren Verlauf usw.
- Im letzten Abschnitt ist das Nachuntersuchungsdatum geführt und der Befund der klinischen Untersuchung.

Eine genaue Auflistung aller Parameter und Klassifizierungen die zur Gestaltung der Datenerfassungstabelle führten, befinden sich im Anhang.

2.1.2 Statistische Analyse

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels des Programms Excel Version 2000 der Firma Microsoft und des Statistikprogramms SPSS for Windows, Students Version Release 6.0.1 der Firma SPSS Inc.

Die deskriptive Statistik wurde mit SPSS vorgenommen. Signifikanzen zwischen zwei Variablen wurden mit dem Chi-Quadrat Test berechnet. Für die Tests galt eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ als signifikant und von $p < 0,001$ als hochsignifikant.

Die Graphiken und Diagramme wurden mit dem Programm Excel erstellt.

2.2 Operativer Verlauf

Nach einer komplikationlosen Intubations-Narkose wurden die Patienten gelagert, das Operationsfeld gewaschen und steril abgedeckt.

Patienten und Methoden

Anschließend wurde der Zugang zum Operationsgebiet gewählt je nach Frakturlokalisierung und Frakturlinienverlauf und zwar intraoral (Abb. 12), extraoral (gegebenenfalls transbukkal) oder in Kombinationen (Abb. 13).

Nach der Schnittführung und der Darstellung des Frakturspaltes, wurde die Okklusion mittels einer Schuchardt'sche Drahtbogenkunststoffschiene (DBKS, Abb. 11) modifiziert nach Schmelzle, wenn nicht schon im Vorfeld geschehen, eingestellt. Nachfolgend wird die Fraktur mit Hilfe einer oder mehrerer Osteosynthese-Platten stabilisiert.

Bevor nun die Wunde mittels Naht verschlossen werden kann, überprüft der Operateur durch Lösen der Drahtbogenkunststoffschiene die Okklusion. Verläuft die Kontrolle positiv, fixiert man die DBKS erneut, in der Regel mit Draht was später durch Gummizüge ersetzt wird.

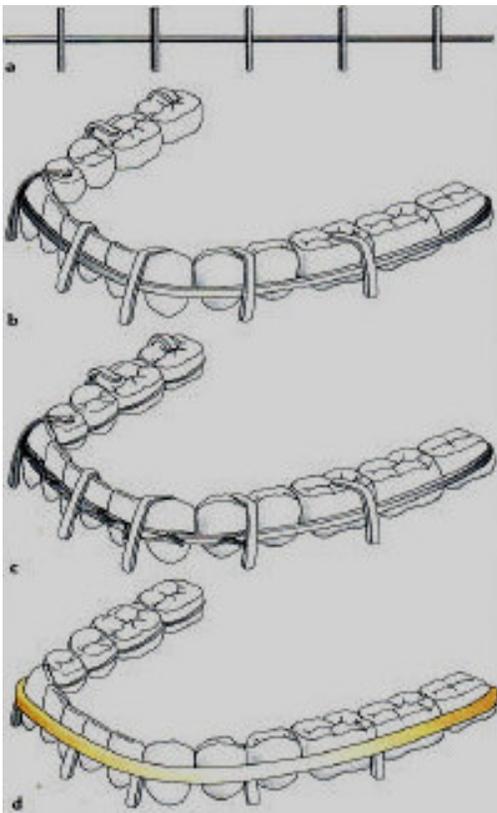


Abb. 11: Drahtbogen-Kunststoffschiene nach Schuchardt (1956)

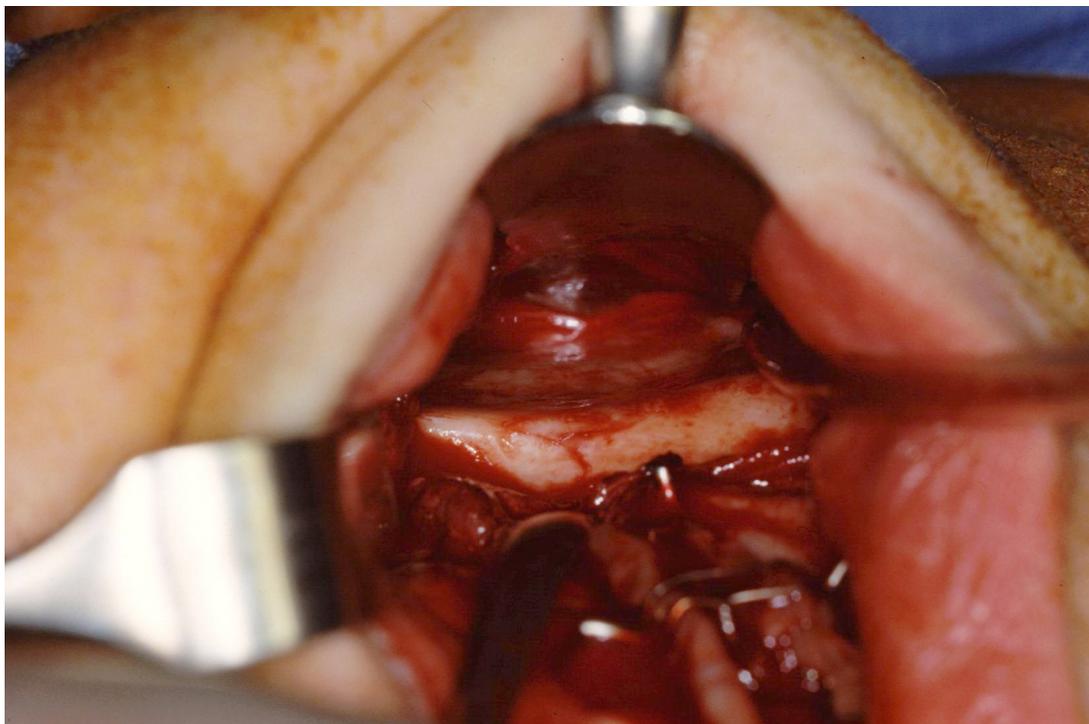


Abb. 12: Intraoraler Zugang

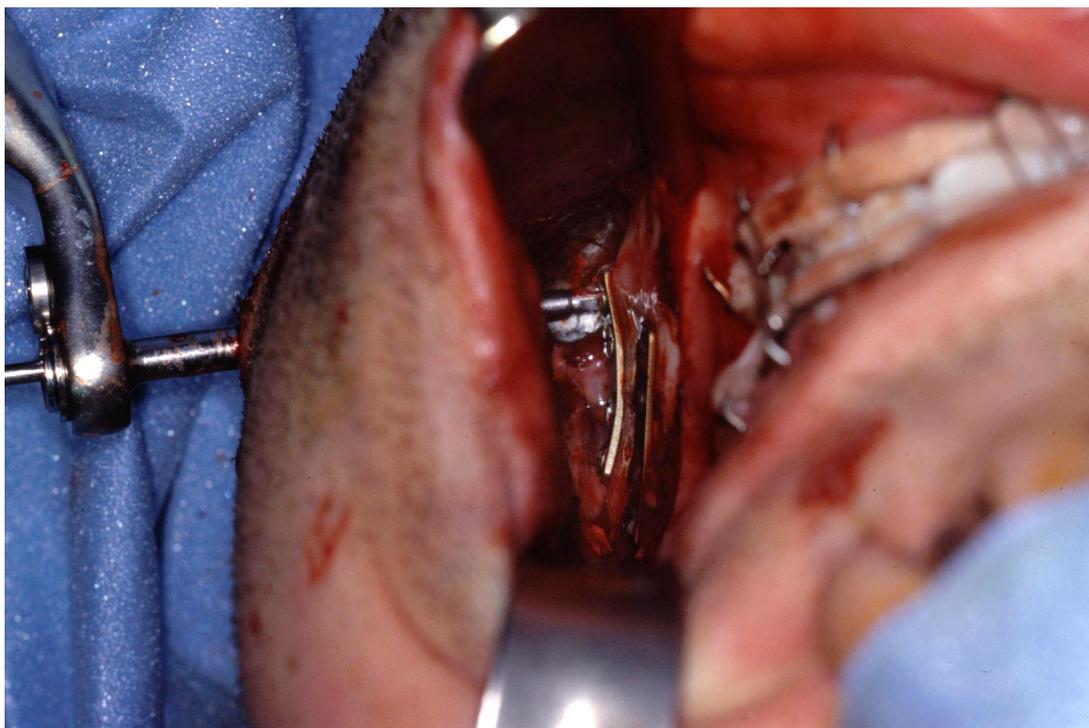


Abb. 13: Kombiniert: Intraoraler und transbukkaler Zugang

2.3 Röntgenologische Untersuchung

In der Erstuntersuchung werden in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer-, und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf zur genaueren Darstellung und besseren Beurteilung einer Fraktur des Unterkiefers im Allgemeinen Röntgenaufnahmen in zwei möglichst senkrecht zueinander stehenden Ebenen angefertigt. Dabei bietet die Panoramaschichtaufnahme (PSA) einen guten Überblick über den gesamten Unterkiefer (Abb. 14).

Für die Darstellung der zweiten Ebene dient die Schädel pa 15°- Aufnahme.

Bei einigen Patienten kam auch der Siremobil Iso-C^{3D} zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen 3D-Volumen-Tomographen (cone beam computed tomography-CBCT) mit einem mobilem 3D C-Bogen, der es erlaubt hochauflösende intraoperative dreidimensionale Aufnahmen dem Operateur zu Verfügung zu stellen und dabei eine geringere Strahlenbelastung im Vergleich zu herkömmlichen CT-Aufnahmen aufweist [31].



Abb. 14: PSA einer osteosynthetisch versorgten Kieferwinkelfraktur (Röntgenaufnahme postoperativ)

2.4 Materialien

Bei den verwendeten Osteosynthesystemen handelt es sich um Titan-Miniplatten mit einem Gewindedurchmesser von 2.0 mm.

Titan ist in vier Reinheitsgraden bekannt, die sich in ihrem Sauerstoffgehalt unterscheiden.

Die Härte des Titans nimmt mit dem Gehalt an Sauerstoff zu.

Die weicheren Titanarten werden mit der Gradbezeichnung 0 und 1 beziffert, sie besitzen gegenüber Titan des Grades 4 eine geringere Festigkeit. Die Zugfestigkeit von Titan Grad 1 beträgt 240 N/mm^2 und von Titan Grad 4, 550 N/mm^2 ; beide Werte beziehen sich auf den geglähten Zustand des Titans.

Alle Hersteller verwenden für die Platten Titan mit niedrigerem Grad als für die Schrauben des jeweiligen Systems.

Das Platten-Schrauben-System der Firma Leibinger-Stryker zum Beispiel, besteht aus Reintitan mit dem handelsüblichen Reinheitsgrad (CD) oder einer T6Al4V-Legierung.

Beide Materialien sind biokompatibel, korrosionsbeständig und nicht toxisch im biologischen Milieu.

Sie erlauben auch eine praktisch artefaktreduzierte Bildgebung bei konventioneller Röntgen-Darstellung, Computertomographie und MRT (Magnet-Resonanz-Tomographie).

Zum Wirkprinzip dieser Miniplatten-Osteosynthese-Systeme muss noch erwähnt werden, dass es sich hierbei um nicht winkelstabile Systeme handelt.

Das Funktionsprinzip eines nicht winkelstabilen Schrauben-Platten-Systems basiert auf dem Anpressen der Osteosyntheseplatte auf den Knochen. Aufgrund der axialen Vorspannung der Schraube übt diese beim Hineindreuen des Gewindes Druck auf die Platte in Richtung Knochen aus; quer zur Schraubenachse erfolgt eine Lastübertragung durch Scherkräfte (Abb.:15) Die Kraftübertragung resultiert also durch Auflagedruck und Reibung zwischen Knochen und Platte.

Der somit aufgebaute Druck kann aufgrund der Kompression des Gewebes zu dortigen Vaskularisationstörungen führen, welche die optimale Heilung negativ beeinflussen können.

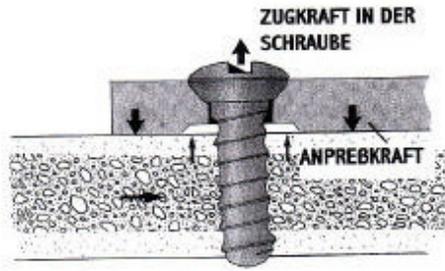


Abb. 15: Schema der Kraftverteilung bei den Miniplattensystemen

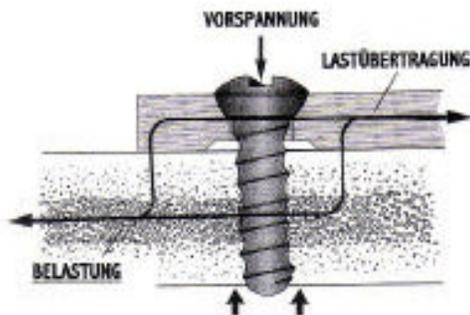


Abb. 16: Schema der Belastungsrichtungen bei den Miniplattensystemen

In den folgenden Abbildungen sind die Miniplatten der verschiedenen Hersteller dargestellt (Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19, Abb. 20, Abb. 21)



Abb. 17: Medicon, 2.0mm 6-,4-Loch Platten mit Steg



Abb. 18: Synthes-Mandible, 2.0mm 6-,4-Loch Platten ohne Steg



Abb. 19: Leibinger-Stryker, 2.0mm 6-,4-Loch Platten ohne Steg



Abb. 20: Medartis Miniplatten 2.0 mm 6-,4-Loch Platten



Abb. 21: Martin Miniplatten 2.0 mm, 6-,4-Loch Platten

3 Ergebnisse

In der Klinik für Zahn-,Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf wurden vom 01.01.2004 bis zum 30.07.2006 insgesamt 103 Patienten mit Kieferwinkelfrakturen versorgt.

Darunter waren 99 Patienten bei denen die Kieferwinkelfraktur mittels Miniplatten osteosynthetisch versorgt wurde. Bei den restlichen 4 erfolgte die Frakturversorgung konservativ, mittels Drahtbogenkunststoffschiene nach Schuchardt modifiziert nach Schmelzle.

3.1 Allgemeine Daten

3.1.1 Geschlechtsverteilung

Der männliche Anteil des gesamten Patientengutes nahm gegenüber dem weiblichen ca. 91% ein. Wie in Abbildung 22 ersichtlich bedeutet es in Zahlen, dass von 103 Patienten, 94 Männer und korrespondierend dazu 9 Frauen aufgrund einer Kieferwinkelfraktur behandelt wurden.

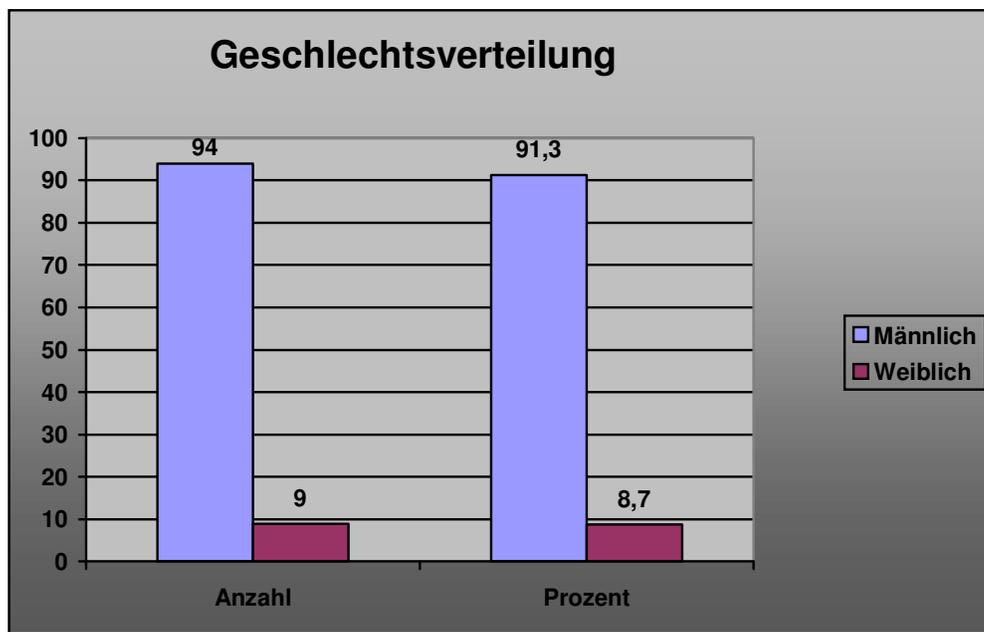


Abb. 22: Geschlechtsverteilung

3.1.2 Altersverteilung

Das mittlere Alter betrug zum Zeitpunkt der Versorgung (operative oder konservative) 29 Jahre. Bei einem Median von 26 Jahre. Der jüngste Patient war erst 8 Jahre alt, der älteste hingegen 83 Jahre alt, was eine Spannweite von 75 ergibt.

Aus statistischen Gründen wurden vier Altersgruppen gebildet wie Abb. 23 darstellt.

Auffallend bei der Altersverteilung unseres Patientengutes ist, dass die jungen Patienten bis zum 33 Lebensjahr fast 77% des gesamten Patientengutes ausmachen. Die Patienten über 33 Jahre Lebensalter stellen gerade mal 23% und somit weniger als $\frac{1}{4}$ der Gesamtsumme dar.

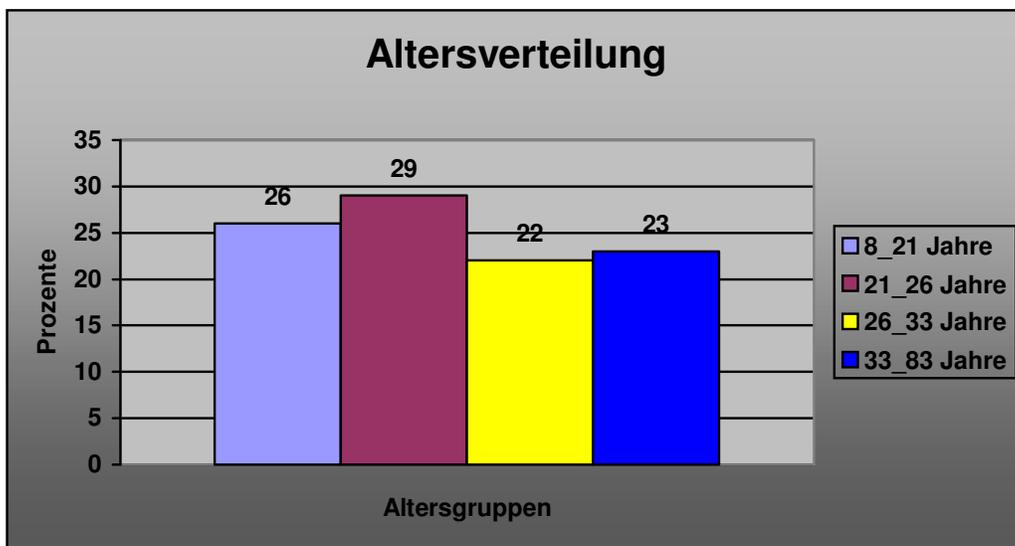


Abb. 23: Altersverteilung (in vier Altersgruppen: 8-21, 21-26, 26-33, 33-83 Jahre)

3.2 Anamnestische Daten

3.2.1 Nikotin-, Alkohol-, und Drogenkonsum des Patientenkollektivs

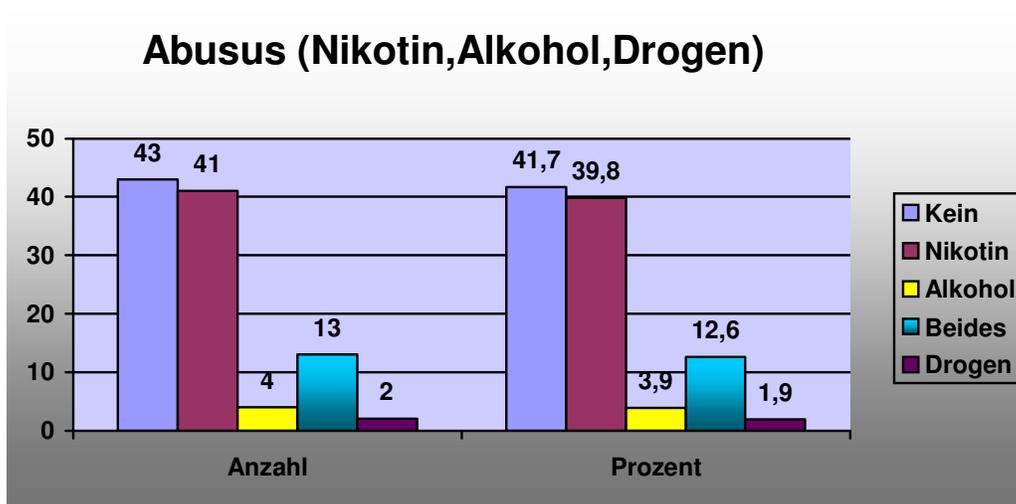


Abb. 24: Nikotin-, Alkohol-, und Drogenkonsum des Patientenkollektivs

43 Patienten (41,7 %) waren Nichtraucher und konsumierten auch sonst weder Alkohol noch andere Drogen.

Raucher waren 41 Patienten (39,8 %).

4 Patienten (3,9 %) gaben an nur Alkohol regelmäßig zu konsumieren.

Weitere 13 Patienten (12,6 %) waren Raucher bei gleichzeitigem und regelmäßigem Alkoholkonsum.

Bei 2 Patienten (1,9 %) lag eine Polytoxikomanie vor.

3.2.2 Zahnstatus

3.2.2.1 Bezahnung

Unter anderem wurde im Untersuchungsbogen der Zahnstatus der Patienten aufgenommen, da dieser für eine Mandibulo-Maxillären-Fixierung (MMF) von Bedeutung ist.

Vollbezahnt waren 70 Patienten (68,0 %). Ein Lückengebiss wiesen 29 Patienten (28,2 %) auf. Eine Restbezahnung, die per Definition maximal aus drei Zähne pro Kiefer besteht, wurde bei drei Patienten (2,9 %) festgestellt.

Des weiteren gab es einen Patienten (1 %) der zahnlos war.

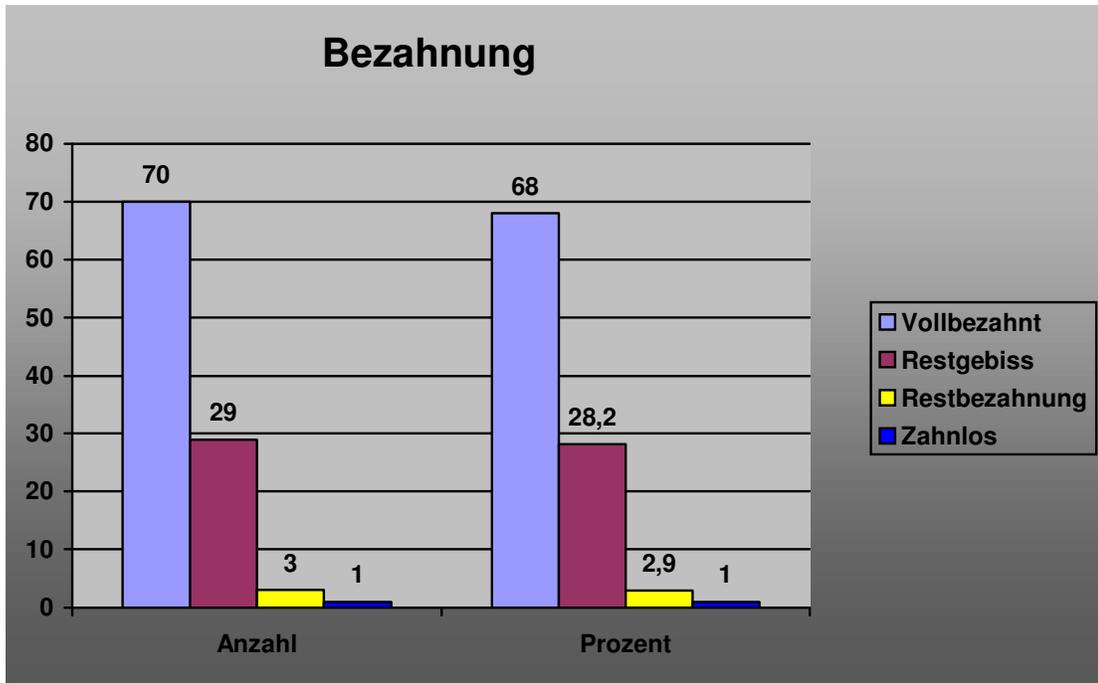


Abb. 25: Zahnstatus des Patientenkollektivs

3.2.2.2 Zahnbefund

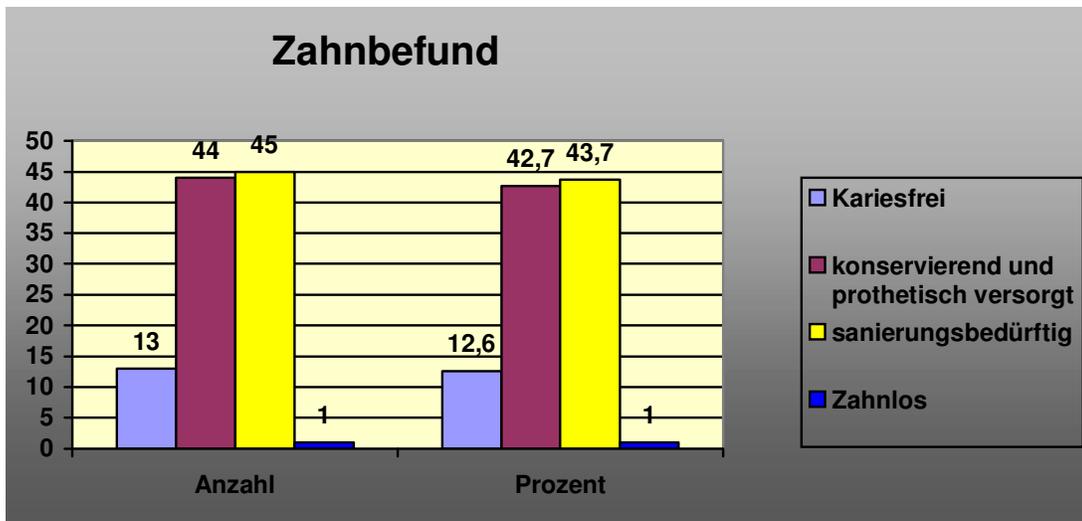


Abb. 26: Zahnbefund

13 Patienten (12,6 %) wiesen ein kariesfreies Gebiss auf. Bei 44 Patienten (42,7 %) ergab die Untersuchung ein konservierend und prothetisch versorgtes Gebiss. Weitere 45 Patienten (43,6 %) fielen durch sanierungsbedürftigen Zahnstatus auf. 1 Patient (1%) war zahnlos.

3.2.2.3 Parodontalbefund

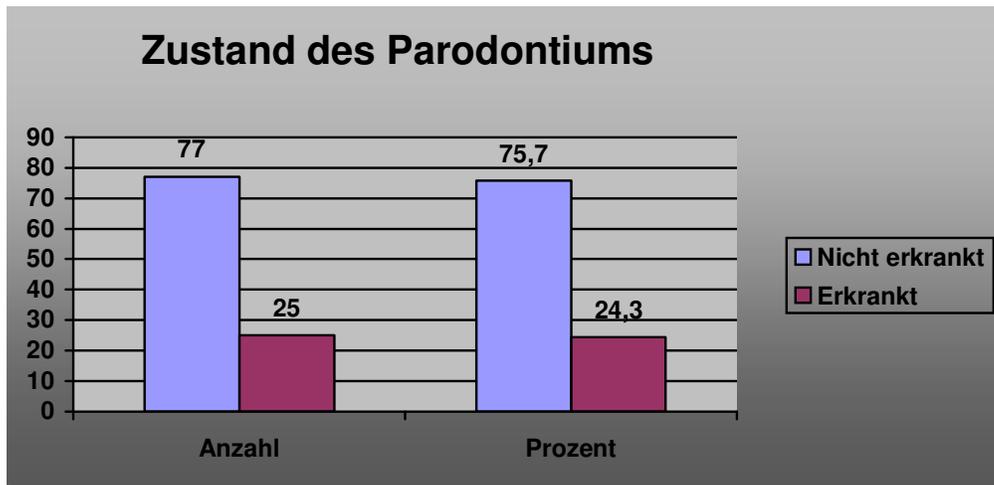


Abb. 27: Parodontalbefund

In der vorliegenden Studie wiesen 77 Patienten (75,8%) ein entzündungsfreies Parodontium auf. Bei 25 Patienten (24,3 %) hingegen, lag zum Zeitpunkt der Frakturversorgung ein parodontaler Entzündungsprozess vor. Bei einem Patienten wurde kein Vermerk vorgenommen, da er zahnlos war.

Zum Zeitpunkt der osteosynthetische Versorgung zeigten 77 Patienten (74,8 %) keinen parodontalen Knochenabbau auf dem Orthopantogramm. Zudem wiesen 20 Patienten (19,4 %) leichte knöcherne Defekte auf, horizontal aber nicht mehr als 3mm in der Ausdehnung. In 5 Patientenfällen (4,9 %) wurde ein horizontaler Knochenabbau von mehr als 3mm festgestellt.

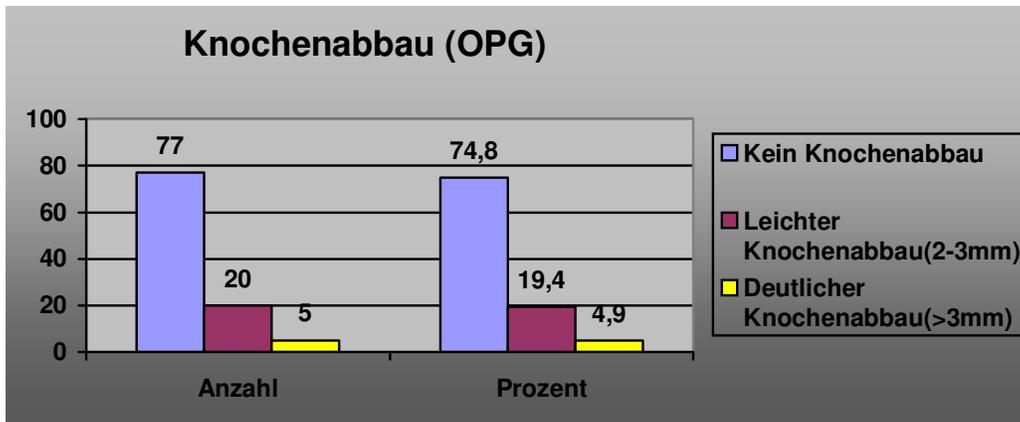


Abb. 28: Röntgenologisch feststellbarer Knochenabbau (OPG-Auswertung)

3.3 Unfallursache

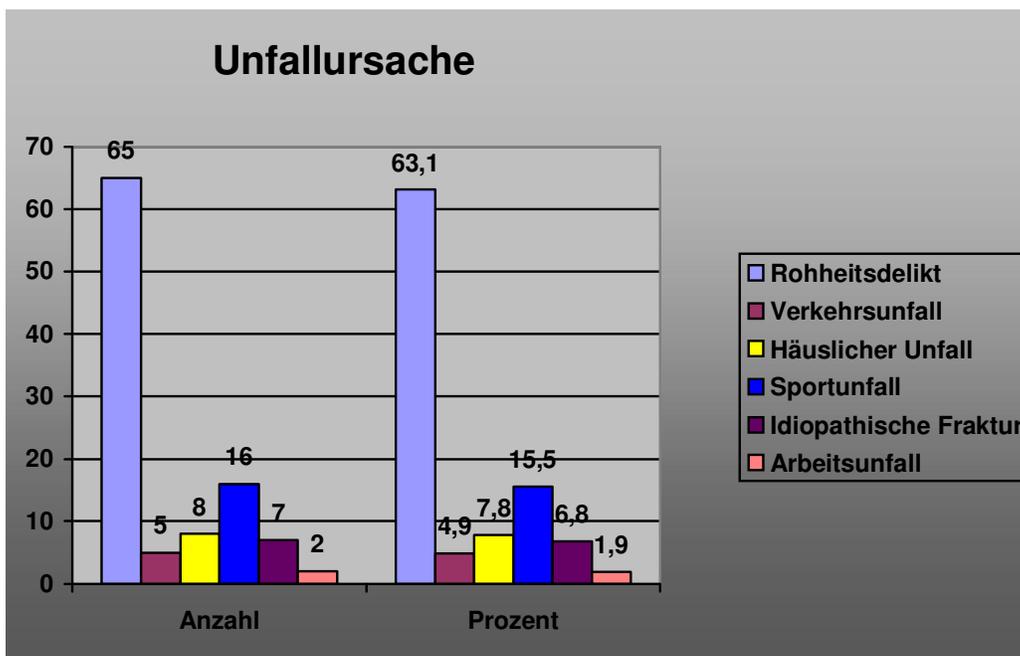


Abb. 29: Häufigkeitsverteilung der Unfallursachen

Die Unterkieferfrakturen wurden bei 65 Patienten (63,1 %) durch Rohheitsdelikte hervorgerufen, welche auf Schlägereien im alkoholisiertem Zustand zurückzuführen waren.

Durch Verkehrsunfälle zogen sich 5 Patienten (4,9 %) eine Kieferwinkelfraktur zu. Weitere 8 Patienten (7,8 %) erlitten die Fraktur durch Unfälle in häuslicher Umgebung. 16 Patienten (15,5 %) wiesen eine Kieferwinkelfraktur auf im Rahmen einer Sportverletzung. An einer idiopathischen Kieferwinkelfraktur litten 7 Patienten (6,8%).

Ergebnisse

Die Mehrheit der dokumentierten idiopathischen Frakturen wurden im Rahmen einer Weißheitszahn-Extraktion verursacht.

Ein Arbeitsunfall als Frakturursache kam bei 2 Patienten (1,9%) unserer Studiengruppe vor.

3.4 Frakturbezogene Symptome und Einteilungen

3.4.1 Frakturklassifizierung

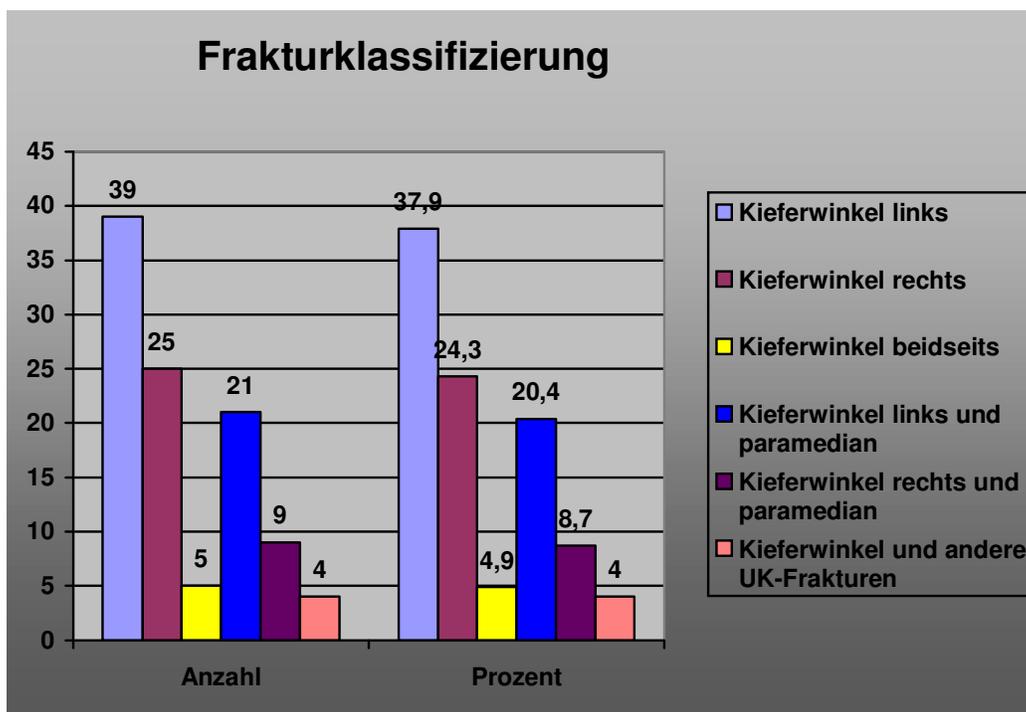


Abb. 30: Häufigkeitsverteilung in Bezug auf die Frakturklassifizierung

39 Patienten (37,9 %) erlitten im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen eine Kieferwinkelfraktur der linken Seite. Bei 25 Patienten (24,3 %) lag eine Kieferwinkelfraktur der rechten Seite vor. Weitere 5 Patienten (4,9 %) wiesen eine beidseitige Kieferwinkelfraktur auf.

21 Patienten (20,4 %) unseres Kollektivs erlitten eine Kieferwinkelfraktur links, begleitet von einer paramedianen Unterkieferfraktur. Weitere 9 Patienten (8,7 %) wiesen das gleiche Muster auf, d.h. Kieferwinkelfraktur rechts, begleitet von einer paramedianen Unterkieferfraktur.

Bei 4 Patienten wurde eine Kieferwinkelfraktur dokumentiert im Zusammenhang mit weiteren Unterkieferfrakturen, wie Gelenkfortsatzfraktur, Korpusfraktur und Kombinationen.

3.4.2 Dislokation der Fraktur

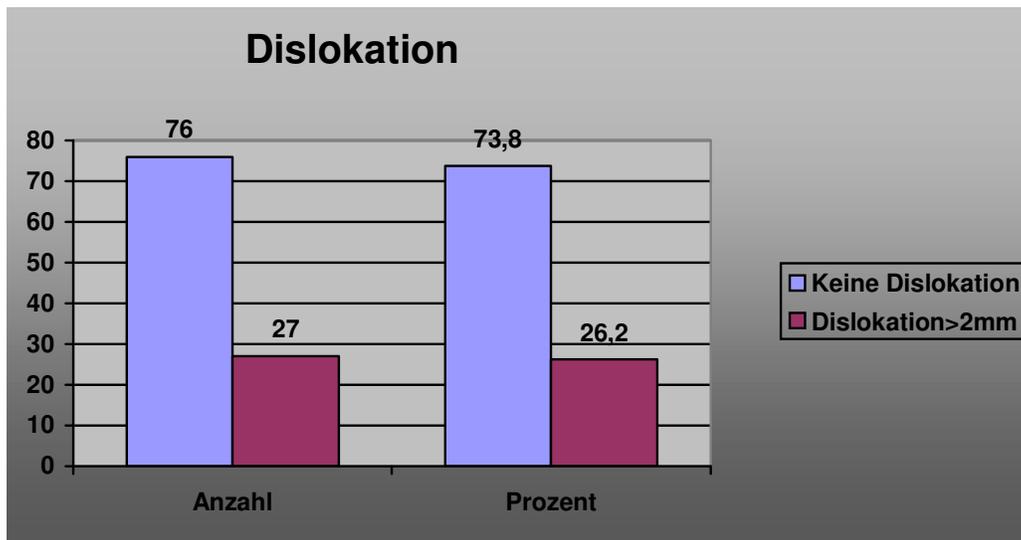


Abb. 31: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Dislokation der Frakturfragmente

Bei der präoperativen röntgenologischen Untersuchung, wurde an 76 Patienten (73,8 %) keine oder nur eine leichte Dislokation (<2mm) der Fraktursegmente festgestellt.

An 27 Patienten (26,2 %) hingegen wurde eine Dislokation größer als 2 mm befundet.

3.4.3 Mobilität der Fragmente

Bei der klinischen, präoperativen Untersuchung wurde an 7 Patienten (6,8 %) eine starke Mobilität der Frakturfragmente festgestellt. An den restlichen 96 Patienten (93,2 %) war die Mobilität der Fragmente kaum spürbar.

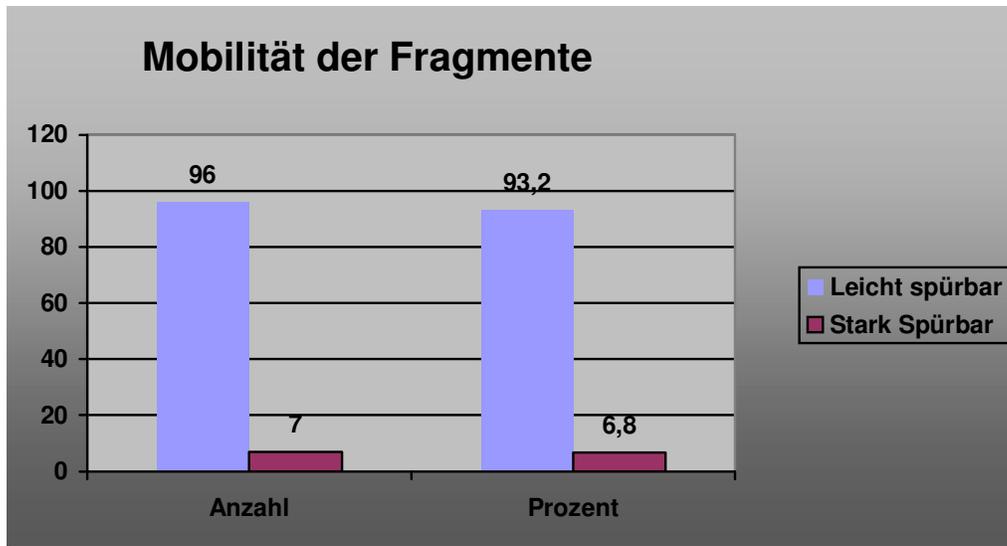


Abb. 32: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Mobilität der Frakturfragmente

3.4.4 Zähne im Bruchspalt

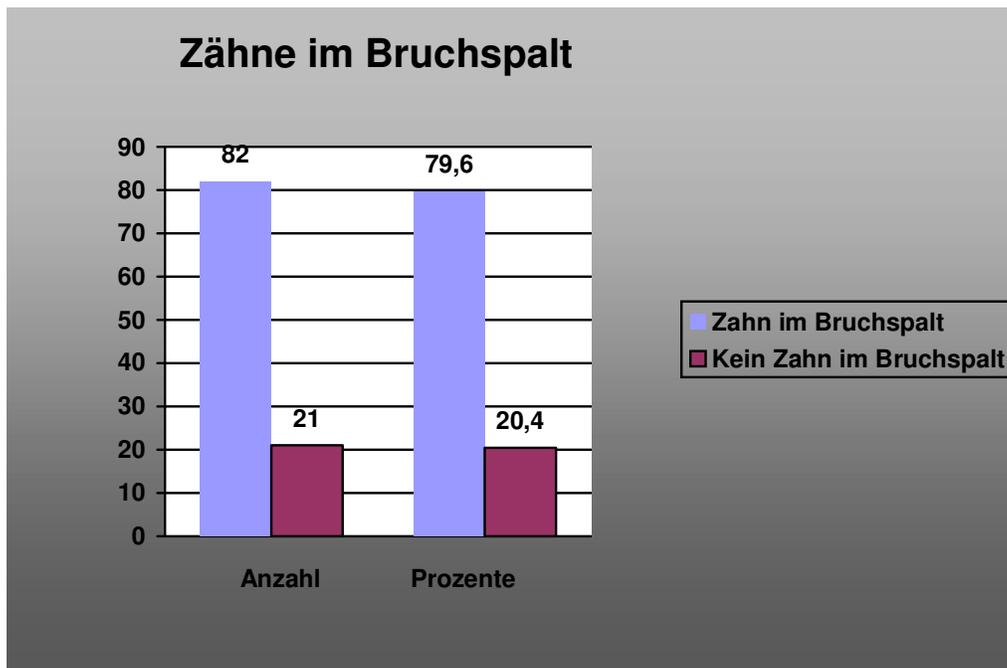


Abb. 33: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die Zähne im Bruchspalt

In 82 Fällen (79,6 %) wurden im Bruchspalt liegende Zähne festgestellt.

In 21 Fällen (20,4 %) verlief die Frakturlinie ohne Beteiligung von Zähnen.

Bei den Zähnen handelt es sich um die zweiten oder dritten Molaren im Unterkiefer, weil wir studienbedingt nur die Kieferwinkelfrakturen näher untersuchten.

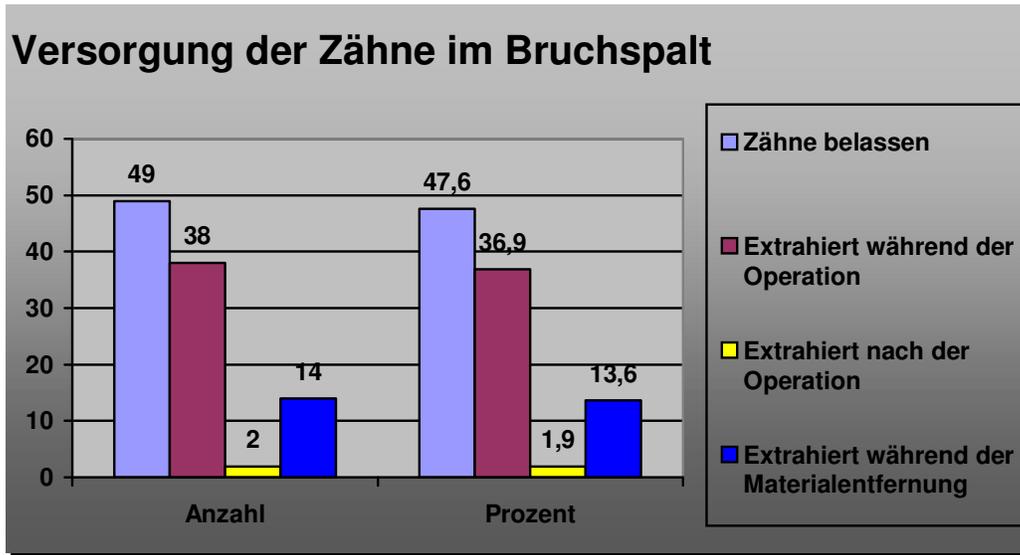


Abb. 34: Häufigkeitsverteilung der Vorgehensweise bei der Versorgung der Zähne im Bruchspalt

Bei 49 Patienten (47,6 %) wurden die Zähne im Bruchspalt belassen und zu keinem Zeitpunkt der Untersuchungsdauer entfernt. Die Extraktion der sich im Bruchspalt befindlichen Zähne erfolgte bei 38 Patienten (36,9 %) während der osteosynthetischen Versorgung der Kieferwinkelfraktur. An zwei Patienten (1,9 %) wurde der Zahn im Zeitraum zwischen Osteosynthese und Materialentfernung extrahiert. In 14 Fällen (13,6 %) wurde der Zahn gemeinsam mit dem Osteosynthesematerial entfernt.

3.4.5 Okklusionsstörung post Trauma/ präoperativ

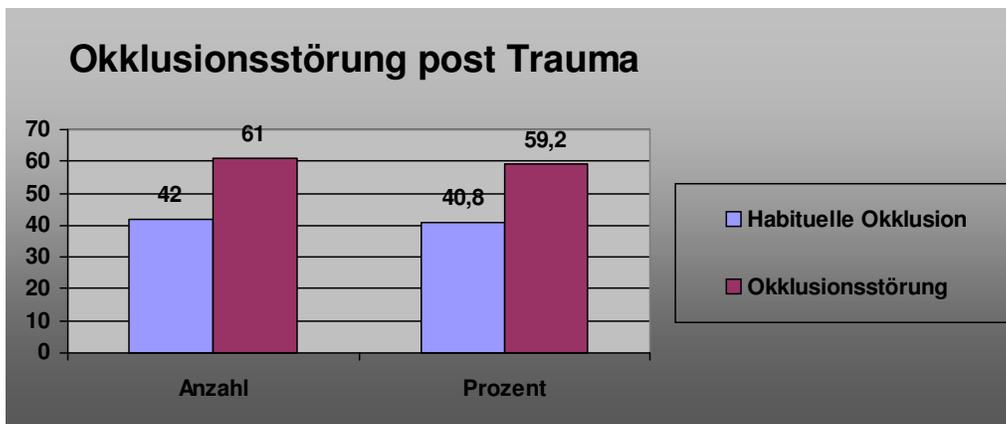


Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der posttraumatischen Okklusionsstörungen

In 61 Fällen (59,2 %) kam es in Folge des Traumas zu einer Okklusionsstörung. Keine Einschränkung der Okklusion lag bei 42 Patienten (40,8 %) vor.

3.4.6 Mundöffnungsstörung post Trauma/ präoperativ

Lediglich bei 10 Fällen (9,6 %) unseres Patientenkollektivs lag keine Mundöffnungsstörung vor. Bei 93 Patienten (90,3 %) hingegen wurde eine deutliche Einschränkung der Mundöffnung festgestellt.

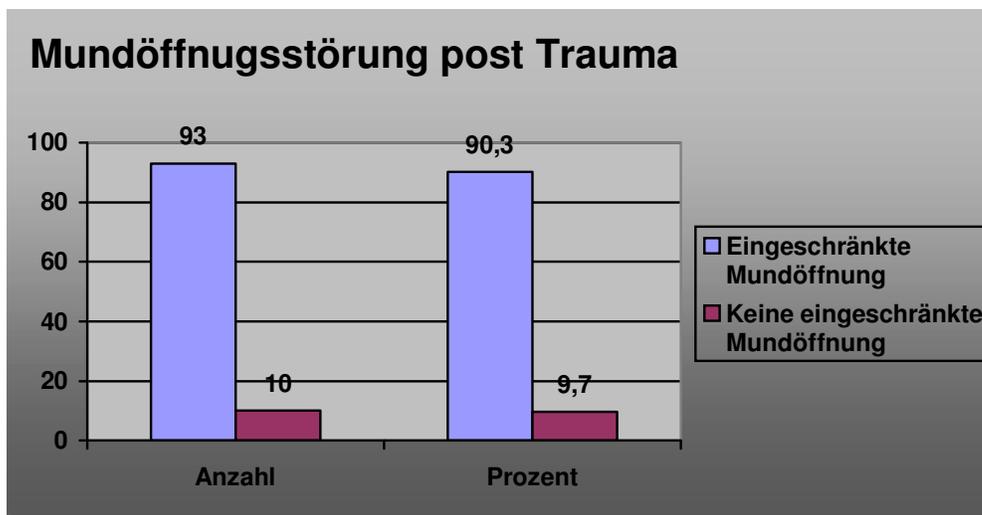


Abb. 36: Häufigkeitsverteilung der posttraumatischen Mundöffnungsstörung

3.4.7 Präoperative Sensibilitätsstörung (N. alveolaris inf., N. mentalis)

Posttraumatisch lag bei 63 Patienten (61,2 %) keine Sensibilitätsstörung vor. Bei 35 Fällen (34 %) wurde eine Hypästhesie beschrieben. Weitere 4 Patienten (3,9 %) klagten über eine Anästhesie. Ein Patient (1 %) gab eine Hypersthesie an.

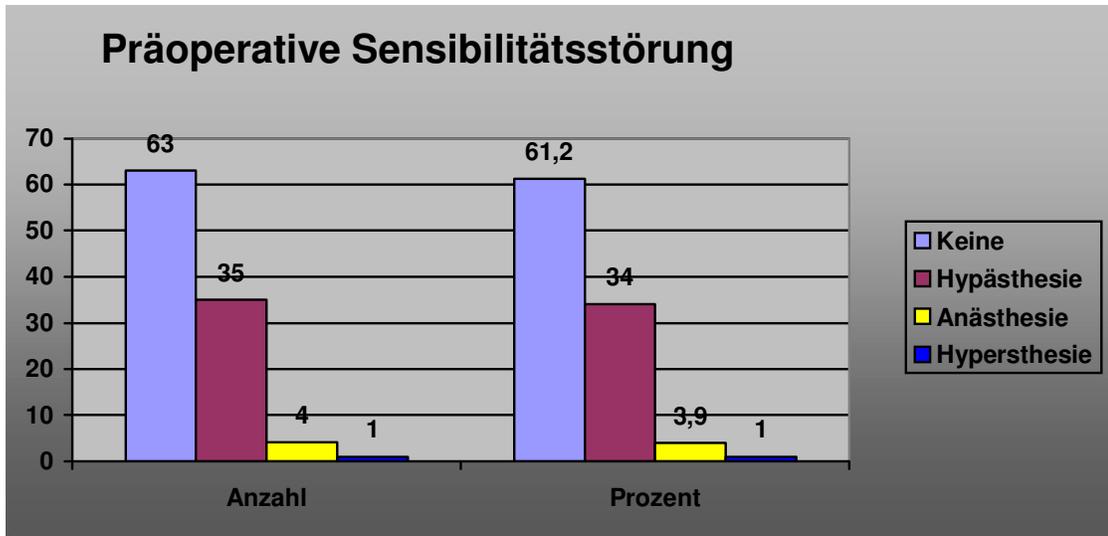


Abb. 37: Häufigkeitsverteilung der präoperativen Sensibilitätsstörungen

3.5 Operation

3.5.1 Operationszugang

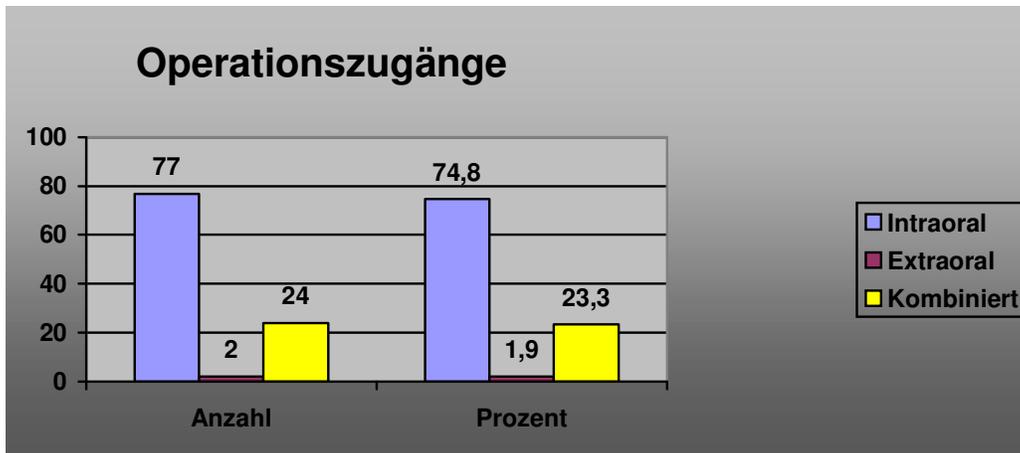


Abb. 38: Häufigkeitsverteilung der Operationszugänge

Bei 77 Patienten (74,8 %) erfolgte die Frakturversorgung der Kieferwinkelfraktur intraoral. Ein extraoraler Zugang erfolgte bei 2 Patienten (1,9 %). Eine Kombination von intraoralem und transbukkalem Zugang wurde bei 24 Patienten (23,3 %) dokumentiert.

3.5.2 Osteosynthese Systeme und Anwendung

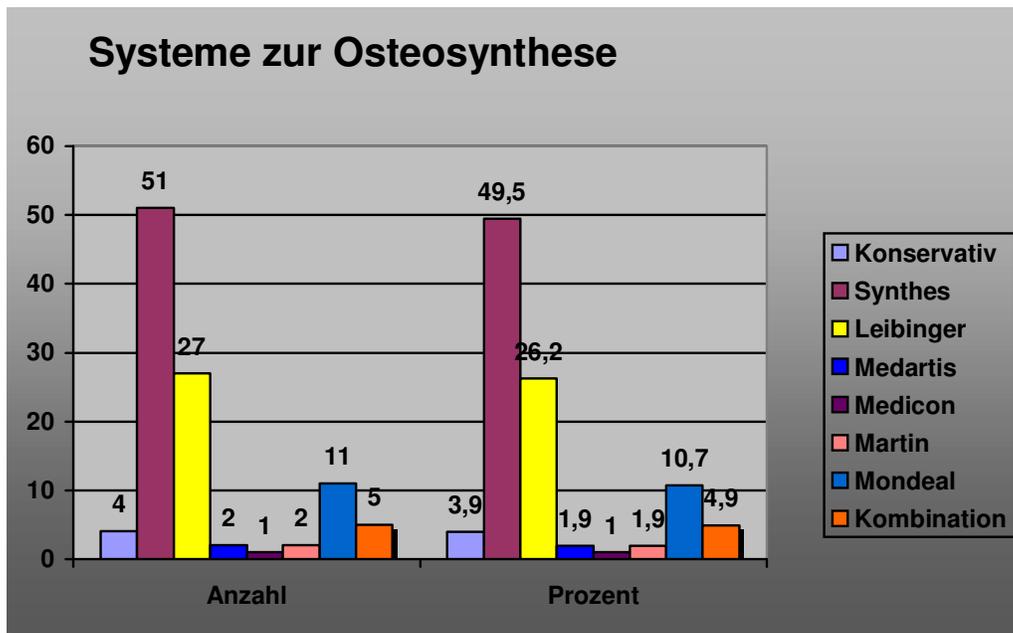


Abb. 39: Häufigkeitsverteilung der Systeme zur Osteosynthese

Bei 4 Fällen (3,9 %) kam kein System zum Einsatz, weil die Frakturversorgung konservativ erfolgen konnte. An 51 Patienten (49,5 %) kam das System Synthes 2.0 zur Anwendung.

27 Patienten (26,2 %) wurden mit dem System Leibinger Universal 2, der Firma Stryker, osteosynthetisch versorgt. Bei 2 Fällen (1,9 %) wurde das System Modus Trauma 2.0 der Firma Medartis angewandt. Ein Patient (1,0 %) wurde mit dem System Mini der Firma Medicon versorgt. An 2 Patienten (1,9 %) kam das osteosynthetische System der Firma Martin zum Einsatz. 11 Fälle (10,7 %) wurden operiert und osteosynthetisch versorgt mit dem System Mondeal. Es wurde auch dokumentiert über 5 Fälle (4,9 %) an den eine Kombination von Systemen unterschiedlicher Hersteller zu Anwendung kam.

3.5.3 Anzahl der Osteosynthese Miniplatten pro Kieferwinkel

In 4 Fällen (3,9 %) wurden keine Miniplatten angewandt, weil die Patienten konservativ behandelt wurden.

70 Patienten (68,6 %) hatten eine osteosynthetische Versorgung der Kieferwinkelfraktur mit einer Miniplatte. Bei 28 Fällen (27,1 %) erfolgte die osteosynthetische Versorgung der Kieferwinkelfraktur mit zwei Miniplatten pro Kieferwinkel.

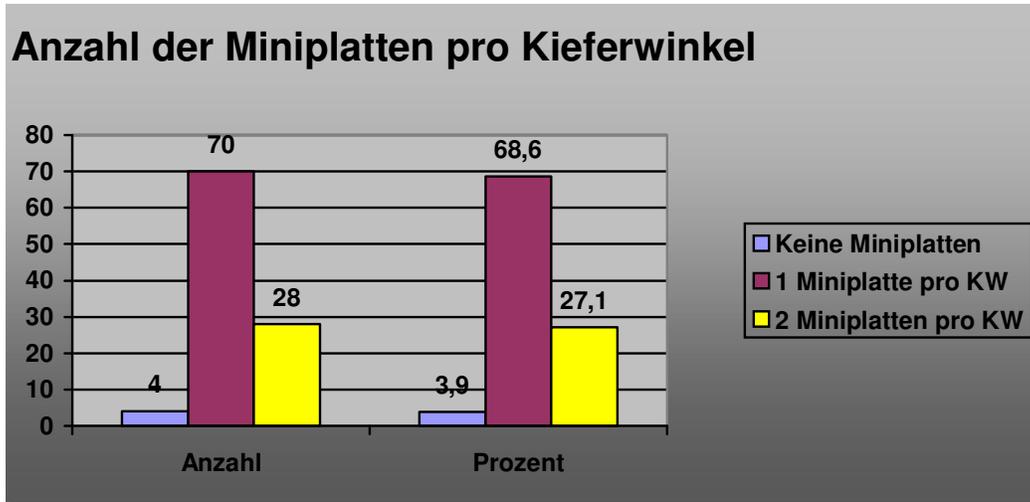


Abb. 40: Häufigkeitsverteilung der Miniplatten pro Kieferwinkel

3.5.4 Länge der Miniplatten (Bezogen auf die Lochanzahl)

Die verwendeten Miniplatten besaßen eine unterschiedliche Anzahl von Löchern und damit auch unterschiedliche Längen. Die Variationsbreite reichte von zwei bis zu acht Löcher pro Miniplatte. Es wurden an unserem Patientenkollektiv insgesamt 126 Miniplatten zur Osteosynthese verwendet, mit folgender Verteilung : 5 (3,9 %) 2-Lochplatten, 3 (2,4 %) 3-Lochplatten, 23 (18,2 %) 4-Lochplatten, 8 (6,3 %) 5-Lochplatten, 85 (67,4 %) 6-Lochplatten, 1 (0,8 %) 7-Lochplatte und 1 (0,8 %) 8-Lochplatte.

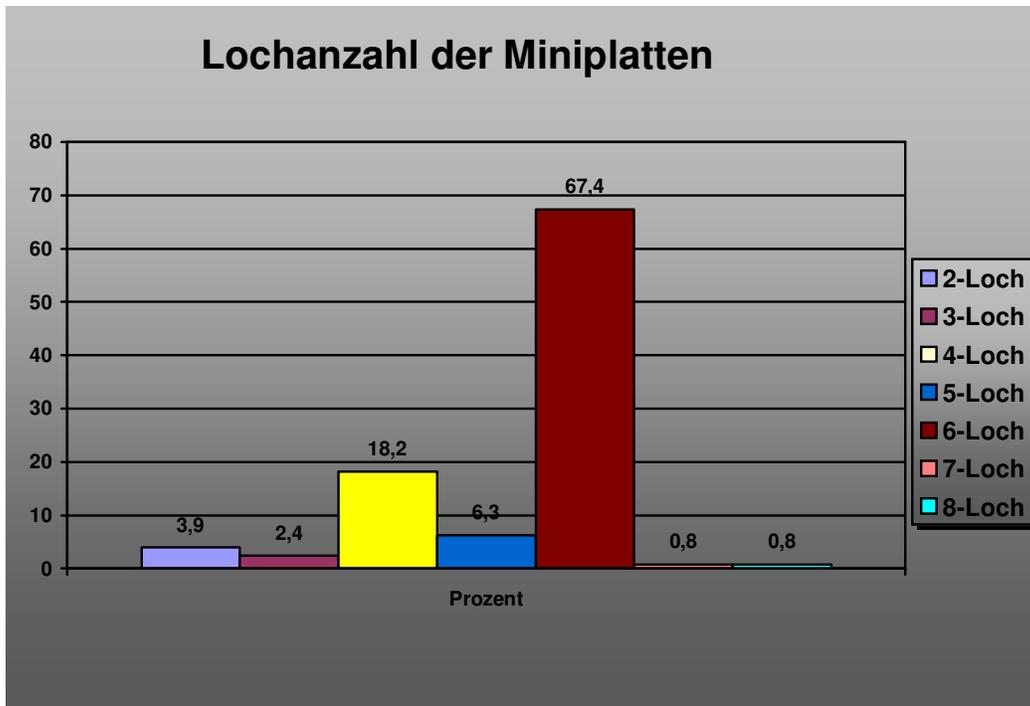


Abb. 41: Häufigkeitsverteilung der Lochanzahl pro Miniplatte

3.5.5 Mandibulo-Maxilläre-Fixation (MMF)

Bei 99 Patienten (96,1 %) wurde eine MMF vorgenommen mittels einer modifizierten Draht-Bogen-Kunststoff-Schiene nach Schuchardt. In vier Fällen (3,9 %) wurde die Fraktur rein osteosynthetisch ohne MMF versorgt. Die Tragedauer der DBKS war für 52 Patienten (50,4 %) nicht länger als 14 Tage. In 34 Fällen (33 %) wurde die DBKS für bis zu 28 Tage belassen. 12 Patienten (11,6 %) trugen die DBKS länger als 28 Tage.

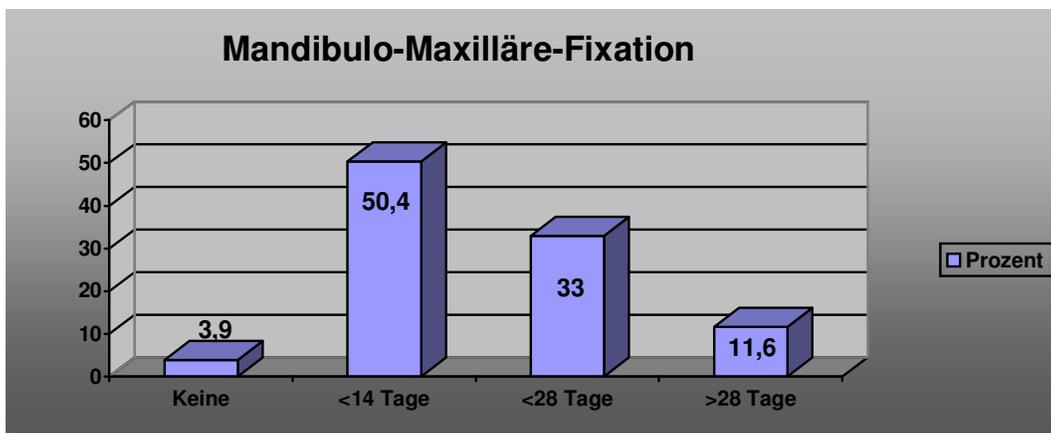


Abb. 42: Häufigkeitsverteilung der Tragedauer von einer MMF

3.6 Postoperative Befunde

3.6.1 Postoperative Okklusionsstörungen

Bei 89 Patienten (86,4 %) lag nach der chirurgischen Korrektur der Kieferwinkelfraktur keine Störung der Okklusion vor. 14 Patienten (13,6 %) beschrieben postoperativ eine minimal gestörte Okklusion.

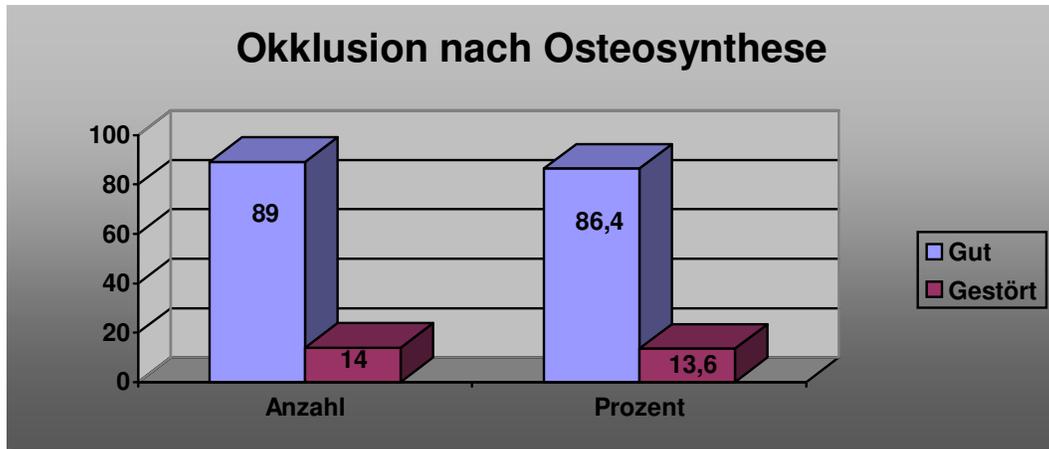


Abb. 43: Häufigkeitsverteilung der Okklusionsstörungen nach Osteosynthese

3.6.2 Postoperative Sensibilitätsstörungen (N. alveolaris inf., N. mentalis)

74 Patienten (71,8 %) hatten postoperativ keinerlei Sensibilitätsstörung im Bereich des Nervus mentalis. In 24 Fällen (23,3 %) wurde eine Hypästhesie postoperativ festgestellt. In 4 Fällen (3,9 %) wurde postoperativ eine Anästhesie dokumentiert. Ein Patient (1 %) klagte postoperativ über eine Hypersthesie im betroffenen Bereich.

Bei Gegenüberstellung der Ergebnisse von präoperativer und postoperativer Sensibilitätsstörung muss festgestellt werden, dass 10 Patienten (9,7 %) weniger postoperativ unter einer Sensibilitätsstörung litten.

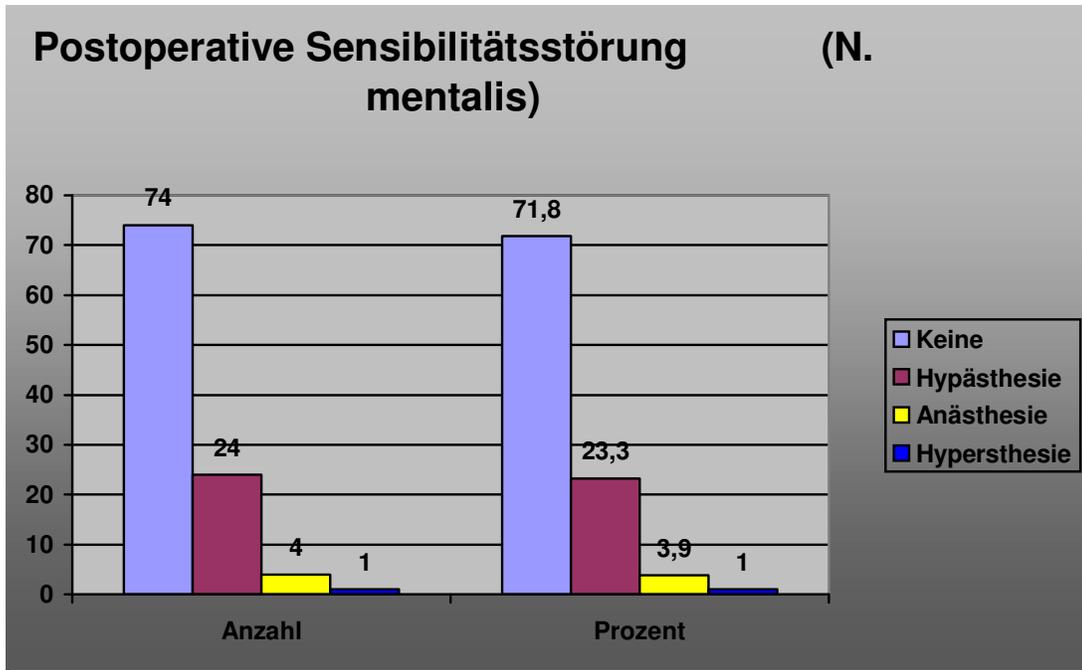


Abb. 44: Häufigkeitsverteilung der postoperativen Sensibilitätsstörungen

3.6.3 Postoperative Fragmentstellung und Osteosynthese-Verfahren in der röntgenologischen Beurteilung

Eine gute postoperative Fragmentstellung zeigte sich röntgenologisch bei 85 Patienten (83,3 %). In 17 Fällen (16,7 %) wiesen die postoperativen Röntgenaufnahmen einen erweiterten Spalt (über 2mm) der Frakturlinie auf, wobei die Fragmente mittels der Osteosyntheseplatten gut fixiert waren.

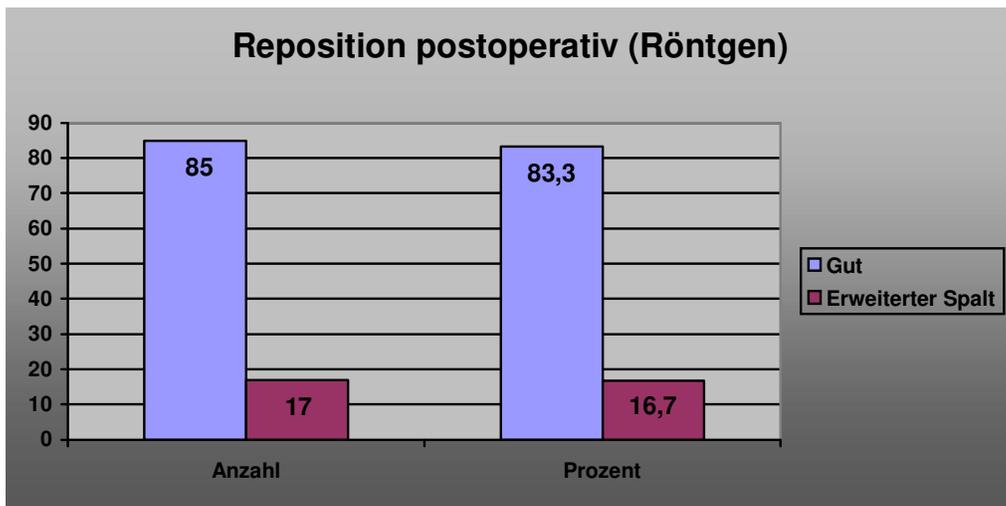


Abb. 45: Häufigkeitsverteilung der Frakturen in Bezug auf die postoperative Reposition der Frakturfragmente

Bei der röntgenologischen Auswertung der operativen Verfahren wurde festgestellt, dass bei 77 Patienten (75,4 %) die Osteosynthese den Richtlinien der Arbeitsgruppe für Osteosynthese (AO) entsprach. Bei 25 Patienten (24,5 %) war dies nicht der Fall. Werden die Frakturen die nach AO Richtlinien osteosynthetisch versorgt wurden einzeln betrachtet, wird festgestellt, dass nur 8 (10,4 %) von insgesamt 77 Frakturen einen erweiterten Spalt aufweisen. Bei den Frakturen, die nicht nach AO-Richtlinien osteosynthetisch versorgt wurden, sind es 9 (36 %) von insgesamt 25 Frakturen die einen Spalt über 2mm röntgenologisch aufzeichnen.

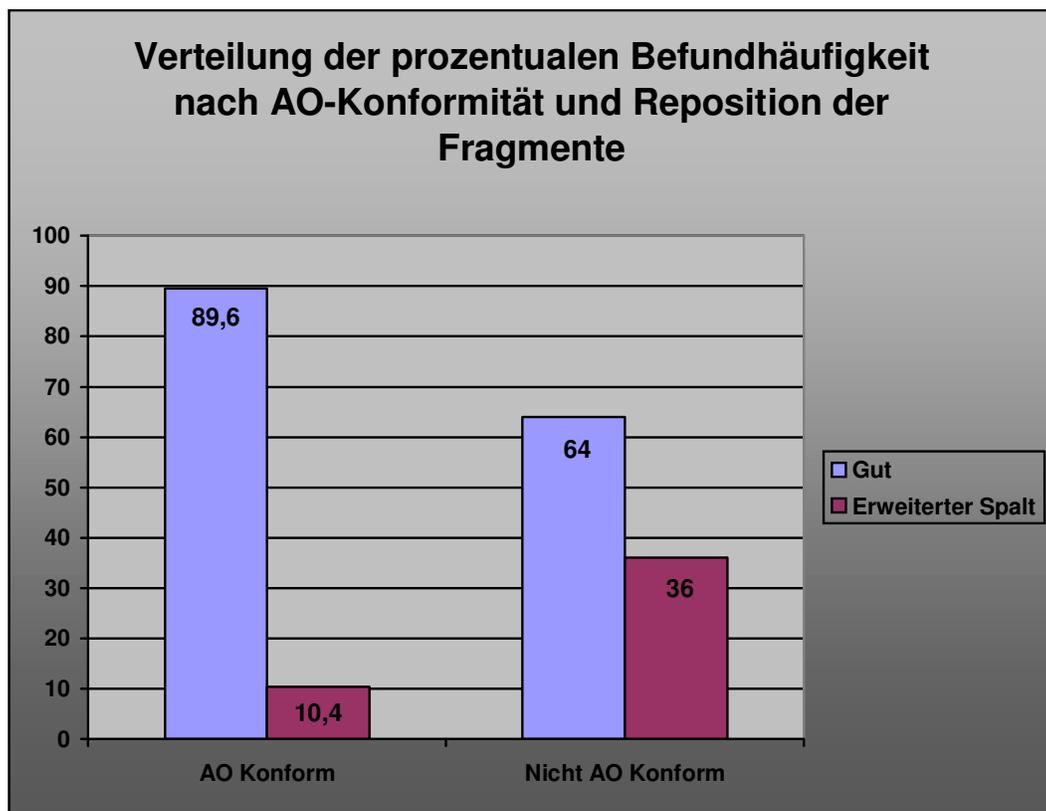


Abb. 46: Verteilung der prozentualen Befundhäufigkeit nach AO-Konformität und Reposition der Fragmente

3.7 Antibiotische Abdeckung

3.7.1 Zeitpunkt der Antibiose

101 Patienten (98,1 %) wurden perioperativ antibiotisch abgedeckt. Bei zwei Patienten (1,9 %) erfolgte die Antibiose erst postoperativ.

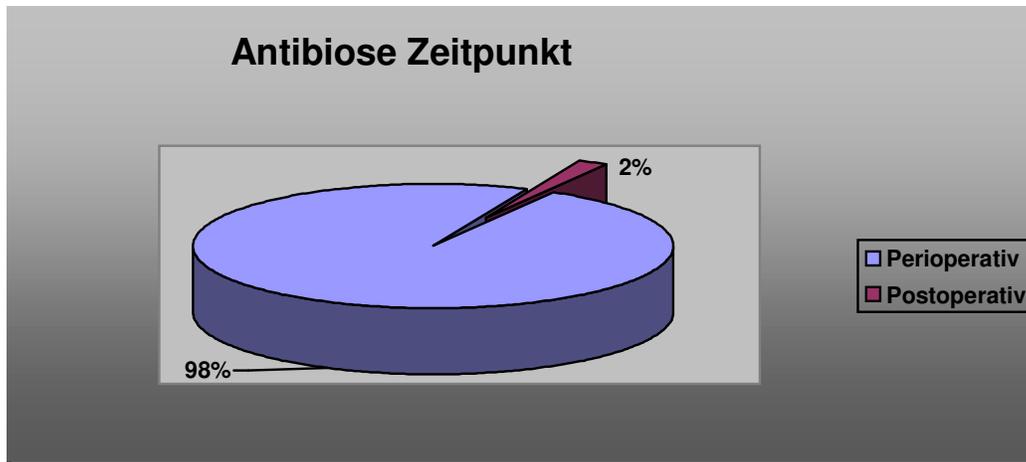


Abb. 47: Häufigkeitsverteilung des Patientenkollektivs in Bezug auf dem Antibiosezeitpunkt

3.7.2 Antibiotika

99 Patienten (96,1 %) wurden mit Clindamycin antibiotisch abgedeckt. Bei drei Patienten (2,9 %) wurde Clindamycin mit Unacid kombiniert. Ein Patient (1 %) bekam anhand einer bekannten Clindamycin Unverträglichkeit nur Unacid verabreicht.

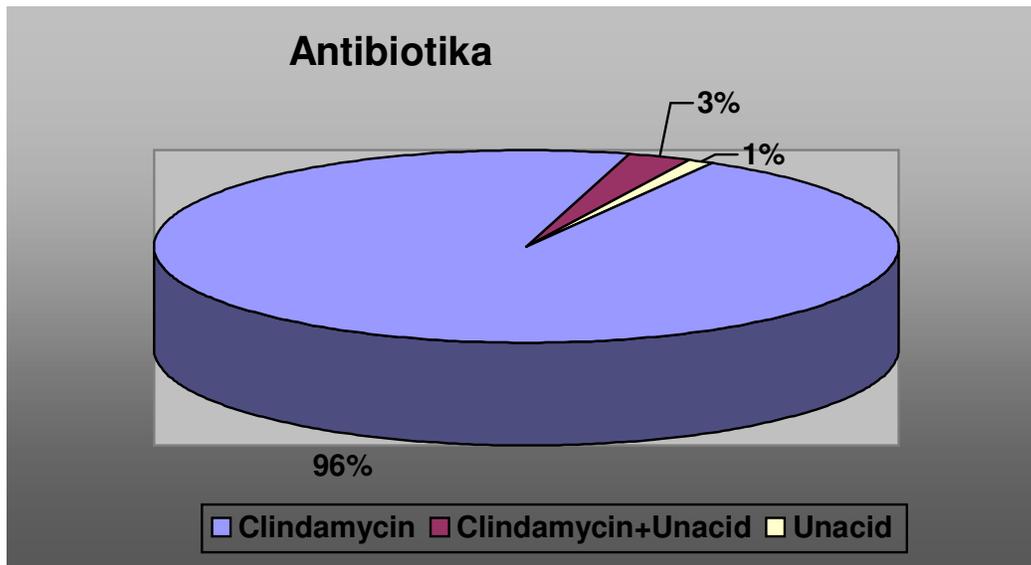


Abb. 48: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der eingesetzten Antibiotika

3.8 Komplikationen

Komplikationslos verlief die osteosynthetische Versorgung der Kieferwinkelfraktur bei 93 Patienten (90,3 %). Bei 5 Patienten (4,9 %) lag eine Weichteilinfektion vor. In vier Fällen (3,9 %) musste eine Materialentfernung erfolgen mit anschließender Reosteosynthese. An

einem Patienten (1 %) erfolgte nur eine Materialentfernung ohne Reosteosynthese, da die Frakturlinie teilweise durchbaut war.

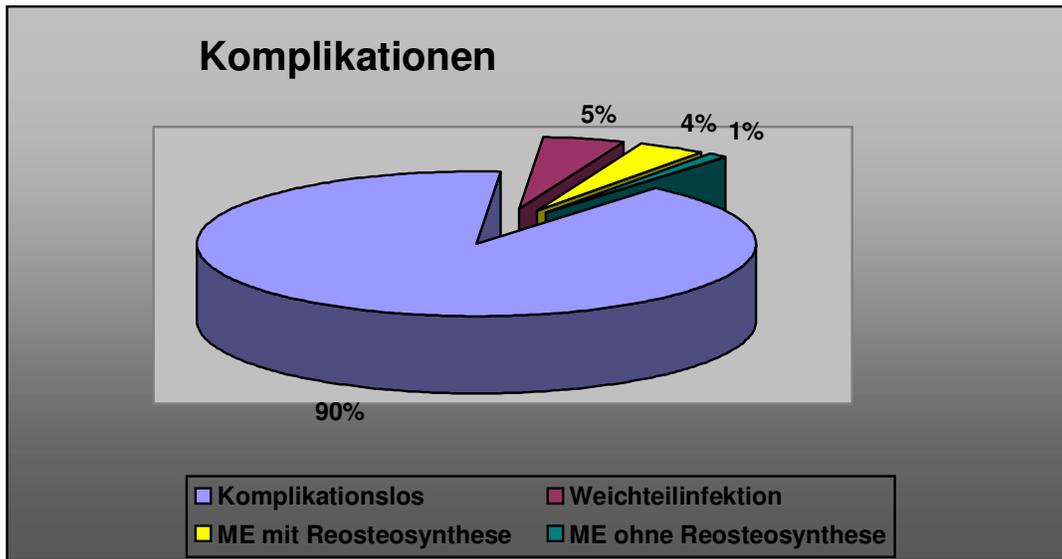


Abb. 49: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Komplikationen

3.9 Materialentfernung (ME)

Bei 53 Patienten (53,5 %) erfolgte bis Juli 2007 eine Materialentfernung. In 46 Fällen (46,5%) stand diese zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch aus. Für 2 Patienten aus unserem Kollektiv (n=103) war leider keine Datenerhebung möglich aufgrund von fehlenden Krankenakten. 4 Patienten waren konservativ versorgt.

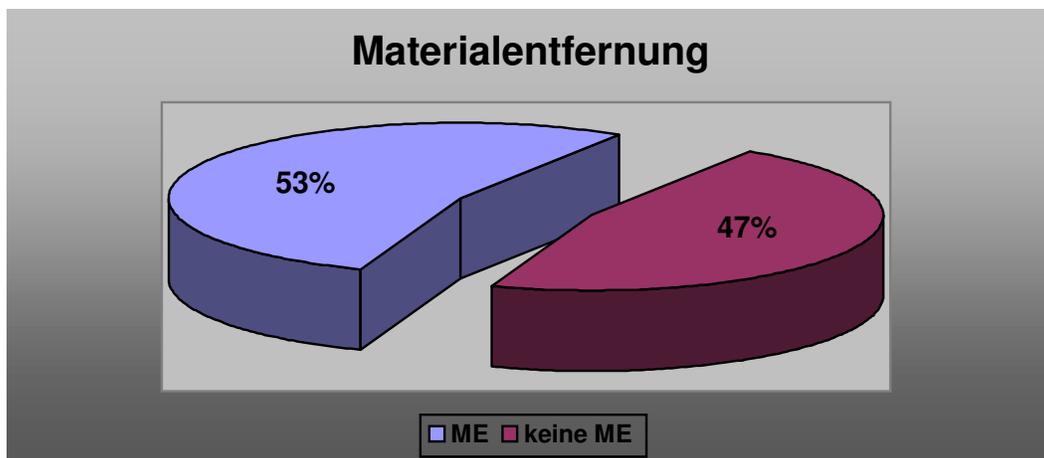


Abb. 50: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Materialentfernung

3.9.1 Okklusionsstörung nach der Materialentfernung

Bei 48 Patienten (90,6 %) wurde nach der Materialentfernung eine gute Okklusion festgestellt. In 5 Fällen (9,4 %) haben die Patienten eine leicht gestörte Okklusion beschrieben.

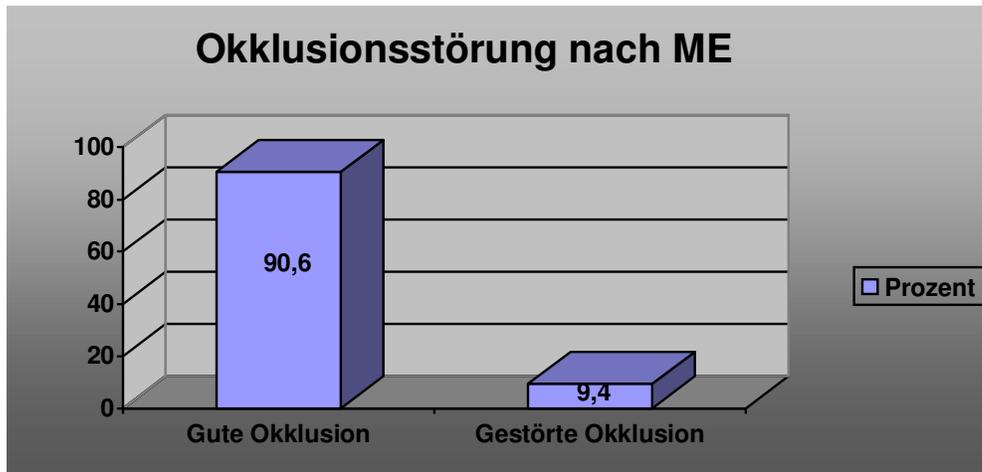


Abb. 51: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Okklusionsstörungen zum Zeitpunkt der ME

3.9.2 Sensibilitätsstörung nach der Materialentfernung

Bei 46 Patienten (86,8 %) lag gar keine Sensibilitätsstörung nach der Materialentfernung vor. In 6 Fällen (11,3 %) wurde über eine Hypästhesie berichtet. Ein Patient (1 %) klagte über eine Hypersthesie im Bereich des Nervus mentalis.

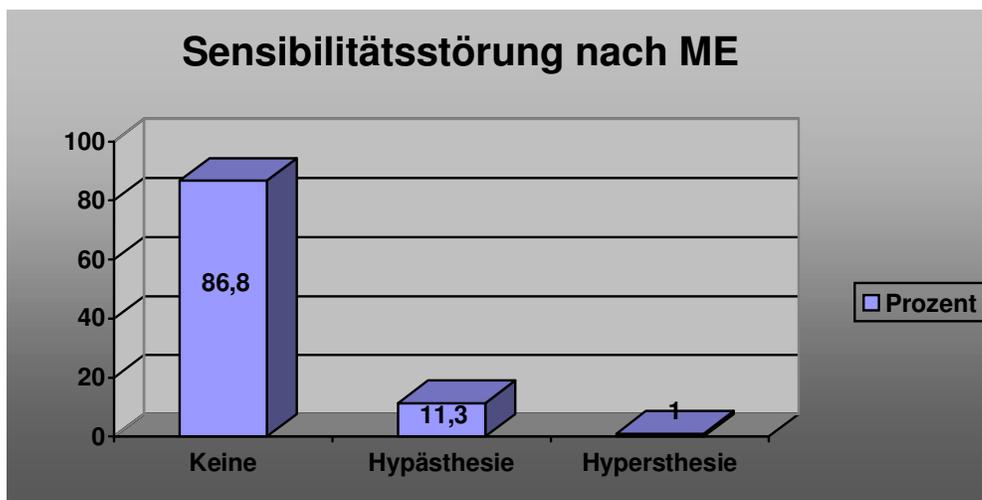


Abb. 52: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Sensibilitätsstörungen nach der ME

3.9.3 Knochenheilung bei ME

3.9.3.1 Röntgenologischer Befund bei ME

Bei 47 Patienten (88 %) war der röntgenologische Befund unauffällig. In 4 Fällen (8 %) war die Frakturlinie nur teilweise durchbaut. Zwei der Patientenaufnahmen (4%) waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht vorhanden.

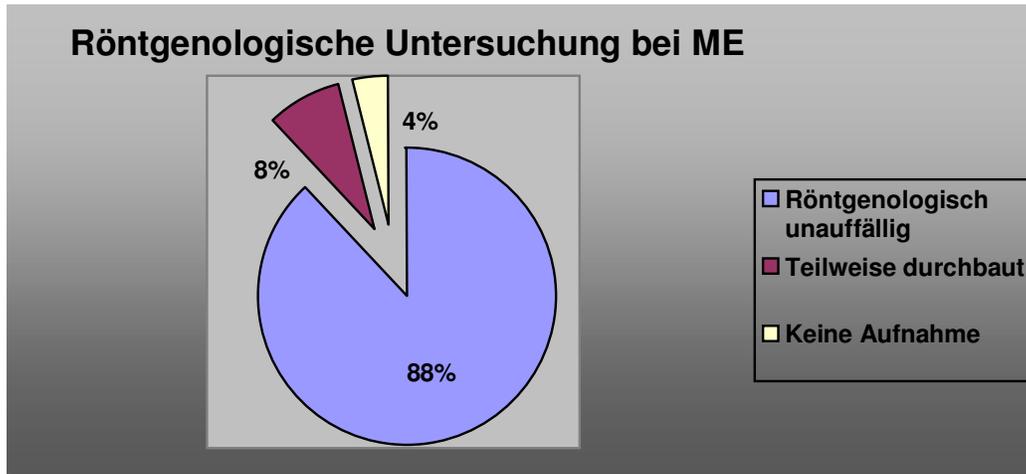


Abb. 53: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der röntgenologischen Befunden nach ME

3.9.3.2 Klinischer Befund intraoperativ bei ME

Bei 49 Patienten (92 %) stellten die Operateure während der ME klinisch keinen Befund. In 2 Fällen (4 %) wurde eine Infektion dokumentiert, verursacht durch exponierte Miniplatten. An einem Patienten (2 %) stellte der Operateur eine übermäßige Calcifizierung fest. In einem weiteren Fall (2 %) wurde die Frakturlinie teilweise bindegewebig ausgeheilt.

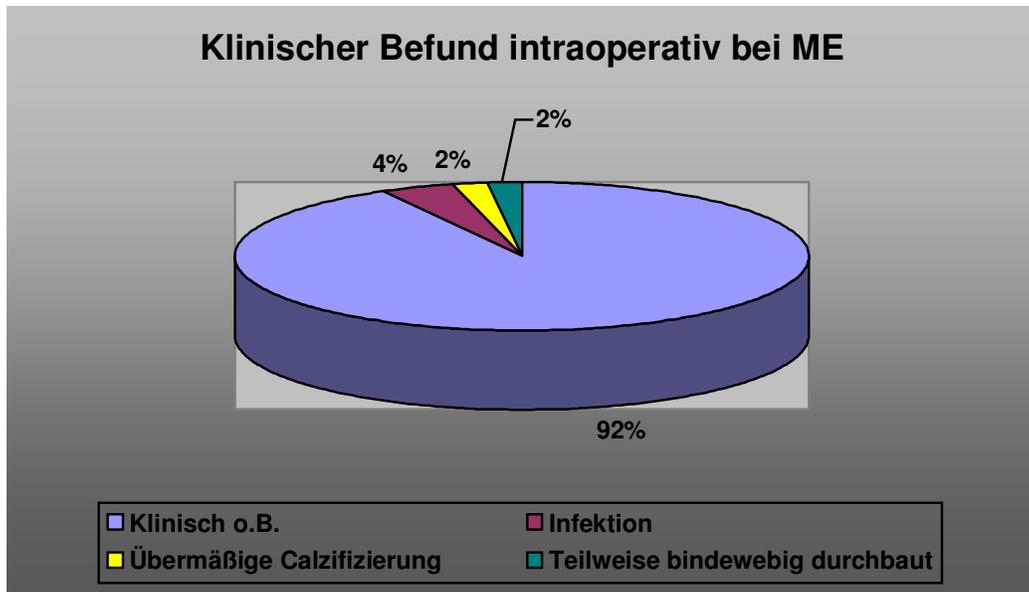


Abb. 54: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Befunden bei der ME

3.10 Klinische Nachuntersuchung

Zur klinischen Nachuntersuchung kamen 90 Patienten (88 %) unseren Patientenkollektivs. 13 Patienten (12 %) konnten wir leider nicht auffinden, was auch darin begründet sein darf, das es sich um den Großstadt-Ballungszentrum Hamburg handelt in dem unsere Studie stattfand, in dem bekanntlich eine hohe Fluktuationsrate herrscht was die Bevölkerung angeht.

66 Patienten (73,3 %) hatten auch in der klinischen Verlaufskontrolle keinerlei Befund im Zusammenhang mit der Kieferwinkelfraktur.

Der am häufigsten vorkommender Befund – bei 10 Patienten (11,1 %) – war die leichte Okklusionsstörung. Über eine noch vorhandene Hypästhesie klagten 8 Patienten (8,9 %). An 7 Fällen (7,8 %) lag noch eine leichte Schwellung am Operationsgebiet vor. Weitere 5 Patienten (5,5 %) meldeten leichte Kiefergelenksbeschwerden begleitet von leichter Einschränkung der Mundöffnung. An einem Patienten (1 %) wurde eine Fistel festgestellt mit Verdacht auf eine Bruchspaltosteomyelitis.

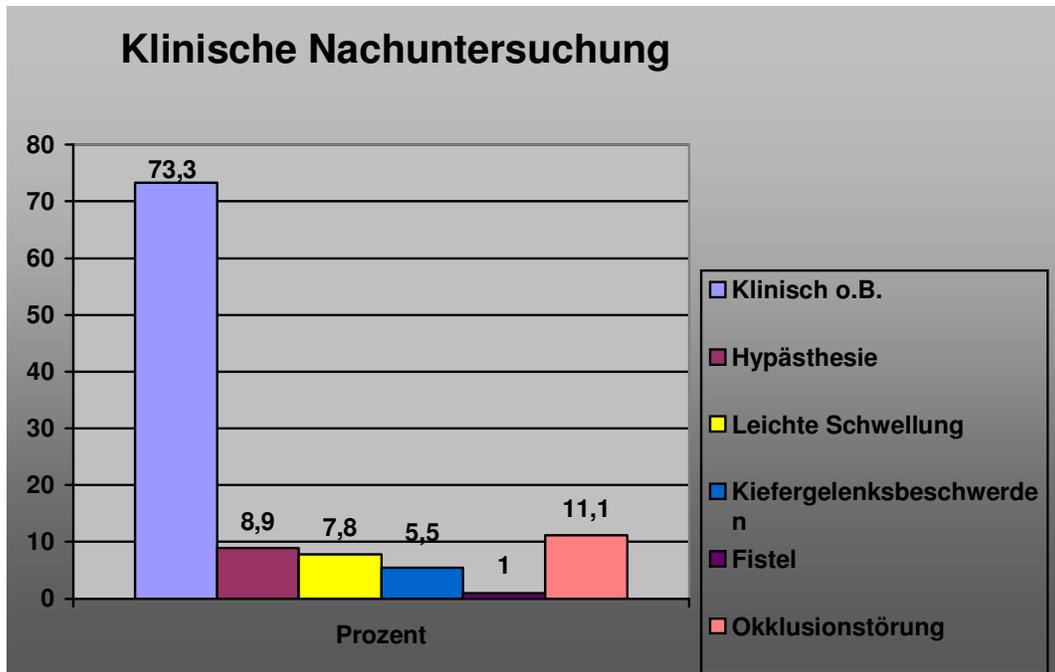


Abb. 55: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Nachuntersuchungsbefunde

3.11 Systemabhängige Befunde

3.11.1 Systeme und OP-Zugang

51 (51,5 %) Patienten wurden mit dem Synthes Osteosynthesystem versorgt. Bei 32 (32,3 %) davon erfolgte die Osteosynthese durch einen intraoralen Zugang. An den restlichen 19 (19,2 %) wählte man die Kombination von intraoralem und transbukkalen Zugang.

27 Patienten (27,3 %) wurden versorgt mit Leibinger Miniplatten. Bei 26 Fällen (26,3 %) wurde der intraorale Zugang gewählt. An ein einem Fall (1,0 %) lag die Kombination von intraoralen und transbukkalen Zugang vor.

Mit Mondeal Miniplatten wurden 11 Patienten (11,1 %) osteosynthetisch versorgt. 9 Patienten (9,1 %) durch intraoralen Zugang und 2 Patienten (2,0 %) durch die Kombination von intraoralen und transbukkalen Zugang.

Die restlichen Systeme wurden unter „Andere“ zusammengefasst um eine ausreichend große Gruppe zu bekommen, schließlich wird es benötigt aus statistischen Gründen, den nur so können etwaige Signifikanzen aufgedeckt werden.

Ergebnisse

10 Patienten (10,1 %) erhielten eine Versorgung durch eine Miniplatten-Osteosynthese der restlichen Systeme (Medartis, Medicon, Martin und Kombinationen von Systemen).

Bei 7 Fällen (7,1%) dieser Gruppe wurde der intraorale Zugang gewählt. An 3 Fällen (3,0 %) wurde das Operationsgebiet durch eine Kombination von intraoralen und transbukkalen Zugang erreicht.

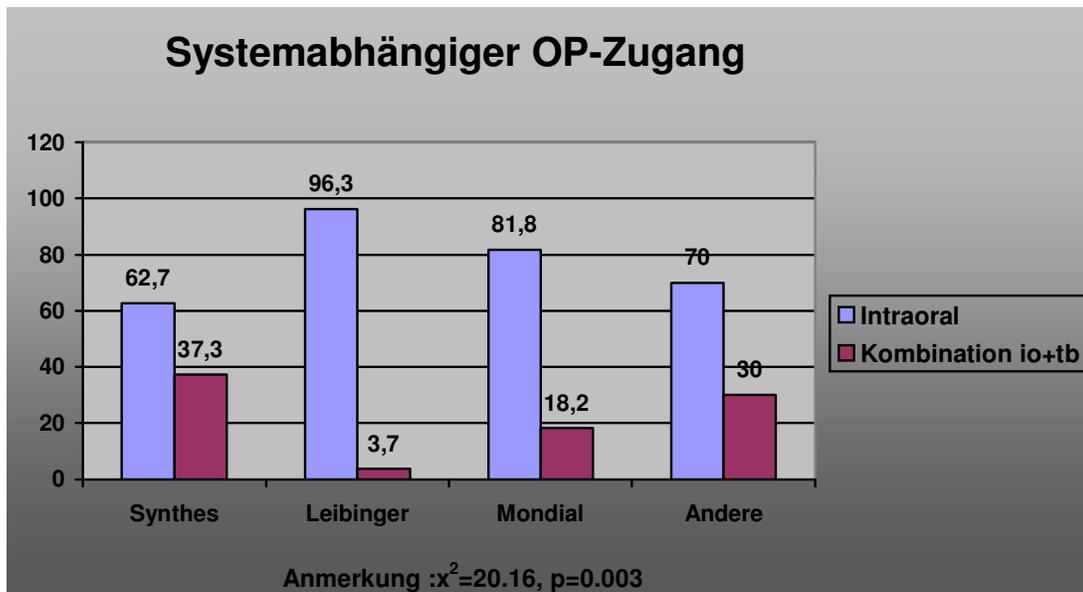


Abb. 56: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen OP-Zugänge

3.11.2 Systeme und Reposition der Frakturfragmente

An dieser Stelle wird die Reposition der Frakturfragmente ausgewertet in Abhängigkeit von den angewandten Systemen. Die Reposition galt als „Gut“ wenn die Frakturlinie sich röntgenologisch kleiner 2mm zeigte. Bei einer erweiterten Frakturlinie von mehr als 2mm, galt die Reposition der Frakturfragmente als „Nicht gut“.

42 Patienten (42,4 %) wurden mit dem System Synthes osteosynthetisch versorgt und die Reposition der Fragmente war „Gut“. In 9 Fällen (9,1 %) die ebenfalls mit Synthes verplattet wurden, war die Reposition „Nicht gut“.

Mit dem System Leibinger gelang die Reposition in 25 Fällen (25,3 %) „Gut“. An 2 Fällen (2,0 %) hingegen gelang die Reposition „Nicht gut“.

Ergebnisse

Mit dem Mondeal System osteosynthetisch versorgte Frakturen unterschieden sich bezüglich der Reposition der Frakturfragmente wie folgt: 7 Fälle (7,1 %) Reposition „Gut“, 4 Fälle (4,0 %) Reposition „Nicht gut“.

Bei den restlichen Systemen und Kombinationen derselben war die Reposition der Frakturfragmente in 8 Fällen (8,1 %) „Gut“, und in 2 Fällen (2,0 %) als „Nicht gut“ zu bezeichnen.

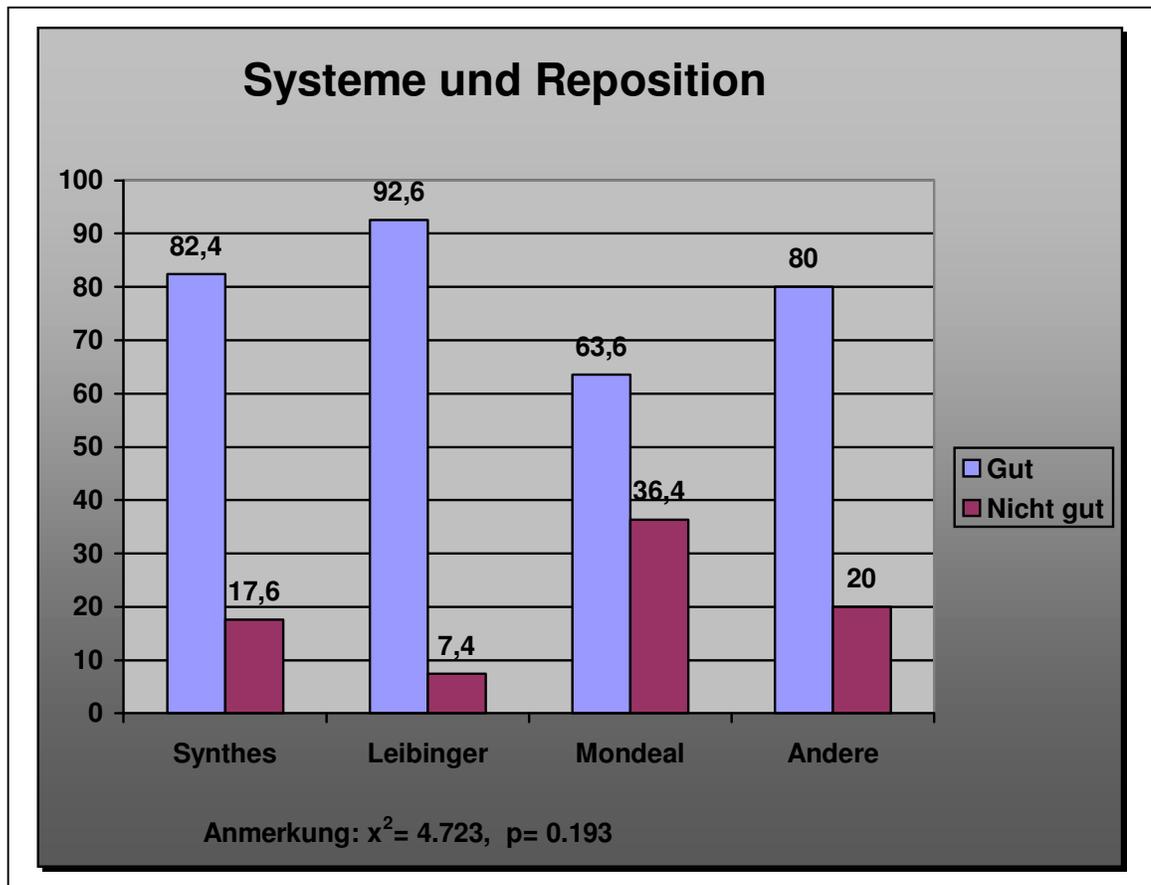


Abb. 57: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen Reposition der Frakturfragmente

3.11.3 Systeme und Anwendung (AO-Richtlinien)

Von den 51 Fällen (51,5 %) die mit dem Synthes Osteosystem system operativ versorgt wurden, entsprachen 33 Fälle (33,3 %) den AO-Richtlinien. Bei 18 Fälle (18,2 %) in denen das gleiche System zum Einsatz kam, war die Osteosynthese nicht AO-Richtlinien konform.

Ergebnisse

Bei den Kieferwinkelfrakturen die mit dem Leibinger System operativ versorgt wurden, sah das Ergebnis folgendermaßen aus: 26 Fälle (26,3 %) AO Konform und ein Fall (1,0 %) nicht AO Konform.

Mit Mondeal Miniplatten versorgte Kieferwinkelfrakturen teilten sich in 8 Fällen (8,1 %) die AO Konform verwendet wurden und in 3 Fällen (3,0 %) deren Anwendung nicht nach den AO-Richtlinien erfolgte.

Die unter „Andere“ geführte Systeme wies ein ähnliches Ergebnis auf und zwar 7 Fälle (7,1 %) nach AO-Richtlinien angewandt und 3 Fälle (3,0 %) in denen die Anwendung nicht AO Konform war.

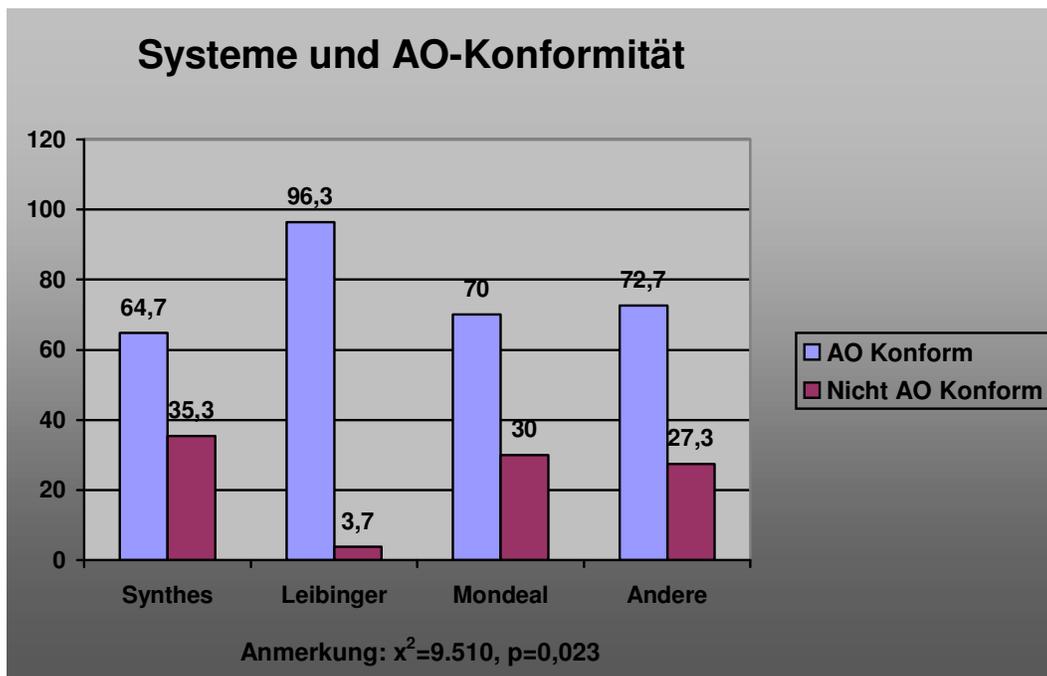


Abb. 58: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der AO-Konformität in Bezug auf die einzelne Systeme

3.11.4 Systeme und postoperative Okklusionsstörungen

Nachfolgend wurde die Systemabhängigkeit der postoperativen Okklusionsstörungen untersucht.

Von 51 Fällen (51,5 %) mit dem Synthes System osteosynthetisch versorgten Kieferwinkelfrakturen, wiesen 44 Patienten (44,4 %) keine Okklusionsstörungen auf. Bei 7 Patienten (7,1 %) traten auch postoperativ leichte Okklusionsstörungen auf.

Ergebnisse

Die 27 (27,3 %) mit dem Leibinger System versorgte Kieferwinkelfrakturen, teilten sich in 25 Fällen (25,3 %) ohne Okklusionsstörungen und 2 Fällen (2,0 %) mit leichten Okklusionsstörungen postoperativ auf.

11 Kieferwinkelfrakturen (11,1 %) wurden mit dem Mondeal Miniplattensystem operativ versorgt. Davon 7 (7,1 %) ohne Okklusionsstörungen postoperativ und 4 (4,0 %) mit leichten Okklusionsstörungen im postoperativen Verlauf.

Von den 10 (10,1 %) Frakturen die mit den unter „Anderen“ geführten Systemen versorgt wurden, wiesen 9 Fälle (9,1 %) keine Okklusionsstörungen aus, in einem Fall (1,0 %) hingegen wurden postoperativ leichte Okklusionsstörungen registriert.

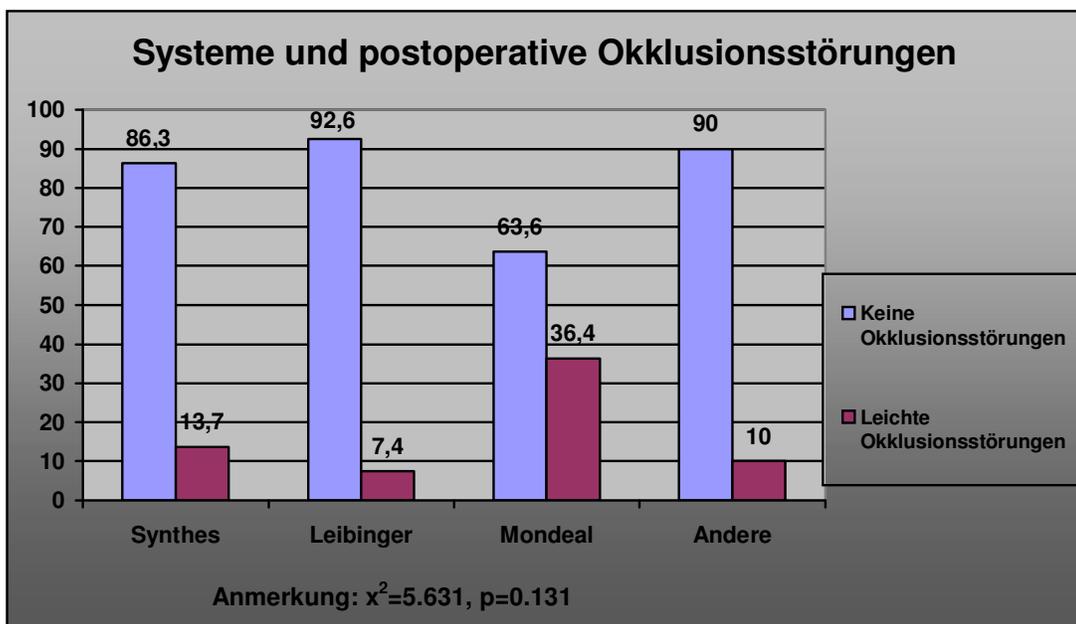


Abb. 59: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen postoperativen Okklusionsstörungen

Um diese Ergebnisse besser deuten zu können, ist auch die Ausgangssituation der jeweiligen Systeme erfasst worden, in Form der posttraumatischen Okklusionsstörungen aufgeschlüsselt nach den Systemen mit denen die Patienten anschließend operativ osteosynthetisch versorgt wurden.

Von 51 Patienten (51,5 %) die mit den Synthes Miniplatten osteosynthetisch versorgt wurden, hatten 17 Patienten (17,2 %) im Vorfeld keine Okklusionsstörungen. 34 Patienten (34,3 %) kamen mit Okklusionsstörungen in der OP.

Bei den 27 Patienten (27,3 %), die eine Osteosynthese mittels Leibinger Miniplatten erhielten, sah es präoperativ folgendermaßen aus: 16 Patienten (16,2 %) ohne Okklusionsstörung, 11 Patienten (11,1 %) mit Okklusionsstörung.

11 Fälle (11,1 %) wurden osteosynthetisch operativ versorgt mit dem Mondeal Miniplatten. In 2 Fällen (2,0 %) lag präoperativ keine Okklusionsstörung vor. In 9 Fällen (9,1 %) wurde bereits präoperativ eine Okklusionsstörung dokumentiert.

10 Patienten (10,1 %) wurden mit den unter „Anderen“ geführten Mini Plattensystemen versorgt. 3 Fälle (3,0 %) wiesen präoperativ keine Okklusionsstörung aus. In 7 Fällen (7,1 %) traten die Okklusionsstörungen bereits posttraumatisch auf.

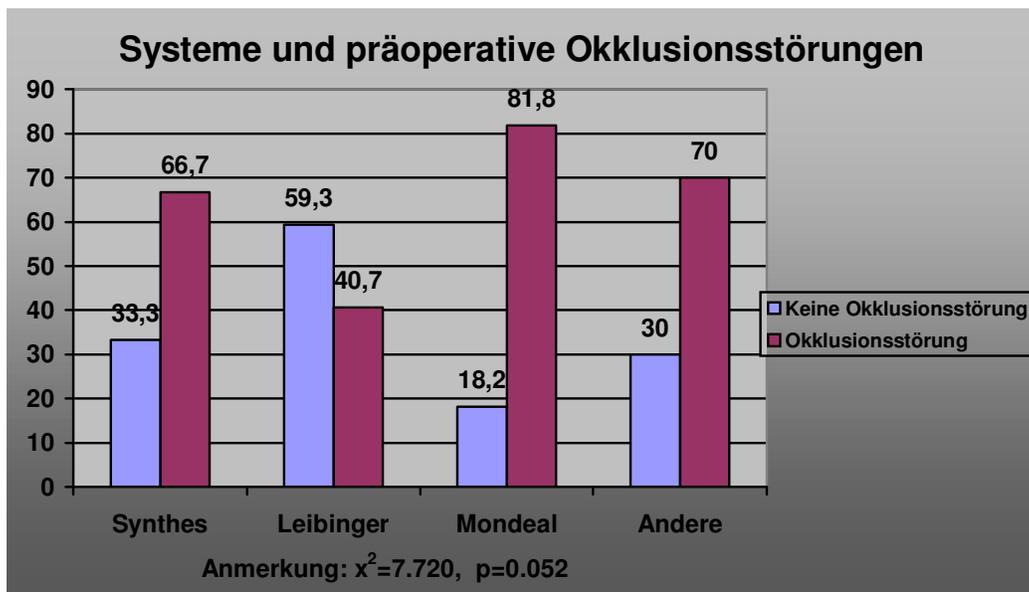


Abb. 60: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen präoperativen Okklusionsstörungen

3.11.5 Systeme und Sensibilitätsstörungen prä- und postoperativ

Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen den angewandten Systemen und vorliegende Sensibilitätsstörungen zu untersuchen, wurden die Sensibilitätsstörungen zusammengefasst in „Sensibilitätsstörung vorhanden“ und in „Keine Sensibilitätsstörung“. Es wurden auch die präoperativen Sensibilitätsstörungen systemabhängig aufgeschlüsselt, um das Ergebnis – systemabhängige postoperative Sensibilitätsstörungen- vom Ausgangsbefund zu bereinigen.

Mit dem Synthes-System versorgte Patienten hatten präoperativ 23 (23,2 %) keinerlei Sensibilitätsstörungen. Bei 28 Fällen (28,3 %) wurde bereits präoperativ eine Sensibilitätsstörung registriert.

Ergebnisse

Von den Patienten die mit dem Leibinger System osteosynthetisch versorgt wurden, berichteten 21 (21,2 %) präoperativ über keinerlei Sensibilitätsstörung, weitere 6 (6,1 %) aber litten schon posttraumatisch an eine Sensibilitätsstörung.

Mit dem Mondeal Miniplattensystem versorgte Patienten wiesen zu 9 Fällen (9,1 %) präoperativ keinerlei Sensibilitätsstörungen aus, während zu 2 Fällen (2,0 %) bereits präoperativ Sensibilitätsstörungen dokumentiert wurden.

Bei den unter „Andere“ geführten Systemen sah das folgend aus: 6 Patienten (6,1 %) hatten präoperativ keinerlei Sensibilitätsstörungen, 4 Patienten (4,0 %) brachten Sensibilitätsstörungen in das operative Geschehen mit ein.

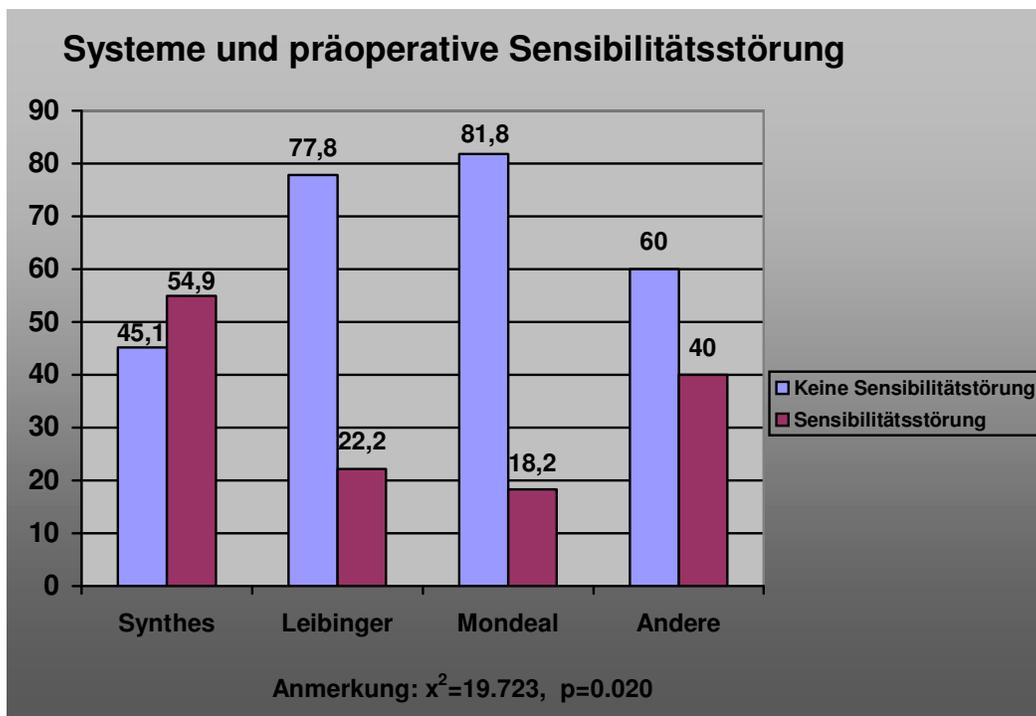


Abb. 61: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen präoperativen Sensibilitätsstörungen

Bei der postoperativen Betrachtung der Sensibilitätsstörung zeigt sich folgendes:
Synthes: 30 Fälle (30,3 %) ohne Sensibilitätsstörung, 21 Fälle (21,2 %) mit leichten Sensibilitätsstörungen.

Leibinger: 25 Fälle (25,3 %) ohne Sensibilitätsstörung, 2 Fälle (2,0 %) mit leichten Sensibilitätsstörungen.

Mondeal: 9 Fälle (9,1 %) ohne Sensibilitätsstörung, 2 Fälle (2,0 %) mit leichten Sensibilitätsstörungen

Andere: 6 Fälle (6,1 %) ohne Sensibilitätsstörungen, 4 Fälle (4,0 %) mit leichten Sensibilitätsstörungen.

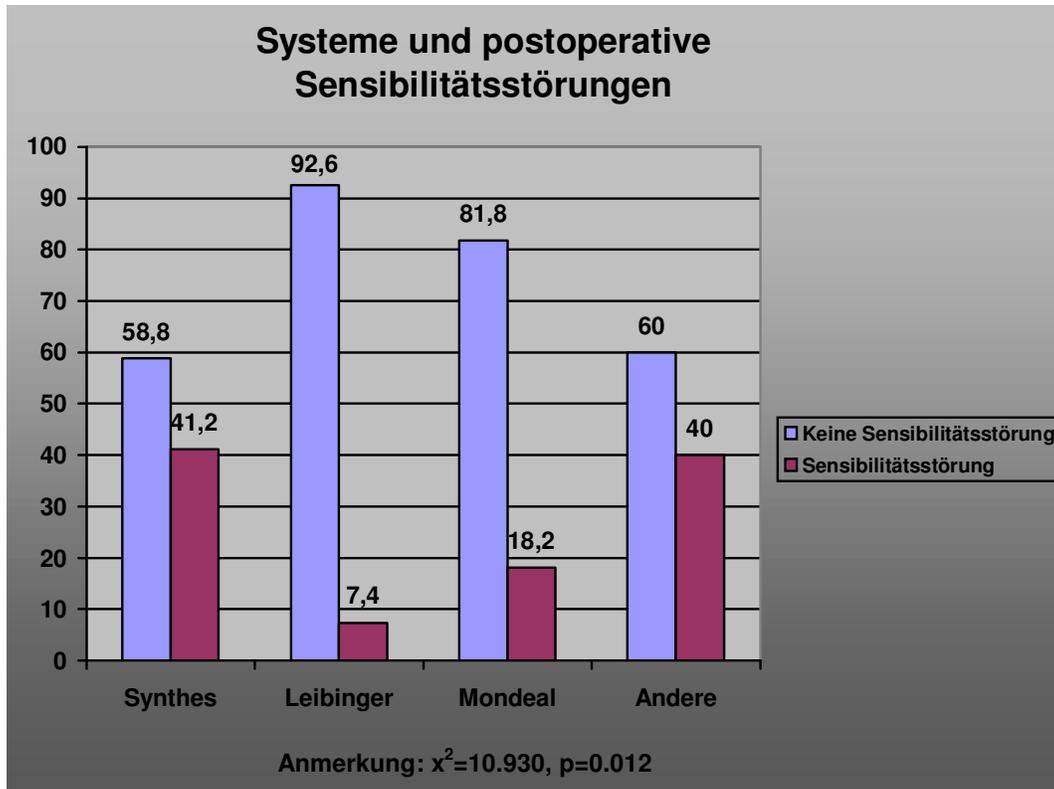


Abb. 62: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängigen postoperativen Sensibilitätsstörungen

3.11.6 Systeme und Dislokation der Frakturfragmente

Um die Ergebnisse der unterschiedlichen Miniplattensysteme besser einordnen zu können, muss auch deren Anwendung bezüglich des Schweregrades der Kieferwinkelfraktur unterschieden werden. Ein guter Indikator für die Komplexität der Fraktur ist unter anderem die Dislokation der Frakturfragmente. In unserer Studie haben wir die Kieferwinkelfrakturen unterteilt in : Dislokation kleiner versus größer als 2mm. Bei den einzelnen Systemen sah es folgendermaßen aus:

Synthes Miniplattensystem: 51 Patienten (51,1 %) insgesamt. Bei 37 Patienten (37,4 %) war die Dislokation der Frakturfragmente kleiner als 2mm. In 14 Fällen (14,1 %) war die Dislokation größer als 2mm.

Ergebnisse

Leibinger Miniplattensystem: 27 Patienten (27,3 %) insgesamt. Bei 24 Patienten (24,2 %) dieser Gruppe war die Dislokation der Frakturfragmente kleiner als 2mm. In 3 Fällen (3,0 %) waren die Frakturfragmenten um mehr als 2mm disloziert.

Mondeal Miniplatten System: 11 Patienten (11,1 %) insgesamt. Bei 8 Patienten (8,1 %) wurde eine geringe Dislokation, kleiner als 2mm festgestellt. In 3 Fällen (3,0 %) wurde die Dislokation der Frakturfragmente mit einer Größe von mehr als 2mm beschrieben.

„Andere“ Miniplatten Systeme: 10 Patienten (10,1 %) insgesamt. Bei 3 Patienten (3,0 %) dieser Gruppe, war die Dislokation der Frakturfragmente als gering einzustufen (kleiner als 2mm). In 7 Fällen (7,1 %) war die Fraktur als stark disloziert dokumentiert (Dislokation größer als 2mm).

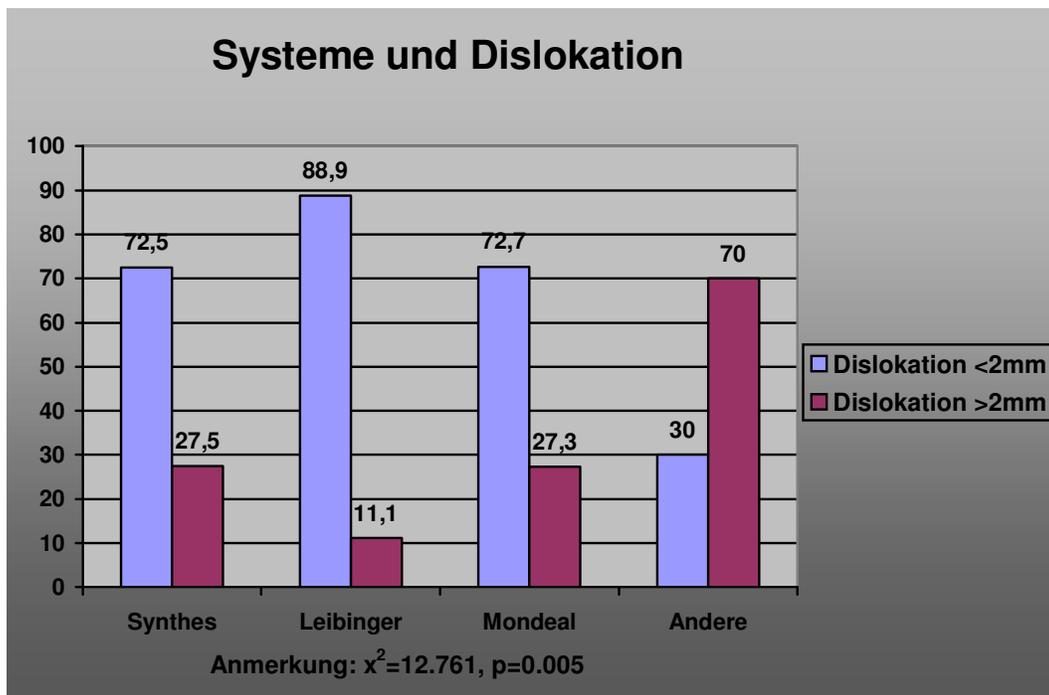


Abb. 63: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der systemabhängige Dislokation der Frakturfragmente

3.11.7 Systeme und Mobilität der Frakturfragmente

Es wurde im Folgenden untersucht, wie die Verteilung der Kieferwinkelfrakturen im Bezug auf die Mobilität der Frakturfragmente bei den unterschiedlichen Systemen erfolgt.

Ergebnisse

Von 51 (51,5 %), Patienten die mit dem Synthes Miniplattensystem osteosynthetisch versorgt wurden, wiesen 49 Patienten (49,5 %) keine bis leichte Mobilität der Frakturfragmente auf. In 2 Fällen (2,0 %) war die Mobilität der Frakturfragmente deutlich ausgeprägt.

27 Patienten (27,3 %) wurden mit dem Leibinger Miniplattensystem operativ versorgt und keiner davon wies eine erhöhte Mobilität der Fragmente auf.

Die 11 (11,1 %) mit dem Mondeal Miniplattensystem versorgten Patienten, teilten sich wie folgt auf: 10 Fälle (10,1 %) mit kaum spürbare Mobilität der Frakturfragmente und ein Fall (1,0 %) mit deutlicher Mobilität der Fragmenten.

Die mit den unter „Andere“ bezeichnet Miniplattensystemen versorgte Patienten (10,1 %), zeigten folgende Verteilung auf: 6 Fälle (6,1 %) ohne erkennbare Mobilität der Frakturfragmente, und 4 Fälle (4,0 %) mit deutlich ausgeprägter Mobilität der Fragmente.

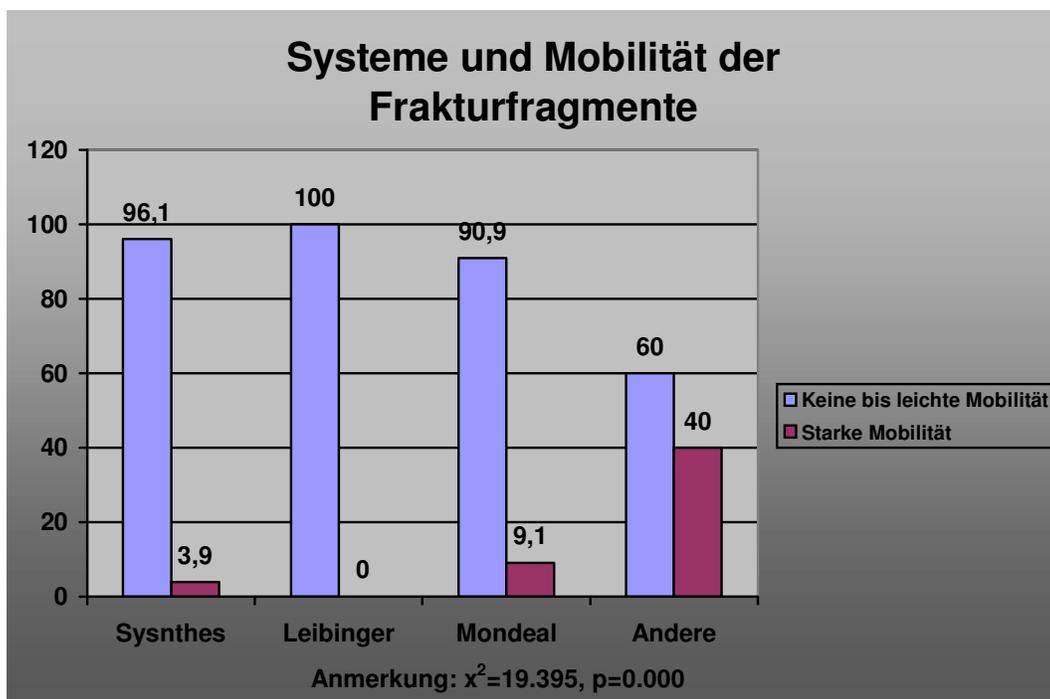


Abb. 64: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Systeme in Bezug auf die Mobilität der Fragmente

3.11.8 Systeme und Befunde bei der klinische Nachuntersuchung

In der klinischen Nachuntersuchung gab es eine Vielfalt an Befunden. Für die statistische Untersuchung war es nötig diese zusammenzufassen. Es wurde im Folgenden das Vorkommen von klinischen Befunden in der Nachuntersuchung systemspezifisch erfasst, ohne diese näher zu verifizieren. Die Gesamtzahl des Patientenkollektivs war in dieser Untersuchung 86 (n=86).

44 Patienten (51,2 %), die in der klinischen Nachuntersuchung erfasst wurden, hatten Kieferwinkelfrakturen die osteosynthetisch mit dem Synthes System operativ versorgt waren. In 30 Fällen (34,9 %) waren keine Befunde registriert. In 14 Fällen (16,3 %) wurden in der Nachuntersuchung Befunde dokumentiert.

Mit dem Leibinger System wurden 24 Patienten (27,9 %) versorgt. Bei 17 Fällen (19,8 %) kamen zur Nachuntersuchung keine Befunde hervor. In 7 Fällen (8,1 %) wurden Befunde beschrieben.

9 Patienten (10,5 %) wurden mit Mondeal Miniplatten osteosynthetisch versorgt und keiner davon hatte in der klinischen Nachuntersuchung einen Befund vorzuweisen.

Mit den unter „Andere“ geführten Systemen, wurden 9 Patienten (10,5 %) operativ versorgt. In 5 Fällen (5,8 %) war die klinische Nachuntersuchung ohne Befund. Bei 4 Fällen (4,7 %) ergab die klinische Nachuntersuchung Befunde.

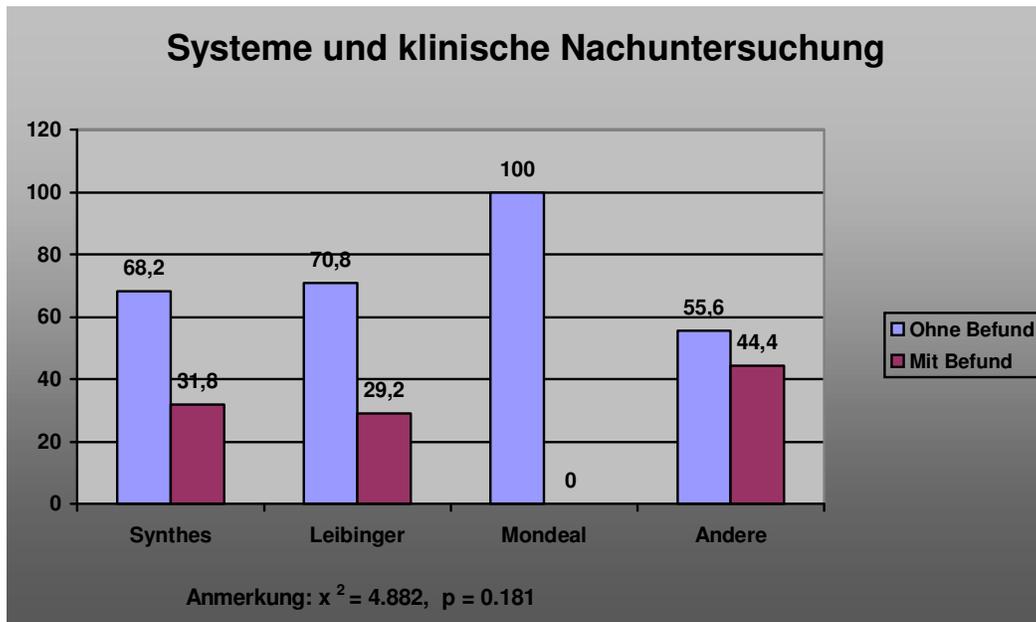


Abb. 65: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der klinischen Nachuntersuchungsbefunde in Bezug auf die einzelne Systeme

4 Diskussion

Die vorliegende Studie zeigt die Auswertung der Ergebnisse einer Nachuntersuchung von 103 Patienten, bei denen eine Kieferwinkelfraktur im Zeitraum 01.01.2004-31.12.2006 in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf, diagnostiziert wurde. Die Versorgung erfolgte in der Regel chirurgisch mittels Osteosynthese, wobei Miniplatten mehrerer Hersteller zur Anwendung kamen. In 4 Fällen erfolgte die Frakturversorgung rein konservativ mittels MMF zur Ruhigstellung der Frakturfragmente. Ziel der Untersuchung war, die Therapieergebnisse auszuwerten und zu prüfen, ob die Wahl des geeignetsten Behandlungsverfahrens optimiert werden kann.

Gewalteinwirkungen auf den Unterkiefer führen zu Frakturen in den Bereichen seiner Schwachpunkte. Zu diesen zählen mit abnehmender Wahrscheinlichkeit die Kieferwinkel, mit oder ohne retinierte Zähne, die Gelenkfortsätze, die Sympheseregion und Bereiche mit langen Wurzeln (z.B. Eckzahnregion).

Bei der Auswertung der Studiendaten wurde deutlich, dass Männer (91%) mit einer Kieferwinkelfraktur neun mal häufiger versorgt wurden als Frauen (9%). Der ermittelte Überhang männlicher Patienten ist auch bei sämtlichen anderen Autoren feststellbar (s. Tabelle).

Geschlechtsverteilung			
Autor	Jahr	Männlich	Weiblich
Iizuka	1992	88 %	12 %
Ellis III	1999	80 %	20 %
Moreno	2000	84 %	16 %
Ellis III	2002	82 %	18 %
Siddiqui	2006	88 %	12 %
Pape	1994	84 %	16 %

Tab. 1: Geschlechtsverteilung

Bei der Altersverteilung des Patientenkollektivs gibt es ähnliche Übereinstimmungen mit der einschlägigen Literatur. In unserer Studie betrug das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Versorgung (chirurgische oder konservative) 29 Jahre bei einem Median von 26 Jahre. Der jüngste Patient war erst 8 Jahre alt, der älteste hingegen 83 Jahre alt. 77% des Patientengutes waren zum Zeitpunkt der Versorgung jünger als 33 Jahre alt. In der Studie von ELLIS III (2002), lag das Durchschnittsalter der Patienten bei 28 Jahre [38]. In der Studie von MORENO (2000), betrug das Durchschnittsalter ebenfalls 29 Jahre, obwohl hier noch erwähnt werden sollte, dass es sich um eine Studie über Unterkieferfrakturen handelte und nicht wie in unseren Fall, speziell nur Kieferwinkelfrakturen in der Studie aufgenommen wurden [45].

Das Suchtverhalten der Patienten bezüglich Nikotin war sehr hoch (40% Raucher). Weitere 13% gaben an, regelmäßig Nikotin und Alkohol zu konsumieren. Bei zwei Patienten lag eine Polytoxikomanie vor. Anhand der Aussage verschiedener Autoren sind Patienten mit erhöhtem Nikotin- und Alkoholkonsum überproportional häufig von schwerwiegenden Komplikationen betroffen [11,82,56]. Bei der Studie von ELLIS III und WALKER stellte sich heraus das die Komplikationsrate bei vorliegendem Drogenabusus bei 30% lag, im Gegensatz hierzu steht eine Komplikationsrate von 6% bei Patienten ohne Risikofaktoren [11]. Ähnliche Ergebnisse bezüglich der Komplikationsrate und Drogenabusus lieferte auch die Studie von PASSERI et al.(1993), hier zeigte sich eine Verteilung der Komplikationen auf die Gruppen die intravenöse Drogen, orale Drogen, Alkohol und keine Drogen konsumierten von 30%, 19%, 15%, und 6% jeweils [84]. Eine bessere Wundheilung könnte bei diesen Patienten mit einem generellen Alkohol- und Nikotinverbot erreicht werden. Die mangelnde Compliance der Patienten und mögliche Entzugssymptome beeinträchtigen dieses Procedere erheblich.

Die Osteosynthese erfolgte in 68% der Fälle bei einem vollbezahnten Kiefer, in 31% der Patienten lag ein Lückengebiss bzw ein Restbezahnung vor. Nur ein Patient (1%) war zahnlos. Eine gleichwertige Patientenverteilung zeigte sich auch in den Studien von ELLIS und GRAHAM aus dem Jahre 2002 und GABRIELLI aus dem Jahre 2003 [83,38].

Als Unfallursache gaben 63% der Patienten ein Rohheitsdelikt an, was in der Regel auf eine Schlägerei im alkoholisiertem Zustand zurückzuführen war. An zweiter Stelle mit

Diskussion

16% kam der Sportunfall als Frakturursache vor. Bei 8% der untersuchten Kieferwinkelfrakturen wurde der Unfall in häuslicher Umgebung als Ursache angegeben. An einer idiopathischen Kieferwinkelfraktur litten 7% des Patientenkollektivs. Hierzu muss noch erwähnt werden, dass die Mehrzahl der dokumentierten idiopathischen Frakturen in Zusammenhang mit einer Extraktion des dritten Molaren zu sehen sind. Durch die Lokalanästhesie spüren die Patienten während der Extraktion nichts. Die anschließend auftretenden Beschwerden sind anfänglich schwer von den Wundschmerzen zu unterscheiden, insofern ist es nicht leicht zwischen einer iatrogen verursachten und einer pathologischen Kieferwinkelfraktur zu unterscheiden. Durch Verkehrsunfälle zogen sich 5% der Patienten eine Kieferwinkelfraktur zu. In der vorliegenden Studie war der Arbeitsunfall bei 2% der Fälle die Frakturursache. Die Unfallursachen sind in der Literatur verhältnismäßig gleichwertig angegeben insofern die Studien auch in ein Ballungszentrum durchgeführt wurden [6,82]. Die Verteilung der Unfallursache bei Unterkieferfrakturen in ländlicheren Gebieten gestaltet sich unterschiedlich. Hier sind die Verkehrsunfälle (ca. 20% inklusive Fahrradunfälle) stärker gewichtet und stellen mit Rohheitsdelikten (ca. 20%) und Stürzen (ebenfalls ca. 20%) gleichermaßen die Mehrheit der Frakturursachen da [63].

Die Auswertung der Frakturlokalisierung ergab, dass es sich bei der Mehrzahl der Frakturen um isolierte Kieferwinkelbrüche handelt (62% v.G.). Davon entfiel der größte Teil auf linkseitige Frakturen, bedingt durch den überwiegenden Anteil der von Rechtshänden durchgeführten Faustschläge (61:39% der isolierten Kieferwinkelfrakturen). Nur 5% waren beidseitig lokalisiert. In etwa 38% der Fälle bestanden kontralaterale Begleitverletzungen wie Korpus- und Kollumfrakturen. In anderen Studien sind die Ergebnisse ähnlich was sowohl die Verteilung der einseitigen Kieferwinkelfrakturen auf die linke und rechte Seite angeht als auch die Verteilung der Frakturen was kontralateralen Begleitverletzungen angeht [61,82].

In 26% der Fälle fand sich in dem Patientenkollektiv der Studie eine Dislokation der Frakturfragmente von >2mm. In den Untersuchungen von ELLIS III, POTTER und DODSON sind keine Angaben über vorhandene Dislokationen zu finden [11,7,52]. In der Studie von IIZUKA liegen Angaben über die Dislokation der Fragmente vor, 32% der Untersuchten Kieferwinkelfrakturen wiesen eine Dislokation der Frakturfragmente über 5mm auf [0]. Sicherlich ist die Dislokation der Frakturfragmente ein wichtiges

Indiz für den Schweregrad der Fraktur. Um die Qualität der Reposition der Frakturfragmente in der Osteosynthese beurteilen zu können, müsste auch die Ausgangsposition relativiert werden hinsichtlich der Komplexität der zu versorgende Fraktur.

Insgesamt lagen bei 80% der Fälle Zähne im Bruchspalt vor, die bei 37% des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der chirurgischen Versorgung mittels Osteosynthese entfernt wurden. Bei 48 % der Fälle wurden die Zähne belassen und zu keinem Zeitpunkt des Untersuchungszeitraums entfernt, weil keinerlei Komplikationen auftraten. In 2% des Patientenkollektivs traten Komplikationen auf und die Zähne mussten nach der Operation extrahiert werden. In 14 % der Fälle wurde die Extraktion zum Zeitpunkt der Materialentfernung vorgenommen. Es gibt keine standardisierte Vorgehensweise für die Zähne im Bruchspalt. Die Frakturlinie und die Relation der Zähne im Bruchspalt dazu ist in jeder Kieferwinkelfraktur sehr individuell dargestellt. In Abhängigkeit davon muss auch die Entscheidung für eine Extraktion und für den Extraktionszeitpunkt individuell vom Operateur getroffen werden. Die Vorgehensweise für die Zähne im Bruchspalt wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In der Vergleichsstudie von ELLIS III, konnte kein Zusammenhang zwischen einer erhöhten Komplikationsrate und der Entfernung der Zähne aufgezeigt werden[38]. Allerdings in der Studie von ELLIS III und WALKER ist bei den Ergebnissen verdeutlicht worden, das bei 12 von 14 infizierten Kieferwinkelfrakturen mit einem Zahn im Bruchspalt, der Zahn zum Zeitpunkt der Osteosynthese entfernt worden ist [11]. GABRIELLI et al. hingegen sprechen sich für eine Entfernung aller Zähne im Bruchspalt aus [83]. Da bei unseren Untersuchungen lediglich in 2 von 49 Fällen postoperativ leichte Infektionen auftraten und die Zähne dann in einem zweiten Eingriff unter örtlicher Anästhesie entfernt wurden, scheint es die Zähne im Bruchspalt vorerst zu belassen vertretbar.

In der vorliegenden Studie kamen hauptsächlich Miniplatten 2.0, unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. In 69% der Fälle wurden die Kieferwinkelfrakturen mit nur einer Miniplatte versorgt. Bei 27% der Patienten wurden zwei Miniplatten pro Kieferwinkel angewandt. In 68% der Miniplatten hatten auch diese sechs Löcher, was auch in Übereinstimmung ist mit den AO-Richtlinien, in denen gefordert wird, die Kieferwinkelfraktur mit eine 6-Loch Platte zu versorgen wobei jeweils 3-Löcher distal des Frakturspaltes und 3-Löcher median der selben liegen sollen und mit der selben Anzahl von monokortikalen Schrauben fixiert werden. Ferner soll die Miniplatte

biplanar angebracht werden um Torsionskräfte aufnehmen zu können. In der einschlägigen Literatur sind keine Angaben über die Qualität der Ausführung von den unterschiedlichen osteosynthetischen Verfahren zu finden [7,11,0,45,27].

Es ist aber nicht möglich, Methoden zu vergleichen, ohne deren richtige Umsetzung zu prüfen. Es wurde in unseren Ergebnissen deutlich, dass während man die postoperative Frakturfragmentstellung röntgenologisch betrachtet in 83% der Fälle eine gute Reposition erreicht wurde und bei 17% der Kieferwinkelfrakturen stellte sich ein erweiterter Frakturspalt dar. Werden einzeln die Frakturen die nach AO-Richtlinien osteosynthetisch versorgt wurden betrachtet, wird festgestellt, dass nur 8 (10.4%) von insgesamt 77 Frakturen einen erweiterten Spalt aufweisen. Bei den Kieferwinkelfrakturen, die nicht nach AO-Richtlinien osteosynthetisch versorgt wurden sind es 9 (36%) von insgesamt 25 Frakturen die einen Spalt über 2mm röntgenologisch aufweisen. Bezüglich dieser Problematik muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf eine universitäre Ausbildungsstätte ist und somit viele Operateure mit breit gestreutem Erfahrungsschatz in dem Feld tätig werden. In den Zeitraum der Studie haben 12 Operateure die Patienten mit Kieferwinkelfrakturen osteosynthetisch versorgt. Die operateurbedingte Varianzen haben sicherlich auch Einfluss auf die Ergebnisse.

ELLIS III und WALKER unterteilen die Komplikationen in minor und major Komplikationen. Zu den minor Komplikationen zählen z.B. Wunddehiszenz und Infektionen, die durch geeignete Behandlungen wie beispielsweise Wundspülungen zu einer Wundheilung führen. Major Komplikationen sind charakterisiert als Frakturheilungsstörungen, die eine Reosteosynthese erfordern [11]. In unserer Studie traten in 5% der Fälle minor Komplikationen auf (z.B. Weichteilinfektionen), aus denen eine vollständige Heilung durch Hygienemaßnahmen resultierte. Bis auf zwei Patienten, die ausschließlich postoperativ antibiotisch abgedeckt wurden, erhielten 98% der Patienten eine perioperative Antibiose. Bei 95% der Patienten traten postoperativ keine Infektionen auf. Dies zeigt, dass die perioperative Antibiose zur Vorbeugung von Infektionen berechtigt scheint. Bei einem Patienten wurde aufgrund einer verspäteten Infektion eine frühzeitige Materialentfernung vorgenommen. Bei 4% der Fälle traten major Komplikationen auf, die eine Materialentfernung mit anschließender Reosteosynthese erforderten. Bei ELLIS III und WALKER infizierten sich 25% der

Kieferwinkelfrakturen und bei 23% erfolgte eine frühzeitige Materialentfernung ohne Reosteosynthese. In 7% der Fälle erfolgte nach der chirurgischen Behandlung der Infektion eine geschlossene Heilung durch MMF. ELLIS III und WALKER applizierten postoperativ bei keinem Patienten eine MMF, sie erlaubten den Patienten eine sofortige Belastung[11]. Das mag ein weiterer Grund zu sein für die hohe Anzahl an mobilen Frakturen (7% v.G.) zum Zeitpunkt der Materialentfernung. Nach der MMF (2 bis 4 Wochen Tragezeit) beobachteten sie eine knöcherne Durchbauung des Frakturspaltes. Den Angaben der Komplikationsraten in der Literatur (3,9% bis 0,9%) liegt keine einheitliche Definition zugrunde, so dass ein direkter Vergleich nicht möglich ist. So Unterteilen beispielsweise GABRIELLI et al.(2003) auftretende Komplikationen in Weichgewebeeinfektionen (18,98%) und Knocheninfektionen (7,59%) [83].

In unserer Studie wurde bei 96% der Patienten eine MMF vorgenommen, in 4% des Patientenkollektivs war dies die einzige Maßnahme zur Stabilisierung der Fraktur. In 92% der Fälle erfolgte sie somit zusätzlich zur osteosynthetischen Versorgung mittels 2.0 Miniplatten. In etlichen Studien wurde die konservative Behandlung der Unterkieferfrakturen mit der chirurgischen Versorgung mittels Miniplattenosteosynthese verglichen [7,49,45,27]. Es konnte kein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden bezüglich der Komplikationen. So stellt sich die Frage, ob eine MMF mittels Schienung zusätzlich zur Miniplattenosteosynthese postoperativ erfolgen muss. Zur Okklusionseinstellung könnte auch eine MMF mittels transgingivaler Schrauben und Fixation durch Drähte intraoperativ erfolgen. Es sollte beachtet werden, das eine DBKS einen Operateur ca. 40 min. bindet, was z.B. für das Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf einen Kostenfaktor von ca. 450,- Euro bedeutet. Ferner erleiden die Patienten durch das Tragen der Schiene Schäden an Zähnen und Paradontium. In 12% der Fälle blieb die Schiene länger als 28 Tage angebracht, was auch sicherlich darin begründet war, das die Patienten nicht zu den vorgegebenen Kontrolluntersuchungen erschienen. Die mangelnde Compliance der Patienten hat auch in Bezug auf die MMF gravierende Nachteile. Es stellt sich auch die Frage, ob die Kiefergelenksbeschwerden bei 5,5% der Fälle, die bei der klinischen Nachuntersuchung dokumentiert wurden auch mit der Tragedauer der MMF in Verbindung zu bringen sind.

In 87% der Fälle stellte sich nach der Osteosynthese wieder eine regelrechte Okklusion ein. Bei 13% der Patienten war die Okklusion noch leicht gestört, was durch einfache

Einschleifmaßnahmen zu beheben wäre. Zum Zeitpunkt der Materialentfernung (während des Studienzeitraums erfolgte die Materialentfernung bei 53% der Fälle) wurden aber immer noch 9% der Fälle mit leichten Okklusionsstörungen dokumentiert. Das lässt darauf schließen, dass zum Einem die Compliance des Patientenkollektivs mangelhaft ist, und zum anderem die Aufklärung der Patienten, Ihren Zahnarzt zu Besuchen zwecks Okklusionseinstellung noch ausbaufähig scheint.

Die schwierigste Osteosynthese im Unterkiefer stellt die Versorgung einer Kieferwinkelfraktur dar, die die höchste Komplikationsrate verzeichnet [21,50]. Dies kann mit der dort lokalisierten Muskelschlinge und damit erhöhten Zugkraft begründet werden. Bereits 1975 beschrieb CHAMPY eine Methode zur Überspannung der Kieferwinkelfraktur (bukkal oder lingual in Höhe der Linea obliqua), um dieser Problematik entgegen zu wirken [9]. 1991 konnten KROON und Mitarbeiter in einem einfachen dreidimensionalen Modellversuch Abweichungen in der bis dahin bekannten Biodynamik des Unterkiefers beobachten [85]. Bei Fixation einer Miniplatte in Höhe der Linea obliqua konnte bei Kieferwinkelosteotomien an Polyurethankiefern bei den meisten dentalen Belastungspunkten ein interfragmentärer Druck am Unterkieferrand verzeichnet werden. Mit Annäherung an den Frakturspalt kam es zu einer Abnahme der Druckverhältnisse. Dabei zeigte sich ein Wechsel der Zug- und Druckseite in Höhe des ersten Molaren, der zu einer Öffnung des Frakturspaltes am Unterkieferrand führte. Durch diese Variabilität der Zugseite, konnte eine als reine Zuggurtung konzipierte Miniplatte den wechselnden biomechanischen Anforderungen am Unterkiefer nicht genügen. Zu denselben Ergebnissen kamen RUDDERMANN und MULLEN (1992) anhand von dreidimensionalen Finite-Element Modellen. Bei Annäherung der Frakturlinien konnten sie eine Umkehrung der Druck- zur Zugzone nicht nur am Unterkieferrand für den Kieferwinkelbereich sondern auch bei Korpus- und Symphysefrakturen nachweisen [86]. CHOI et al. (1995) empfahlen die Anwendung einer zweiten, am Unterkieferrand applizierten Miniplatte, da sich bei ihren Untersuchungen an einem dreidimensionalen Modell die signifikant höhere Stabilität dieser Plattenkonstellation bestätigte [61]. Dass die im kaudalen Bereich der Fraktur auftretenden Zugspannungen von einer zweiten Platte abgefangen werden können, beobachteten in ihren Studienergebnisse weitere Autoren [32,59,61,86].

In einer klinischen Studie von SCHIERLE et al. (1997) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Komplikationsrate zwischen der Versorgung

von Kieferwinkelfrakturen mit einer (6,3%) oder mit zwei Miniplatten (6,7%) [17]. ELLIS III und WALKER (1996) stellten bei ihren Untersuchungsergebnissen fest, dass die Anwendung der Zweiplattentechnik mehr schwerwiegende Komplikationen (major complications) hervorrief. Das könnte darin begründet liegen, dass für die Zweiplattentechnik das Operationsgebiet größer ist (zusätzlicher extraoraler Zugang nötig), was zu einer großflächigeren Freilegung des Knochens vom nährenden Periost führt, was wiederum zur Konsequenz hat, dass die Blutversorgung für den frakturangrenzenden Knochen abnimmt. Die längere Operationsdauer trägt mit Sicherheit auch zur Erhöhung der Komplikationsrate bei [87].

An dieser Stelle muss noch erwähnt werden, dass die meisten Studien mit dreidimensionalen Modellen (ob Finite Elemente oder Photoelastische Analyse), mit physiologischen Belastungen (durchschnittlich ca. 300 N/mm^2) durchgeführt werden [59,61,85]. GERLACH und SCHWARZ (2002) haben aber in ihrer Studie gezeigt, dass die postoperative Kaukräfte stark von den physiologischen Messungen abweichen. In der ersten Woche postoperativ wurden lediglich 31% der maximalen vertikalen Belastungen der Vergleichsgruppe erreicht. Diese Werte steigerten sich zu 58% in der sechsten postoperativen Woche. Diese Reduktion der Kaukräfte wird begründet mit eventuellen unfall- oder operationsbedingten Verletzungen des Masseter Muskels oder durch das Vorhandensein eines protektiven neuromuskulären Mechanismus, wenn nach einer Knochenfraktur ein Reflexbogen aktiviert ist, um muskuläre Belastungen am verletzten Knochen zu vermeiden. Schließlich werden normale physiologische Belastungswerte erst nach 3 Monaten postoperativ gemessen [47]. Diese Ergebnisse lassen auch erklären, warum die osteosynthetische Versorgung mittels einer Miniplatte auf der Linea obliqua bei den Kieferwinkelfrakturen zu wesentlich besseren klinischen Ergebnissen führt, als man nach den in vitro Studien erwarten dürfte. Das zeigte auch die Studie von POTTER und ELLIS III (1999), bei der eine dünne Miniplatte (Lochdurchmesser von 1,3mm) mit Schrauben von nur 1,1mm Durchmesser zur osteosynthetischen Versorgung von Kieferwinkelfrakturen zur Anwendung kam. In dieser Studie betrug die Komplikationsrate 15,6% (alles „minor complications“) und lag damit auf gleichem Niveau mit anderen vergleichbaren Studien, in denen stabilere Platten zur Kieferwinkel Osteosynthese verwendet wurden. Bei 10% der Kieferwinkelfrakturen kam es zu einem Plattenbruch, weswegen die Autoren das System nicht für den klinischen Einsatz empfehlen [52]. Diese Studie zeigt trotzdem,

Diskussion

dass weniger Stabilität durch die angesetzte Miniplatten nicht zwangsweise zu einer Verschlechterung am Ergebnis der zur versorgenden Kieferwinkelfraktur führt. Der große Vorteil von graziilen Miniplatten liegt wohl darin, dass sie leichter an den anatomischen Gegebenheiten angepasst werden können und dass der Operateur sie leicht und in kurzer Zeit durch einen recht kleinen intraoralen Zugang anbringen kann.

Weitere Entwicklungen in der osteosynthetischen Versorgung auch von Kieferwinkelfrakturen stellen die Fixateur intern dar. Diese winkelstabile multidirektionale Schrauben-Platten-Systeme haben ein Gewinde in den Plattenlöchern, und die Schrauben haben auch ein zweites Gewinde am Schraubenkopf. Durch diese Verschraubung der Schraubenköpfe mit der Miniplatte entsteht ein anderer Mechanismus der Kraftübertragung [5]. Im Hinblick auf den Knochen verlagert sich die Querbeanspruchung des Knochens bei der klassischen Plattenosteosynthese bei axialer Belastung zu einer Längsübertragung der Last über die Schrauben bei einem winkelstabilen System [89]. Erste Studien ergaben, dass sich diese Veränderung der Lastübertragung sehr vorteilhaft auf die Knochendurchblutung und somit auf die Knochenheilung auswirkt [89,90].

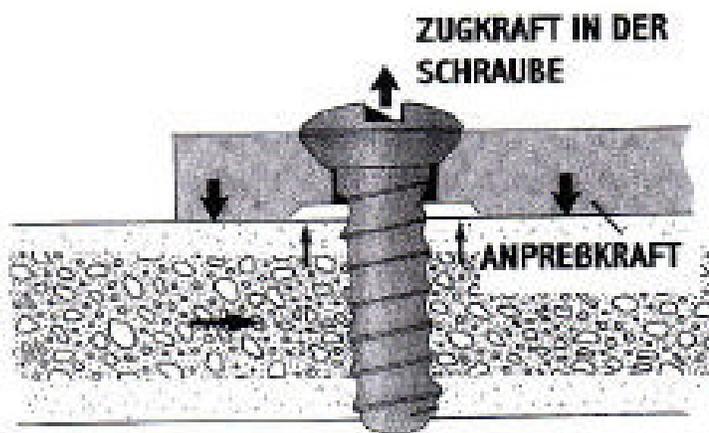


Abb. 66: Schema der Kraftverteilung bei konventionellen Miniplatten

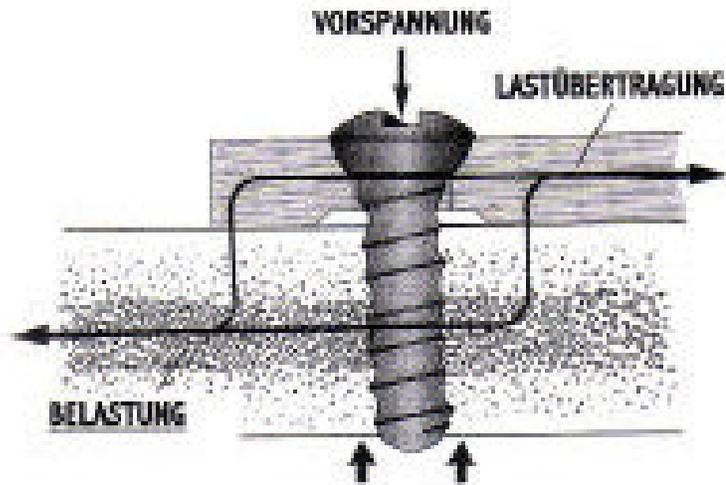


Abb. 67: Schema der Lastübertragung bei konventionellen Miniplatten

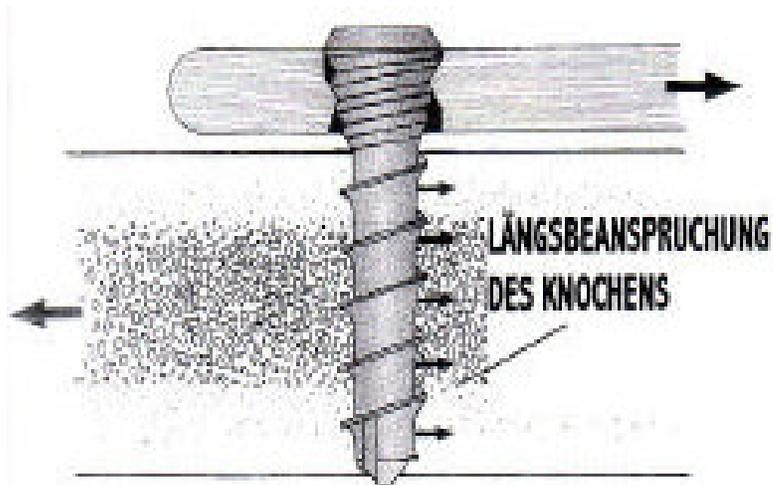


Abb. 68: Schema der Kraftübertragung bei den „multidirektionalen“ Miniplatten

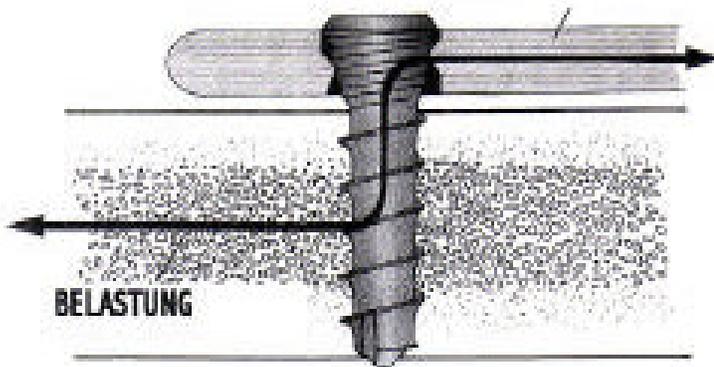


Abb. 69: Schema der Lastübertragung bei den „multidirektionalen“ Miniplatten

Weiterhin ergaben bisherige Materialuntersuchungen, dass durch eine „multidirektionale“ Winkelstabilität die Schraubenanzahl für eine Osteosynthese im Gesichtsschädel nochmals verringert werden konnte [88].

Zusammengefasst bestehen die Vorteile winkelstabiler Schrauben-Platten-Systeme in einer höheren Stabilität, besseren Durchblutung der Knochenfragmente, kleineren Systemen mit weniger Schrauben und damit verbunden weichteilschonendes Vorgehen [5].

Ein weiterer Aspekt in der Versorgung der Kieferwinkelfrakturen durch Miniplattenosteosynthese ist die Kortikalisdicke in der Unterkieferregion. HEIBEL et al. (2001) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass die Kompakta im Kieferwinkelbereich nach dem Kollum die geringste Werte aufweist. Im bukkalem Bereich werden noch Werte von über 2mm gemessen, während caudal die Dicke der Kompakta nur noch 1,5mm beträgt. Die Verankerungsfestigkeit von Schrauben gegenüber Scherkräften hängt außer von der Länge der Schrauben auch von der Dicke der kompakten Knochenschicht ab, in der die Schraube eingedreht wird. Aus den weiteren morphometrischen Daten im Bereich des Kieferwinkels dieser Studie ist es zu vermuten, dass im proximalen Segment eher mit einer Lockerung der Platte und somit mit einem Fehlschlagen der stabilen Osteosynthese zu rechnen ist [14].

Einen Einblick in der Auswahl der Methode zur osteosynthetischen Versorgung der Kieferwinkelfraktur aus Sicht des Operateurs gewährt uns die Studie von GEAR et al. (2005). 104 Chirurgen, die in dem Feld tätig sind haben an der Studie teilgenommen.

Diskussion

83% der Chirurgen versorgen mehr als 10 Unterkieferfrakturen pro Jahr. Die Mehrheit davon versorgt die einfache Kieferwinkelfraktur vorzugsweise mit einer Miniplattenosteosynthese nach Champy. Im Gegensatz dazu, Chirurgen die weniger als 10 Kieferwinkelfrakturen pro Jahr versorgen, bevorzugen die zwei Plattentechnik mit Bikortikalplatte und Minizugplatte (3:1 Verhältnis Zweiplatten- zu Champy-Technik). Dabei würde man genau das gegenteilige Ergebnis erwarten, weil die monokortikale Miniplattenosteosynthese nach Champy auf der Linea obliqua viel einfacher und schneller für den Operateur ist [91].

SYSTEMABHÄNGIGE ERGEBNISSE

Das 2.0 Miniplattensystem der Fa. Synthes wurde in 50% der Kieferwinkelfrakturen zur Osteosynthese angewandt. Mit 27% der osteosynthetisch versorgten Kieferwinkelfrakturen, war das Leibinger 2.0 Miniplatten System das zweite in der Anwendungshäufigkeit. Das Mondeal 2.0 Miniplattensystem wurde mit 11% als dritthäufigstes appliziert. Die restlichen Systeme wurden unter „Andere“ aus statistischen Gründen zusammengefasst. Die Auswahl der Systeme unterlag keinem Schema, sondern erfolgte nach Verfügbarkeit des Systems und persönliche Präferenz des jeweiligen Operateurs.

Die Ergebnisse stellen wohl Unterschiede unter den Systemen dar, z.B. war das Leibinger Miniplattensystem tendenziell besser als die anderen Systeme in Bezug auf die Reposition der Frakturfragmente (erweiterter Frakturspalt über 2mm in 7% der Fälle, $p=0.193$), was aber wohl darin begründet sein dürfte, dass es signifikant ($p=0.023$) besser als die anderen Systeme angebracht wurde (AO Konform). Ferner wurde es hochsignifikant ($p=0.000$) bei Frakturen eingesetzt, die überhaupt keine Mobilität der Frakturfragmente zeigten und der Operationszugang konnte mit hoher Signifikanz ($p=0.003$) nur intraoral erfolgen. Das zeugt davon, dass dieses System bei leichten Kieferwinkelfrakturen eingesetzt wurde. Die unter „Andere“ geführten Systeme weisen ein schlechteres Ergebnis aus, was die Reposition der Frakturfragmente angeht (in 20% der Fälle betrug der röntgenologisch sichtbare Frakturspalt über 2mm). Wird aber die Dislokation der Frakturfragmente betrachtet, stellt man fest, dass diese Systeme hochsignifikant ($p=0.005$) für die osteosynthetische Versorgung stark dislozierter Kieferwinkelfrakturen ausgewählt wurden. Das zeigt auch die Mobilität der

Diskussion

Frakturfragmente, die bei diesen Systemen auch hochsignifikant ($p=0.000$) höher vorkam als bei Frakturen die mit den restlichen Miniplattensystemen versorgt wurden.

Bei der klinischen Nachuntersuchung kamen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen zum Vorschein.

Schlussfolgernd lässt sich nicht erkennen, ob eins oder mehrere der untersuchten Systeme zu besseren Ergebnissen führt als die restlichen. Zu differenziert wurden die Systeme eingesetzt, sehr viele Operateure haben die Osteosynthesen vorgenommen und sehr viele anatomische und frakturbedingten Varianzen erschweren die objektive Rahmenbedingungen, um so einen Vergleich korrekt durchführen zu können. Diese Varianzen zeigen auch auf, dass es keinen Goldstandard in der osteosynthetischen Versorgung der Kieferwinkelfrakturen geben kann. Ziel sollte es viel mehr sein, von Fall zu Fall individuell nach der besten Methode zu suchen, damit die Erfordernisse für eine gute und ausreichende Stabilisierung der Frakturfragmente gewährleistet sind und möglichst minimal invasiv und zeitnah zum Unfallzeitpunkt diese Methode auch umzusetzen.

5 Zusammenfassung

Die osteosynthetische Versorgung von Kieferwinkelfrakturen haben die höchste Morbidität von allen Unterkieferfrakturen. Aus den vermehrt auftretenden Komplikationen in Form von Distraction des Frakturspaltes, gestörte Okklusion, Sensibilitätsstörungen, erhöhten Infektionsraten und dem Verlust des Osteosynthesematerials durch Schrauben- und Plattenlockerungen, resultieren Bemühungen um eine Verbesserung dieser Osteosyntheseverfahren.

Im Rahmen einer retrospektiven Studie wurden die Daten von 103 Patienten mit mindestens einer Kieferwinkelfraktur ausgewertet, die während des Zeitraums Januar 2004 bis Dezember 2006 in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf mit Miniplatten 2.0 unterschiedlicher Hersteller osteosynthetisch versorgt wurden. Anhand eines selbst definierten Datenerhebungsbogens wurden verschiedene Parameter aus den Krankenakten und Röntgenbilder der Patienten evaluiert. Ferner wurden die Patienten zu einer klinischen Nachuntersuchung einbestellt und diese Ergebnisse ebenfalls dokumentiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass wenn die Ausgangssituation betrachtet wird und hiermit die komplizierte oder einfache Kieferwinkelfraktur gemeint ist, die unterschiedlichen Systeme zur osteosynthetischen Versorgung keine signifikante Unterschiede in Bezug auf das Ergebnis aufweisen. Es scheint jedoch wichtig zu sein, dass die Anwendung der Miniplatten nach den Richtlinien der AO erfolgt und diese korrekt angebracht werden müssen. Es wurde in den Fällen der nicht AO-Konformen Anbringung der Miniplatten eine höhere Komplikationsrate verzeichnet.

In dieser Studie wurden einfache und komplizierte Kieferwinkelfrakturen betrachtet und untersucht. Ferner wurden diese von einer Vielzahl an Operateuren mit breit gestreutem Erfahrungsschatz osteosynthetisch versorgt, weil das Universitätsklinikum eine Ausbildungsstätte ist. All diese Faktoren erschweren eine vergleichende Studie. Es scheint notwendig zu sein, dass weitere Studien mit klassifizierten Kieferwinkelfrakturen folgen sollten um diese Ergebnisse zu untermauern.

6 Literaturverzeichnis

- 1 Pistner H. , J. Mühling, J. Reuther (1991) Resorbierbare Materialien zur Osteosynthese in der Kraniofazialen Chirurgie. Fortschritte der Kiefer und Gesichtschirurgie 36: 77-79
- 2 Rosenthal H. , W.Freier, M. Galanski (1991) Komplikationen der Osteosynthese im Röntgenbild. Der Radiologe 31: 186-191
- 3 Neumayer B. (1991) Einige grundlegende Gedanken zur Optimierung von Osteosynthese-Miniplatten aus Titan. Deutsche Zeitschrift für Mund, Kiefer und Gesichtschirurgie 15: 265-270
- 4 Schultze-Mosgau S. , F-W. Neukam, H. Schliephake, R. Schmelzeisen (1996) Äußerigkeit und Regenerationsdauer von Störungen des Nervus alveolaris inferior bei Osteosynthese von Unterkieferfrakturen- eine prospektive klinische Studie
- 5 Münster B. (2004) Nachuntersuchende Studie am Patienten mit einem Multidirektionalen winkelstabilen Osteosynthese-System am Unterkiefer. Dissertation Universität Hamburg
- 6 Ramm S. (2005) Retrospektive Untersuchung von operativ versorgten Unterkieferfrakturen an der Nordwestdeutschen Kieferklinik von 1997 bis 2000. Dissertation Universität Hamburg
- 7 Dodson,- Thomas B. , David H. Perrott, Leonard B. Kaban, Newton C. Gordon (1990) Fixation of Mandibular Fractures: A Comparative Analysis of Rigid Internal Fixation and Standard Fixation Techniques. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 48: 362-366
- 8 Gunst M.A, B.A. Rahn, Th. Rüedi, S.M. Perren (1985) Knochendurchblutung nach Implantatwechsel. Helvetica chirurgica acta 52: 177-180

- 9 Champy –M., A. Wilk, J.M. Schnebelen (1975) Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre Ruhigstellung nach der Technik von F.X. Michelet. Deutsche Zahn, Mund und Kieferheilkunde mit Zentralblatt 63: 339-341
- 10 Heidl Th., B. Neumeayer (1989) Vergleichende Festigkeitsuntersuchungen an Osteosynthese-Schrauben aus Titan und V4A Stahl. Deutsche Zeitschrift für Mund Kiefer und Gesicht Chirurgie 30: 70-76
- 11 Ellis –E., Walker –L. (1994) Treatment of Mandibular Angle Fractures Using Two Noncompression Miniplates. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 52: 1032-1037
- 12 Gerlach –K.L., Pape –H.-D. (1980) Prinzip und Indikation der Miniplattenosteosynthese. Deutsche zahnärztliche Zeitschrift 35: 346-348
- 13 Edwards –T.J.C., David –D.J., Simpson –D.A., Abbott –A.H. (1994) The Relationship between fracture severity and complication rate in miniplate osteosynthesis of mandibular fractures. British Journal of Plastic Surgery 47: 310-311
- 14 Heibel –H., Alt –K.W., Wächter –R., Bähr –W. (2001) Kortikalisdicke am Unterkiefer unter besonderer Berücksichtigung der Miniplattenosteosynthese. Mund Kiefer Gesicht Chirurgie 5: 180-185
- 15 Flinzberg –S., Heiland –M., Vesper –M., Seide –K., Wolter –D., Weinrich –N., Schmelzle –R. (2004) Osteosynthetische Versorgung von Mittelsgeichtsfrakturen mit einem multidirektionalen winkelstabilen Plattensystem. Mund Kiefer Gesicht Chirurgie 8: 154-162
- 16 Spiessl –B. (1975) Funktionsstabile Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen- Problematik und Technik. Fortschritte der Kiefer und Gesicht Chirurgie 19: 68-72

- 17 Schierle –H.P., Schmelzeisen –R., Rahn –B., Pytlik –C. (1997) One- or two –plate Fixation of mandibular angle fractures? Journal of Cranio- Maxillofacial Surgery 25: 162-168
- 18 Alpert –B., Gutwald –R., Schmelzeisen –R. (2003) New innovations in craniomaxillofacial fixation: the 2.0 lock system. Keio journal of medicine 52: 120-127
- 19 Düker –J. (2000) Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme. Hüthig Zahnmedizin 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage.Heidelberg
- 20 Ehrenfeld –M., Roser –M., Hagenmaier –C., Mast –G. (1996) Behandlung von Unterkieferfrakturen mit unterschiedlichen Fixationstechniken- Ergebnisse einer prospektiven Frakturenstudie. Fortschritte der Kiefer und Gesichts Chirurgie 41: 67-71
- 21 Lamphier –J, Ziccardi –V, Ruvo –A, Janel –M (2003) Complications of mandibular fractures in an urban teachng center. J Oral Maxillofac Surg 61: 745-749
- 22 Luhr –H.-G. (2000) Entwicklung der modernen Osteosynthese. Mund, Kiefer und Gesichts Chirurgie 4: 84-90
- 23 Meyer –U., Vollmer –D., Homann –C., Schuon –R., Benthau –S., Vegh – A., Felszegi –E., Joos –U., Piffko –J. (2000)Experimentelle und finite-Elemente-Analyse der Biomechanik des Unterkiefers unter Belastung. Mund, Kiefer und Gesichts Chirurgie 4: 14-20
- 24 Spiessl –B., Schargus –G (1971) Das Okklusionsproblem bei der funktionsstabilen Osteosynthese des bezahnten Unterkiefers. Deutsche Zahn-, Mund und Kieferheilkunde mit Zentralblatt für die gesamte Zahn, Mund und Kieferheilkunde 57: 293-301

- 25 Lungershausen –W., Ullrich –P. (1997) Biologische Osteosynthesen. Zentralblatt für Chirurgie 122: 954-961
- 26 Luhr –H.-G (1968) Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 23: 754
- 27 Reinhart –E., Reuther –J., Michel –C., Kübler –N., Pistner –H., Bill –J., Kunkel –E., (1996) Behandlungsergebnisse und Komplikationen bei operativ und konservativ versorgten Unterkieferfrakturen. Fortschritte der Kiefer und Gesichtschirurgie 41: 64-67
- 28 Niederhagen –B., Anke –S., Hültenschmidt –D., Appel –T. (1996) AO- und Miniplattenosteosynthese des Unterkiefers im 8jährigen Vergleich. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie 41: 58-60
- 29 Rallis –G., Mourouzis –C., Papakosta –V., Papanastsiou –G., Zachariades –N. (2006) Reasons for miniplate removal following maxillofacial trauma: A 4-year study. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery 34: 435-439
- 30 Mathog –R, Toma –V, Clayman –L (2000) Nonunion of the Mandible: An Analysis of Contributing Factors. Journal of oral and maxillofacial surgery official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons 58: 746-752
- 31 Heiland –M, Schmelzle –R, Hebecker –A, Schulze –D (2004) Intraoperative 3D imaging of the facial skeleton using the SIREMOBIL Iso-C 3D. Dentomaxillofacial Radiology 33: 130-132
- 32 Rudman –A, Rosenthal –S, Shen –C, Ruskin –J, Ifju –P (1997) Photoelastic analysis of the miniplate osteosynthesis for mandibular angle fractures Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 84: 129-136
- 33 Jaques –B, Richter –M, Arza –A (1997) Treatment of Mandibular Fractures With Rigid Osteosynthesis: Using the AO System. Journal of oral and maxillofacial

- surgery official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons 55: 1402-1406
- 34 Knoll –W-D, Gaida –A, Maurer –P (2006) Analysis of mechanical stress in reconstruction plates for bridging mandibular defects. Journal of cranio maxillo facial surgery official publication of the European Association for Cranio Maxillo Facial Surgery 34: 201-209
- 35 Michelet –F, Deymes –J, Desus –B (1973) Osteosynthesis with Miniaturized Screwed Plates in Maxillo-Facial Surgery. Journal of maxillofacial surgery 1: 79-84
- 36 Yerit –K, Enislidis –G, Schopper –C, Turhani –D, Wanschitz –F, Wagner –A, Watzinger –F, Ewers –R (2002) Fixation of mandibular fractures with biodegradable plates and screws. Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology 94: 294-300
- 37 Saka –B (2000) Mechanical and biomechanical measurements of five currently available osteosynthesis systems of self-tapping screws. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 38 : 70-75
- 38 Ellis III –E (2002) Outcomes of Patients With Teeth in the Line of Mandibular Angle Fractures Treated With Stable Internal Fixation. Journal of oral and maxillofacial surgery official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons 60: 863-865
- 39 Zeilhofer –H-F, Sader –R, Irlbacher –K (1996) Computergestützte Dokumentation von Unterkieferfrakturen. Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie 41: 49-52
- 40 Hochuli-Vieira –E, Gabrielli –C, Pereira-Filho –V-A, Gabrielli –M-F-R, Padilha –J-G (2005) Rigid internal fixation with titanium versus bioresorbable miniplates in the repair of mandibular fractures in rabbits. International journal of oral and maxillofacial surgery 34: 167-173

- 41 Dichard -A, Klotch -D (1994) Testing Biomechanical Strength of Repairs for the Mandibular Angle Fracture. *The Laryngoscope* 104: 201-208
- 42 Meyer -U, Vollmer -D, Homann -C, Schuon -R, Benthaus -S, Vegh -A, Felszegi -E, Joos -U, Piffko -J (2000) Experimentelle und finite-Elemente-Analyse der Biomechanik des Unterkiefers unter Belastung. *Mund, Kiefer und Gesicht Chirurgie* 4: 14-20
- 43 Joos -U, Piffko -J, Meyer -U (2001) Neue Aspekte in der Versorgung von Unterkieferfrakturen. *Mund, Kiefer und Gesicht Chirurgie* 5: 2-16
- 44 Kummer -B (1985) Anatomie und Biomechanik des Unterkiefers. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 46: 335-342
- 45 Moreno -J, Frenandez -A, Ortiz -J, Montalvo -J (2000) Complication Rates Associated With Different Treatments for Mandibular Fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 58: 273-280
- 46 Joos -U, Meyer -U, Tkotz -T, Weingart -D (1999) Use of a Mandibular Fracture Score to Predict the Development of Complications. *Journal of oral and maxillofacial surgery official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 57: 2-5
- 47 Gerlach -K-L, Schwarz -A (2002) Bite forces in patients after treatment of mandibular angle fractures with miniplate osteosynthesis according to Champy. *International Journal of oral and maxillofacial Surgery* 31: 345-348
- 48 Hanson -B-P, Kopjar -B (2003) Klinische Studien, Outcome-Parameter. *Der Chirurg* 74: 1034-1039
- 49 Rutges -J-P-H-J, Kruizinga -E-H-W, Rosenberg -A, Koole -R (2007) Functional results after conservative treatment of fractures of the mandibular condyle. *British journal of oral and maxillofacial surgery* 45: 30-34

- 50 Feller –K-U, Schneider –M, Hlawitschka –M, Pfeifer –G, Lauer –G, Eckelt –U (2003) Analysis of complications in fractures of the mandibular angle- a study with finite element computation and evaluation of data of 277 patients. Journal of cranio maxillo facial surgery official publication of the European Association for Cranio Maxillo Facial Surgery 31: 290-295
- 51 Rajasuo –A, Nyfors –S, Kaverno –A, Jousimies-Somer –H, Lindqvist –C, Suuronen –R (2004) Bacteremia after plate removal and tooth extraction. International journal of oral and maxillofacial surgery 33: 356-360
- 52 Potter –J, Ellis III –E (1999) Treatment of Mandibular Angle Fractures With a Malleable Noncompression Miniplate. Journal of Oral Maxillofacial Surgery, official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons 57: 288-292
- 53 Fox –A, Kellmann –R (2003) Mandibular Angle Fractures. Two-Miniplate Fixation and Complications. (Reprinted) Arch Facial Plast Surgery 5: 464-469. Downloaded from www.archfacial.com
- 54 Fuhrmann –A, Schulze –D, Rother –U, Vesper –M (2003) Digitale transversale Schichtverfahren in der dento-maxillo-fazialen Radiologie. International Journal of Computerized Dentistry 2: 129-138
- 55 Steinhäuser –E-W (1984) Therapie infizierter Unterkiefer-Defekt-Frakturen. Zahnärztliche Praxis 35: 176-178
- 56 Schiel –H, Hammer –B, Ehrenfeld –M, Prein –J (1996) Die Therapie infizierter Unterkieferfrakturen. Fortschr Kiefer GesichtsChir 41: 170-173
- 57 Iizuka –T, Lindqvist –C (1993) Rigid Internal Fixation of Fractures in the Angular Region of the Mandible : An Analysis of Factors Contributing to Different Complications. Plast Reconstr. Surgery 91: 265-271

- 58 Prein –J, Kellman –R (1987) Rigid Internal Fixation of Mandibular Fractures- Basics of AO Technique. The Otolaryngologic Clinics of North America 20: 441-456
- 59 Shetty –V, McBrearty –D, Fourny –M, Caputo –A (1995) Fracture Line Stability as a Function of the Internal Fixation System: An a Vitro Comparison Using a Mandibular Angle Fracture Model. Journal of oral and maxillofacial Surgery 53: 791-801
- 60 Kaeßmann –H-J, Gerstner –J-C, Strotmann H-J, Volkers –U (1987) Die Bedeutung einer „heilsamen Unruhe“ im Bruchspalt für die Frakturheilung. Aktuelle Traumatologie 17: 9-15
- 61 Choi –B-H, Kim –K-N, Kang –H-S (1995) Clinical and in vitro evaluation of mandibular angle fracture fixation with the two-miniplate system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79: 692-695
- 62 Stellmach –R, Frenkel –G (1978) Verletzungen des Gesichtsschädels. In : Koslowski –L, Irmer –W, Bushe –K-A (Hrsg.) Lehrbuch der Chirurgie. 1 Aufl. 795-804. Schattauer- Verlag Stuttgart, New York
- 63 Hausmann –G (1985) Ursachen und Häufigkeit von Kiefer-Gesichtsfrakturen am Patientengut der Klinik Erlangen der Jahre 1963 bis 1982. Med. Dissertation Erlangen-Nürnberg
- 64 Schwenzler –N, Ehrenfeld –M (1981) Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde 2, Spezielle Chirurgie. Georg Thieme Verlag 3.erweit.Auflage vom Jahre 2000
- 65 Haug –R-H, Prather –J, Indresano –A-T (1990) An Epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 48: 926 -930

- 66 Bünger –B (1980) Ursachen, Häufigkeit und Lokalisation von Gesichtsschädelfrakturen. Frakturanalyse einer Region mit schwacher Infrastuktur. Deutsche Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie 4: 27-30
- 67 Jeckel –N, Schwarz –U, Biggel –A, Niederdellmann –H, Schilli –W (1983) Ursachen, soziale Begleitumstände und Frakturverlauf bei Kieferfrakturen. Deutsche zahnärztliche Zeitschrift 38: 304-308
- 68 Linn –E-W, Vrijhoef –M-M, de Wijn –J-R, Coops –R-P, Cliteur –B-F, Meerloo –R (1986) Facial injuries sustained during sports and games. Journal of Maxillofacial Surgery 14: 83-88
- 69 Hill –C-M, Crosher –R-F, Caroll –M-J, Mason –D-A (1984) Facial fractures – the results of a prospektive four-year-study. Journal of Maxillofacial Surgery 12: 267-270
- 70 Carter –D-R, Blenmann –P-R, Beaupre –G-S (1988) Correlations between mechanical stress history and tissue differentiation in initial fracture healing. Journal of Orthop Res 6: 736-748
- 71 Frost –H-M (1990) Skeletal struktural adaptions to mechanical usage (SATMU):1.Redifining Wolff's law : the bone modeling problem. Anat Rec 226: 403-421
- 72 Ilizarov –G-A (1989) The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: part 2.The influence of the rate and frequency of distraktion. Clin Orthop 239: 263-285
- 73 Yasui –N, Sato –M, Ochi –T, Kimura –T, Kawahata –H, Kitamura –Y, Nomura –S (1997) Distaction osteogenesis in a rat model: three different modes of ossification. Journal of Bone Joint Surg Br 79: 824-830

- 74 Landry –P, Sadasivan –K, Marino –A, Albright –J (1997) Apoptosis is coordinately regulated with osteoblast formation during bone healing. *Tissue Cell* 29: 413-419
- 75 Fernades –VS, Andrade –M, Boleo-Tome –J (1998) History of the treatment of fractures of the face. *Acta Med Port* 11: 119-126
- 76 Gahhos –F, Ariyan –S (1984) Facial fractures: Hippocratic management. *Head Neck Surg* 6: 1007-1013
- 77 Hoffmann-Axthelm –W (1995) Die Geschichte der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Quintessenz, Berlin Chicago London
- 78 Pawels –F (1948) Bedeutung und kausale Erklärung der Spongiosaarchitektur in neuer Auffassung. *Ärztl Wochenzeitschrift* 3: 379
- 79 Rahn –BA, Cordey –J, Prein –J, Russenberger –M (1975) Zur Biomechanik der Osteosynthese der Mandibula. *Fortschr Kiefer Gesichtshir* 19:37
- 80 Lanyon –LE, Hampson –WGj, Goodship –AE, Shah –JS (1975) Bone defomation recorded in vivo from strain gauges attached to the human tibial shaft. *Acta Orthop Scand* 46: 256-268
- 81 Marchena –J, Padwa –B, Kaban –L (1998) Sensory Abnormalities Associated With Mandibular Fractures: Incidence and Natural History. *J Oral Maxillofacial Surg.* 56 : 822-825
- 82 Kakoschke –D, Mohr –C, Schettler –D (1996) Langzeitergebnisse nach intraoraler Miniplattenosteosynthese bei Kieferwinkelfrakturen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 41: 91-94
- .
- 83 Gabrielli –MAC, Gabrielli –MFR, Marcantonio –E, Hochuli-Viera –E (2003) Fixation of Mandibular Fractures with 2.0-mm Miniplates: Review of 191 Cases. *American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*: 430-436

- 84 Passeri –LA, Ellis –E, Sinn –DP (1993) Relationship of substance abuse to complications with mandibular fractures. J Oral Maxillofac Surg 51: 22-25
- 85 Kroon –FHM, Mathisson –M, Corday –JR, Rahn –BA (1991) The use of miniplate in mandibular fractures. An in vitro study. J Craniofacial Surg 19(5): 199-204
- 86 Rudderman –RH, Mullen –RL (1992) Biomechanics of the facial Skeleton. Clin Plast Surg 19(1): 11-29
- 87 Ellis III –E, Walker –L (1996) Treatment of mandibular angle fractures using one noncompression miniplate. J Oral Maxillofac Surg 54 :864
- 88 Flinzberg –S, Gbara –A, Schmelzle –R (2002) Vorstellung des neu entwickelten multidirektionalen winkelstabilen Implantatsystems TI-FIX zur Versorgung von Gesichtsschädelfrakturen. Erkrankungen der Schädelbasis, Einhorn-Presserverlag, 94-96
- 89 Schütz –AM (2001) Neue Stabilisierungskonzepte mit Fixateur interne Systemen bei der Versorgung von Frakturen langer Röhrenknochen, Experimentelle u. klinische Grundlagen. Habilitationsschrift, Humboldt-Univer. Berlin
- 90 Perren –SM (1997) Grundlagen der Plattenosteosynthese- Biologie und Biomechanik
- 91 Gear –AJL, Apasowa –E, Schmitz –JP, Schubert –W (2005) Treatment Modalities for Mandibular Angle Fractures. J Oral Maxillofac Surg 63: 655-663
- 92 Tanaka –N, Uchide –N, Suzuki –K, Tashiro –T, Tomitsuka –K (1993) Maxillofacial fractures in children. J. Craniomaxillofac. Surg. 21: 289-293

7 Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. Rainer Schmelzle, Direktor der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf, für die Überlassung des Themas sowie die freundliche und engagierte Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Herrn Dr. Dr. Felix Blake danke ich besonders, zudem seine Mitwirkung entscheidend für die Durchführung und den Erfolg dieser Arbeit verantwortlich war.

Für die tatkräftige Unterstützung bei der Korrektur bedanke ich mich herzlich bei Frau Dr. Vicky Stamatis. Für die Gestaltung des Dokuments bedanke ich mich bei meinem Freund Dimitris Stamatis.

Danken möchte ich auch meinen Eltern für ihr Vertrauen und ihre Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt meiner Frau und Kinder, ohne deren Unterstützung und Zusprache diese Arbeit weder durchgeführt noch vollendet hätte werden können.

8 Lebenslauf

Name	Michael Gravanis *22.11.1967 in Hamburg
Adresse	Hohlredder 21 21224 Rosengarten
Familienstand	Verheiratet, 4 Kinder
Staatsangehörigkeit	Deutsch
	Schulbildung
09/1973-06/1979	Grundschule/ in Trikala Griechenland
09/1979-06/1986	Gymnasium und Lyzeum in Trikala Griechenland Allgemeine Hochschulreife
	Hochschulbildung
04/1987-08/1995	Studium der Zahnmedizin an der Universität Hamburg
04.10.1990	Naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnärzte abgelegt
10.03.1992	Zahnärztliche Vorprüfung abgelegt
17.08.1995	Zahnärztliche Prüfung abgelegt
seit 18.08.1995	Approbation als Zahnarzt
	Zahnärztliche Tätigkeit
01.10.1995-30.09.1997	Assistenz Zahnarzt in der Praxis Dr. Stavrou in Hamburg
Seit 01.08.1996	Gründungsmitglied des Norddeutschen Implantationsclubs (NIC)
Seit 01.11.1997	Niedergelassen in eigener Praxis mit angeschlossenem Zahntechnischen Labor in Holm-Seppensen Buchholz i. d. N.
Seit 01.04.1998	Zusammenarbeit mit der Aristoteles Universität in Thessaloniki-Griechenland
2002	Weiterbildung Straigt Wire Technik bei Prof. C. Garcia (St. Diego, Kalifornien-USA)

Lebenslauf

07.04-15.04.2007

Hospitation im Dental Department of Guang'anmen
Hospital in Peking-China

Seit April 2008

Soziales

Gründungsmitglied des Lions-Clubs Hamburg Harburg-
Hafen

Eidesstattliche Versicherung

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

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