

Frakturen von Maxilla und Mandibula

Kieferchirurgische Behandlungskonzepte

Die Häufigkeit von Gesichtsverletzungen hat in den letzten 30 Jahren deutlich abgenommen. Dieses ist v. a. auf die Einführung von Gurtpflicht und die erhöhte Sicherheit der Fahrzeuge zurückzuführen. Trotzdem treten immer noch Gesichtsverletzungen auf, vor allen Dingen im Zusammenhang mit Rohheitsdelikten, gefolgt von Verkehrsunfällen, Sport- und Arbeitsunfällen [15]. Im bezahnten Bereich des Gesichtsskeletts unterscheidet man prinzipiell Ober- und Unterkieferfrakturen. Hierbei weist der Unterkiefer wegen seiner exponierten Lage und als einziger frei beweglicher Gesichtsschädelknochen eine Frakturhäufigkeit von bis zu 70% auf. In 50% der Fälle ist er allein betroffen [10]. Die Behandlung der Frakturen des Gesichtsschädels, insbesondere derjenigen, die die zahntragenden Kieferabschnitte betreffen, setzt eine genaue Kenntnis der okklusalen Beziehung der Zähne und der statischen und dynamischen Kräfte bei Belastung voraus.

Unterkieferfrakturen

Der Unterkiefer besteht aus einer dicken äußeren Kortikalis und einer zentralen Spongiosa. Die Knochenstruktur sowohl im kortikalen als auch im spongiosen Anteil ist funktionell ausgerichtet und entsprechend der Leichtbauweise nur dort widerstandsfähig, wo physiologische Belastungen auftreten. Bei außergewöhn-

licher Belastung kommt es zur Fraktur. Frakturen entstehen als Folge von direkter oder indirekter Krafteinwirkung, am Ort des Auftreffens der Kraft oder fernab der Krafteinwirkung.

Der Unterkiefer ist nur dort widerstandsfähig, wo physiologische Belastungen auftreten

Der parabolisch geformte röhrenförmige Unterkiefer, der über die Kiefergelenke auf 2 Punkten abgestützt ist, begünstigt das Auftreten von Biegungsbrüchen. Bei paramedianer Einwirkung der Kraft, einer häufig getroffenen Stelle im Zuge von Tätlichkeiten, entstehen bevorzugt am kontralateralen Gelenkfortsatz Zugspannungen mit der Folge einer Fraktur. Liegt eine Schwächung des Knochens durch impaktierte Weisheitszähne vor, entsteht die Fraktur anstatt im Bereich der Gelenkfortsätze im Kieferwinkel. Eine weitere Schwachstelle des Unterkiefers liegt im Bereich der langen Zahnwurzel des Eckzahns (Paramedianfraktur). Demzufolge gibt es neben Einfachfrakturen des Unterkiefers typische Frakturkombinationen:

- Kinnregion + beide Gelenkfortsätze,
- Eckzahnregion + Kieferwinkelregion der Gegenseite,
- Eckzahnregion + Gelenkfortsatz der Gegenseite,
- Medianfraktur + beide Gelenkfortsätze („open book fracture“).

Lokalisation und Häufigkeit

Aufgrund der verschiedenen Behandlungsstrategien unterteilt man Unterkieferfrakturen nach ihrer Lokalisation. Dabei liegen die Frakturen im Bereich der Symphyse und des Gelenkfortsatzes mit 25–30% deutlich im oberen Häufigkeitsbereich, gefolgt von Frakturen im Bereich des Kieferwinkels mit 20–25%, der Prämolarenregion in 10% und der Molarenregion in 7–9%. Die Eckzahnregion ist in 5–10% der Fälle, der aufsteigende Unterkieferast in 2–4% und der Muskelfortsatz etwa in 1% betroffen ([14], **Abb. 1**).

Bei der Fraktur der Mandibula spielen Richtung und Ort der einwirkenden Kraft, der Querschnitt des Knochens sowie der vorliegende Öffnungsgrad des Unterkiefers eine Rolle [14]. Neben den typischen Biegungsfrakturen kommt es zu Abscherfrakturen, wenn über einem abgestützten Knochenstück wie dem Gelenkkopf in der Pfanne Kraft und Gegenkraft zur Abscherung führen, sowie zu Stauchungsbrüchen, sog. Kompressionsbrüchen, die insbesondere am aufsteigenden Unterkieferast und am Kiefergelenkköpfchen vorkommen. Ferner unterscheidet man noch Trümmer- von Defektfrakturen.

Von den traumatischen Frakturen abzugrenzen sind pathologische Frakturen, sog. Spontanfrakturen, die ohne Traumatisierung bei Bagatelltraumen oder gar bei rein physiologischer Belastung auftreten. Hierzu muss eine Schwächung der Knochenfestigkeit z. B. durch Tumoren, zystische Raumforderungen, entzündliche

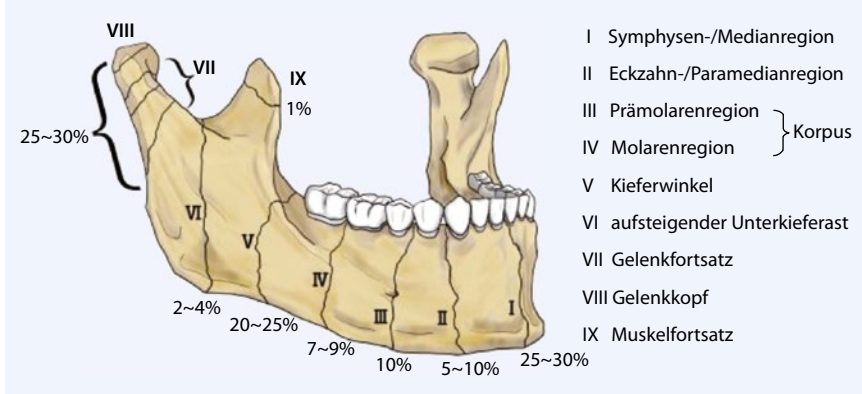


Abb. 1 ▲ Lokalisation und Häufigkeit von Unterkieferfrakturen (Zeichnung: K. Koyama, mit freundl. Genehmigung)

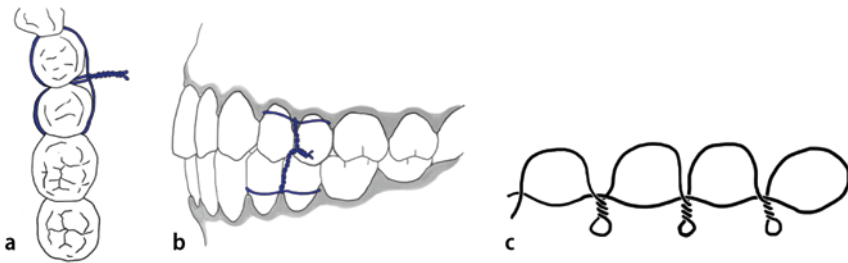


Abb. 2 ▲ Einfache Drahtligaturen. **a** Achterligatur nach Ernst zur **b** temporären mandibulomaxillären Fixation. **c** Fortlaufende Ligatur nach Ivy-Stout. (Zeichnung **a-c**: K. Koyama, mit freundl. Genehmigung)

Veränderungen oder resorptive Vorgänge vorliegen. Auch neigt der altersatrophe Unterkiefer aufgrund der geringen Knochenstärke zu pathologischen Frakturen.

In Anlehnung an die allgemeine Frakturlehre unterscheidet man offene von geschlossenen Frakturen. Offene Frakturen kommunizieren über Verletzungen der Haut oder Schleimhaut nach außen. Aufgrund der besonderen Anatomie der Kiefer haben Frakturen im bezahnten Bereich über den Parodontalspalt immer Kontakt zur Mundhöhle und werden damit als offene bzw. komplizierte Frakturen eingeordnet [10].

Symptome

Klinisch äußern sich Frakturen im maxillofazialen Bereich in Form von sicheren und unsicheren Frakturzeichen. Beweisend sind Dislokationen, also Verschiebungen der Knochenfragmente gegeneinander, die sowohl durch den Frakturmechanismus selbst als auch durch den Zug inserierender Muskeln zustande kommen und aufrechterhalten werden. Als Frakturbeleg gelten zudem die abnorme Beweglichkeit und die Krepitation. Zu den unsicheren Frakturzeichen zählt

der Schmerz, wobei hier v. a. ein Druck und Stauchungsschmerz zu erwähnen ist. Außerdem kommt es häufig zu einem posttraumatischen Ödem, das in Form einer Gesichtsschwellung auffällig wird. Die Hämatombildung, insbesondere im sublingualen oder vestibulären Bereich, ist oft der erste Hinweis auf eine Fraktur im bezahnten Kiefer. Ein weiteres unsicheres Frakturzeichen ist die Funktionseinschränkung. Diese äußert sich häufig als Okklusionsstörung oder Kieferklemme [10]. Sensibilitätsstörungen im Ausbreitungsgebiet des N. alveolaris inferior, mit einer resultierenden An- oder Hypästhesie im Bereich des N. mentalis können ebenfalls einen Hinweis geben [14].

Diagnostik

Diagnoseweisend ist bereits eine ausführliche Anamnese und Schilderung des Unfallhergangs. Die klinische Inspektion wird durch eine gezielte intra- und extraorale bimanuelle Palpation ergänzt. Unabdingbar ist die Okklusionskontrolle, die die Überprüfung der Exkursionsbewegungen des Unterkiefers mit beinhaltet. Typischen Okklusionsstörungen, wie der frontal offene Biss bei einer bila-

teralen Kollumfraktur, ist absolut Beachtung zu schenken. Sensibilitätsprüfungen im Bereich der Unterlippe und des Kinns (N. mentalis) durch eine Spitzstumpf-Unterscheidung und die Überprüfung der 2-Punkt-Diskriminierung sowie die Sensibilitätsprüfung der Zähne schließen die klinische Untersuchung ab [14].

Bildgebung

Eine Fraktur sollte mindestens in 2 Ebenen dargestellt werden. Zur Diagnostik von Unterkieferfrakturen werden standardmäßig ein Orthopantomogramm sowie eine p.-a.- Aufnahme nach Clementschitsch im submentookzipitalen Strahlengang gewählt. Letztere Aufnahme bietet eine gute Darstellung der aufsteigenden Unterkieferäste (Ramus und Collum mandibulae, **Abb. 6c**). Unter- und Oberkieferaufbissaufnahmen können sinnvolle Ergänzungen sein [10]. Bei komplexen Frakturen, v. a. mit Beteiligung des Mittelgesichts oder des Kiefergelenks, ist heutzutage der konventionellen Röntgendiagnostik die Computertomographie (CT) vorzuziehen. Eine Alternative bildet die digitale Volumentomographie (DVT) zur dreidimensionalen Darstellung fazieller Strukturen [14].

Behandlung

In Abhängigkeit von Frakturlokalisierung und -typ, Begleitverletzungen, Gebisszustand und Alter des Patienten wird die Art der Frakturversorgung gewählt. Grundsätzlich wird zwischen konservativem und operativem Vorgehen unterschieden. Ziel jeder Frakturversorgung ist zuerst die exakte anatomische Reposition der Frakturfragmente, anschließend die Fixation derselben durch verschiedene Osteosynthesetechniken. Es schließt sich die Retention, also die Sicherung der Frakturfragmente in der reponierten Stellung, an. Eine übungsstabile Osteosynthese bezeichnet eine Fixation, nach der Bewegungen durchgeführt werden können, aber noch keine oder nur geringe Belastung ausgeübt werden darf. Funktionsstabilität hingegen bedeutet, dass zusätzlich zur Bewegung auch funktionelle Belastungen ausgeübt werden dürfen. Abschließend erfolgt die funktionelle Rehabilitation.

W. Waiss · M. Gosau · K. Koyama · T.E. Reichert
**Frakturen von Maxilla und Mandibula.
Kieferchirurgische Behandlungskonzepte**

Zusammenfassung

Frakturen von Maxilla und Mandibula sind aufgrund der exponierten Lage der Kiefer häufig. Ursächlich sind vornehmlich Rohheitsdelikte, Verkehrs- und Freizeitunfälle. Konservativ werden Mandibularfrakturen über dentale Schienen und eine mandibulomaxilläre Fixation versorgt. Seit Michelet ist die Miniplattenosteosynthese über einen intraoralen Zugang die Methode der ersten Wahl. Champy bewies, dass durch die monokortikale Platteninsertion auf Höhe der Linea obliqua trotz postoperativ vorhandener Mikrobewegungen im Frakturspalt eine sichere Frakturheilung erreicht wird und postulierte das Prinzip der dynamischen Kompression. Dislozierte Kollumfrakturen werden i. d. R. über einen intra- oder extraoralen Zugang osteosynthetisch, Kapitulumfrakturen

vornehmlich konservativ versorgt und einer frühen funktionellen Rehabilitation zugeführt. Bei Unterkieferfrakturen ist das Load-bearing-/Load-sharing-Prinzip zu berücksichtigen: Bei ausreichender Knochendimension und unkompliziertem Frakturverlauf kann der Knochen einen Großteil der Kraft tragen, Miniplatten können zum Einsatz kommen („load-sharing“). Bei Knochenatrophie, infizierter, Trümmer- oder Defektfraktur muss das Osteosynthesematerial die Kraft tragen („load-bearing“).

Schlüsselwörter

Mandibularfraktur · Maxillafraktur · Intraorale Osteosynthese · Kaumuskelbelastung · Okklusion

Maxillary and mandibular fractures. Treatment concepts in maxillofacial surgery

Abstract

Maxillary and mandibular fractures are a relatively frequent occurrence due to the exposed location of the jaws and are caused mainly by acts of violence, traffic and recreational accidents. Mandibular fractures can be treated conservatively with dental splints and intermaxillary fixation. Since Michelet, miniplate osteosynthesis via intraoral access has become the method of choice. Champy showed that the monocortical fixation of miniplates at the level of the linea obliqua results in stable osteosynthesis, despite postoperative micro-movements in the fracture gap, and postulated the principle of dynamic compression. Dislocated fractures of the mandibular collum are treated with stable osteosynthesis via an intra- or extraoral approach,

while fractures of the mandibular joint are usually treated conservatively and early functional rehabilitation is favored. For mandibular fractures, the principle of load-bearing and load-sharing should be considered, i.e. in the case of sufficient bone and uncomplicated fractures, the bone can bear most of the force, such that miniplates are sufficient (load-sharing). If bones are weakened by atrophy or in the case of infected, comminuted or defect fractures osteosynthesis plates must bear the load alone (load-bearing).

Keywords

Mandibular fractures · Maxillary fractures · Intraoral osteosynthesis · Masticatory force · Dental occlusion

Das konservative Therapieregime wird insbesondere bei Frakturen ohne wesentliche Dislokation oder im Fall der Undurchführbarkeit einer Allgemeinanästhesie bei reduziertem Allgemeinzustand des Patienten gewählt. Die Reposition erfolgt geschlossen, entweder manuell oder mit Zuhilfenahme von entsprechendem Instrumentarium. Innerhalb der Zahnreihe bieten sich zur Fixation des Repositionsergebnisses dentale Schienen an. Grundsätzlich wird zwischen direkten, im Mund des Patienten angefertigten und indirekten, im zahntechnischen Labor angefertigten Schienen unterschieden. Erste sind kostengünstiger und im Zuge von Notfallbehandlungen sofort verfügbar.

Direkte Schienenverbände

Zu den direkten Schienenverbänden zählen die meist nur zur provisorischen Frakturversorgung verwendeten Ligaturschienen. Bei der sog. Ernst-Ligatur wird weicher, nichtrostender Draht achterförmig um zwei benachbarte Zähne ligiert (■ **Abb. 2a**). Die Fixation erfolgt über eine im Gegenkiefer eingebrachte Ligatur (■ **Abb. 2b**). Eine Abänderung zeigt die Schienung nach Ivy-Stout, bei der fortlaufend mehrere Zähne ligiert werden (■ **Abb. 2c**). Im Gegensatz zu diesen eher zu den Notfallmaßnahmen zählenden Drahtligaturen werden Drahtbogen-Kunststoff-Schienen zur konservativen Frakturversorgung verwandt. Klassische Anwendung findet die nach Schuchardt benannte Schiene, die aus einem halbrunden weichen Stahldraht mit sprossenförmigen Querstreben besteht [14]. Die Schiene wird mit Draht an die einzelnen Zähne ligiert und die Ligaturen abschließend mit kalthärtendem Kunststoff versehen (■ **Abb. 4**).

Indirekte Schienenverbände

Vorteil der indirekten Schienen ist deren präzisere Passgenauigkeit und die damit geringere Schädigung des Parodonts, des Zahnhalteapparats. Hierzu zählen die Kappenschienen. Selbige werden im Labor gefertigt und sind zumeist aus Kunststoff. Die einfachste Form stellt die sog. Mini-Plast-Schiene dar, die im Tiefziehverfahren hergestellt wird. Eine stabilere Variante wird nach dem Verfahren der Heiß- und Kaltpolymerisation angefertigt. Kappen-



Abb. 3 ▲ **a** Klassische 2.0-Miniplatte zur monokortikalen Schraubenapplikation im Unterkiefer. **b** Entsprechende Schraube mit Centre-Drive-Design. (Zeichnung **a, b**: K. Koyama, mit freundl. Genehmigung)

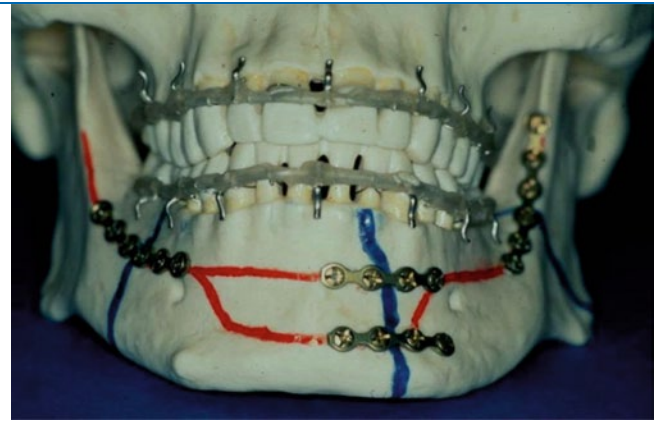


Abb. 4 ▲ Ideale Miniplattenposition im Unterkiefer. (Foto: PD Dr. Dr. Gosau, mit freundl. Genehmigung)

schiene umschließen den Zahn im Bereich der Krone vollständig und ermöglichen somit eine Fixation. Die Schiene wird entweder einligiert, einzementiert oder im Unterkiefer mit perimandibulären Drahtschlingen bzw. im Oberkiefer mit Osteosyntheseschrauben befestigt. Bei Zahndislokationen, Alveolarfortsatzfrakturen und kindlichen Frakturen, an dessen konischen Milchzähnen andere Schienen kaum eingebunden werden können, findet diese Schiene ihren Einsatz [10]. Indirekte Drahtbogen-Kunststoff-Schienen werden nach Abdrucknahme am Gipsmodell angefertigt. Neben dem erwähnten Vorteil der geringeren Parodontschädigung gewährt ihr exakterer Sitz eine ausbleibende orthodontische Wirkung auf die Bezahnung [11]. Entsprechend der Dauer der Knochenheilung werden Schienen in der alleinigen Anwendung für etwa 4–6 Wochen belassen.

Therapieziel

Die Wiederherstellung der korrekten Okklusion, also der individuellen Verzahnung von Oberkiefer und Unterkieferzähnen, ist das oberste Gebot der Frakturversorgung im bezahnten Bereich. Dies kann bei Kieferfehlstellung oder ausgedehnten Dislokationen mitunter schwierig sein.

➤ Ziel jeglicher Frakturversorgung ist die exakte Einstellung der Okklusion

Als Hilfestellung dienen Schliffacetten an den Zähnen bzw. die Herstellung

von Gipsmodellen zur Rekonstruktion der Okklusionsbeziehung [14]. Zur Einstellung der Okklusion dienen u. a. Ligaturschienen und Drahtbogen-Kunststoff-Schienen (▣ **Abb. 4**) mit folgender mandibulomaxillärer Fixation über Draht oder straffe Gummizüge. Ferner können eigens entwickelte selbstschneidende Schrauben, die transgingival im Bereich des Alveolarfortsatzes zwischen den Zahnwurzeln eingebracht werden, zur Okklusionssicherung verwandt werden. Die sich im Ober- und Unterkiefer bilateral gegenüberliegenden Schrauben werden rigide gegeneinander fixiert. Der Einfachheit in der Anwendung und Eleganz dieser Methode steht die Gefahr der Zahnwurzelverletzung sowie der Entstehung einer Weichgewebnekrose durch Einklemmung der mobilen Mundschleimhaut zwischen Schraubenkopf und Alveolarknochen entgegen [1, 6]. Im zahnlosen Kiefer bietet sich die Möglichkeit der Anbringung von Otten-Haken im Bereich der Spina nasalis anterior sowie der Protuberantia mentalis an. Die mit einer Schraube befestigten Haken werden mit Draht verbunden und sichern so zu einem gewissen Grad die vertikale Dimension. Diese kann auch durch die transmukosale Anbringung einer langen Miniplatte in der Mittellinie gesichert werden [11].

Osteosynthesemethoden

Drahtosteosynthese. Die heutige Anwendung der Drahtosteosynthese beschränkt sich bei unzureichender Stabi-

lität auf die genannten Ligaturen sowie bei fehlender Operationstauglichkeit zur nicht funktionsstabilen Drahtumschlingung des Unterkiefers mit Einbindung von Prothesen [6, 14]. Im Oberkiefer ist die Anwendung aber durch die grazilen Mikro- und Miniosteosynthesesysteme verdrängt worden [14].

Plattenosteosynthese. Es gibt eine Vielzahl von Plattensystemen verschiedener Hersteller. Die wesentlichen Unterschiede betreffen Design und Dimension [14]. Die Ziffer, die leitlinienkonform immer vor der genannten Plattenbezeichnung stehen sollte, beschreibt gewöhnlich den Schraubendurchmesser [5].

Miniplatten. Die klassischen Miniplatten (▣ **Abb. 3a**) werden mit einem Schraubenaußendurchmesser von 1,5–2 mm (▣ **Abb. 3b**) zur monokortikalen, übungsstabilen Osteosynthese im Unterkiefer und im Mittelgesicht im Bereich der Mittelgesichtspfeiler verwendet.

Mikroplatten. Noch grazilere Schrauben und Platten wurden erstmals 1988 von Luhr vorgestellt. Sie bestehen aufgrund besserer physikalischer Eigenschaften aus Vitallium und sind mit einem Schraubendurchmesser von 0,8 mm ausreichend stabil. Die Profilstärken der Platten liegen zwischen 0,5 und 0,6 mm [16].

Verriegelungsplatten (Lockingplatten). Bei diesen Platten weisen die Schraubenköpfe ein eigenes Gewinde auf, das sich mit einem korrespondierenden

Innengewinde des Plattenlochs verriegeln lässt. Die Schrauben werden somit winkelstabil eingebracht. Es bildet sich ein starrer Schrauben-Platten-Knochen-Rahmen, der zur Fixierung nicht an den Knochen gepresst werden muss. Die ungestörte Durchblutung des Periosts durch fehlenden Druck auf den Knochen bietet einen entscheidenden Vorteil bei der Frakturheilung. Ferner erfordert dieses System keine exakte Adaptation der Platte an den Knochen.

Rekonstruktionsplatten. Diese auch als Adaptationsplatten bezeichneten Osteosyntheseplatten sind so groß dimensioniert, dass sie die gesamte Last im Frakturbereich übernehmen können und einen Defekt überbrücken können („load-bearing“). Die Schrauben haben einen Durchmesser von 2,3–3 mm und werden bikortikal inseriert. Heutzutage sind Rekonstruktionsplatten vornehmlich Lockingplatten. Durch eine Rekonstruktionsplattenosteosynthese wird immer Funktionsstabilität erreicht.

Zugschrauben. Im Unterschied zu Stellerschrauben, die mit ihrem Gewinde in beiden Frakturseiten greifen, besteht das Prinzip der Zugschraubenosteosynthese darin, dass das Gewinde der Schraube im schraubenkopffernen Fragment den Knochen fassen kann (Zugloch), während im schraubenkopfnahen Fragment das Gewinde aufgrund einer größeren Vorbohrung durchgleitet (Gleitloch, [10]). Beim Eindrehen der Schraube zieht der Schraubenkopf das schraubenkopferne gegen das schraubenkopfnahen Fragment, wodurch eine statische Kompression erreicht wird [5]. Die Zugschraubenosteosynthese gilt als funktionsstabil und eignet sich bei sehr großen Knochenanlagerungsflächen insbesondere bei Schrägfrakturen, medianen und paramedianen Unterkieferfrakturen sowie bei Gelenkfortsatzfrakturen. Die Schraubenrichtung muss immer senkrecht zur Frakturlinie gewählt werden. Bei fehlender Korrekturmöglichkeit muss auf eine exakte Positionierung der Schraube geachtet werden. Es kann bei korrekter Anwendung mit minimalem Materialaufwand eine interfragmentäre Kompression und funktionsstabile Frakturversorgung erreicht werden [11].

Osteosynthesematerialien

Material der ersten Wahl ist heute Titan. Neben ausreichenden biomechanischen Eigenschaften weist Titan eine hohe Biokompatibilität auf [16]. Zusätzlich finden noch Systeme aus Edelstahl oder Vitallium Anwendung [10]. Ein weiterer Vorteil von erstgenanntem Material ist das deutlich geringere Auftreten von Abstrahlungsphänomenen, sog. Backscattern, in der CT und Magnetresonanztomographie [16]. Wegen des bisherigen Ausbleibens einer klinischen Symptomatik bei Belassen von Titanimplantaten wird die Entfernung des Osteosynthesematerials kontrovers diskutiert. Bei Tastbarkeit, Fremdkörpergefühl, Kälteempfinden oder Perforation sollte jedoch auf jeden Fall eine Entfernung erfolgen [14]. Dieser Schritt entfällt beim Einsatz von resorbierbarem Osteosynthesematerial. Zum Einsatz kommen v. a. Polymere aus Laktiden und Glykoliden [16]. Durch Kombination der Bestandteile soll eine Verminderung der mechanischen Festigkeit des Plattenmaterials im Zuge der Resorption mit der Zunahme der Belastbarkeit der frakturierten Stelle einhergehen. Die Anwendung erfolgt außer bei kindlichen Frakturen auch bei Stirnhöhlenvorderwandfrakturen. Die fragilen Schrauben werden entweder nach Schneiden eines Gewindes eingebracht oder mithilfe von Ultraschall in den Bohrkanaal eingeschmolzen [14].

Spezielle Frakturbehandlung

Michelet führte 1973 eine neue, dynamische Methode zur osteosynthetischen Versorgung von Mandibularfrakturen ein. Diese Technik ermöglicht die Wiederherstellung der Gesichtskontur mit der sofortigen Möglichkeit der physiologischen Funktionsausübung [3]. Die Miniaturisierung des Plattenmaterials macht eine intraorale Applikation möglich. Durch die dadurch exakte Adaptation der Frakturfragmente unter Sicht mit stabiler Fixierung entfällt die Notwendigkeit der langen, unkomfortablen postoperativen mandibulomaxillären Fixierung. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist die Schonung des N. facialis sowie das Ausbleiben einer sichtbaren Narbe im Gesichtsbereich. Somit besteht ferner die Möglichkeit der sofortigen Wiederaufnahme einer

adäquaten Mundhygiene und Nahrungsaufnahme [3].

Die Miniaturisierung des Plattenmaterials macht eine intraorale Applikation möglich

Champy modifizierte das Osteosynthesematerial entsprechend den speziellen Anforderungen und bewies, dass eine monokortikale Schraubeninsertion zur Neutralisation von angreifenden Kräften ausreichend ist [2]. In seinen biodynamischen Studien über die Verteilung der Kaumuskelbelastungen im Unterkiefer sowie Kalkulation der Beanspruchungen definierte er die ideale Osteosyntheselinie im Verlauf der Linea obliqua, auf deren Höhe das Anbringen einer einzigen monokortikal angebrachten Platte ausreichend ist (■ Abb. 4). Kaumuskelkräfte verursachen eine Zugbelastung im Bereich des Alveolarfortsatzes, am Unterkieferrand hingegen eine Druckbelastung (■ Abb. 5). Diese stellt eine dynamische und physiologische Beanspruchung dar, die durch den muskulären Tonus aufrechterhalten wird und sich bei Kaumuskelbelastung steigert [11]. Eine auftretende Zugbelastung wird von einer im Bereich der Linea obliqua angebrachten Platte neutralisiert, gegenüberliegend an der Unterkieferbasis kommt es zeitgleich zu einem Druckaufbau, durch den eine Zunahme der interfragmentären Stabilität im Sinne einer dynamischen Kompression entsteht. In der Unterkieferfront, genauer genommen zwischen den Eckzähnen, kommt es zu Torsionsmomenten ([2], ■ Abb. 5).

Unterkiefermedian- und Paramedianfrakturen

Die Einstellung der Okklusion macht eine nasale Intubation erforderlich. Zur Reduzierung der oralen Mikroorganismen ist auf eine gründliche präoperative Desinfektion zu achten [13]. Als Zugang wird eine Schnittführung im Unterkiefervestibulum etwa 3 mm entfernt von der mukogingivalen Grenze oder ein Zahnfleischrandschnitt empfohlen [3, 11]. Es folgt eine offene Reposition mit interner Fixierung (ORIF) über Miniplatten. Zur Neutralisation von Torsionskräften wird eine zweite Platte mit einem Abstand von 5 mm

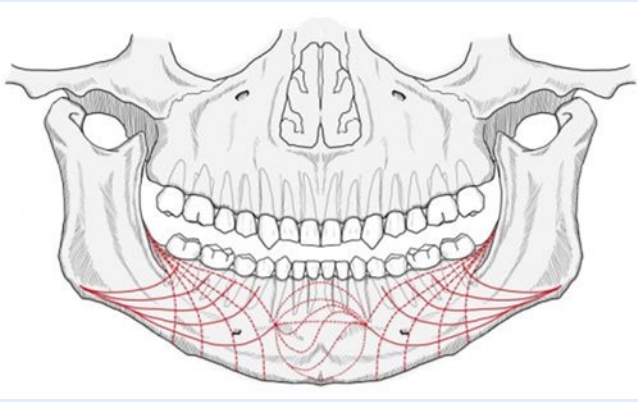


Abb. 5 ▲ Belastung durch die Kaumuskulatur. Sie verursacht im Alveolarfortsatz des Unterkiefers vornehmlich eine Zugbelastung (*gestrichelte Linien*), an der Unterkieferbasis eine Druckbelastung (*durchgezogene Linien*), zwischen den Foramina mentalia entstehen Torsionskräfte (*gepunktete Linien*). (Zeichnung: K. Koyama, mit freundl. Genehmigung)

zu der subapikal inserierten Platte angebracht. Alternativ finden dentale Schienen im Sinne einer Zuggurtung ihren Einsatz. Eine funktionsstabile Kompression kann auch durch 2 Zugschrauben in der Symphysenregion erreicht werden. Dies empfiehlt sich besonders bei zusätzlichem Vorliegen einer beidseitigen Fraktur in der Gelenkfortsatzregion mit Weitung des Unterkieferbogens („open book fracture“, [14]). Bei Frakturen in der paramedianen Region ist bei der Plattenapplikation auf das Foramen mentale mit dem austretenden N. mentalis zwischen den Prämolaren etwa in der Mitte des Unterkieferkörpers zu achten. Durch Neurolyse mit Durchtrennung des Perineuriums lässt sich der Nerv meist mobilisieren und eine Platzierung der Platten jeweils ober- und unterhalb des Austrittspunkts realisieren [11].

Unterkieferkorpusfrakturen

Frakturen im Bereich dieser auch als horizontaler Unterkieferast bezeichneten Region, die sich von der Eckzahnregion bis zum Kieferwinkel erstreckt, können bei nicht vorliegender Dislokation konservativ durch eine mandibulomaxilläre Fixation für etwa 6 Wochen behandelt werden [10]. Aus Gründen des Patientenkomforts und der guten Zugänglichkeit wird jedoch oft wie im Fall von Dislokationen eine Miniplatte entlang der idealen Osteosyntheselinie auf der Linea obliqua über einen intraoralen Zugang appliziert [11].

Defektfrakturen

Zur Überbrückung des Defekts ist die Anlage einer ausreichend dimensionierten Platte erforderlich. Hier kommen insbesondere lastübernehmende Rekonstruktionsplatten im Sinne eines „Load-bearing-Prinzips“ zum Einsatz.

Lasttragende/Lastverteilende Osteosynthese (Load-bearing/Load-sharing-osteosynthese)

Unter dem Begriff der lasttragenden/lastverteilenden Osteosynthese („load-bearing/load-sharing osteosynthese“) werden die Belastungsbedingungen im Frakturbereich bezeichnet. Bei einer Load-bearing-Fixation wird die gesamte Last von der Platte übernommen. Wohingegen „load-sharing“ eine Lastverteilung zwischen Platte und Knochen beschreibt, was eine geringere Dimensionierung des Osteosynthesematerials wie im Fall von Miniplatten oder Zugschrauben möglich macht [5]. Ein geringeres Knochenangebot (atropher Unterkiefer) erfordert somit eine größere Dimension des Osteosynthesematerials (2.4- bis 2.7-Osteosynthesysteme).

Trümmerfrakturen

Bei Trümmerfrakturen kommen Rekonstruktionsplatten zum Einsatz. Zur Erzielung einer ausreichenden Stabilität sollte sie mit mindestens 3 Schrauben beidseits der getrümmerten Zone fixiert werden [14]. Zur Vereinfachung der Mehrfachfraktur können vorerst kleinere Frag-

mente mit Zugschrauben oder Miniplatten fixiert werden und anschließend mit einer lasttragenden Platte stabilisiert werden. Hierzu eignen sich auch Lockingplatten, insbesondere weil das exakte Anbiegen der Platte durch die Trümmerung häufig schwierig ist. Aufgrund der bikortikalen Insertion dieser rigiden Fixierung ist die Anlage zur Verhinderung von Nerven- und Zahnschäden zumeist nur kaudal des N. alveolaris inferior am vestibulären Unterkieferrand möglich. Ein extraoraler Zugang zur Gewährung einer ausreichenden Übersicht ist meist unumgänglich.

Fraktur des atrophierten Kiefers

Beim altersatrophischen Unterkiefer ist v. a. der Unterkieferkörper frakturgefährdet. Ein bilaterales Frakturgeschehen ist häufig zu beobachten. Wegen des geringen Knochenangebots ist hier wieder eine lasttragende Osteosynthese zu wählen [11]. Meist ist es notwendig, den Bereich des Corpus mandibulae zu überbrücken. Die Befestigung der Platte erfolgt mit Schraubeninsertionen im Bereich der Symphyse und des Kieferwinkels. Ähnliches Vorgehen wird bei infizierten oder alten Frakturen empfohlen. Hier erfolgt vorerst die Entfernung des mehr oder weniger den Bruchspalt überbrückenden Bindegewebes (Kallus), um die Fragmente reponieren bzw. den Defekt überbrücken zu können. Dabei sind absolut rigide Versorgungen anzustreben, um weitere Bewegungen im Frakturspalt auszuschalten.

Kieferwinkelbrüche

Bereits die genaue Definition der Ausdehnung des Kieferwinkels wird kontrovers diskutiert. Allgemein wird damit jedoch der Übergang des horizontalen in den aufsteigenden Unterkieferast bezeichnet [8]. Der Kieferwinkel ist vom M. masseter und M. pterygoideus medialis umgeben. Der kräftige Muskelzug verursacht im Fall einer Kieferwinkelbrüche eine Dislokation des posterioren Frakturfragments nach kranial und anterior. Demgegenüber verursacht die Mundbodenmuskulatur eine Dislokation des anterioren Fragments nach kaudal und posterior (■ **Abb. 6a**). Aus diesem Grund und wegen der fehlenden stabilen Schienungsmöglichkeit außerhalb der Zahnreihe ist

ein operatives Vorgehen zu bevorzugen [8, 14]. Entsprechend der Zugzone kommt es bei Kaumuskelbelastung zu einem Klaffen des Frakturspalts im Bereich des Alveolarfortsatzes [8]. Deshalb ist die Applikation einer Miniplatte im Bereich der Linea obliqua die geeignete Vorgehensweise (Prinzip der dynamischen Kompression nach Champy, **Abb. 6b**). Manche Autoren empfehlen das Anbringen einer zweiten Miniplatte am Unterkiefertrand [8]. Ein direkter Vorteil dieses Prinzips hat sich bisher nicht gezeigt [7]. Vereinzelt wurde in Studien sogar eine höhere Komplikationsrate beobachtet [8]. Bei Vorliegen einer weiteren Unterkieferfraktur, die nicht funktionsstabil versorgt ist, wie z. B. einer konservativ versorgten Gelenkfortsatzfraktur, ist eine zweite Platte indiziert, da bei dieser Ausgangslage Torsionskräfte im Kieferwinkel wirken, die durch eine Platte auf der Linea obliqua nicht kompensiert werden können [8]. Zum Einbringen der Platte auf Höhe der Linea obliqua wird ein intraoraler Zugang im Vestibulum gewählt [5].

Zahn im Bruchspalt

Weil der Kiefer vornehmlich im Bereich langer Zahnwurzeln oder impaktierter Weisheitszähne bricht, ist ein Zahn im oder am Frakturspalt ein häufiges Ereignis. Durch die Verbindung mit dem Parodontalspalt liegt immer eine offene Fraktur vor, was eine höhere Infektionsgefahr darstellt [11]. Deshalb wird insbesondere bei verzögerter Frakturversorgung, zusätzlicher Zahnfraktur bzw. fortgeschrittener parodontaler oder kariöser Erkrankung des im Frakturspalt befindlichen Zahns die Entfernung empfohlen [5]. Diese ist ebenso durchzuführen, wenn der mobile Zahn die Frakturversorgung behindert, die Wiederherstellung der Okklusion stört oder die Wurzel frei in die Fraktur ragt [5, 13]. Zähne, die erhaltungswürdig sind oder deren Entfernung einen erheblichen Knochendefekt im tragenden Bereich schaffen würde, sind zu belassen [4, 5]. Komplett impaktierte Weisheitszähne können ebenfalls belassen werden, dagegen sollten teilerhaltene Zähne mit Kontakt zur Mundhöhle entfernt werden [11].

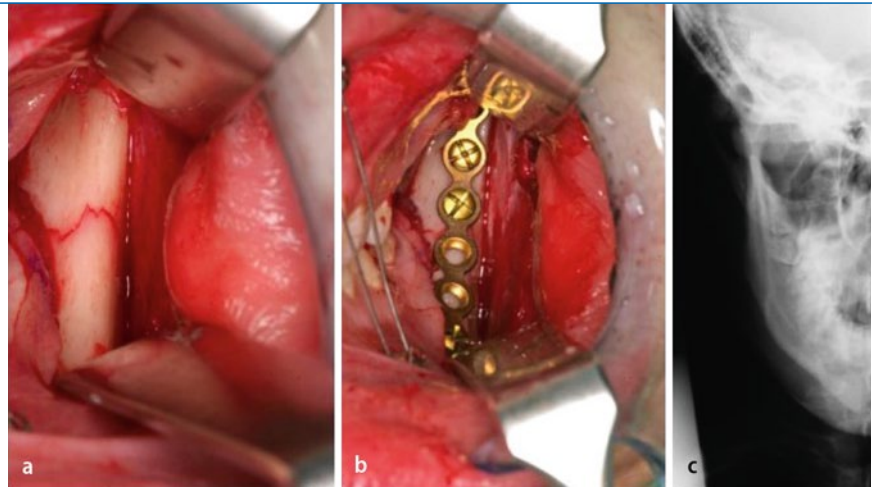


Abb. 6 ▲ **a** Kieferwinkelfraktur. **b** Osteosynthetische Versorgung im Bereich der Linea obliqua. **c** Postoperative Röntgenkontrolle

Frakturen im Bereich des Ramus mandibulae

Der auch als aufsteigender Unterkieferast bezeichnete Anteil des Unterkiefers liegt innerhalb der pterygomasseterialen Schlinge. Wegen des bis zu einem gewissen Grad vorliegenden Schienungseffekts kann daher ein konservatives Therapieregime mit temporärer Ruhigstellung über eine mandibulomaxilläre Fixation erwogen werden [10]. Aus Gründen der möglichen sekundären Dislokation durch die Muskelaktivität ist ein operatives Vorgehen jedoch zu bevorzugen [14]. Der Zugang kann bei einfachen, nichtdislozierten Frakturen von enoral, meist aber von sub- oder retromandibulär erfolgen.

Gelenkfortsatzfrakturen (Fraktur des Collum mandibulae)

Etwa 30% der Unterkieferfrakturen betreffen den Gelenkfortsatz. Dieser ist definiert durch die Incisura mandibulae bis zum Gelenkköpfchen [10]. Klassische Symptome einer Gelenkfortsatzfraktur sind ein fortgeleiteter Stauungsschmerz im Bereich des Gelenks bei Druck auf das Kinn oder ein direkter Druckschmerz über dem Gelenk sowie bei Druck im Gehörgang nach anterior. Hinweisend sind in jedem Fall Prellmarken, Schürfungen oder Hämatome im Kinnbereich (indirekte Krafteinwirkung) oder direkt im Gelenkbereich (direkte Krafteinwirkung). Die Dislokation des kondylären Fragments kann eine fehlende Abstützung im Gelenk und somit eine Verkürzung des aufsteigenden Unterkie-

ferasts bedingen. Klinisch zeigt sich dabei ein Frühkontakt der Seitenzähne der frakturierten Seite, während es auf der Gegenseite zur Ausbildung eines offenen Bisses, also einer fehlenden Verzahnung, kommt. Bei einer bilateralen Gelenkfortsatzfraktur kann es durch den gleichen Mechanismus zu einem anterior offenen Biss kommen. Die zahlreichen Klassifikationen, die nach Dislokationsgraden, Luxation, d. h. Dislokation des Gelenkkopfes aus der Gelenkpfanne, und v. a. nach der Höhe der Fraktur unterscheiden, unterstreichen die Komplexität der Verletzung. Die therapielevanteste Einteilung beschreiben Spiessl und Schroll. Sie unterscheiden

- Typ I: Fraktur ohne Dislokation,
- Typ II: basale Fraktur mit Dislokation,
- Typ III: hohe Fraktur mit Dislokation,
- Typ IV: basale Fraktur mit Luxation,
- Typ V: hohe Fraktur mit Luxation,
- Typ VI: Gelenkkopffraktur.

Mit ansteigender Zahl der aufgeführten Klassifikation ist die Versorgung schwieriger und die Prognose zur Wiederherstellung einer vollständigen Funktion ungünstiger [11]. Die Erzielung einer ungestörten Funktion des Gelenks und damit auch des Unterkiefers stellt den Ansatzpunkt jeglicher Behandlung dar. Eine exakte anatomische Reposition ist dafür nicht immer erforderlich. Auch eine in Fehlstellung verheilte Fraktur kann aufgrund der hohen adaptiven Kapazität (Remodelling) des Kiefergelenks besonders bei Kindern mit einer ungestörten

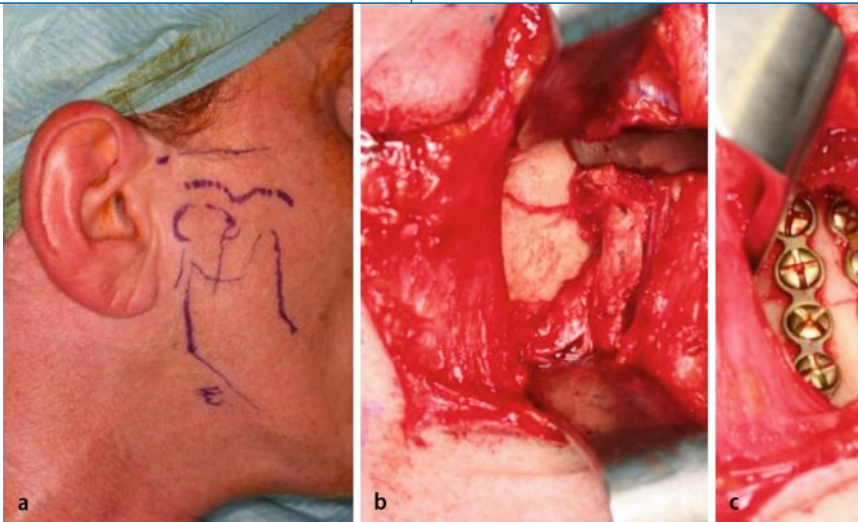


Abb. 7 ▲ **a** Op.-Situs. **b** Hohe Gelenkfortsatzfraktur. **c** Übungsstabile Osteosynthese durch zwei nach kaudal divergierende Miniplatten

Funktion einhergehen [10]. Für die Funktion und Rehabilitation des Gelenks ist eine frühe Mobilisation und funktionelle Belastung wichtig. Bei mäßiger Dislokation, Frakturen im Kindesalter und intrakapsulären Frakturen wird ein geschlossenes, konservatives Vorgehen bevorzugt. Nach initialer Ruhigstellung für 10–14 Tage und eingeschränkter Mobilisation über Führungsgummis für weitere 10 Tage folgt die Funktionstherapie. Da keine Reposition erfolgt, muss die Gelenkfunktion ganz über Remodellierung erreicht werden, was eine maximale Funktionstherapie erfordert [14].

➤ **Bei allen extraoralen Zugängen besteht die Gefahr, den N. facialis iatrogen zu verletzen**

Bei erheblichen Dislokationen des gelenknahen Fragments, das durch Zug des M. pterygoideus lateralis meist nach medial und anterior verschoben ist, bei beidseitigen Gelenkfortsatzfrakturen und Vorliegen weiterer Verletzungen, insbesondere begleitender Unterkieferfrakturen, einer Dislokation ohne Fragmentkontakt [10] und einer Ramusverkürzung von mehr als 8 mm, wird die offene Reposition angestrebt (■ **Abb. 7b**). Die Indikationen werden kontrovers diskutiert [11]. Der offenen Reposition folgt i. d. R. eine funktionsstabile Osteosynthese durch Anlage von zwei nach kaudal divergierenden Miniplatten entsprechend der Zug und Druckbelastung die-

ser Region (■ **Abb. 7c**). Speziell geformte dreidimensionale Platten sind ebenfalls in Gebrauch. Eine weitere Möglichkeit bietet die Zugschraubenosteosynthese nach Eckelt oder Krenkel. Der operative Zugang zum Collum mandibulae kann von sub- oder retromandibulär erfolgen, aber alternativ auch von prä- oder retroaurikulär (■ **Abb. 7a**). Bei allen extraoralen Zugängen besteht die Gefahr der iatrogenen Verletzung von Ästen des N. facialis und der Entstehung einer sichtbaren Narbe. Deshalb ist ein intraoraler Zugang bei gering dislozierten Frakturen für den versierten Operateur auch möglich. Die Schrauben müssen entweder transbukkal oder mittels eines Winkelschraubendrehers eingebracht werden.

Gelenkkopffrakturen (Kapitulumfrakturen)

Gelenkkopffrakturen verlaufen nahezu immer intra- und extrakapsulär. Das proximale Fragment ist zumeist am M. pterygoideus lateralis gestielt. Diese Muskelinserion darf keinesfalls getrennt werden, da die Blutversorgung durch die A. temporalis profunda über den M. pterygoideus lateralis erfolgt. Bei guter reparativer Kapazität der gelenknahen Strukturen wird von vielen Autoren vornehmlich ein konservatives Vorgehen empfohlen [10, 11, 12]. Bei häufig zusätzlichem Vorliegen von Diskusverlagerungen, Kapsel und Bandrupturen kann es dennoch zu ungünstigen Ergebnissen kommen. Deswegen wurden auch hier spezielle Strate-

gien zur offenen Reposition entwickelt. Es wird ein prä- oder retroaurikulärer Zugang gewählt. Als Osteosynthese kommen Zugschrauben mit zusätzlicher rotations-sichernder Pinapplikation sowie winkel-stabile Platten mit einer Schraube und resorbierbaren Pins zum Einsatz [14].

Frakturen des Muskelfortsatzes

Der Processus coronoideus, in sagittaler Projektion direkt vor dem Kiefergelenk gelegen, frakturiert aufgrund der geschützten Lage unter dem Jochbogen selten. Eine Therapie ist nur bei einer symptomatischen Mundöffnungseinschränkung nötig. Diese resultiert jedoch eher von einer Jochbogenimpressionsfraktur mit Kontakt zum Processus muscularis mandibulae bzw. den ansetzenden Muskeln [5].

Frakturen im kindlichen Gebiss

Wegen der hohen Kapazität an Regenerationsfähigkeit des kindlichen Knochens sowie dem häufigen Vorliegen einer Grünholzfraktur, bei der die fissurale Fraktur durch den im Kindesalter dicken Periostschlauch geschieht wird, kann auf eine operative Intervention häufig verzichtet werden [10]. Ist bei erheblicher Dislokation ein operatives Vorgehen erforderlich, sollten wenn möglich resorbierbare Osteosynthesesysteme verwandt werden. Aufgrund einer möglichen Beeinflussung des Wachstums ist bei der Verwendung von Titanplatten und -schrauben eine Metalentfernung nach spätestens einem halben Jahr unabdingbar. Auf die Verletzungsgefahr der im Kieferknochen vorhandenen Zahnkeime muss unbedingt geachtet werden. So wird im anterioren Unterkiefer häufig neben der basal anzubringenden Platte auf eine zweite kranial davon gelegene Platte zugunsten eines dentalen Schienenverbands verzichtet [11]. Bei nichtdislozierten Frakturen wird neben der Schienentherapie und mandibulomaxillären Fixierung insbesondere die funktionelle Rehabilitation eingesetzt.

Oberkieferfrakturen

Der Oberkieferknochen besteht aus einer feinen, lamellären Struktur mit ausgeprägter Pneumatisierung [10]. Daraus resultiert wegen der guten Durchblutung eine rasche Heilungstendenz [11], aufgrund

der Grazilität des Knochens jedoch auch eine erhöhte Frakturneigung. So kommt es häufig meist in Kombination mit einer Traumatisierung der Zähne zu Alveolarfortsatzfrakturen. Hier ist vorwiegend der anteriore Anteil der Maxilla im Bereich der Zahnfächer der oberen Schneidezähne betroffen [9]. Diese Art der Verletzung erfordert in Abhängigkeit von der Schwere des Zahntraumas selten eine offene chirurgische Intervention, zumeist ist ein konservatives Therapieregime ausreichend. Hier kommen v. a. dentale Schienen zum Einsatz. Bei umschriebenen Alveolarfortsatzfrakturen ist die Anlage eines Trauma-Splints ausreichend [10]. Diese vorwiegend zur Retention nach Reposition von dislozierten oder avulsierten Zähnen verwendete Schiene besteht aus Titan, ist 0,2 mm dick, plastisch verformbar und hat zur Fixierung an den labialen Flächen der Zähne definierte Perforationen. In die Perforationen wird Kunststoff aufgetragen, der nach der gebräuchlichen Säureätztechnik verarbeitet wird. Somit ist die Anlagerungsfläche definiert und bei Verwendung von gefärbten Kunststoffpräparaten die schmelzschonende Entfernung möglich [9]. Die Schienungsdauer beträgt 4–6 Wochen.

Le-Fort-I-Fraktur

Diese synonym auch als Guerin-Fraktur bezeichnete Verletzung entsteht bei stumpfer Gewalteinwirkung von vorn oder von der Seite auf den Oberkieferalveolarfortsatz [14]. Dabei kommt es zu einer Abspaltung des basalen Teils der Maxilla in einer nahezu horizontalen Ebene. Die Frakturlinie liegt oberhalb der Gaumenplatte, des Kieferhöhlen- und des Nasenbodens [10]. Nach Einstellung der Okklusion durch mandibulomaxilläre Fixierung erfolgt die offene Reposition mit Fixierung von funktionsstabilen Platten an den tragenden Gesichtspfählern paranasal beidseits sowie im Bereich der Crista zygomaticoalveolaris beidseits. Als chirurgischer Zugang wird vorzugsweise ein Zahnfleischrandschnitt gewählt [11]. Liegt zusätzlich eine Sagittalfaktur des Oberkiefers vor, kann zur Einstellung der vorbestehenden Zahnbogenbreite eine Schienung mittels Palatinalplatte erfolgen. Sagittalfrakturen kommen selten isoliert vor.

Der Bruchlinienverlauf richtet sich nie exakt nach der Sutura palatina, sondern läuft wenige Millimeter versetzt davon [11]. Eine zusätzliche Stabilisation wird durch die Anlage einer über dem Frakturspalt überbogenen Miniplatte an der Apertura piriformis [8, 9, 10] oder transgingival am Gaumen empfohlen [10].

Fazit für die Praxis

- **Prellmarken oder Schürfungen im Kinnbereich sowie ein vestibuläres oder sublinguales Hämatom können die ersten Hinweise auf das Vorliegen einer Unterkieferfraktur sein.**
- **Ebenso diagnoseweisend ist eine Okklusionsstörung wie z. B. ein offener Biss.**
- **Typische Frakturkonstellationen von Unterkieferfrakturen sind:**
 - **Kinnregion und beide Gelenkfortsätze,**
 - **Eckzahnregion und Kieferwinkel der Gegenseite,**
 - **Eckzahnregion und Gelenkfortsatz der Gegenseite,**
 - **Eckzahnregion und beide Gelenkfortsätze.**
- **Die Einstellung der korrekten Okklusion ist das oberste Gebot der Frakturpositionierung im bezahnten Bereich.**
- **Durch eine monokortikale Fixierung von Miniplatten entlang der idealen Osteosyntheselinie im Bereich der Linea obliqua am Unterkiefer kann auf eine interfragmentäre Kompression sowie mandibulomaxilläre Fixierung verzichtet werden. Ein gesteigerter Patientenkomfort und eine rasche funktionelle Rehabilitation sind die Folge.**

Korrespondenzadresse

Dr. W. Waiss



Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Regensburg
Franz-Josef-Strauss-Allee 11,
93053 Regensburg
waltraud.waiss@
klinik.uni-regensburg.de

Interessenkonflikt. Die korrespondierende Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Bell BR, Wilson DM (2008) Is the use of arch bars or interdental wire fixation necessary for successful outcomes in the open reduction and internal fixation of mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 66:2116–2122
2. Champy M, Ladde JP, Schmitt R (1978) Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *J Maxillofac Surg* 6:14–21
3. Champy M, Wilk A, Schnebelen JM (1975) Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre Ruhigstellung nach der Technik von FX Michelet. *Zahn Mund Kieferheilkd* 63:339–341
4. Berg S, Pape HD (1992) Teeth in the fracture line. *Int J Oral Maxillofac Surg* 21:145–146
5. Cienfuegos R, Cornelius CP et al (2011) Mandible. In: Figari M, Aniceto GS (Hrsg) AO surgery reference, AOCMF, AO Foundation. <http://www.aofoundation.org/>. [Last visit: 05.05.2011]
6. Cornelius CP, Ehrenfeld M (2010) The use of MMF screws: surgical technique, indications, contraindications, and common problems in review of the literature. *Cranio-maxillofac Trauma Reconstr* 3:55–80
7. Danda AK (2010) Comparison of a single noncompression miniplate versus 2 noncompression miniplates in the treatment of mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 68:1565–1567
8. Ellis E III (2009) Management of fractures through the angle of the mandible. In: Laskin DM, Abubaker OA et al (Hrsg) Oral and maxillofacial surgery clinics of North America. Saunders, Philadelphia, S 163–174
9. Filippi A (2008) Traumatologie bleibender Zähne. In: Lambrecht JT (Hrsg) Zahnärztliche Traumatologie. Quintessenz, Berlin, S 171–219
10. Gutwald R, Schmelzeisen R (2003) Traumatologie. In: Hausamen JE, Becker J, Neukam FW et al (Hrsg) Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd III. Quintessenz, Berlin, S 357–420
11. Härle F, Champy M, Terry B (2009) Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis, miniplates, microplates, and screws. In: Härle F, Champy M, Terry B (Hrsg) Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart New York, S 1–75
12. Landes CA, Day K, Lipphardt R, Sader R (2008) Closed versus open operative treatment of nondisplaced diaphyseal (class VI) fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 66:1586–1594
13. Michelet FX, Deymes J, Dessus B (1973) Osteosynthesis with Miniaturized Screwed Plates in Maxillofacial Surgery. *J Maxillofac Surg* 1:79–84
14. Rasse M (2011) Frakturen des Gesichtsschädels, Spezielle Frakturen. In: Schweszer N, Ehrenfeld M (Hrsg) Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Bd 4. Thieme, Stuttgart New York, S 318–358
15. Seemann R et al (2010) Complication rates in the operative treatment of mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 68:647–650
16. Wiltfang J (2002) Osteosynthesesysteme in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie. *HNO* 50:800–811