

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. habil. Robert Sader)

Segmentstabilität von resorbierbaren INION- Osteosynthesen in der Dysgnathiechirurgie

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereiches Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Vorgelegt von

Dr. med. dent. Alexander Ballon
aus Offenbach

Frankfurt am Main, 2010

Dekan: Prof. Dr. Josef M. Pfeilschifter

Referent: PD Dr. Dr. Dr. Constantin A. Landes

Korreferent: Prof. Dr. S. Kopp

Tag der mündlichen Prüfung: 18.11.2010

Inhaltsverzeichnis

1. **Einleitung**
2. Untersuchungsziele
3. Historisches
4. **Patienten und Methode**
 - 4.1. Kontrollgruppe
 - 4.2. Studiengruppe
 - 4.3. Einverständnis
 - 4.4. Operationsmethodik
 - 4.5. Osteosyntheseverfahren
 - 4.6. Resorbierbare Osteosynthesen
 - 4.7. Titanminiplattenosteosynthesen
 - 4.8. Klinische Nachsorge
 - 4.9. Radiologische Nachsorge
 - 4.10. FRS-Vermessung
 - 4.10.1. Messfehler
 - 4.10.2. Statistik
5. **Ergebnisse**
 - 5.1. Auswertung der Vermessung von Studien- und Kontrollgruppe
 - 5.1.1. Auswertung beider Gruppen mit allen Patienten
 - 5.1.2. Auswertung ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte
 - 5.1.3. Auswertung nur Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte
 - 5.1.4. Auswertung der Gruppenvergleiche bei Patienten mit bimaxillärer Umstellung
6. **Diskussion**
 - 6.1. Auswertung der Gruppenvergleiche aller Patienten
 - 6.1.1. Teil 1: Oberkiefer
 - 6.1.2. Teil 2: Unterkiefer
 - 6.2. Auswertung ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte
 - 6.3. Auswertung nur Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

- 6.4. Auswertung der Gruppenvergleiche bei Patienten mit monomaxillärer und bimaxillärer Umstellung
- 6.5. Operationsplanung und moderne Simulationsverfahren
- 6.6. Kostenaufstellung Dysgnathiechirurgie
- 6.7. Zufriedenheitsstudien
- 6.8. MRT-Diagnostik
- 7. Schlussfolgerung**
- 8. Ausblick**
- 9. Zusammenfassung**
10. Summary
11. Tabellen
12. Abbildungen
13. Literaturverzeichnis
14. Danksagung
15. Lebenslauf
16. Erklärung

1. Einleitung

Dysgnathiechirurgische Eingriffe gehören zum Kernbereich des Faches Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgie. Historisch gesehen gehören sie jedoch zu den jüngeren Eingriffen dieser Fachdisziplin. Einzelne Elemente unterliegen deshalb noch einem stetigen Wandel und entwickeln sich ständig weiter. Dies betrifft vor allem die Verwendung von modernen Osteosyntheseverfahren und hier im speziellen der resorbierbaren Osteosynthesysteme. Moderne resorbierbare Osteosynthesen sind hinsichtlich ihrer Stabilität und Biokompatibilität hinreichend untersucht und für die orthognathe Chirurgie anerkannt. Es wird deshalb darauf verzichtet hier nochmals im speziellen auf die Stabilitätsstudien von verschiedenen Autoren [1-8] einzugehen.

Das im Rahmen dieser Arbeit untersuchte resorbierbare Osteosynthesystem der Firma INION[®] CPS ist ein Polymer, bestehend aus P(L/DL)LA-TMC d.h. Poly(L/DL) Lactidacid-Trimethylencarbonat der Stärken 2.0 mm und 2.5 mm.

Die Osteosynthesysteme sind amorph, degradieren in vivo durch Hydrolyse und werden anschließend vom Körper zu CO₂ und Wasser metabolisiert [9]. Das Degradationsprofil dieser Platten zeichnet sich durch eine hohe Anfangsstabilität für 9-14 Wochen aus.

Anschließend wird bei nachlassender Stabilität die Last durch progressives „Bone Loading“ auf den Knochen übertragen. Im weiteren Verlauf kommt es zum Massenverlust bis zur vollständigen Auflösung nach 2-4 Jahren [9].

Unabhängig von den Osteosynthesen macht die Weiterentwicklung in der computergestützten Operationsplanung große Fortschritte. Planungen werden genauer und Operationsergebnisse vorhersagbar und simulierbar. Dies ist jedoch mit einem deutlich höheren Zeit- und Kostenaufwand verbunden. In Zeiten immer strengerer Kostenkontrolle und Restriktion ist dies nicht unproblematisch, da aus Kostengründen häufig gute, moderne

aber teurere Verfahren nicht in der breiten Masse angewendet werden können.

Auch durch ein sich im Laufe der Jahrzehnte verändertes ästhetisches Empfinden hat sich die Indikationsstellung zur Operation deutlich geändert. Es werden deshalb heute auch deutlich geringere chirurgische Verlagerungen vorgenommen als noch vor Jahrzehnten oder Patienten werden aus primär ästhetischen Gründen operiert.

Dadurch ist der psychologische Aspekt eines dysgnathiechirurgischen Eingriffs, der rein optisch gesehen sehr stark die Physiognomie verändern kann, in den letzten Jahren immer mehr ins Zentrum von Untersuchungen gerückt.

Auch die Veränderungen durch die Eingriffe auf das Kiefergelenk werden immer wieder kontrovers diskutiert. Heute erhalten mehr ältere Menschen Dysgnathiechirurgie als noch vor 20 Jahren und durch die ältere Klientel steigt die Zahl der präoperativ vorhandenen Kiefergelenkserkrankungen. Diese müssen dann in die Planung mit einbezogen und gegebenenfalls mitoperiert werden. Hier geben neue und moderne Diagnoseverfahren, im speziellen seien hier die MRT-Diagnostik und die Sonographie zu nennen, immer neuen Aufschluss und neue Einblicke.

Der Hauptteil dieser Arbeit beschäftigt sich mit einer vergleichenden Stabilitätsanalyse eines modernen resorbierbaren Osteosynthesystems der Firma INION® mit einem historischen Titanminiplattenkollektiv.

Diese Arbeit versucht darüberhinaus die oben aufgeführten Fragestellungen im aktuellen Kontext wiederzugeben und zu klären, wie wichtig die einzelnen Faktoren im Gesamtkonzept sind, wie sich der Kostendruck im einzelnen auswirkt und welche Faktoren vor dem Hintergrund der Kostendeckelung zwar notwendig, jedoch auch sinnvoll und realisierbar sind. Zum Abschluss soll versucht werden, Lösungen vorzuschlagen und einen Ausblick in die Zukunft zu geben.

2. Untersuchungsziele

Diese Arbeit besteht aus mehreren Teilen.

1. Zunächst soll ein historischer Überblick über die Entstehung der Dysgnathiechirurgie gegeben werden.
2. Der Hauptteil dieser Studie untersucht die Segmentstabilität eines neuen resorbierbaren Osteosynthesystems (INION CPS®) in der Dysgnathiechirurgie bei einem größeren Patientenkollektivs in dem auch Patienten mit kraniofazialen Fehlbildungen und Lippen-Kiefer-Gaumenspalten enthalten sind und vergleicht sie mit einem historischen Titanminiplattenkollektiv. Diese Hauptgruppe wird anschließend nochmals ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten untersucht. Zusätzlich wird weiterhin noch eine Gruppe untersucht, die nur Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten enthält. Zuletzt werden nur Patienten verglichen die eine bimaxilläre Kieferumstellung erhielten, da monomaxilläre Eingriffe eventuell in ihrem Rezidivverhalten anders einzustufen sind; dies soll in diesem Abschnitt geklärt werden.

Dieser Teil der vorliegenden Studie hat einen prospektiven Studienansatz. Die Studie wurde nicht randomisiert durchgeführt. Eine Randomisierung war aus ethischen Gründen und Gründen der operativen Durchführbarkeit nicht möglich.

3. Ein weiterer Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Wirtschaftlichkeit von modernen resorbierbaren Osteosynthesen im Rahmen der DRG-Kodierrichtlinien. Hier wird der Mehrkostenaufwand der resorbierbaren Osteosynthesen mit denen der Titanminiplatten verglichen. Dieser Teil ist retrospektiv und soll die Frage der Kostenübernahme für resorbierbare Osteosynthesen beleuchten.

4. Zusätzlich soll in einem weiteren Teil auf den Aspekt der psychologischen Komponente von orthognathen Eingriffen eingegangen werden. Hierzu wird ein Teil der aktuellen Literatur vorgestellt und diskutiert.
5. Zuletzt soll ein Überblick der aktuellen Literatur über andere Aspekte der Dysgnathiechirurgie, wie z.B. computergestützte Operationsplanung gegeben werden um, den Gesamtrahmen dieser Arbeit abzurunden.

3. Historisches

Der Terminus „Dysgnathie“ wurde 1954 von EUGEN FRÖHLICH in Tübingen eingeführt. Er umfasste damals alle nach der Geburt entstandenen Deformitäten der Kiefer mit Störungen der Okklusion. Inzwischen wurde diese Definition um die genetische Mitdeterminierung erweitert, da diese heute als unbestritten gilt. Historisch gesehen gehören die Eingriffe der orthognathen Chirurgie zu den Neueren des Fachs. Erste Umstellungen der Kieferbasen sind Ende des 19. Jahrhundert beschrieben worden. Es waren damals der Kieferorthopäde Hartley Angle und der Chirurg Vilray Papin Blair. Blair führte eine beidseitige Unterkieferosteotomie bei Progenie ohne Rücksicht auf den Mandibularkanal und den in ihm verlaufenden Nervus Alveolaris inferior durch und verschnürte die Bruchenden mit Kupferdraht. Glaubt man Angle, so kam es anschließend zu einer Pseudarthrose die Blair aber nach eigenen Angaben durch eine Gipsschiene behoben habe. Als Folge hiervon empfiehlt Blair aber fortan die Erprobung der Operation an einem Gipsmodell. Es bleibt hier strittig, wer auf den Gedanken gekommen war, denn beide, Angle und Blair beanspruchen ihn für sich. Nach weiteren wenig erfolgreichen Versuchen durch Pickerill versuchte Blair wegen der gefürchteten Infektionsgefahr 1915 die Operation zum ersten Mal von extraoral. Kurz vorher hatten wohl etwa parallel und voneinander unabhängig William Lane in London und William Babcock nach Modelloperationen versucht, den Mandibularkanal bei der Operation wegen der Blutversorgung des Mittelsegments zu erhalten. In diesem Zeitraum wurden ebenfalls in der westdeutschen Kieferklinik in Düsseldorf durch Lindemann 1918, Pichler in Wien 1918 und Kostecka 1928 in Prag verschiedene Techniken der Schnitt und Sägeföhrung versucht. Problematisch war in dieser prä-antibiotischen Ära ohne Osteosynthesen aber bei all diesen Eingriffen immer das Abkippen der Bruchenden durch den Muskelzug. Da nur extraoral mit Kopf-Kinnkappe geschient wurde, bewegten sich die Bruchenden und es kam selten zu einer knöchernen Konsolidierung. Nach Entdeckung des Penicillin durch Fleming 1928/1929 wurden dann Drahtnähte zur Fixierung verwandt.

Letztlich war es 1922 in Tübingen Heinrich Schlössmann der, von extraoral, als erster eine Osteotomie von unten außen nach innen oben beschreibt. Später war es dann 1955 Obwegeser der wegen der besseren Antibiotikaphylaxe nun von intraoral vorging und später zusammen mit dem Italiener Dal Pont und dem Deutschen Wassmund die noch heute meistverwendeten Osteotomielinien beschrieb.

Bei der Behandlung der Retrognathie ging man ähnliche Wege jedoch wurden hier immer wieder Apparate zum „Nach-vorne-ziehen“ des Unterkiefers eingesetzt oder aber versucht, die entstandenen Lücken mit Knochenspänen aus der Tibia oder der Rippe zu ersetzen (z.B. Bergmann 1893, Pichler 1906, Limberg 1926, Schuchardt 1957). Letztlich hat sich zur Mikrogeniebehandlung aber auch das Verfahren von Obwegeser und Obwegeser/Dal Pont am breitesten durchgesetzt.

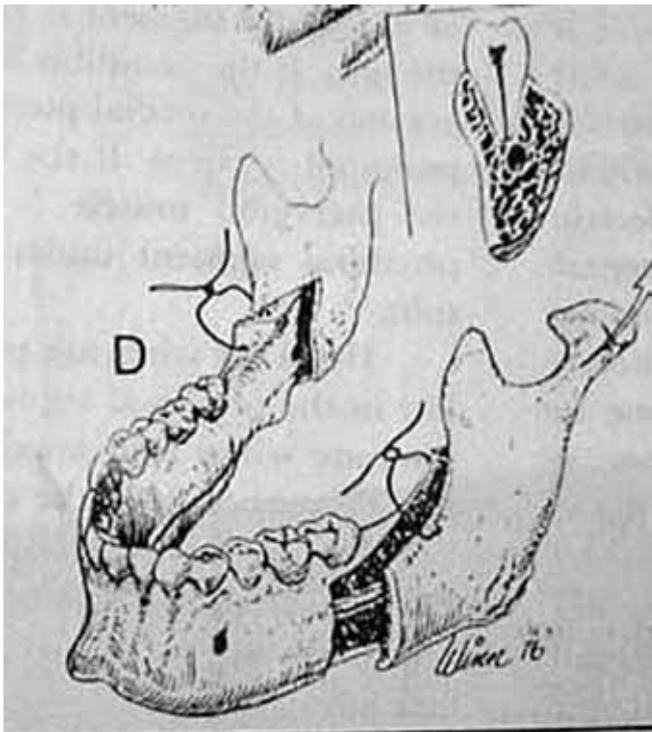


Abbildung 1: Klassische Osteotomielinien nach Obwegeser/Dal Pont. Zur Fixierung dienen heute entweder Osteosyntheseplatten oder Stellschrauben, die Drahtnaht wird im europäischen und angloamerikanischen Raum nicht mehr verwendet.

http://www.face.or.kr/grim/jpg/ssro/3bruce_epker.jpg

Die Korrektur der Lageanomalien des Oberkiefers fing deutlich später an. Erst gegen etwa 1920/21 waren es wohl gleichzeitig der Berliner Zahnarzt Cohn-Stock und der Holländer Johannes Esser, die eine anteriore Segmentosteotomie zur Korrektur einer Pseudoprogathie einsetzten. Beide erhielten die faziale Schleimhaut. 1927 war es dann Wassmund, der eine vollständige Mobilisation des Oberkiefers ohne Abtrennung der Flügelfortsätze riskierte. Da sich der Kiefer aber hier nicht richtig bewegen ließ, versuchte 1934 in Berlin Axhausen eine vollständige Mobilisation des Kiefers. Um 1950 war es dann Harold Gillies der wohl als erster Le Fort III Osteotomien vornahm, hier noch mit Drahtnaht, später waren es um 1967 Paul Tessier und 1969 Hugo Obwegeser, denen die die Weiterentwicklung der Plattenosteosynthesen neue Hilfestellung leistete.



Klinik für Zahnärztliche Chirurgie
Hildebrand, 1993, Dordrecht, A. Thieme

Abbildung 2: Le Fort I Osteotomie und Fixierung mit Titanminiplatten.

Unter: http://www.uniklinikum-regensburg.de/kliniken-institute/mund-kiefer-gesichtschirurgie/Medizinische_Leistungen/Dysgnathien_Kieferfehlstellungen_/index.php

(für den vorangegangenen Teil: Literatur aus: Walter Hoffmann-Axthelm: Die Geschichte der Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgie, Kapitel V, pp. 121-144 und pp. 298-301, Quintessenz Bibliothek, 1995).

Dies sind nun die Grundlagen der Entwicklung des operativen, rein chirurgischen Prozesses, der sich bezogen auf die Osteotomien, heute im wesentlichen noch genau so abspielt. Allerdings haben sich die Rahmenbedingungen doch mitunter deutlich geändert. Ein Teil dieser Veränderungen sollen nun im Fortgang der Arbeit im Einzelnen besprochen werden.

Titanosteosynthesen stellen heute allgemein den Goldstandard in der Dysgnathiechirurgie dar. Doch obwohl Titanosteosynthesen zwar weitgehend biokompatibel sind und wenige Nebenwirkungen verursachen, müssen aufgrund von Tastbarkeit, Temperatursensibilität oder Freiliegen etwa 12% der Platten wieder entfernt werden. Deshalb begann man Ende der 1960er Jahre biodegradierbare Materialien zu erproben. Kulkarni et al. [10, 11] berichteten Ende der 1960er und Anfang der 1970er über Erfahrungen mit Polylactid (PLA).

Kronenthal [12] führte später die vier allgemeinen Stadien der Polymer-Degradation in vivo auf:

Wasseraufnahme (Hydratation), Festigkeitsverlust, Formverlust und Massenverlust (Verflüssigung). Der Abbau erfolgt durch Hydrolyse oder Esterasen und Carboxypeptidasen mit anschließender Verstoffwechslung im Citratzyklus zu Kohlendioxid und Wasser.

Moderne resorbierbare Osteosynthesen bestehen aus Materialkompositionen von meist zwei unterschiedlichen Polymeren. Dadurch wird versucht, unterschiedliche Materialeigenschaften wie Festigkeit und Auflösungsverhalten ideal zu kombinieren. Die Entwicklung ist jedoch noch nicht abgeschlossen und schreitet auf diesem Gebiet weiter voran [6].

4. Patienten und Methoden

Das Patientenkollektiv der Stabilitätsstudie umfasst insgesamt 100 Patienten mit unterschiedlich stark ausgeprägten Dysgnathien, aufgeteilt in Studien- und Kontrollgruppe mit jeweils 50 Patienten. Die Studiengruppe erhielt resorbierbare Osteosynthesen der Firma INION[®], die Kontrollgruppe Titanminiplatten.

Es wurden keine Patienten aufgrund von systemischen Grunderkrankungen oder Fehlbildungen ausgeschlossen. Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten oder systemischen Erkrankungen sind allerdings bekannter weise besonders anfällig für Rezidive. Sie machen jedoch in der Klinik in der diese Arbeit entstand einen nicht geringen Anteil des Patientengutes aus und wurden deshalb in dieser Studie unter der Voraussetzung einer differenzierten Ergebnisbetrachtung miteinbezogen. Es wird somit im Rahmen dieser Arbeit auf eine Differenzierung der Ergebnisse von Gesunden und Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten gesondert eingegangen.

Da speziell Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte größere Rezidive zeigen als andere Patienten [13] werden sie zusätzlich gesondert untersucht. Diese Studie soll deshalb unterteilt werden:

In der ersten Auswertung werden beide Gruppen ohne Ausschluss von Patienten verglichen.

In einer weiteren Auswertung werden dann alle Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ausgeschlossen und alle anderen Patienten verglichen.

In einer Untergruppe werden nur die Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten miteinander verglichen. Da die Probandenanzahl in dieser Gruppe sehr klein ist (9 Studienpatienten vs. 7 Kontrollpatienten) und innerhalb der Gruppen sehr unterschiedliche Verteilungen bei den operativen Verlagerungen vorliegen wird hier

auf eine umfassende statistische Aufarbeitung verzichtet. Es werden lediglich die vorhandenen Werte unter Vorbehalt diskutiert.

Zum Schluss werden in einer letzten Gruppe nur Patienten verglichen, die eine bimaxilläre Umstellung erhielten, um zu untersuchen, ob monomaxilläre Eingriffe instabiler sind.

4.1. Kontrollgruppe

Alle Patienten des Kontrollkollektivs (N=50) wurden im Zeitraum von Juni 1993 bis Mai 2004 operiert. Seit dem Jahr 2002 wurden alle Patienten nach der ISO 9001:2000 Zertifizierung operiert. Die Vereinbarung von Helsinki wurde strikt eingehalten. Die Nachuntersuchung erstreckte sich von Juni 1993 bis November 2004.

Die Patienten waren im Alter von 16 bis 57 Jahren, im Durchschnitt 25 Jahre alt. Sechszwanzig Frauen und 24 Männer wurden behandelt. Von ihnen hatten 16 eine Angle-Klasse II, 34 eine Angle-Klasse III. Fünf Patienten hatten eine offenen Biss und 7 unilaterale oder bilaterale Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Außerdem litten 7 Patienten unter systemischen Grunderkrankungen oder kraniofazialen Fehlbildungen: Einer hatte Trigonocephalie, welche in früher Kindheit nicht operiert worden war, zusätzlich litt er zum Zeitpunkt der Operation an einer schwere Gesichtsskoliose. Ein anderer Patient litt an einer nicht operierten, neurologisch unauffälligen Skaphocephalie, ein dritter Patient wurde früher mit einer bilateralen Orbitalrotation nach Enzephalozele und Telekantus versorgt. 2 Patienten litten unter Laterognathie, ein Patient unter Myodysthopia Cushman-Steinert. Ein Patient hatten früher multiple Mittel- und Untergesichtsfrakturen erlitten, die zum Unfallzeitpunkt versorgt worden waren.

Fünfundzwanzig Patienten wurden bimaxillär umgestellt, 21 bekamen eine isolierte Le-Fort I Osteotomie, 4 Patienten erhielten eine isolierte Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont.

4.2. Studiengruppe

Alle Patienten des Studienkollektivs (N=50) wurden im Zeitraum von Mai 2005 bis April 2008 operiert. ISO 9001:2000 sowie die Vereinbarung von Helsinki wurden strikt eingehalten.

Die Nachuntersuchung erstreckte sich von Mai 2005 bis März 2009. Die Patienten waren im Alter von 16 bis 46 Jahren, im Durchschnitt 24 Jahre alt. Dreiundzwanzig Frauen und 27 Männer wurden behandelt. Von ihnen hatten 18 eine Angle-Klasse II, 32 Angle-Klasse III. Neun Patienten hatten einen offenen Biss und 9 unilaterale oder bilaterale Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Außerdem litt 1 Patient nach Verkehrsunfall an einem hirnorganischen Psychosyndrom mit unkontrollierten Bewegungen aber sonst weitgehend normaler geistiger Orientierung. Ein Patient hatte nach Mittelgesichtstrauma einen posttraumatischen offenen Biss. Sechsvierzig Patienten wurden bimaxillär umgestellt, 4 bekamen eine isolierte Le-Fort I Osteotomie, keiner erhielt eine isolierte Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont.

4.3. Einverständnis

Alle Patienten, die an dieser Studie teilnahmen, wurden zuvor eingehend über die Operation und die eingesetzten Materialien informiert und unterzeichneten danach eine detaillierte Einverständniserklärung zum operativen Vorgang wie auch zu den verwendeten Materialien.

Die Patienten wurden darüber informiert, dass der Einsatz von resorbierbaren Platten und Schrauben im Rahmen einer klinischen Studie stattfand. Sie wurden darüber informiert, dass die aus diesen operativen Eingriffen gewonnenen Daten anonymisiert im Rahmen einer klinischen Studie weiter verwendet werden würden, ohne dabei jedoch die Datenschutzrichtlinien zu verletzen. Sie wurden außerdem über die Risiken bezüglich Instabilität und Fremdkörperreaktion aufgeklärt.

Nur Patienten die diesen Risiken eindeutig zustimmten, wurden mit resorbierbaren Platten versorgt. Die anderen wurden mit Titanminiplatten versorgt.

In der Studiengruppe wurden insgesamt 50 Patienten mit resorbierbaren Osteosynthesen der Firma INION[®] (INION[®] LTD. Lääkärintäti 2, FI-33520 Tampere, Finnland) versorgt.

4.4. Operationsmethodik

Die Studiengruppe wurde mit INION CPS-Osteosynthesen der Fa. INION[®] (Tampere, Finnland, Stärke 2.0 mm im Oberkiefer und 2,5 mm im Unterkiefer) versorgt. Diese bestehen aus PDLLA/TMC Kopolymeren (Polylactid D,L Lactidsäure/Trimethylenkarbonat). INION-Osteosynthesen sind für die Gesichtstraumatologie zugelassen. Studien haben gezeigt, dass INION-Osteosynthesen für die Fixierung von Unterkieferfrakturen ausreichend stabil sind [14]. Die Kontrollgruppe wurde mit dem 2.0 mm Standard Würzburg Titanminiplatten System[®] (Stryker-Leibinger, Tuttlingen, Deutschland) versorgt.

Da Titanminiplatten immer noch als der Goldstandard in der Dysgnathiechirurgie angesehen werden, wurde das Studienkollektiv wieder mit einem bereits zuvor vermessenen Kontrollkollektiv der Arbeit von Landes und Ballon (2006/2007) verglichen.

Vor der Operation wurde bei allen Patienten unabhängig ob Studien- oder Kontrollgruppe eine Modelloperation anhand von Fotos, Röntgenbildern, Kephalmetrie und Fotoanalyse mit Gipsmodellen und Gesichtsbogen im halbindividuellen Artikulator durchgeführt. Modelloperationen stellen heute nach Vermessung der Röntgenbilder und Simulation der Operation auch weiterhin die Basis für die intraoperative Positionierung der Kiefer dar.

Alle Modelloperationen, die für die Patienten im Rahmen dieser Arbeit angewandt wurden, wurden nach identischem Prozedere durchgeführt. Präoperativ werden vom Patienten zwei Abdrücke des Oberkiefers und zwei des Unterkiefers mit additionsvernetzendem Silikon angefertigt. Darüber hinaus werden eine Bißnahme mit demselben Silikon genommen sowie eine Gesichtsbogenübertragung zum einartikulieren der Modelle in den halbindividuellen Artikulator. Hier wurde bei allen Modelloperationen

mit einem SAM Artikulator (SAM ® Präzisionstechnik GmbH, Gauting, Deutschland) gearbeitet.

Die Modelle werden von einem zahntechnischen Labor hergestellt und einartikuliert. Die eigentliche Modelloperation wird dann von den Operateuren selbst durchgeführt. Es werden bei bimaxillären Eingriffen zwei, bei monomaxillären Kieferumstellungen ein Splint aus lichthärtendem Kunststoff hergestellt.

Modelloperationen an Gipsmodellen stellen bezogen auf die Kosten und den Zeitaufwand sicher bei allen bekannten Problemen der Fehleranfälligkeit der Methode [15] heute den Standard dar. Neue Verfahren, die 3-D Datensätze nutzen anhand derer am Computer die Operation geplant wird und wo nach der Planung der Splint mit einem 3-D Drucker hergestellt wird sind in der Erprobung. Es wird sich zeigen, ob und wenn ja wann und in wie weit sie die Dysgnathiechirurgie verändern werden.

4.5. Osteosyntheseverfahren

In die Osteotomielücken am Sinus Maxillaris wurden generell keine Knocheninterponate eingebracht. Hier waren allein die Osteosyntheseplatten für die Kraftaufnahme verantwortlich.

Die Oberkieferosteotomien erfolgten in der hohen Le Fort I Ebene. Die Verlagerung fand primär in einem Stück statt. Bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte, die eine Verlagerung in zwei Hälften benötigten, wurde bei den resorbierbaren Platten zusätzlich eine horizontale Platte infranasal positioniert und, wenn nötig, bei bestehender Knochenlücke im Alveolarfortsatz, ein tertiäres Knochentransplantat fixiert.

Im Unterkiefer wurden die Osteotomien nach Obwegeser oder Obwegeser/Dal Pont durchgeführt mit hoher innerer/lingualer Osteotomie und vestibulär tiefer Osteotomie mit oder ohne verlängerte bukkale Lamelle.

Alle Titanminiplatten sowie resorbierbaren Osteosynthesen wurden mit monokortikalen Schrauben der Längen 6-8 mm verschraubt. In Oberkiefer und Unterkiefer wurden sowohl Vorverlagerungen als auch Rückverlagerungen durchgeführt. Wenn nötig wurde der Oberkiefer elongiert oder impaktiert, der Unterkiefer vorverlagert oder rückverlagert und/oder im Kieferwinkel rotiert.

Es wurde sowohl monomaxillär in der Le Fort I Ebene als auch bimaxillär verlagert.

Als Kontrollgruppe dient eine Gruppe die mit Titanminiplatten (2.0mm Standard Würzburg Titanminiplatten System®; Stryker-Leibinger, Tuttlingen, Deutschland) versorgt wurde. Diese Gruppe wurde bereits in einer früheren Arbeit mit anderen resorbierbaren Osteosynthesystemen verglichen. Hier zeigte sich eine vergleichbare Stabilität beider Plattensysteme [5, 7] im T-Test.

Da Titanminiplatten in der Dysgnathiechirurgie weiterhin als der Goldstandard gelten, wird diese Kontrollgruppe erneut herangezogen.

4.6. Resorbierbare Osteosynthesen

Die Platten werden in einem 55° warmen Wasserbad aktiviert und können anschließend für 10-15 Sekunden angebogen werden. Anschließend können sie bei Bedarf erneut erhitzt und bis zu drei mal weiter gebogen werden, ohne dass die initiale Stabilität leidet.

Die Patienten, die mit resorbierbaren Platten versorgt wurden, erhielten 4 L-förmige 4 bis 6-Loch Miniplatten, jeweils bilateral, eine paranasal und eine an der Crista zygomaticoalveolaris, fixiert jeweils kranial und kaudal mit zwei 6 mm monokortikalen Schrauben.

Die Unterkieferosteosynthesen wurden mit einer 4-Loch Miniplatte pro Seite versorgt, welche im proximalen (posterioren) und distalen

(anterioren) Fragment mit jeweils zwei 6 mm und zwei 8 mm monokortikalen Schrauben fixiert wurden.

4.7. Titanminiplattenosteosynthesen

Die Titanminiplattenosteosynthesen wurden im Oberkiefer bilateral mit jeweils einer L-förmigen 4-Loch Miniplatte paranasal und einer an der Crista zygomaticoalveolaris, also insgesamt 4 Platten, versorgt. Die Unterkieferosteosynthesen wurden auf jeder Seite entweder mit einer geraden 4 bis 6-Loch Miniplatte und 6 mm oder 8mm Schrauben versorgt oder alternativ mit X-förmigen Miniplatten und identischen Schrauben. Die Titanminiplatten wurden mit einer Flachzange vorgebogen, um dann passiv anzuliegen.

4.8. Klinische Nachsorge

Alle Patienten wurden nach der stationären Entlassung nach 1 Woche, nach 2 Wochen, nach 4 Wochen und nach 6 Wochen, nach 3 Monaten und nach 1 Jahr ambulant klinisch nachgesorgt. Patienten mit Angle-Klasse II erhielten postoperativ für 4 Wochen intermaxilläre Gummis, Patienten mit Angle-Klasse III für 2 Wochen und Patienten mit offenem Biss oder Lippen-Kiefer-Gaumenspalten für 6 Wochen. Flüssige Kost wurde für 6 Wochen postoperativ empfohlen, danach wurde bis zum 3. postoperativen Monat weiche Kost verordnet. Der intraoperative Abschluss-Splint wurde postoperativ für mindestens 2 Wochen belassen, bei Bedarf wurde das Intervall individuell bis zur 6. Woche verlängert.

4.9. Radiologische Nachsorge

Kein Patient erhielt postoperativ zusätzlichen Röntgenaufnahmen, d.h. keine über das medizinisch notwendige Maß hinaus. Es wurden für diese Studie keine zusätzlichen Aufnahmen angefertigt. Alle

Patienten erhielten direkt in den ersten postoperativen Tagen noch während des stationären Aufenthaltes zur Stellungskontrolle ein OPG und ein FRS. Regulär wurden dann nach 3 Monaten und nach 1 Jahr Kontrollaufnahmen (OPG und FRS) durchgeführt. Nur bei dringendem Verdacht auf Dislokation oder Plattenfraktur wurde zusätzlich geröntgt.

In der Gruppe der mit resorbierbaren Platten versorgten Patienten war die Zeit der radiologischen Nachsorge im Durchschnitt 13 Monate lang (7 bis 27 Monate), in der mit Titanminiplatten versorgten Gruppe war die radiologische Nachsorge im Durchschnitt 35.2 Monate lang (6 bis 113 Monaten).

4.10. FRS-Vermessung

Die Vermessung wurde mit der Planungssoftware Onyx Ceph[®] (Image Instruments, Chemnitz) durchgeführt. Onyx Ceph zeigte sich in Studien mit spaltbehafteten Patienten als sehr genau, verlässlich und valide für die FRS-Analyse [16].

Die Vermessung wurde anhand von Standard FRS-Röntgenbildern vorgenommen und folgt den Grundlagen der allgemeinen FRS-Vermessung. Die Punkte, welche im Kephalometriemodul zur Vermessung angelegt werden zeigt Abbildung 3.

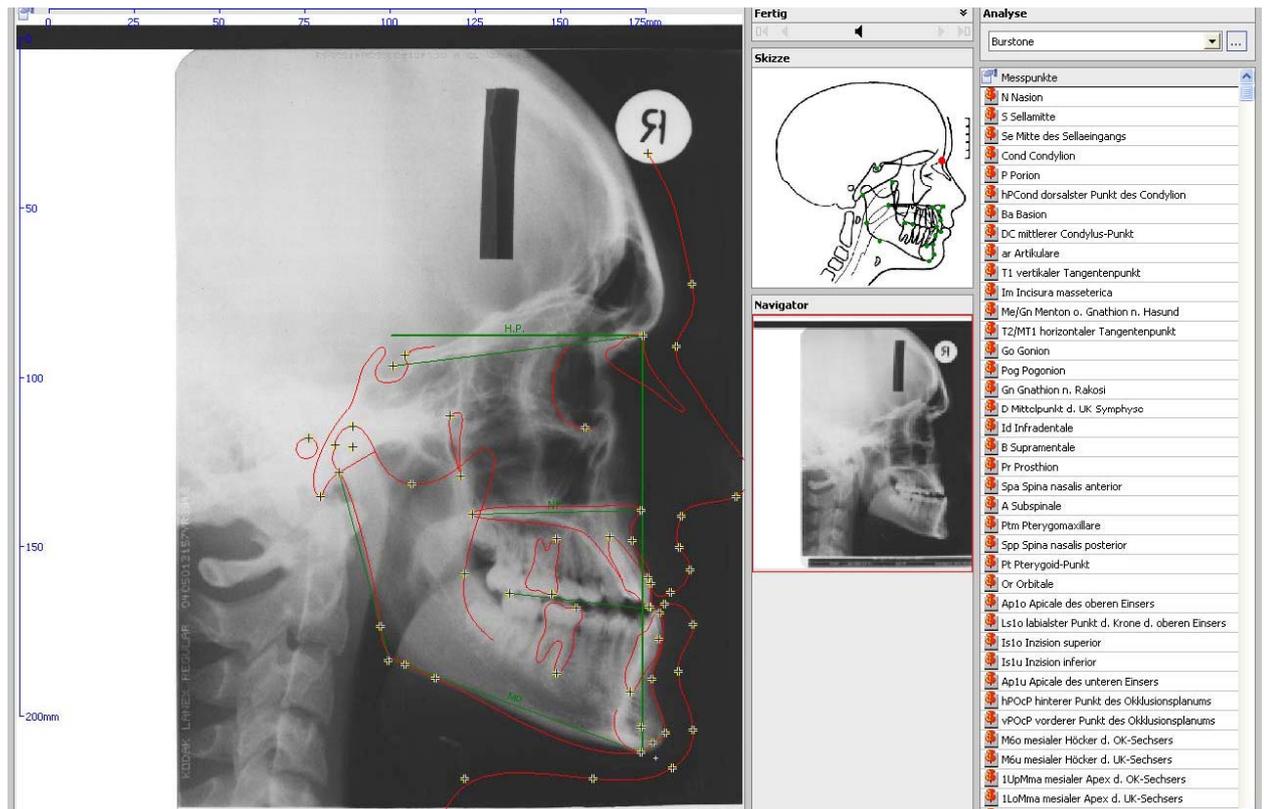


Abbildung 3: FRS nach dem setzen der Vermessungspunkte. Die Punkte im Einzelnen sind rechts im Bild aufgeführt.

Anschließend wird die gewünschte Analysemethode im Programm eingestellt. In der Uniklinik Frankfurt hat sich hier die Methode nach Burstone [17] bewährt, da sie die meisten Strecken in metrischen Angaben wiedergibt und die Ergebnisse somit direkt auf die Modelloperation und den Patienten übertragbar sind.

Variable	Richtwert	Wert []	Differenz	Burstone		Verbal
				Abweichung		
Schädelbasis						
ar-Pt	37,1±2,8mm	32,4mm	-1,9		●	
Pt-N	52,8±4,1mm	56,5mm	0,0		●	
Horizontal (skelettal)						
N-A-Pog	3,9±6,4mm	-12,8°	-10,3	●		
N-A	0,0±3,7mm	-3,2mm	0,0		●	
N-B	-5,3±6,7mm	2,6mm	+1,2			●
N-Pog	-4,3±8,5mm	6,7mm	+2,5			●
Vertikal (skelettal, dental)						
N-Spa	54,7±3,2mm	51,6mm	0,0		●	
Spa-Gn	68,6±3,8mm	71,3mm	0,0			●
Spp-N	53,9±1,7mm	52,7mm	0,0		●	
MP-HP	23,0±5,1°	20,4°	0,0		●	
1o-NF	30,5±2,1mm	28,7mm	0,0		●	
1u-MP	45,0±2,1mm	40,4mm	-2,5	●		
6o-NF	26,2±2,2mm	24,3mm	0,0		●	
6u-MP	35,8±2,6mm	33,1mm	-0,1	●		
Maxilla, Mandibula						
Spp-Spa	57,7±2,5mm	49,2mm	-6,0	●		
ar-Go	52,0±4,2mm	56,8mm	+0,6			●
Go-Pog	83,7±4,6mm	83,4mm	0,0		●	
B-Pog	8,9±1,7mm	9,3mm	0,0		●	
ar-Go-Gn	119,1±6,5°	125,5°	0,0			●
Dentition						
OP-HP	6,2±5,1°	6,4°	0,0		●	
A-B	-1,1±2°	-10,3mm	-7,2	●		
OK1-NF	111,0±4,7°	117,8°	+2,1			●
UK1-MP	95,9±5,2°	89,9°	-0,8		●	

Abbildung 4: Errechnete Werte nach FRS-Vermessung.

Bei der Vermessungssoftware Onyx Ceph besteht die Möglichkeit anhand eines Profilfotos das ungefähre Weichteilergebnis zu simulieren. Für die Simulation des Behandlungsergebnisses wird weiterhin eine Profilfotographie benötigt. Sowohl auf dem FRS als auch auf dem Profilfoto sollte eine Messlehre mit einem definierten Längenmaß angebracht werden um die entstehenden Vergrößerungen durch den Computer heraus zu rechnen. Anhand dieser Eichmaße lassen sich später die Vergrößerung von FRS und Foto berechnen. Dies ist für eine größengleiche Überlagerung die Voraussetzung.

Nun werden auf dem Profilfoto ebenfalls Vermessungspunkte gesetzt.

Dies zeigt Abbildung 5.

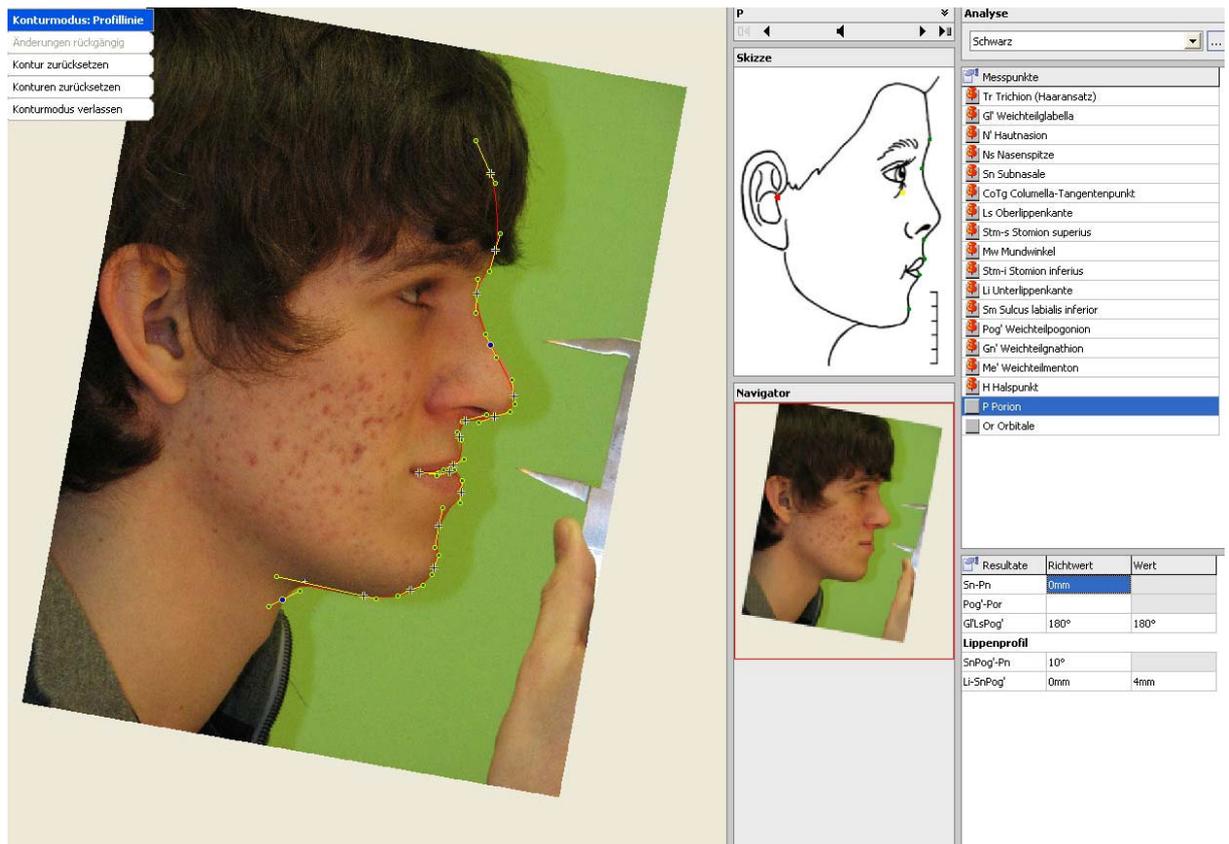


Abbildung 5: Weichteilvermessungspunkte gesetzt auf das Profilfoto eines Patienten mit Angle Klasse III, die Legende rechts zeigt die zu setzenden Punkte im Einzelnen.

Zusätzlich werden zur Modellanalyse noch folgende Fotos benötigt: Eine En-Face Aufnahme ohne Lachen, eine mit Lachen sowie eine mit eingesetzten Wangenhaltern. Diese werden zur Bestimmung von Gesichtssymmetrie und Mittellinie benötigt.

Nun kann im Computerprogramm eine Operationssimulation gestartet werden. Hierin lassen sich entweder vorbestimmte Kieferareale oder selbst markierte Areale zur Simulation der Verschiebungen verwenden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde mit vorgegebenen Arealen gearbeitet.

Folgende Areale lassen sich nun während der Simulation auf dem FRS verschieben: Oberkiefer in der Le Fort I Ebene, Unterkiefer gesamt oder getrennt in proximalen und distalen Teil. Die Trennung hier findet anhand der Osteotomielinien nach Obwegeser und Obwegeser/Dal Pont statt. Zusätzlich lassen sich verschiedene Kinnplastiken simulieren. Alle genannten Areale lassen sich horizontal und vertikal verschieben, sowie

frei rotieren. Der Rotationspunkt lässt sich ebenfalls frei wählen. Die Ergebnisse der prä- und postoperativen skelettalen Simulation zeigen Abbildung 6 und 7.



Abbildung 6: Präoperatives FRS des Patienten mit Angle Klasse III vor Operationsplanung.



Abbildung 7: Definitive Operationsplanung mit den ausgeschnittenen und verschobenen Knochensegmenten. Postoperativ soll eine Angle Klasse I erreicht werden.

Nach Simulation der Verschiebung der Knochenareale kann der Computer anhand des Profilfotos das ungefähre Weichteilergebnis berechnen.



Abbildung 8: Präoperatives Profilfoto des Patienten



Abbildung 9: Die Simulation des Weichteilergbnisses mit Onyx Ceph zeigt dieses Bild. Die Okklusion steht in Angle Klasse I.



Abbildung 10: Das tatsächliche Follow-up Foto desselben Patienten nach 14. Monaten. Die Kinnpartie ist im Vergleich mit der Simulation etwas weiter retral, das Mittelgesicht ist dem der Simulation sehr ähnlich.

4.10.1 Messfehler

Die individuelle Messgenauigkeit beim Setzen der Messpunkte beträgt im Mittel 1 mm um einen zentralen Punkt. Ermittelt wurde dies durch wiederholtes setzen der gleichen Messpunkte auf dieselben skelettalen Messpunkte (in der vorliegenden Arbeit Mitte der Sella und Nasion). Anschließend wurde die Strecke zwischen beiden Punkten gemessen und die durchschnittliche mittlere Abweichung errechnet.

4.10.2 Statistik

Die statistischen Analysen wurden mit SPSS[®] (Statistical Package Social Sciences 16.0 SPSS Company, Chicago, Il.) durchgeführt.

Als Nullhypothese wurde hier angenommen, dass die untersuchten resorbierbaren Osteosynthesen gleich stabil sind wie die Titanminiplatten. Die Alternativhypothese lautete, dass die resorbierbaren Osteosynthesen nicht vergleichbar stabil sind wie die Titanminiplatten.

Der Levene's Test ($p > 0.05$) wurde durchgeführt, um die Gleichheit der Homogenität der Gruppen zu ermitteln. Bei Werten über der Signifikanzgrenze wurde Gleichheit angenommen.

Anhand des unabhängigen T-Tests ($p < 0.05$) wurde verglichen, ob die Mittelwerte der beiden unabhängigen Gruppen gleich oder unterschiedlich sind.

5. Ergebnisse

5.1. Teil 1: Auswertung der Vermessung von Studien- und Kontrollgruppe

5.1.1. Auswertung beider Gruppen mit allen Patienten

Die Patientendaten der Studiengruppe (INION CPS) zeigen die **Tabellen 1 und 2**, die Patientendaten der Kontrollgruppe mit Titanminiplatten zeigen die **Tabellen 3 und 4**.

Aus Gründen des Datenschutzes wurde jedem Patienten einer Gruppe eine fortlaufende Nummer zugeordnet.

Des Weiteren zeigen die Tabellen die patientenbezogene Diagnose, das Datum der Operation, die Art und Richtung der operativen Bewegung sowie deren Größe und entsprechende Rezidive in Millimetern.

Untersucht man diese Gruppen untereinander aufgeteilt nach Bewegungsrichtung zeigen sich die folgenden Ergebnisse (**Tabelle 5-8**). **Tabelle 5** zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene. Die Horizontale zeigt Bewegung und Rezidiv bei der Vorverlagerung, die Vertikale zeigt Bewegung und Rezidiv bei Elongation. Hier zeigt sich eine signifikant höhere horizontale Bewegung bei den Titanminiplatten, die Größe der Rezidive ist hingegen etwa gleich groß. Vertikal ist die Bewegung bei der Studiengruppe signifikant größer, ebenso die Größe der Rezidive.

Tabelle 6 zeigt ebenfalls die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene, hier beziehen sich allerdings die horizontale Bewegung und das Rezidiv auf die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv auf die Impaktion. Die horizontale Bewegung ist bei Studiengruppe und Kontrollgruppe vergleichbar, beide Plattensysteme zeigen sich hier auch etwa gleich stabil. Die vertikale Bewegung ist ebenfalls vergleichbar zwischen Studiengruppe und Kontrollgruppe, auch die Rezidive sind nicht signifikant unterschiedlich.

Tabelle 7 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Die horizontale Bewegung und das Rezidiv beziehen sich auf die Vorverlagerung, die Vertikale auf Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation. Bezüglich der Bewegung sind die beiden Gruppen vergleichbar, insgesamt sind die Rezidive bei den resorbierbaren Osteosynthesen etwas größer, jedoch ohne Signifikanz. Im Vergleich der Größe der Clockwise-Rotation im Kieferwinkel zeigt sich kein Unterschied zwischen Studiengruppe und Kontrollgruppe, allerdings scheinen hier die Titanminiplatten signifikant anfälliger für Rezidive zu sein.

Tabelle 8 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Horizontale Bewegung und Rezidiv zeigen die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv zeigen die Counterclockwise-Rotation. In der Horizontalen ist die Größe der Bewegung beider Gruppen vergleichbar, die resorbierbaren Osteosynthesen der Studiengruppe sind hier jedoch signifikant instabiler. Bei der Counterclockwise-Rotation sind beide Gruppen hinsichtlich der Größe der Bewegung vergleichbar, die Rezidive sind nicht signifikant unterschiedlich.

5.1.2. Auswertung ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Wegen des bekanntlich deutlich erhöhten Rezidivrisikos bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten wurden in einer erneuten Auswertung alle diese Patienten aus den Gruppen ausgeschlossen und die restlichen Patienten erneut ausgewertet.

Untersucht man die Gruppen untereinander aufgeteilt nach Bewegungsrichtung zeigen sich die folgenden Ergebnisse.

Tabelle 9 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene. Die Horizontale zeigt Bewegung und Rezidiv bei der Vorverlagerung, die Vertikale zeigt Bewegung und Rezidiv bei Elongation. Hier zeigt sich eine signifikant höhere horizontale Bewegung bei den Titanminiplatten, die Größe der Rezidive ist hingegen etwa gleich groß. Vertikal ist die Bewegung bei der Studiengruppe signifikant größer,

allerdings ist hier die Größe der Rezidive ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten nicht signifikant größer.

Tabelle 10 zeigt ebenfalls die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene, hier beziehen sich allerdings die horizontale Bewegung und Rezidiv auf die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv auf die Impaktion. Die horizontale Bewegung ist bei Studiengruppe und Kontrollgruppe vergleichbar, beide Plattensysteme zeigen sich hier auch etwa gleich stabil. Die vertikale Bewegung ist ebenfalls vergleichbar zwischen Studiengruppe und Kontrollgruppe, allerdings zeigt die Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten hier signifikant größere Rezidive bei den INION Osteosynthesen.

Tabelle 11 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Die horizontale Bewegung und Rezidiv beziehen sich auf die Vorverlagerung, die Vertikale auf Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation. Hier zeigten sich keine Unterschiede zur Originalgruppe.

Tabelle 12 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Horizontale Bewegung und Rezidiv zeigen die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv zeigen die Counterclockwise-Rotation. Hier zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede zur Originalgruppe.

Alles in allem unterschieden sich die Originalgruppe und die Gruppe der Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten anhand der Zahlenwerte nur minimal, in wenigen Fällen führt dies zu einer signifikanten Änderung der Ergebnisse.

5.1.3. Auswertung nur Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Die Anzahl der untersuchten Patienten beträgt $n=9$ in der Studiengruppe und $n=7$ in der Kontrollgruppe. In der Studiengruppe erhielten 8 Patienten eine bimaxilläre Umstellung in der Kontrollgruppe nur einer. Die tabellarische Aufarbeitung zeigt **Tabelle 13**.

INION-Studiengruppe LKG

Pat. No.	Date of operation	Direction of movement	horizontal movement of	horizontal relapse of	vertical movement of	vertical relapse of	horizontal movement of	horizontal relapse of	vertical movement of	vertical relapse of
			maxilla [mm]	maxilla [mm]	maxilla [mm]	maxilla [mm]	mandible [mm]	mandible [mm]	mandible [deg]	mandible [deg]
1	2006-01-05	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	5	2	5	9	18	4	3	1
2	2006-07-05	Le Fort I setback, impaction and mandibular setback	2,6	1,7	2,7	0,4	13,3	7,9		
3	2005-05-12	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	2,8	0,1	2,6	2,1	10,8	2,9	5	1
4	2007-07-16	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	4,8	1,5	1,8	1,3	3,9	2	4	2
5	2006-01-03	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	1,4	2,6	4,4	4,4	9,7	2,1	3	2
6	2006-08-15	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback	2,4	2,1	1,8	3,2	15	4,1		
7	2006-02-01	Le Fort I advancement	2	0,1						
8	2007-09-18	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	5,2	0,4	2,7	2,2	2,9	0,7	2	1
9	2005-12-01	Le Fort I advancement and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	6	1			16,1	3	3	8

Titan-Kontrollgruppe LKG

1	1993-06-14	Le Fort I advancement, impaction	6,0	4,0	1,5	0,0				
2	1996-02-12	Le Fort I advancement, impaction	4,0	2,0	5,0	1,5				
3	1997-03-03	Le Fort I advancement, elongation	6,0	2,5	1,0	2,0				
4	1997-09-01	Le Fort I advancement, impaction	1,0	0,0	3,0	3,5				
5	1997-10-20	Le Fort I advancement, elongation	4,0	2,5	4,5	0,0				
6	1998-03-09	Le Fort I advancement, impaction	7,5	4,0	3,5	3,0				
7	2000-01-25	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise rotation	4,0	3,5	2,5	2,5	3,0	6,0	13,0	3,0

Tabelle 13: Vermessungswerte von Studien- und Kontrollgruppe. Alle Patienten sind Träger einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. Alle Angaben in mm.

Alle Angaben in mm	INION-Studiengruppe Lippen-Kiefer- Gaumenspalten			Titan-Kontrollgruppe Lippen-Kiefer- Gaumenspalten		
	Anzahl	Verlagerung	Rezidiv	Anzahl	Verlagerung	Rezidiv
Le Fort I Vorverlagerung	5	3,7	0,7	7	4,6	2,6
Le Fort I Rückverlagerung	4	3,4	1,9	0		
Le Fort Elongation	4	3,3	4,4	2	2,8	1,0
Le Fort Impaktion	3	2,7	1,6	5	3,1	2,1
BSSO Vorverlagerung	1	2,9	0,7	0		
BSSO Rückverlagerung	7	12,4	3,8	1	3,0	6,0
BSSO Clockwise	3	4,0	1,4	0		
BSSO Counterclockwise	3	2,4	3,0	1	13,0	3,0

Tabelle 14: Auswertung der Vermessungsergebnisse von **Tabelle 13**.

Bei den untersuchten Patienten hatte in der Kontrollgruppe niemand eine Oberkieferrückverlagerung oder eine Unterkiefervorverlagerung ebenso hatte kein Patient eine Clockwise-Rotation.

Aufgrund der wenigen Patienten und der ungleichen Verteilung innerhalb der Gruppen wurde auf eine genaue statistische Aufarbeitung mit SPSS verzichtet.

Auffällig sind die für Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und der dort aufgrund der Oberkieferhypoplasie vorherrschenden Angle Klasse II eher ungewöhnlichen Verlagerungsrichtungen nämlich Unterkiefervorverlagerung und Oberkieferrückverlagerung.

Hier zeigen sich die Grenzen der Vermessungsmethode, denn diese Bewegungen sind nicht Unterkiefervorverlagerung und Oberkieferrückverlagerung in der Vertikalen im klassischen Verlagerungssinn, sondern sie sind einer Rotationsbewegung geschuldet, die sich in der Auswertung von A-Punkt und B-Punkt dann als Vor- bzw. Rückverlagerung zeigen.

Insgesamt wurde im Oberkiefer in beiden Gruppen weiter vorverlagert als bei der Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, das Rezidiv ist allerdings bei den Titanplatten deutlich größer.

Die Größe der Rückverlagerung ist gleich im Vergleich zur Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, die Rezidive ebenfalls.

Insgesamt wurde in beiden Gruppen weniger elongiert als bei der Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. In der Gruppe mit resorbierbaren Osteosynthesen sind die Rezidive hingegen deutlich größer als in der Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, bei den Titanplatten ist es etwa gleich groß.

Bei Impaktion wurde in beiden Gruppen im Vergleich mit der Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten etwa gleich verlagert, bei den Rezidiven liegt allerdings die Gruppe mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten niedriger als die Gruppe ohne.

Die Unterkiefervorverlagerung mit nur einem bzw. null Patienten ist nicht repräsentativ und wird deshalb nicht als auswertbar angenommen.

Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte benötigen größere Unterkiefrückverlagerungen. Hier zeigt sich jedoch, dass die Rezidive bei den INION-Osteosynthesen geringer sind als bei Patienten ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.

Bei den Rotationen im Kieferwinkel lässt sich aufgrund von nur jeweils 3 Patienten in der Gruppe der resorbierbaren Platten nur eine ungefähre Aussage treffen. Die Ergebnisse unterscheiden sich kaum von denen der Gruppe ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Über die Rotation bei Patienten mit Titanplatten lässt sich keine Aussage treffen.

5.1.4. Auswertung der Gruppenvergleiche bei Patienten mit bimaxillärer Umstellung

Die Patientendaten der Studiengruppe INION CPS und der Kontrollgruppe mit Titanminiplatten sind die gleichen wie die der Hauptgruppen (**Tabellen 1-4**).

In dieser Gruppe waren nur Patienten eingeschlossen, die eine bimaxilläre Umstellung bekommen hatten.

Untersucht man die Gruppen untereinander aufgeteilt nach Bewegungsrichtung zeigen sich die folgenden Ergebnisse (**Tabelle 15-18**).

Tabelle 15 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene. Die Horizontale zeigt Bewegung und Rezidiv bei der Vorverlagerung, die Vertikale zeigt Bewegung und Rezidiv bei Elongation. Hier zeigt sich insgesamt das gleiche Ergebnis wie mit monomaxillären Umstellungen bis auf die Elongation. Hier änderte sich die Größe der Verlagerung im Durchschnitt bei der Kontrollgruppe mit Titanminiplatten um 0,5 mm bei gleichzeitig größerer Standardabweichung. Im Gegensatz zu vorher sind die Gruppen nun vergleichbar, die vorher bestandenen signifikanten Unterschiede zwischen Studiengruppe und Kontrollgruppe bestehen nicht mehr.

Tabelle 16 zeigt ebenfalls die Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene, hier beziehen sich allerdings die horizontale Bewegung und Rezidiv auf die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv auf die Impaktion. Außer bei der Impaktion zeigt sich hier keine Veränderung der Signifikanzen. Der Unterschied bei der Impaktion zeigt eine etwas größere Spanne zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe zwischen monomaxillären und bimaxillären Eingriffen von vorher 0,12 mm auf nun 0,3 mm.

Tabelle 17 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Die horizontale Bewegung und das Rezidiv beziehen sich auf die Vorverlagerung, die Vertikale auf Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation. Statistisch sind keine signifikanten Unterschiede zwischen monomaxillären und bimaxillären Eingriffen festzustellen.

Tabelle 18 zeigt die Auswertung der FRS-Vermessung des Unterkiefers. Horizontale Bewegung und Rezidiv zeigen die Rückverlagerung, die vertikale Bewegung und Rezidiv zeigen die Counterclockwise-Rotation. Statistisch sind keine signifikanten Unterschiede zwischen monomaxillären und bimaxillären Eingriffen festzustellen.

6. Diskussion

6.1. Auswertung der Gruppenvergleiche aller Patienten

Beide Gruppen sind hinsichtlich Gesamtanzahl der Patienten vergleichbar. Auch die Untergruppen (Vorverlagerung/Advancement, Rückverlagerung/Set-Back, Elongation, Impaktion und Rotation im Unterkieferwinkel) sind in ihrer Größe vergleichbar.

Seit Beginn der 1990er gilt es als erwiesen, dass die Ergebnisse von Dysgnathieoperationen stark von der Größe und der Richtung der Verlagerung abhängen. Es waren dann 1996 Proffit et al. [18] die eine Hierarchie der Stabilität definierten. Es zeigte sich hier, dass es bestimmte Bewegungsrichtungen gibt, die anfälliger für Rezidive waren als andere. 2007 brachten Proffit et al. eine „neue Auflage“ ihrer Hierarchie der Stabilität heraus [19]. Leider geht aus dieser Arbeit nicht hervor, mit welchen Osteosynthesen die untersuchten Patienten versorgt wurden, es wird lediglich von rigider Fixierung gesprochen. Da anzunehmen ist, dass es sich hier um Titanminiplatten im Oberkiefer handelt und im Unterkiefer entweder Titanminiplatten verwendet werden oder, wie meist in den angloamerikanischen Ländern Zugschrauben, werden sie zum Vergleich mit den in der vorliegenden Arbeit verwendeten resorbierbaren Osteosynthesen herangezogen, da heute weiterhin Titanminiplatten als „Goldstandard“ gelten.

Insgesamt wurde hier ein Intervall von im Durchschnitt 1 Jahr postoperativ ausgewertet. Es konnte in vorangegangenen Studien [5, 7, 20] gezeigt werden, dass es Langzeitrezidive im klassischen Sinn nicht gibt.

Veränderungen die nach Zeiträumen von 1-1,5 Jahren vorkommen, sind nicht mehr als operationsbedingt anzusehen und eher einer kieferorthopädischen Nachbehandlung oder, bei jüngeren Patienten, posttherapeutischem Wachstum geschuldet sind. Dies wird auch von Proffit et al. [19] so beschrieben.

Proffit et al. [19] berichten in ihrer Arbeit von einer Ungenauigkeit beim Setzen der Vermessungspunkte von 1-2 mm. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellte Ungenauigkeit von 1 mm wird deshalb als vergleichbar gewertet. Höhere Genauigkeiten sind mit den momentan verwendeten Verfahren kaum zu erzielen.

Proffit et al. rechnen in ihrer Studie von 2007 [19] alle Patienten mit einem Rezidiv von unter 2 mm als klinisch nicht-signifikant, da sie innerhalb des Messfehlers liegen. Nur Patienten die darüber liegen werden als klinisch potentiell signifikant (2-4 mm) gewertet oder als hochsignifikant (>4 mm). In dieser Arbeit wurde bewusst anders gerechnet. Die Herangehensweise von Proffit ist im Bezug auf den Messfehler sicher nicht unrichtig, jedoch müssten dann auch alle Verlagerungen die unter 2 mm liegen als klinisch nicht signifikant definiert werden, da sie ebenfalls im Bereich des Messfehlers liegen. Aus diesem Grund wurden alle in dieser Studie ermittelten Werte, auch wenn sie unterhalb des Messfehlers lagen, ausgewertet.

6.1.1 Teil 1: Oberkiefer

Horizontal sind im Oberkiefer im Vergleich die größeren Vorverlagerungen bei den Titanminiplatten vorgenommen worden (2,8 mm zu 4,3 mm; im Folgenden immer zuerst Studiengruppe dann Kontrollgruppe), allerdings zeigen sich hier die Rezidive fast gleich groß wie bei der Studiengruppe (1,6 mm zu 1,7 mm). Dies lässt die Interpretation zu, dass die Titanminiplatten im Vergleich etwas stabiler erscheinen. Dies wird auch durch mehrere Studien bestätigt, die Oberkiefervorverlagerungen mit Titanminiplatten als stabil bewerten [21, 22].

Vertikal wurde bei der Studiengruppe im Oberkiefer deutlich mehr elongiert (4,9 mm zu 2,9 mm), allerdings zeigten sich hier auch die größeren Rezidive (2,9 mm zu 1,3 mm). Prozentual errechnet sich hier ein Verhältnis von 59% in der Studiengruppe zu 44% in der Kontrollgruppe. Hier scheinen die resorbierbaren Osteosynthesen also instabiler zu sein.

Bei der klinischen Untersuchung zeigte sich hingegen eine andere Auffälligkeit. So wirkte es klinisch bei Patienten der Studiengruppe nach etwa 1 Woche so, also ob der Oberkiefer postoperativ etwas zusätzlich passiv elongierte um nach ca. 4-6 Wochen wieder passiv zu impaktieren. Wenn nun die postoperativen Röntgenkontrollen in den Zeitraum der Elongation fallen, sind zum Zeitpunkt der Follow-up Aufnahmen die Kiefer wieder impaktiert. Dies kann den falschen Schluss zulassen, das zuerst mehr elongiert wurde als tatsächlich und im Verlauf ein deutlich größeres vertikales Rezidiv entstand als dies dann tatsächlich der Fall war. Dies war, wie oben beschrieben, lediglich ein klinischer Eindruck, der aber die schlechteren Ergebnisse bei den Elongationen erklären könnte.

Elongationen sind generell anfälliger für Rezidive [22]. Proffit et al. beschreiben in ihrer Arbeit [19] Rezidive von 2-4 mm bei 50% der Patienten und bei 20% sogar über 4mm.

Im Oberkiefer liegt dies wahrscheinlich daran, dass die verwendeten resorbierbaren Osteosynthesen die auf sie wirkende Kraft schlechter abfangen können. Diese sind bei der Vorverlagerung und der Elongationen aber besonders hoch. Bei der Elongation sind die Osteosynthesen die einzigen lasttragenden Elemente die den Vertikalzug der Muskulatur und den Kaudruck der Zähne abfangen. Bei Vorverlagerungen wirkt vor allem die Rückstellkraft der Gaumenmuskulatur auf die Platten.

Es bleibt hier deshalb in letzter Konsequenz ungeklärt, ob die Platten allein bei dieser Verlagerungsrichtung instabiler sind als Titanminiplatten, oder ob dies auch der größeren Verlagerung geschuldet ist. Um dies abschließend zu klären müssten randomisierte Gruppen mit der gleichen Größe verlagert werden. Dies war hier aus ethischen Gründen so nicht möglich.

Im Vergleich der Oberkieferrückverlagerung sowie der Impaktion zeigten sich bei beiden Gruppen vergleichbare Ergebnisse sowohl bei der Größe der Verlagerung als auch bei den Rezidiven. Dies deckt sich mit anderen Studien [5, 7, 20]. Leider haben Proffit et al. in ihrer Arbeit [19] keine

Daten zur Oberkieferrückverlagerung vorgelegt, die Daten zur Impaktion entsprechen aber den der anderen Arbeiten und werden mit sehr stabil bewertet.

Dies mag daran liegen, dass bei der Impaktion die Kraft vor allem über die aneinander liegenden Knochenflächen übertragen wird. Die Platten müssen hier lediglich in der vertikalen Stabilisieren und ein „Verrutschen“ in der Horizontalen verhindern.

Bei der Rückverlagerung wird die Gaumenmuskulatur hier eher entlastet und nicht gedehnt, was zu weniger Rezidiv führt als bei den Vorverlagerungen.

Klinisch zeigt sich jedoch, vergleicht man INION CPS[®] mit anderen resorbierbaren Osteosynthesen z.B. Polymax-Osteosynthesen (Synthes[®]), das die Polymax-Osteosynthesen instabiler erscheinen, wie in einer Studie von Landes und Ballon beschrieben [5], da einige klinisch durch eine leichte Bewegung des verlagerten Segments im Oberkiefer auffallen. Dies war bei den INION-Osteosynthesen nicht zu finden. Die postoperative klinische Instabilität war auch lediglich im Oberkiefer zu finden, der Unterkiefer war allzeit stabil. Ähnliche Erfahrungen beschreiben auch Cheung et al. [23] in ihrer klinischen Studie. Sie beschreiben bei 2 Patienten von 30 in der Gruppe mit resorbierbaren Osteosynthesen (BiosorbFX Fixation System[®]; Binox Implants Inc. Tampere, Finnland) in der 2. postoperativen Wochen leichte klinische Instabilität, die nach 6 Wochen nicht mehr zu finden war. Allerdings beschreiben sie dieselbe Instabilität auch bei 3 von 30 Patienten in der Gruppe mit Titanminiplatten. Es scheint sich also eher um ein seltenes und generelles aber bisher nicht erklärbares Phänomen zu handeln und es scheint darüber hinaus nicht spezifisch für ein Plattensystem zu sein.

Bei der Impaktion ist die Studienlage hingegen sehr unterschiedlich. In einer Studie von Kiely et al. [20] wird ebenfalls die Impaktion als sehr stabil beschrieben, ebenso, im Unterschied zu der vorliegenden Arbeit, auch die Vorverlagerung. Es wurden hier PLGA Platten der Firma Lactosorb[®] verwendet (Lorenz Surgical, Jacksonville, FL). Es wurden hier ferner zwei interessante aber weitgehend bekannte Thesen beschrieben.

Zum einen wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Verlagerungsgröße und Rezidiv beschrieben, zum anderen wurde eine Rezidivgröße von unter 2 mm als akzeptabler klinischer Wert bei Oberkieferimpaktion und Vorverlagerung in einem Stück angegeben. Es ist sicher empfehlenswert solche Werte als Standard zu definieren, doch sind in der vorliegenden Arbeit zum einen die meisten Verlagerungen kombinierte Osteotomien, hier gelten diese Standards dann nicht mehr, zum anderen beschreiben Kiely et al. [20] einen positiven Zusammenhang zwischen Verlagerungsgröße und Rezidiv. Sicher würde man aber nicht die Größe der Verlagerung vom möglichen Rezidiv abhängig machen. Größere Verlagerungen, die häufig notwendig sind, bringen dann auch ein erhöhtes Rezidivrisiko mit sich. Ein weiterer problematischer Faktor an der Arbeit von Kiely et al. ist die fehlende Kontrollgruppe ohne die sich kein wirklicher Zusammenhang zwischen den vorgestellten Ergebnissen und denen anderer Plattensysteme herstellen lässt. Auch werden in der hier vorliegenden Arbeit Patienten mit Syndromen nicht ausgeschlossen, welche auch bei geringen Verlagerungen häufig zu großen Rezidiven tendieren.

Zwei andere Studien von Landes et al. [5, 7] mit Studiengruppen die bimaxillär operiert wurden und einmal mit P(L/DL)LA-Platten und einmal mit PLGA-Platten versorgt wurden, zeigten sich bei der Vorverlagerung vergleichbar stabile Ergebnisse mit denen der Titanminiplatten, bei Elongation zeigten sich hingegen etwas größere Rezidive bei den P(L/DL)LA-Platten.

6.1.2. Teil 2: Unterkiefer

Bei der Unterkiefervorverlagerung fiel ein leicht erhöhtes Rezidiv bei der Studiengruppe auf, welches aber nicht signifikant war (3,4 mm zu 2 mm). Die Größe der Verlagerungen selbst war bei beiden Gruppen etwa vergleichbar (4,7 mm zu 4 mm). Von den anatomischen Strukturen her würde man vermuten, dass Osteosyntheseplatten bei Unterkiefervorverlagerungen besonders hohen Rückstellkräften durch die Muskulatur ausgesetzt sind. Die Studienlage zeigt hier allerdings, dass bei

Vorverlagerungen die resorbierbaren Osteosynthesen nicht signifikant schlechter abschneiden als Titanminiplatten [5, 7]. Proffit et al. [19] beschreiben die isolierte Unterkiefervorverlagerung als sehr stabil, es wird leider nicht beschrieben welche Osteosynthesen verwendet wurden.

Bei der vorliegenden Studie zeigte sich bei der Unterkieferrückverlagerung ein unerwartetes Ergebnis. Die resorbierbare Osteosynthesen, die in anderen Studien als stabil beschrieben wurden [5, 7, 24] zeigten hier gegenüber den Titanminiplatten ein deutliches Rezidiv (4,6 mm zu 1,4 mm) bei fast gleichgroßer Verlagerung (9,9 mm zu 8 mm). Isolierte Unterkieferrückverlagerungen beschreiben auch Proffit et al. [19] als problematisch, in kombinierten Osteotomien nur dann, wenn rigid fixiert wurde. Auch hier bleibt leider unklar, was unter dieser Fixierung zu verstehen ist. In einer Studie von Turvey et al. wird allerdings auf eine gleichgute Stabilität von resorbierbaren Osteosynthesen und Metallplatten hingewiesen [25].

Bei der Clockwise-Rotation im Kieferwinkel zeigt sich hingegen ein interessantes Ergebnis. Hier sind die Titanminiplatten signifikant instabiler als die resorbierbare Osteosynthesen ($4,1^\circ$ zu $10,6^\circ$), die Größe der Veränderung ist jedoch fast gleich ($7,2^\circ$ zu $9,5^\circ$). Interessant deshalb, weil bei der Clockwise-Rotation die Muskulatur eher entlastet wird und somit weniger Rückstellkraft entwickeln sollte.

Diese Beobachtungen zeigten sich hingegen nicht bei der Counterclockwise-Rotation. Diese zeigt sich im T-Test gleich stabil. Dies deckt sich mit der Arbeit von Kim et al. [24]. Sie zeigten ein deutliches Rezidiv bei Clockwise-Rotation, allerdings in Kombination mit Unterkieferrückverlagerung. Wie auch Ricalde et al. [26] erklären Kim et al. dies zum einen mit einer kleineren Resistenz der resorbierbaren Osteosynthesen gegen Torsionskräfte, welche bei Rotationen mit Vergrößerung des Kieferwinkels auftreten. Hier scheinen Titanminiplatten die besseren Materialeigenschaften zu haben. Kim et al. [24] geben hierfür aber auch noch einen weiteren interessanten Denkansatz. Durch die Rückverlagerung wird auch die Zungenposition nach retral verlagert. Dies führt zu einer Pharynxkonstriktion und zum Tieferliegen des Os

Hyoideum. Hier könnte nun die Tendenz des Zungenbeins bestehen, wieder in die alte Position zurück zu finden um die Atemwege nicht mehr zu verlegen. Gonzalves et al. [27] fanden ähnlich Ergebnisse; dieser Ansatz sollte also weiter untersucht werden.

Arbeiten von Landes et al. [5, 7] zeigten bei beiden Rotationsrichtungen (Clockwise und Counterclockwise) stabile Ergebnisse.

Insgesamt muss aber die Vermessung der Rotation im Unterkiefer anhand des Gonion-Gnathion-Pogonion-Winkels mit Vorsicht betrachtet werden.

Die teilweise starken Überlagerungen im FRS sowie teilweise Verkippungen beim Einstellen der Patienten im Röntgenapparat machen eine genaue Positionierung der Vermessungspunkte auf dem FRS teilweise schwierig. Umso schwerer ist es im Verlauf auf drei Bildern diese Vermessungspunkte auch noch exakt zu reproduzieren. Die hier erhobenen vertikalen Unterkieferwerte sollten also mit Zurückhaltung gewertet und interpretiert werden.

Die Rotationsbewegung im Unterkiefer ist aber nach wie vor eine der am schwersten zu kontrollierende Verlagerung denn hier spielen noch viele Faktoren mit hinein, welche mitunter deutliche Rezidive verursachen aber auch noch nicht endgültig verstanden werden. Hier müssen weitere Untersuchungen versuchen Aufschluss zu geben.

Wie schon in anderen Studien beschrieben [5, 7, 28] sind resorbierbare Osteosynthesen hinsichtlich der Stabilität vergleichbar mit Titanplatten. Die oben gefundenen Unterschiede können verschieden interpretiert werden. Viele Studien [19, 22, 27, 28] beschreiben immer nur wenige Bewegungen bei meistens gesunden Patienten. Hier sind die Ergebnisse dann relativ eindeutig. Diese Kollektive entsprechen jedoch in der Breite nicht den hier operierten Patienten. Diese haben durchaus Grunderkrankungen und werden vielfach bimaxillär verlagert. Die modernen Dysgnathiechirurgie lässt sich kaum auf wenige Bewegungsrichtungen reduzieren und eine getrennte Auswertung ist in der Interpretation meist wenig aussagekräftig.

Sind die Studien dann überhaupt miteinander Vergleichbar? Die Antwort ist schwierig, denn wie schon im Gesamttrahmen dieser Arbeit gezeigt, ist

das Problem doch zu vielschichtig, als dass man die Stabilität einer Operation nur dem verwendeten Plattensystem zuschreiben sollte. Für den Autor lässt sich feststellen, dass resorbierbare Osteosynthesen insgesamt durchaus als Alternative zu Titanminiplatten verwendet werden können und sollten, jedoch immer mit dem Wissen um die Schwächen des Materials vor allem bei Torsion, Elongation und der Kombination aus Torsion und Rückverlagerung im Unterkiefer. Torsionen sollten also wenn möglich vermieden werden. Bei geringen Elongationen kann auf Knocheninterponate verzichtet werden, bei großen Elongationen kann das Einbringen von Interponaten zur zusätzlichen Stabilisierung erwogen werden. Bei Rückverlagerungen im Unterkiefer kann gegebenenfalls leicht überkompensiert werden um die höheren Rezidive auszugleichen. Wird dem Rechnung getragen, lassen sich resorbierbare Platten genauso gut einsetzen wie Titanplatten.

6.2. Auswertung ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Nach der Auswertung lässt sich hier zunächst ein Punkt in den Vordergrund stellen. Die Ergebnisse nach Herausrechnen der Patienten Lippen-Kiefer-Gaumenspalten unterscheiden sich von den Ergebnissen mit Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten nur unwesentlich. Alles in allem ändern sich die Parameter nur in einem engen Rahmen der sogar noch unterhalb der Messgenauigkeit von 1 mm liegt (von 0,1 mm bis 0,5 mm). Insgesamt lässt sich somit sagen, dass die Gesamtergebnisse durch die Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten nicht entscheidend beeinflusst werden.

Dies liegt zum einen sicher an der geringen Patientenzahl in dieser Gruppe im Vergleich mit der Gesamtzahl, aber wohl auch an den ähnlichen Stabilitätsergebnissen der Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten an sich (siehe Diskussion 6.3.).

Die Änderung in der Signifikanz bei Elongationen in der Gesamtgruppe liegt, wie im nächsten Abschnitt beschrieben, wohl auch am schlechten Abschneiden der resorbierbaren Platten bei den Patienten mit Lippen-

Kiefer-Gaumenspalten. Allerdings zeigte sich dies nur bei der Elongation. Eine weitere Veränderung in den Signifikanzen zeigte sich bei der Impaktion. Auch hier waren die Ergebnisse wie bei der Elongation ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten stabiler. Eine mögliche Erklärung liegt vielleicht in der Zweiteilung des Oberkiefers (siehe Diskussion 6.3.).

Abschließend lässt sich aufgrund der sonst fast identischen Ergebnisse auf die Diskussion 6.1. verweisen, da sie in der Argumentation bis auf die o.g. Ergebnisse auch für diese Gruppe gelten kann.

6.3. Auswertung nur Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Auf eine statistische Aufarbeitung mit SPSS wurde hier wegen der ungleichen Gruppenverteilung sowie der wenigen Patienten verzichtet. Im Folgenden werden nur die herausgefundenen Tendenzen diskutiert, die Ergebnisse sollten aber mit Vorsicht gewertet werden.

Typischerweise leiden Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten an einer Angle Klasse III mit Mikrognathie. Die meisten Patienten benötigen deshalb eine Oberkiefervorverlagerung sowie eine Unterkieferrückverlagerung. Deshalb sollen hier auch nur diese Bewegungen betrachtet werden. Die anderen Bewegungen haben nur kleine Fallzahlen, sind nicht repräsentativ aber sollten der Vollständigkeit halber trotzdem aufgeführt werden.

In den hier untersuchten kleinen Gruppen zeigt sich, dass im historischen Kollektiv fast ausschließlich Le Fort I Vorverlagerungen stattfanden. Eine Erklärung hierfür findet sich in den Unterlagen nicht. Hier muss also der Fakt unerklärt bleiben.

Das in beiden Gruppen (Patienten mit LKG und Patienten ohne LKG) der Oberkiefer insgesamt weiter vorverlagert wurde, liegt daran, dass Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten durch den mikrognathen Oberkiefer im Allgemeinen größere Verlagerungen benötigen.

Das größere Rezidiv bei den Titanplatten lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass bimaxilläre Umstellungen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte insgesamt stabiler sind.

In einer vorangegangenen Studie von Landes et al. [13] zeigten sich resorbierbare Platten bei der Unterkieferversorgung gleich stabil wie Titanplatten allerdings zeigte sich gerade in der horizontalen Verlagerung, das hier die resorbierbaren Osteosynthesen schwächer waren, als die Titanplatten. Aber gerade diese Verlagerungsrichtung ist bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte so wichtig, da hier besonders häufig Vorverlagerungen bei geteilten Kiefern vorgenommen werden. Auf Grund dieser Problematik und des großen Rezidivrisikos sollten hier nach wie vor eher Titanplatten als INION-Osteosynthesen zum Einsatz kommen, da diese deutlich weniger Rezidiv zulassen als die resorbierbaren Platten. Andere resorbierbare Systeme scheinen hier stabiler zu sein [13]. Bei der Impaktion zeigen sich zwar die Titanplatten weniger stabil als die resorbierbaren Osteosynthesen allerdings wurde hier mehr impaktiert. Insgesamt ist die Instabilität bei beiden Plattensystemen vertikal im Oberkiefer schlechter als bei Patienten ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Das größere vertikale Rezidiv der Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten der Oberkiefer häufig aufgrund der Gaumenspalte zweigeteilt vorverlagert wird. Durch die Zweiteilung ohne knöchernen Gaumennaht fehlt über den Gaumenbogen die Stabilität im Kieferkörper und die Alveolarfortsätze sind weniger stabil gegen laterale Kräfte und könnten leichter kippen. Dies führt dann zu einer Mehrbelastung der Platten und zu mehr Rezidiv. Dies ist ein Erklärungsansatz, der nicht auf Richtigkeit geprüft werden konnte. Hier müssten transversale Vermessungen und Studien vorgenommen werden.

Bei den Unterkieferrückverlagerungen zeigten die INION-Osteosynthesen hier ein gutes Rezidivverhalten. Ein Vergleich mit Titanplatten macht wegen nur eines einzigen Patienten in dieser Gruppe keinen Sinn. Im Vergleich mit Patienten ohne Lippen-Kiefer-Gaumenspalten waren hier die

INION-Osteosynthesen sogar stabiler. Eine mögliche Erklärung könnte in der muskuloskelettalen Konfiguration des Unterkiefers bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten liegen. Eine geringer entwickelte Unterkiefer- und Mundbodenmuskulatur aufgrund der anders ausgeprägten Sprache und des Schluckaktes durch die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten wäre hier ein möglicher Erklärungsansatz. Diese Ergebnisse sind, wie bereits erwähnt, nicht ausreichend statistisch belegt und verstehen sich deshalb nur als grobe Orientierung. Zur Sicherheit sollten resorbierbare INION-Osteosynthesen bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte nur nach vorheriger Aufklärung über die höheren Risiken und zu Studienzwecken erfolgen. Vielleicht können zukünftige Plattengenerationen hier befriedigendere Ergebnisse bringen.

6.4. Auswertung der Gruppenvergleiche bei Patienten mit monomaxillärer und bimaxillärer Umstellung

Statistisch ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit monomaxillären und bimaxillären Eingriffen feststellen. Die Stabilität von Kieferumstellungen scheint also nicht Kiefer-gebunden zu sein. Dies lässt die Vermutung zu, dass die Osteosynthesen in jedem Kiefer unabhängig voneinander und nicht kombiniert für die Stabilität verantwortlich sind. Hier müssten weitere Untersuchungen mit anderen Kollektiven an anderen Kliniken weiteren Aufschluss geben ob die hier gezeigten Ergebnisse allgemeingültig sind oder nur in dieser Studie gefunden wurden.

6.5. Operationsplanung und moderne Simulationsverfahren

Allgemein gilt heute die FRS-Vermessung nach wie vor als Standardverfahren bei der Operationsplanung. Allerdings hat sich in der operativen Chirurgie die computergestützte Vermessung heute gegenüber

der Handdurchzeichnung durchgesetzt. Die Probleme der FRS-Vermessung bezüglich Ungenauigkeit sind hinlänglich beschrieben, auch das Problem der Zweidimensionalität besteht weiter. Hier versuchen modernen Planungsverfahren und Computersoftware anzusetzen.

Weiterhin bleibt aber als großer Ungenauigkeitsfaktor die Übertragung der Planung auf die Operation. Der Goldstandard ist heute sicher nach wie vor die Modelloperation mit Gipsmodellen, Artikulator und Splintherstellung. Aber grade hier, aufgrund der vielen Arbeitsschritte besteht das Risiko von Fehlern [15].

Hier wird nun versucht, mit verschiedenen Verfahren die Planung in den Operationssaal zu übertragen.

Zum einen sind dies navigierte 3-D Simulationen die auf den Operationstisch übertragen werden wie dies Olszewski et al. in ihrer Arbeit vorstellen [29]. Hier werden ein CT/MRT Datensatz mit einem Laserscan eines Gipsmodells kombiniert und dann per „Optical tracking system“ in der Operationssaal übertragen wo sie dann vom Operateur umgesetzt werden können. Diese Methode steckt noch in der Erprobung und hat, wie die Autoren selbst beschreiben noch viele Fehlerquellen wie z.B. die Registrierung von Patienten und Bild-Koordinaten, die technische Präzision des Navigationssystems oder Probleme bei der Computer-Mensch-Interaktion. Es bleibt abzuwarten, wie lange es dauert um diese Methode zu etablieren.

Einen ähnlichen Ansatz gehen Mavili et al. [30]. Sie stellen aus einem 3-D CT Datensatz ein Stereolithographiemodell her, ersetzen die Zahnreihen durch Gipsmodelle und führen die Modelloperation so durch wie anhand von vorher an konventionellen Röntgenbildern geplanten Verlagerung. Beides wird vom Operateur durchgeführt. Dies soll die die intraoperative Genauigkeit erhöhen. Der Ansatz ist sicher interessant, problematisch sind hier aber die Kosten und zusätzliche Zeit der Operationsplanung sowie die zusätzliche Strahlenbelastung der Patienten durch die CT Aufnahmen.

In einer Arbeit von Metzger et al. [31] wird ebenfalls ein 3-D Datensatz des Patienten, generiert aus einem CT und ein Laseroberflächenscanner für

die Gipsmodelle verwendet um die Operationsplanung durchzuführen. Anschließend werden hier jedoch auf dieser Basis mit einem 3-D Drucker die Splinte aus Kunststoff herausgefräst, ähnlich der Cerec-Technik in der Zahnmedizin. Die Kosten für den Drucker sind zwar hoch, könnten aber durch einen gemeinsamen Nutzen mehrerer Zentren gesenkt werden. Die Strahlenexposition ist durch die CT ebenfalls höher als bei konventionellen Röntgenaufnahmen, könnten aber in Zukunft durch den Einsatz von Cone-Beam-CTs verringert werden. Laut der Autoren ist die Genauigkeit bei der Planung der vertikalen Oberkieferbewegung, sowie bei der Planung der Kondylenposition noch verbesserungswürdig. Alles in allem ist diese Methode aber sicher recht viel versprechend für die Zukunft.

Es bleibt aber immer individuell zu entscheiden, ob die hohen Kosten und der höhere Aufwand durch die Ergebnisse gerechtfertigt werden. Eigene Erfahrungen hierzu werden aktuell gesammelt und stehen dann für die Zukunft zur Verfügung.

6.6. Kostenaufstellung Dysgnathiechirurgie

Insgesamt finden sich bei der Durchsicht der Literatur wenige Artikel, die die direkten Kosten der Metallentfernung mit denen der teureren resorbierbaren Osteosynthesen vergleichen. Speziell im Bezug auf die Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgie finden sich keine Untersuchungen. Die hier zum Vergleich herangezogenen Arbeiten sind zum einen also schon älter, zum anderen werden wie bei Böstman [32] die Kosten direkt, also wie bei einer Privatliquidation berechnet. In Deutschland gilt seit 2004 das DRG-System (Diagnose Relatet Groups). Im Rahmen dieser Arbeit soll das DRG-System an sich nicht weiter diskutierte werden. Die hier durchgeführte Kostenrechnung basiert jedoch auf diesem System und ist daher nur bedingt mit den Rechnungen von Böstman [17] vergleichbar.

Die Raten der Metallentfernungen im Kieferbereich sind im Vergleich der Literatur bei etwa 12% anzusetzen. Gründe sind hier häufig Tastbarkeit, Sichtbarkeit oder Temperatursensibilität. Bei resorbierbaren

Osteosynthesen zeigen sich eher Fremdkörperreaktionen im Sinne von lokaler Schwellung und Entzündung. Diese kommen in etwa 4 % der Patienten vor, diese führen jedoch meist nicht zu ausgedehnten Operationen mit Entfernung des gesamten Plattenmaterials. Meist können diese Granulome in Lokalanästhesie entfernt werden. Es entstehen also hier keine Kosten wie bei einer geplanten Metallentfernung in Vollnarkose.

Insgesamt wurden im Oberkiefer bei den Operationen 4 L-Platten verwendet im Unterkiefer jeweils zwei gerade 4 Lochplatten, je nach Situation mit kurzem oder langem Steg. Die Rechnung bezieht sich also auf insgesamt 8 Platten mit den jeweiligen Schrauben.

Kosten resorbierbar:

4 Loch gerade mit Steg:	65,- x 4	260,-
L- Platte links	96,- x 2	192,-
L- Platte rechts	96,- x 2	192,-
<u>Schraube 6mm</u>	<u>28,- x 32</u>	<u>896,-</u>
Komplett		1540,-

Kosten Titanminiplatten:

4 Loch gerade mit Steg:	21,50,- x 4	86,-
L- Platte links	38,30,- x 2	76,60,-
L- Platte rechts	38,30,- x 2	76,60,-
<u>Schraube 6mm</u>	<u>7,26,- x 32</u>	<u>232,32,-</u>
Komplett		471,52,-

Hinzu kommen jeweils noch 19% Mehrwertsteuer.

Dies führt zu Gesamtkosten von:

Resorbierbare Osteosynthesen: 1540,- + 292,60 = 1832,60 Euro

Titanminiplatten: 471,52 + 89,58 = 561,10 Euro

Nach DRG-Kodierung bringt eine bimaxilläre Umstellungsosteotomie mit 4 Tagen und 3 Nächten stationärem Aufenthalt ein Endgeld von etwa 6900 Euro, unabhängig von den verwendeten Plattensystemen.

Im Vergleich sind die Materialkosten der resorbierbaren Platten der Firma INION CPS um 1271,50 Euro höher als die der Titanplatten.

Dies mag sich bei anderen resorbierbaren Osteosynthesystemen preislich unterscheiden. Die her aufgestellte Kostenrechnung bezieht sich nur auf INION Osteosynthesen.

Die Kosten für eine Metallentfernung im DRG-System belaufen sich bei einer Nacht stationärem Aufenthalt auf 1103,20 Euro (Abb. 08).

Diagnosen:	S02.4	Z47.0				
(ICD-10-GM-2009)						
Prozeduren:	5-779.3	am 13.03.2009				
(OPS-2009)						
(OPS-2009)						
(OPS-2009)						
Basisfallpreis:	2800	€			G-DRG 2009	
Gruppierungsergebnis (GDRG2009)						
MDC	03	Krankheiten und Störungen im HNO-Bereich				
DRG	D16Z	Materialentfernung an Kiefer und Gesicht				
PCCL	0	Status: normale Gruppierung (GetDRG-Grouper 2009)				
Verweildauer	aktuelle VWD:	1	1. Tag Abschlag:	1		
	mittl. VWD (arith.):	3.4	untere GVWD:	2		
Kostengewicht	Basiskostengewicht:	0.722	eff. Kostengewicht:	0.394		
Entgelt	Basisentgelt:	2021.60 €	eff. Entgelt:	1103.20 €		

Abbildung 11: Rechts unten wird das effektive Kostenentgelt für eine Metallentfernung im Gesichtsbereich mit stationärem Aufenthalt und in Vollnarkose angezeigt. Die Kosten sind unabhängig vom Grund der Metallentfernung.

Insgesamt also ein Unterschied von 168,30 Euro.

Alles in allem ist also eine zusätzliche Operation zur Metallentfernung immer noch günstiger als die Verwendung von resorbierbaren Platten. Natürlich kann das erneute Narkose- und Operationsrisiko nicht in diese Rechnung mit einbezogen werden. Wohl aber der sozialwirtschaftliche Schaden durch den erneuten Ausfall des Patienten als Arbeitskraft. Dies

ist nicht im Einzelnen zu beziffern, es bleibt jedoch anzunehmen, dass er bei einem einwöchigen Ausfall höher liegt als 168,30 Euro.

Würde man nun also die Kosten der Lohnfortzahlung mit einberechnen, die bei einem Ausfall durch Krankheit ja auch wiederum von den Krankenkassen übernommen werden müssen, rechnen sich die resorbierbaren Platten jedoch wieder.

Es zeigt sich hier, daß resorbierbare Platten insgesamt deutlich preiswerter sein müssten um eine Umstellung auf sie als Standardosteosynthesystem aus wirtschaftlicher Sicht zu befürworten. Dies deckt sich mit der Studie von Böstman [32, 33].

Der gesundheitliche Nutzen liegt aber sicher weiterhin zu Gunsten der resorbierbaren Platten.

Da die Kosten für die resorbierbaren Osteosyntheseplatten von den Krankenkassen nicht übernommen werden, müssen diese somit wie bisher weiter von der Klinik selbst getragen werden und sind also vom Gewinn abzuziehen.

6.7. Zufriedenheitsstudien

Hier standen zwei Fragestellungen im Vordergrund. Zum einen die Akzeptanz von modernen resorbierbaren Osteosynthesystemen und zum anderen der Umgang mit gesichtsverändernden Operationen. Die Studie von Ballon et al. [34] zeigte, dass die Möglichkeit zur freien Wahl des Osteosyntheseverfahrens in 98% der Fälle zur Entscheidung für eine resorbierbare Osteosynthese führte. Die selben Ergebnisse zeigen Kiely et al. [20] bei denen sich alle Patienten für resorbierbare Platten entschieden wenn ihnen die Wahl gelassen wurde. Die Akzeptanz der resorbierbaren Osteosynthese ist bei den Patienten aufgrund einer nicht notwendigen zweiten Operation zur Metallentfernung sehr gut, auch höhere Kosten werden von der Mehrheit der Patienten als gerechtfertigt angesehen. Hier wäre noch zu hinterfragen, ob dies immer noch eine Mehrheit so sehen würde, wenn die höheren Kosten zu Lasten der Patienten gehen würden.

Bezogen auf Eigenwahrnehmung und Fremdwahrnehmung ändern sich interessanterweise die psychosozialen Parameter durch die Operation kaum. Für die nur geringe Veränderung der psychosozialen Parameter könnte eine Rolle spielen, dass Patienten insgesamt mehr Zeit benötigen, um sich mit ihrem neuen Äußeren auseinanderzusetzen [34].

In der Arbeit von Ballon et al. [34] zeigt sich überraschenderweise eine nur gering wahrgenommene Verbesserung der Gesichtsästhetik. Dies lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass die Veränderung zwar für die Patienten wichtig ist aber nicht der Hauptgrund für eine Operationsentscheidung ist. Hier unterscheiden sich möglicherweise die Auffassung von Behandler und Patient. Vielleicht liegt der Grund darin, dass die operierenden Chirurgen und behandelnden Kieferorthopäden deutlich höhere Erwartungen an die Ästhetik setzen als ihre Patienten und sie der Ästhetik mehr Wichtigkeit einräumen als die Patienten selbst.

Die meisten Patienten in der Studie von Ballon et al. [34] gaben an, mit dem Ergebnis der Operation zufrieden oder sehr zufrieden zu sein (87%). Dies deckt sich mit anderen Studien (Sadek et al. [35]). Studien von Fedorowicz et al. und Cheung et al. [23, 36] zeigen, dass hier kein Unterschied zwischen Patienten besteht, die mit Titanminiplatten oder resorbierbaren Osteosynthesen versorgt wurden.

Cheung et al. bemerkten eine deutliche Zunahme der Zufriedenheit nach dem ersten postoperativen Jahr. In der Arbeit von Ballon et al. [34] wurde eine deutliche Zunahme zwischen der 6. postoperativen Woche und einem Jahr postoperativ bemerkt. Eine mögliche Erklärung ist, dass Patienten sich erst über einen längeren Zeitraum an ihr neues Aussehen gewöhnen müssen und sich daher die Einschätzung und damit die Punktwerte in Tests erst im Verlauf deutlich bessern. Auch muss die Zeit des Abschwellens nach der Operation mit bedacht werden. Dies beträgt in etwa 6-8 Wochen.

In der Studie von Ballon et al. [34] gaben viele Patienten an, dass sie die Fragebögen (jeweils Präoperativ, postoperativ und im Follow-up mit über 100 Fragen pro Fragebogen) zu lang und umfangreich fanden. Daraus resultierten dann ein Desinteresse und eine eher unkritische Beantwortung der Fragebögen.

Interessanterweise zeigten die Ergebnisse von Ballon et al. [34] kaum eine Änderung in der Einschätzung der funktionellen Parameter. Offensichtlich empfinden die Patienten die funktionellen Parameter als weniger problematisch als es die Behandler erwarten. Es scheint eher so zu sein, dass die Patientin die für sie natürlich durch den vorhandenen Fehlbiss erlernte Fehlfunktion beim Kauen, Sprechen und Schlucken als normal und somit nicht als Fehlfunktion empfinden. Folglich stören sie sich nicht an der Fehlfunktion. Die Untersuchung von Sadek und Salem [35] scheint dies zu stützen. Hier gaben 95% der Befragten an, sich aus ästhetischen Gründen operieren zu lassen, die funktionellen Parameter scheinen die Patienten kaum zu belasten. Andere Studien zeigen hier jedoch das Gegenteil. Hier werden die funktionellen Aspekte deutlich in den Vordergrund gerückt [37, 38]. Für beides, Funktion und Ästhetik als wichtigsten Antrieb, lässt sich sicherlich Argumentieren. Hier spielen soziales Umfeld und Nationalität genauso eine Rolle, wie der Vergleich zwischen Europa, Asien oder den USA.

Orthognathe Chirurgie verändert die Ästhetik des Gesichts mitunter deutlich, beeinflusst aber offensichtlich nicht entscheidend die soziale Interaktion oder gar Depressionen. Dies stellten auch Williams et al. [39] in ihrer Arbeit fest. Sie untersuchten ebenfalls Parameter wie Selbstzufriedenheit, Selbstbewusstsein oder Depression bei zwei Gruppen von jeweils 30 Frauen. 30 benötigten tatsächlich aus medizinischer Sicht Kieferumstellungen, die Kontrollgruppe nicht. Es zeigte sich bei keinem der untersuchten Parameter ein Unterschied, außer, dass Dysgnathiepatientinnen deutlich unzufriedener mit ihrem Aussehen waren, als die der Referenzgruppe.

Insgesamt gaben 27% der Patienten in der Arbeit von Ballon et al. [34] postoperative Nebenwirkungen bei Versorgung mit resorbierbaren Osteosynthesen an. Hypästhesien, Schwellung, Schmerzen oder Kauprobleme dürfen jedoch nicht als spezifisch für die Osteosynthesysteme gewertet werden. Lediglich die Entzündungen sind wohl auf eine Fremdkörperreaktion zurückzuführen. Da bei dieser Untersuchung Mehrfachnennungen möglich waren, übersteigen die prozentuale Anzahl der Nebenwirkungen nicht die der Titanplatten. Dies deckt sich mit den Erfahrungen die Cheung et al. in ihrer Arbeit beschreiben [23]. Hier sind ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bei der Wundheilung und bei postoperativem Dyskomfort zwischen Titanminiplatten und resorbierbaren Platten zu finden. Fedorowicz et al. beschreiben ebenfalls diese Ergebnisse [36].

Es lässt sich feststellen, daß resorbierbare Osteosynthesen bei Patientenbefragung gut abschneiden und sie somit eine hohe Akzeptanz bei Patienten genießen. Die Bewertung und Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Operation sowie die Gründe für die Operation sind doch in der Literatur sehr unterschiedlich und sicher nicht zuletzt Herkunft und persönlichem Umfeld geschuldet.

6.8. MRT-Diagnostik

Durch die in den letzten Jahren immer älter werdende Patienten Klientel, die auch in höherem Alter noch Kieferumstellung erhalten steigt auch die Rate an Patienten mit Kiefergelenkserkrankungen. Gerade Patienten mit Angle Klasse II sind besonders prädisponiert für frühzeitige arthrotische Veränderungen des Gelenks [40]. Auch das heutige Wissen um die Spätfolgen der fehlerhaften Kiefergelenksfunktion bei Dysgnathiepatienten macht eine präoperative Diagnostik speziell des Kiefergelenks zunehmend wichtiger.

Hier hat sich heute allgemein die MRT-Diagnostik als Standard zur Darstellung des periartikulären Bandapparates sowie der Diskusrelation, Diskusposition und des Diskuszustandes erwiesen.

In Studien einer Studie von Toll et al. [40] zeigte sich, dass bei 98,6% der Patienten präoperativ schon Diskusveränderungen des Grades II bis IV vorlagen.

Die MRT-Diagnostik, wenn auch führend, ist zwar sehr teuer, die o.g. Zahlen zeigen aber, daß sie notwendig ist. Aber gerade in Zeiten immer größerer Kostenrestriktion seitens der Krankenkassen muss nach Alternativen zum Screening von Patienten gesucht werden, um letztlich nur die Patienten der MRT-Diagnostik zuzuführen, die diese auch sicher brauchen. Einen interessanten Ansatz geben hierzu Ahn et al. [41]. Durch die Untersuchung von präoperativen lateralen Cephalogrammen, die im Rahmen der Routine angefertigt werden, zeigten sie, dass mit einem positiven prädiktiven Wert von 93,3% Patienten mit Kiefergelenksveränderungen richtig erkannt wurden. Hingegen wurden bei einem negativen prädiktiven Wert von nur 65,9% Patienten mit gesundem Kiefergelenk richtig erkannt. Als problematisch erweist sich hierbei die Genauigkeit der FRS-Bilder, da sie immer durch Überlagerung interpoliert werden müssen.

In verschiedenen Studien wurde gezeigt, daß im besonderen Patienten mit schwerer Angle Klasse II, Mikrogenie, offenem Biss und Tiefbiss an Diskusdegeneration leiden [42-44]. Die Genauigkeit der Vorhersage bei Röntgenbildern von Patienten mit Kiefergelenksproblemen liegt Ahn et al. zufolge in etwa bei der klinischen Untersuchung.

Es steht außer Frage, dass das MRT die beste und sicherste Methode ist, um Patienten mit Kiefergelenksveränderungen zu erkennen, es ist aber vom wirtschaftlichen Faktor her zu teuer um dies routinemäßig anzuwenden.

Das zunehmende Alter der Patienten bringt auch mehr Kiefergelenkserkrankungen mit sich, wohingegen der Großteil der Patienten jung und gesund ist, und nicht notwendigerweise einer intensivierten Kiefergelenksdiagnostik zugeführt werden muss. Es muss hier also individuell entschieden werden, welcher Patient dieser

Diagnostik zugeführt wird. Die klinische Diagnostik im Rahmen der Erstuntersuchung durch den Operateur kann hier sicher noch optimiert werden und ist die wichtigste erste Selektionsmethode.

7. Schlussfolgerung

1. Resorbierbare INION CPS® Osteosynthesen können außer bei Elongation im Oberkiefer und Rückverlagerung im Unterkiefer bei allen anderen Bewegungen analog zu Titanminiplatten eingesetzt werden.
2. Bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten sind hinsichtlich horizontaler Verlagerung im Oberkiefer sowie horizontaler und vertikaler Verlagerung im Unterkiefer beide Plattensysteme gleich stabil. Lediglich in der Vertikalen im Oberkiefer sind die resorbierbaren Platten rezidivträchtiger. Hier sind die untersuchten resorbierbaren INION Osteosynthesen deutlich instabiler als Titanplatten und sollten nicht eingesetzt werden.
3. Aufgrund dieser Ergebnisse sollten bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und solchen mit erhöhtem Rezidivrisiko (Revisionseingriff oder Syndrome) bei Vertikalbewegung nur Titanosteosynthesen oder, bei ausreichender Stabilität, andere resorbierbare Osteosynthesesysteme eingesetzt werden.
4. Statistisch lässt sich kein signifikanter Unterschied in der Stabilität zwischen den untersuchten Plattensystemen zwischen Patienten mit monomaxillären und bimaxillären Eingriffen feststellen.
5. Moderne 3-D Planungssoftware könnte in Zukunft die konventionelle FRS Vermessung ersetzen, muss aber hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit noch weiter entwickelt werden.
6. Operateure und Patienten müssen auf gleicher Augenhöhe über die Erwartungen der Patienten und deren Machbarkeit sowie über die Umsetzung diskutieren um übersteigerte oder falsche Vorstellungen und Erwartungen von beiden Seiten zu reduzieren.
7. Die MRT-Diagnostik ist ein gutes Instrument um Kiefergelenkserkrankungen präoperativ zu Dokumentieren und in den Behandlungsprozess zu integrieren. Um als Routineverfahren bei jedem Patienten zum Einsatz zu kommen sind sie aber weiterhin zu teuer. Es müssen hier alternative Methoden diskutiert werden.
8. Die Kosten für resorbierbare Osteosynthesen müssen weiter sinken, damit sie in den Leistungskatalog der Krankenkassen

übernommen werden können. Nur dann wird ihre Anwendung auf breiter Basis wahrscheinlicher.

8. Ausblick

Die klassische Dysgnathiechirurgie mit zweidimensionaler Vermessung von Röntgenbildern, Modelloperationen am Gipsabdruck und funktionsorientierter Chirurgie steht an der Grenze zu einer neuen Ära. Im Zeitalter des Computers werden computergestützte 3-D Planungssysteme und „Augmented Reality“ immer mehr ins Zentrum der Planung rücken. Gleichzeitig werden moderne Materialien bei Osteosynthesen und Splintfabrikationen noch mehr in den Vordergrund treten. Gleichwohl ist dies mit einer deutlichen Kostenzunahme verbunden bei gleichzeitig immer engeren finanziellen Spielräumen seitens der Krankenkassen. In einer Studie von Zins et al. [45] aus Ohio wurden von 80 % der Patienten als Gründe für einen Rückgang der Operationszahlen bei Dysgnathieoperationen der Einschnitt bei der Kostenzusicherung seitens der Krankenkassen angegeben.

In Deutschland ist die Dysgnathiechirurgie in der heutigen Zeit zu einer hochspezialisierten Chirurgie geworden. Wie lange die deutschen Krankenkassen noch die vollen Kosten für diese Operationen übernehmen oder ob in Zukunft gesonderte Operationsleistungen (3-D-Modellplanung, resorbierbare Osteosynthesen usw.) vom Patienten selbst zusätzlich gezahlt werden müssen bleibt abzuwarten. Sicher ist, dass moderne Planungssoftware in den kommenden Jahren der Standard sein wird, genauso wie die Zukunft der Osteosynthese bei den resorbierbaren Systemen liegen wird. Dies macht die Operationen sicherer und vorhersagbarer aber auch wieder teurer. Wie sich dieser „Teufelskreis“ aus modernen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten bei zunehmenden Kosten durchbrechen lässt soll nun nicht mehr Gegenstand dieser Arbeit sein.

9. Zusammenfassung

Resorbierbare Osteosynthesen haben zwar schon vor längerer Zeit Einzug in die Dysgnathiechirurgie gehalten, müssen aber immer noch dem Vorwurf der Instabilität standhalten. Die vorgelegte Arbeit vergleicht ein modernes resorbierbares Osteosynthesesystem (INION CPS) mit konventionellen Titanminiplatten in der orthognathen Chirurgie. Insgesamt wurden die 50 Patienten der Studiengruppe neu untersucht, die Patienten der Kontrollgruppe mit Titanminiplatten rekrutierten sich aus einem bereits veröffentlichten Kollektiv des Autors. Die Beurteilung der Stabilität erfolgte radiologisch anhand von Fernröntgen-Seiten-Aufnahmen durch einen Vergleich von präoperativen Aufnahmen zu postoperativen und Verlaufsaufnahmen.

Die zwei Hauptgruppen wurden dann zum einen nach Verlagerungsrichtung unterteilt als auch nach Art des Eingriffs (Monomaxillär vs. Bimaxillär).

Zusätzlich wurden getrennt von diesen Gruppen noch Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte untersucht.

Diese Studie konnte zeigen, dass die Stabilität von den untersuchten resorbierbaren Platten im Besonderen von der Richtung der Verlagerung abhängt. In einigen Verlagerungsrichtungen (Impaktion, horizontale Bewegung im Oberkiefer, Unterkiefervorverlagerung) sind die resorbierbaren Systeme gleichwertig, in anderen (Elongation, Unterkieferrückverlagerung) schneiden sie schlechter ab.

Keinen Unterschied gibt es hingegen beim Vergleich der Art der Verlagerungen.

Bei Risikopatienten die Vertikalbewegungen benötigen sollte allerdings zu Gunsten der Sicherheit lediglich mit Titanosteosynthesen versorgt werden. Eine Reihe von Studien konnte jedoch zeigen, dass gerade die neuesten resorbierbaren Materialien in ihren Eigenschaften kaum hinter denen der Titanplatten zurückstehen. Allerdings trägt auch weiterhin der höhere Preis der resorbierbaren Osteosynthesen zu deren zurückhaltendem Einsatz bei. Hier ist fraglich ob sich daran mittelfristig etwas ändern wird.

Im Rahmen der Fragebogenuntersuchung zeigte sich, dass heute mehr denn je mit dem Patienten offen über die Veränderung die diese Eingriffe mit sich bringen gesprochen werden sollte um übersteigerte oder falsche Hoffnungen abzubauen und dem Patienten das Gefühl der Entscheidungsfreiheit und Gleichberechtigung zu geben.

Unstrittig ist die Frage nach der Notwendigkeit dieser Operationen. In welchem Umfang und mit welchem Budget die modernen Verfahren wie das MRT zur Basisdiagnostik und die virtuelle Planung als Ersatz für die konventionellen Röntgenbilder Einzug halten werden bleibt abzuwarten.

10. Summary

Although resorbable osteosynthesis has found its way into orthognatic surgery over the last two decades, it is still defending itself against allegations of instability. The work presented here compares a modern resorbable osteosynthesis system (INION CPS) to conventional titanium miniplates in orthognatic surgery. Altogether, 50 patients were analyzed in the study group. The control group, treated with titanium, was taken from a former study presented by the author. The assessment of stability was done on lateral cephalometric x-rays, which were taken before, soon after and one year after the operation.

The two main groups were then subdivided by the direction of movement for one and the procedure (monomaxillary vs. bimaxillary) for another. Additionally, patients with a cleft lip and palate have been investigated. This study showed that the stability of this osteosynthesis system mainly depends on the direction of movement. In some directions (impaction, horizontal movement in the maxilla, advancement in the mandible), the resorbables are as effective as titanium miniplates; in others (elongation, setback of the mandible), they are less stable. In contrast, there is no difference in comparisons based on the procedure.

In high-risk patients where vertical movement is needed, titanium miniplates should be the primary choice.

Many studies have shown that resorbables are hardly inferior to titanium osteosynthesis but the higher price of the resorbable plates adds to their lesser usage. It is doubtful that the price for the plates will change in the medium term.

The questionnaire-based investigation showed that now, more than ever, doctors have to speak openly with their patients about the changes that these operations bring with them to decrease exaggerated or false hopes and to give the patients a sense of equality and that the decision is in their hands.

That these operations are necessary is beyond dispute. The cost allocation and the extent to which modern methods like MRI will become

basic diagnostic procedure and virtual treatment planning will replace conventional radiology remains to be seen.

11. Tabellen

Die Werte für die horizontal und vertikale Oberkieferbewegung sowie die horizontale Unterkieferbewegung sind Angaben in Millimetern. Für die Rotation im Kieferwinkel, also die vertikale Unterkieferbewegung, sind die Werte in Grad angegeben.

Tabelle 1: Patientendaten Studiengruppe INION CPS Teil 1

Pat. No.	Diagnosis	Date of operation	Direction of movement	horizontal movement of maxilla [mm]	horizontal relapse of maxilla [mm]	vertical movement of maxilla [mm]	vertical relapse of maxilla [mm]	horizontal movement of mandible [mm]	horizontal relapse of mandible [mm]	vertical movement of mandible [deg]	vertical relapse of mandible [deg]
1	class III	30.06.06	Le Fort I advancement, elongation	0,6	1,5	7,8	3,8				
2	class III, cleft lip and palate	05.01.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	5	2	5	9	18	4	3	1
3	class III, cleft lip and palate	05.07.06	Le Fort I setback, impaction and mandibular setback	2,6	1,7	2,7	0,4	13,3	7,9		
4	class III	06.03.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise-rotation	3,6	3	0,9	0,6	3,1	2,2	4	1
5	class III, open bite	14.12.06	Le Fort I impaction and mandibular setback, clockwise-rotation			4,2	2,9	3,1	6,4	4	4
6	open bite	01.08.06	Le Fort I setback, impaction and mandibular advancement	1,8	1,3	1,6	3,1	3,4	0,5		
7	open bite	20.02.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	2,8	1,5	1,6	0,9	4,3	8,7	6	11
8	class III	30.12.05	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	1,5	2,5	12,6	8,2	14,9	10,2	1	2
9	class II	03.08.06	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	4,3	1,9	2,1	0,5	4	2,6	3	5
10	class III	14.03.06	Le Fort I setback, impaction and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	4,6	2,3	5,8	3,3	14,4	4,8	6	4
11	class III	15.12.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	2,3	0,1	1,3	1,8	11,7	5,6	6	0
12	class II	08.12.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular advancement, clockwise-rotation	3,1	0,7	5,9	1	1,2	0,3	2	8
13	class III, cleft lip and palate	12.05.05	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	2,8	0,1	2,6	2,1	10,8	2,9	5	1
14	class II	22.02.07	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	0,3	1,3	2,9	1,4	2,6	1,4	1	16
15	class III	13.04.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	1,2	2,5	9,6	3,3	15,1	9,7	0	9
16	class II	14.02.07	Le Fort I setback, impaction	1,7	0,8	2	0,1				
17	open bite, cleft lip and palate	16.07.07	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	4,8	1,5	1,8	1,3	3,9	2	4	2
18	class III, cleft lip and palate	03.01.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	1,4	2,6	4,4	4,4	9,7	2,1	3	2
19	open bite	15.09.05	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	9,3	5,9	7,6	0,3	13,5	4,9	1	0
20	class II	29.08.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise-rotation	2	0,4	2,7	4,4	9,5	3,5	14	4
21	class III, cleft lip and palate	15.08.06	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback	2,4	2,1	1,8	3,2	15	4,1		
22	class II	23.05.06	Le Fort I advancement, elongation and mandibular advancement, clockwise-rotation	8,3	4,5	7,1	1,2	6,4	8,5	6	7
23	class III, cleft lip and palate	01.02.06	Le Fort I advancement	2	0,1						
24	class III	18.08.05	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	3	1,3	10,3	5,1	13,3	6,3	13	9
25	open bite	20.04.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	8	5,9	11,7	9,2	11,4	10,4	5	3

Tabelle 2: Patientendaten Studiengruppe INION CPS Teil 2

Pat. No.	Diagnosis	Date of operation	Direction of movement	horizontal	horizontal	vertical	vertical	horizontal	horizontal	vertical	vertical
				movement of maxilla [mm]	relapse of maxilla [mm]	movement of maxilla [mm]	relapse of maxilla [mm]	movement of mandible [mm]	relapse of mandible [mm]	movement of mandible [deg]	relapse of mandible [deg]
26	class III	29.12.05	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	3,9	0,5	2,5	0,8	14,3	8,4	6	1
27	class II	11.07.06	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, clockwise-rotation	1	0,1	2,4	1,2	1,2	2,5	14	3
28	class II	25.09.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise-rotation	4,1	2,5	5	3	10,3	9,6	6	6
29	class III	22.07.06	Le Fort I elongation and mandibular setback, clockwise-rotation			1,8	0,2	10,3	2,2	14	8
30	class II	16.03.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise-rotation	1,8	2	1,2	1,1	0,8	1,4	8	2
31	class III	04.04.06	Le Fort I advancement and mandibular setback, clockwise-rotation	0,6	0			4,7	0	18	0
32	class III	28.02.07	Le Fort I impaction and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	0,2	0,3	1,6	0	7,2	3	2	5
33	open bite, cleft lip and palate	18.09.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	5,2	0,4	2,7	2,2	2,9	0,7	2	1
34	class III	02.10.07	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	1,1	1,1	1,4	1,4	3,2	4,2	8	10
35	open bite	07.08.07	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback	2,5	1	2,3	7	9,2	6		
36	class II	14.08.07	Le Fort I advancement and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	0,5	0,9			2	0,5	12	12
37	class III	05.07.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	4	1,3	7	3,2	4,3	4,3	4	2
38	class II	15.05.07	Le Fort I setback, elongation and mandibular advancement, clockwise-rotation	1,7	1,8	2,9	2,9	10	2,1	23	7
39	class III	10.09.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	2,8	7,5	0,7	3,3	15,8	3,9	5	2
40	class III	28.08.06	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback	5,6	0,4	12,1	3,1	17,1	1,9		
41	class III	04.07.05	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	5,3	3,6	1,3	1,4	11,7	5,4	4	4
42	open bite	08.08.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	4,4	1,4	3,7	2,3	1,5	7,5	5	5
43	class II	30.04.07	Le Fort I elongation and mandibular setback			0,8	0,8	0,1	1,6		
44	class III	01.03.07	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	1,6	1,6	2,6	3,5	16,5	7,5	3	12
45	class III	24.04.07	Le Fort I advancement and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	5,9	2,3			16,2	3,6	7	12
46	open bite	21.12.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	2,7	2,5	5,1	9	5,6	4,1	2	2
47	class II	26.09.06	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	3,6	0,5	8,1	4,2	4,2	1,7	7	1
48	class III, cleft lip and palate	01.12.05	Le Fort I advancement and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	6	1			16,1	3	3	8
49	open bite	03.10.06	Le Fort I advancement, elongation	1,8	4,4	2,4	2,2				
50	class II	22.04.08	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, counter-clockwise-rotation	2,2	0,6	1,8	2,7	7,1	3,9	2	3

Tabelle 3: Patientendaten Kontrollgruppe Titanminiplatte Teil 1

Pat. No.	Diagnosis	Date of operation	Direction of movement	horizontal movement of maxilla [mm]	horizontal relapse of maxilla [mm]	vertical movement of maxilla [mm]	vertical relapse of maxilla [mm]	horizontal movement of mandible [mm]	horizontal relapse of mandible [mm]	vertical movement of mandible [deg]	vertical relapse of mandible [deg]
1	class III, facial scoliosis, cleft lip and palate	14.06.93	Le Fort I advancement, impaction	6,0	4,0	1,5	0,0				
2	class III	27.03.95	Le Fort I advancement, elongation	3,5	0	2,5	1,5				
3	class II, mandibular retrognathia	03.04.95	Le Fort I setback, impaction and mandibular setback, clockwise rotation, genioplasty	4,0	2,0	6,0	0,0	4,5	2,5	9,5	1,0
4	class III	05.02.96	Le Fort I advancement, elongation	6,5	1,5	3,0	2,0				
5	class III, cleft lip and palate	12.02.96	Le Fort I advancement, impaction	4,0	2,0	5,0	1,5				
6	class III, long face	18.03.96	Le Fort I advancement, impaction	7,0	0,0	1,5	0,0				
7	class III	02.08.96	Le Fort I advancement, elongation	2,0	0,0	1,0	0,0				
8	class III	09.09.96	Le Fort I advancement, elongation and mandibular advancement, clockwise rotation	0,5	0,0	1,0	0,0	4,0	3,0	20,0	21,0
9	class III	16.09.96	Le Fort I advancement, impaction	3,5	0,0	4,5	3,0				
10	class II	05.01.97	Le Fort I setback, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation	1,0	2,0	3,5	0,0	6,5	0,0	1,5	3,0
11	class III, long face	10.02.97	Le Fort I advancement, impaction	3,5	0,0	2,5	0,0				
12	class III	24.02.97	Le Fort I advancement, elongation	3,5	0,0	2,5	1,5				
13	class III, cleft lip and palate	03.03.97	Le Fort I advancement, elongation	6,0	2,5	1,0	2,0				
14	class II, open bite	17.03.97	Le Fort I setback, impaction	3,0	0,0	4,5	1,5				
15	class II	07.04.97	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise rotation	3,5	2,5	2,5	2,0	8,5	2,0	1,0	3,0
16	class III	16.06.97	Le Fort I advancement, elongation	2,5	2,0	3,5	2,0				
17	severe class III	04.08.97	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise-rotation	5,5	2,5	3,0	0,0	4,5	3,5	8,0	0,0
18	class III, cleft lip and palate	01.09.97	Le Fort I advancement, impaction	1,0	0,0	3,0	3,5				
19	severe class II	06.10.97	Le Fort I setback, impaction and mandibular setback, counter-clockwise rotation	3,0	4,5	6,0	3,0	10,5	0,0	3,0	18,0
20	class III, cleft lip and palate	20.10.97	Le Fort I advancement, elongation	4,0	2,5	4,5	0,0				
21	severe class II	27.10.97	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation	5,5	2,5	3,5	0,0	7,5	1,5	1,0	13,0
22	class III	03.11.97	Le Fort I advancement, elongation	4,0	0,0	1,0	0,0				
23	class III	17.11.97	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation	4,5	4,5	1,5	0,0	2,0	2,0	10,0	20,0
24	severe class II	08.12.97	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation	4,5	4,0	5,0	2,5	7,0	1,5	11,0	22
25	class III	22.12.97	Le Fort I advancement, elongation	4,0	1,5	4,5	2,0				

Tabelle 4: Patientendaten Kontrollgruppe Titanminiplatte Teil 1

Pat. No.	Diagnosis	Date of operation	Direction of movement	horizontal movement	horizontal relapse of	vertical movement of	vertical relapse of	horizontal movement	horizontal relapse of	vertical movement of	vertical relapse of
				of maxilla [mm]	maxilla [mm]	maxilla [mm]	maxilla [mm]	of mandible [mm]	mandible [mm]	mandible [deg]	mandible [deg]
26	class III	19.01.98	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation	0,5	2,5	2,0	1,5	5,0	5,5	3,0	25,0
27	class III	16.02.98	Le Fort I advancement, elongation	2,0	0,0	2,0	1,5				
28	class III, cleft lip and palate	09.03.98	Le Fort I advancement, impaction	7,5	4,0	3,5	3,0				
29	class III	18.05.98	Le Fort I advancement, impaction	9,0	3,0	0,5	2,0				
30	class III, open bite, facial scoliosis	25.05.98	Le Fort I advancement, elongation, mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	2,5	0,0	2,5	0,0	1,5	2,0	11,5	0,5
31	class III	21.08.98	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise rotation	7,5	3,0	4,0	3,5	1,0	1,5	23,0	4,0
32	class II, myodystrophia curshmann-steinert	15.02.99	Le Fort I setback, elongation	5,0	2,5	3,0	0,0				
33	class III	06.07.99	Le Fort I advancement, elongation, mandibular setback, counter-clockwise rotation, genioplasty	3,0	0,0	1,5	0,0	6,0	0,0	0,5	0,0
34	severe class III	27.07.99	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, clockwise rotation, genioplasty	5,5	2,5	2,0	2,5	11,5	1,5	11,5	5,5
35	extreme class III, acromegaly	10.08.99	Le Fort I advancement, elongation, mandibular setback, clockwise rotation, genioplasty	3,5	3,0	13,0	6	16,0	0,0	27,0	8,0
36	class II, posttraumatic open bite	31.08.99	Mandibular advancement, counter-clockwise rotation					3,5	3,5	5,0	19,0
37	class II, open bite	28.09.99	Le Fort I setback, impaction, mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	4,0	0,0	2,5	0,0	2,0	0,0	8,0	2,5
38	class III	05.10.99	Le Fort I advancement, elongation	8,0	2,0	1,5	3,0				
39	class III	26.10.99	Le Fort I advancement, elongation, mandibular setback, counter-clockwise rotation, genioplasty	3,0	0,0	1,5	0,0	6,0	0,0	0,5	0,0
40	severe class II	14.12.99	Le Fort I setback, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise rotation	6,5	0,0	4,0	0,0	10,0	1,5	3,5	1,0
41	class III, cleft lip and palate, alveolar collaps	25.01.00	Le Fort I advancement, impaction and mandibular setback, counter-clockwise rotation	4,0	3,5	2,5	2,5	3,0	6,0	13,0	3,0
42	class II	08.02.00	Le Fort I setback, impaction and mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	3,0	3,5	1,5	2,5	1,0	0,0	5,0	3,0
43	class II	14.03.00	Mandibular advancement, clockwise-rotation					2,0	4,0	10,0	2,0
44	class II	28.03.00	Le Fort I setback, elongation and mandibular setback, counter-clockwise rotation, genioplasty	0,5	2,5	4,0	2,5	8,0	0,0	2,0	0,5
45	severe class III, lateropognathia	26.09.00	Le Fort I advancement, elongation and mandibular setback, clockwise rotation	11,0	3,5	2,0	2,5	16,5	2,5	14,0	18,0
46	class III	10.10.00	Le Fort I advancement, impaction and mandibular advancement, clockwise rotation, genioplasty	5,0	3,0	4,5	4,0	2,0	2,0	7,0	20,0
47	class III	24.09.03	Mandibular setback, counter-clockwise-rotation					9,5	0,0	5,5	3,0
48	class II, deep bite	17.10.03	Mandibular advancement, clockwise-rotation					1,5	2,5	9,5	1,0
49	class II, open bite	20.11.03	Le Fort I advancement, elongation, mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	4,0	2,5	3,0	2,0	4,0	2,5	5,0	10,0
50	lateropognathia class III	05.05.04	Le Fort I advancement, elongation, mandibular advancement, counter-clockwise-rotation	2,5	0,0	2,5	0,0	1,5	2,0	11,5	0,5

Abkürzungserklärung:

HMA: Horizontal Movement at A-Point

HRA: Horizontal Relapse at A-Point

VMA: Vertical Movement at A-Point

VRA: Vertical Relapse at A-Point

HMB: Horizontal Movement at B-Point

HRB: Horizontal Relapse at B-Point

VMB: Vertical Movement at B-Point

VRB: Vertical Relapse at B-Point

Tabelle 5: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Elongation.

					Levene's Test for Equality of Variances		
					Sig.	Sig. (2-tailed)	
		N	Mean	Std. Deviation			
HMA	INION CPS	31	2,86	1,92	Equal variances assumed	0,414	0,006
	Titanminiplatte	35	4,36	2,33			
HRA	INION CPS	31	1,66	1,63	Equal variances assumed	0,383	0,750
	Titanminiplatte	35	1,79	1,53			
VMA	INION CPS	25	4,90	3,82	Equal variances not assumed	0,004	0,041
	Titanminiplatte	21	2,90	2,56			
VRA	INION CPS	25	2,97	2,77	Equal variances not assumed	0,025	0,017
	Titanminiplatte	21	1,36	1,51			

Tabelle 6: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Impaktion.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMA	INION CPS	18	3,46	2,42	Equal variances assumed	0,440	0,757
	Titanminiplatte	11	3,73	1,99			
HRA	INION CPS	17	2,00	1,65	Equal variances assumed	0,778	0,666
	Titanminiplatte	11	1,73	1,56			
VMA	INION CPS	21	3,07	2,08	Equal variances assumed	0,148	0,772
	Titanminiplatte	25	3,22	1,48			
VRA	INION CPS	21	2,51	1,99	Equal variances assumed	0,594	0,059
	Titanminiplatte	25	1,54	1,41			

Tabelle 7: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO (Bilaterale Sagittale Split Osteotomie). Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMB	INION CPS	12	4,73	3,55	Equal variances assumed	0,249	0,596
	Titanminiplatte	17	4,09	2,84			
HRB	INION CPS	12	3,41	3,34	Equal variances not assumed	0,003	0,218
	Titanminiplatte	17	2,09	1,43			
VMB	INION CPS	23	7,26	5,89	Equal variances assumed	0,859	0,285
	Titanminiplatte	15	9,57	7,13			
VRB	INION CPS	23	4,17	3,42	Equal variances not assumed	0,000	0,022
	Titanminiplatte	15	10,63	9,47			

Tabelle 8: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Counterclockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMB	INION CPS	34	9,95	5,40	Equal variances assumed	0,350	0,299
	Titanminiplatte	12	8,08	4,89			
HRB	INION CPS	34	4,62	2,73	Equal variances assumed	0,135	0,001
	Titanminiplatte	12	1,46	1,90			
VMB	INION CPS	17	4,41	2,92	Equal variances not assumed	0,032	0,167
	Titanminiplatte	14	6,96	6,07			
VRB	INION CPS	17	5,82	4,76	Equal variances assumed	0,596	0,630
	Titanminiplatte	14	4,86	6,29			

Tabelle 9: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Elongation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMA	INION CPS	26	2,70	1,94	Equal variances assumed	0,484	0,010
	Titanminiplatte	29	4,28	2,37			
HRA	INION CPS	26	1,84	1,69	Equal variances assumed	0,662	0,558
	Titanminiplatte	29	1,59	1,48			
VMA	INION CPS	21	5,22	4,05	Equal variances not assumed	0,001	0,039
	Titanminiplatte	19	2,92	2,64			
VRA	INION CPS	21	2,68	2,65	Equal variances assumed	0,062	0,073
	Titanminiplatte	19	1,39	1,55			

Tabelle 10: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Impaktion.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMA	INION CPS	14	3,46	2,63	Equal variances assumed	0,499	0,811
	Titanminiplatte	10	3,70	2,10			
HRA	INION CPS	13	2,02	1,89	Equal variances assumed	0,950	0,679
	Titanminiplatte	10	1,70	1,64			
VMA	INION CPS	18	3,13	2,25	Equal variances assumed	0,071	0,852
	Titanminiplatte	20	3,25	1,55			
VRA	INION CPS	18	2,67	2,08	Equal variances assumed	0,562	0,033
	Titanminiplatte	20	1,40	1,42			

Tabelle 11: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMB	INION CPS	11	4,89	3,67	Equal variances assumed	0,184	0,520
	Titanminiplatte	17	4,09	2,84			
HRB	INION CPS	11	3,65	3,39	Equal variances not assumed	0,003	0,171
	Titanminiplatte	17	2,09	1,43			
VMB	INION CPS	20	7,75	6,18	Equal variances assumed	0,943	0,426
	Titanminiplatte	15	9,57	7,13			
VRB	INION CPS	20	4,55	3,52	Equal variances not assumed	0,000	0,030
	Titanminiplatte	15	10,63	9,47			

Tabelle 12: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO ohne Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Counterclockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMB	INION CPS	27	9,31	5,46	Equal variances assumed	0,242	0,688
	Titanminiplatte	11	8,55	4,85			
HRB	INION CPS	27	4,86	2,87	Equal variances not assumed	0,026	0,000
	Titanminiplatte	11	1,05	1,31			
VMB	INION CPS	14	4,79	3,09	Equal variances assumed	0,123	0,358
	Titanminiplatte	13	6,50	6,06			
VRB	INION CPS	14	6,36	4,86	Equal variances assumed	0,551	0,544
	Titanminiplatte	13	5,00	6,53			

Tabelle 15: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene nur Patienten mit bimaxillärer Umstellung. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Elongation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMA	INION CPS	24	2,83	1,96	Equal variances assumed	0,635	0,051
	Titanminiplatte	18	4,19	2,43			
HRA	INION CPS	24	1,75	1,68	Equal variances assumed	0,615	0,619
	Titanminiplatte	18	2,00	1,55			
VMA	INION CPS	19	5,23	4,17	Equal variances assumed	0,058	0,246
	Titanminiplatte	10	3,40	3,49			
VRA	INION CPS	19	2,65	2,78	Equal variances assumed	0,343	0,187
	Titanminiplatte	10	1,30	1,99			

Tabelle 16: Auswertung der FRS-Vermessung in der Le Fort I Ebene nur Patienten mit bimaxillärer Umstellung. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Impaktion.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2- tailed)
HMA	INION CPS	13	3,59	2,69	Equal variances assumed	0,398	0,846
	Titanminiplatte	8	3,38	1,98			
HRA	INION CPS	12	2,12	1,94	Equal variances assumed	0,582	0,992
	Titanminiplatte	8	2,13	1,55			
VMA	INION CPS	17	3,20	2,30	Equal variances not assumed	0,035	0,656
	Titanminiplatte	16	3,50	1,46			
VRA	INION CPS	17	2,82	2,04	Equal variances assumed	0,943	0,048
	Titanminiplatte	16	1,53	1,50			

Tabelle 17: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO nur Patienten mit bimaxillärer Umstellung. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Advancement, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Clockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2- tailed)
HMB	INION CPS	11	4,89	3,67	Equal variances assumed	0,311	0,751
	Titanminiplatte	14	4,46	2,98			
HRB	INION CPS	11	3,65	3,39	Equal variances not assumed	0,004	0,116
	Titanminiplatte	14	1,82	1,41			
VMB	INION CPS	20	7,75	6,18	Equal variances assumed	0,686	0,466
	Titanminiplatte	13	9,54	7,70			
VRB	INION CPS	20	4,55	3,52	Equal variances not assumed	0,000	0,016
	Titanminiplatte	13	12,04	9,41			

Tabelle 18: Auswertung der FRS-Vermessung bei BSSO nur Patienten mit bimaxillärer Umstellung. Horizontale Bewegung und Rezidiv bei Setback, vertikale Bewegung und Rezidiv bei Counterclockwise-Rotation.

		N	Mean	Std. Deviation		Levene's Test for Equality of Variances	
						Sig.	Sig. (2-tailed)
HMB	INION CPS	27	9,31	5,46	Equal variances assumed	0,404	0,667
	Titanminiplatte	10	8,45	5,10			
HRB	INION CPS	27	4,86	2,87	Equal variances not assumed	0,035	0,000
	Titanminiplatte	10	1,15	1,33			
VMB	INION CPS	14	4,79	3,09	Equal variances assumed	0,050	0,339
	Titanminiplatte	11	6,73	6,60			
VRB	INION CPS	14	6,36	4,86	Equal variances assumed	0,694	0,248
	Titanminiplatte	11	3,91	5,46			

12. Abbildungen

Abbildung 1: Klassische Osteotomielinien nach Obwegeser/Dal Pont. Zur Fixierung dienen heute entweder Osteosyntheseplatten oder Stellschrauben, die Drahtnaht wird im europäischen und angloamerikanischen Raum nicht mehr verwendet.
http://www.face.or.kr/grim/jpg/ssro/3bruce_epker.jpg

Abbildung 2: Le Fort I Osteotomie und Fixierung mit Titanminiplatten.
http://www.uniklinikum-regensburg.de/kliniken-institute/mund-kiefer-gesichtschirurgie/Medizinische_Leistungen/Dysgnathien_Kieferfehlstellungen/_index.php

Abbildung 3: FRS nach dem setzen der Vermessungspunkte. Die Punkte sind im einzelnen rechts im Bild aufgeführt.

Abbildung 4: Errechnete Werte nach FRS-Vermessung.

Abbildung 5: Weichteilvermessungspunkte gesetzt auf ein Profilfoto des Patienten, die Legende rechts zeigt die zu setzenden Punkte im Einzelnen.

Abbildung 6: Präoperatives FRS des Patienten mit Angle Klasse III vor Operationsplanung

Abbildung 7: Definitive Operationsplanung mit den ausgeschnittenen und verschobenen Knochensegmenten. Postoperativ soll eine Angle Klasse I erreicht werden.

Abbildung 8: Präoperatives Profilfoto des Patienten

Abbildung 9: Die Simulation des Weichteilergebnisses mit Onyx Ceph zeigt dieses Bild. Die Okklusion steht in Angle Klasse I.

Abbildung 10: Das tatsächliche Follow-up Foto desselben Patienten nach 14. Monaten. Die Kinnpartie ist im Vergleich mit der Simulation etwas weiter retral gelegen, das Mittelgesicht ist dem der Simulation sehr ähnlich.

Abbildung 11: Rechts unten wird das effektive Kostenentgelt für eine Metallentfernung im Gesichtsbereich mit stationärem Aufenthalt und in Vollnarkose angezeigt. Die Kosten sind unabhängig vom Grund der Metallentfernung.

13. Literaturverzeichnis

1. Araujo, M.M., P.D. Waite, and J.E. Lemons, *Strength analysis of Le Fort I osteotomy fixation: titanium versus resorbable plates*. J Oral Maxillofac Surg, 2001. **59**(9): p. 1034-9; discussion 1039-40.
2. Gosain, A.K., et al., *Biomechanical evaluation of titanium, biodegradable plate and screw, and cyanoacrylate glue fixation systems in craniofacial surgery*. Plast Reconstr Surg, 1998. **101**(3): p. 582-91.
3. Haers, P.E. and H.F. Sailer, *Biodegradable self-reinforced poly-L/DL-lactide plates and screws in bimaxillary orthognathic surgery: short term skeletal stability and material related failures*. J Craniomaxillofac Surg, 1998. **26**(6): p. 363-72.
4. Laine, P., et al., *Are there any complications with bioabsorbable fixation devices? A 10 year review in orthognathic surgery*. Int J Oral Maxillofac Surg, 2004. **33**(3): p. 240-4.
5. Landes, C.A. and A. Ballon, *Skeletal stability in bimaxillary orthognathic surgery: P(L/DL)LA-resorbable versus titanium osteofixation*. Plast Reconstr Surg, 2006. **118**(3): p. 703-21; discussion 722.
6. Landes, C.A., A. Ballon, and C. Roth, *In-patient versus in vitro degradation of P(L/DL)LA and PLGA*. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2006. **76**(2): p. 403-11.
7. Landes, C.A., A. Ballon, and R. Sader, *Segment stability in bimaxillary orthognathic surgery after resorbable Poly(L-lactide-co-glycolide) versus titanium osteosyntheses*. J Craniofac Surg, 2007. **18**(5): p. 1216-29.
8. Suuronen, R., et al., *A 5-year in vitro and in vivo study of the biodegradation of polylactide plates*. J Oral Maxillofac Surg, 1998. **56**(5): p. 604-14; discussion 614-5.
9. Jaeger R, L.C. *Mechanical properties of partially degraded, ex vivo resorbable implants*. in *4. internationales Bernd-Spiessl-Symposium*. 2008. Universitätsspital Basel, Schweiz

10. Kulkarni, R.K., et al., *Biodegradable poly(lactic acid) polymers*. J Biomed Mater Res, 1971. **5**(3): p. 169-81.
11. Kulkarni, R.K., et al., *Poly(lactic acid) for surgical implants*. Arch Surg, 1966. **93**(5): p. 839-43.
12. Kronenthal, R., *Biodegradable Polymers in Medicine and Surgery*, in *Polymers in Medicine and Surgery*, O.Z. Kronenthal R, Martin E, Editor. 1975, Plenum Press New York. p. 119-137.
13. Landes, C.A. and A. Ballon, *Five-year experience comparing resorbable to titanium miniplate osteosynthesis in cleft lip and palate orthognathic surgery*. Cleft Palate Craniofac J, 2006. **43**(1): p. 67-74.
14. Leonhardt, H., et al., *INION compared with titanium osteosynthesis: a prospective investigation of the treatment of mandibular fractures*. Br J Oral Maxillofac Surg, 2008. **46**(8): p. 631-4.
15. Olszewski, R. and H. Reychler, *[Limitations of orthognathic model surgery: theoretical and practical implications]*. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2004. **105**(3): p. 165-9.
16. Swennen, G.R., et al., *Reliability and validity of a modified lateral cephalometric analysis for evaluation of craniofacial morphology and growth in patients with clefts*. J Craniofac Surg, 2004. **15**(3): p. 399-412; discussion 413-4.
17. Burstone, C.J., et al., *Cephalometrics for orthognathic surgery*. J Oral Surg, 1978. **36**(4): p. 269-77.
18. Proffit, W.R., T.A. Turvey, and C. Phillips, *Orthognathic surgery: a hierarchy of stability*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1996. **11**(3): p. 191-204.
19. Proffit, W.R., T.A. Turvey, and C. Phillips, *The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension*. Head Face Med, 2007. **3**: p. 21.
20. Kiely, K.D., et al., *One-year postoperative stability of LeFort I osteotomies with biodegradable fixation: a retrospective analysis of skeletal relapse*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006. **130**(3): p. 310-6.

21. Bailey, L.J., L.H. Cevidanes, and W.R. Proffit, *Stability and predictability of orthognathic surgery*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004. **126**(3): p. 273-7.
22. Proffit, W.R., et al., *Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. 2. Maxillary advancement*. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1991. **6**(2): p. 71-80.
23. Cheung, L.K., L.K. Chow, and W.K. Chiu, *A randomized controlled trial of resorbable versus titanium fixation for orthognathic surgery*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2004. **98**(4): p. 386-97.
24. Kim, Y.K., et al., *Evaluation of skeletal and surgical factors related to relapse of mandibular setback surgery using the bioabsorbable plate*. J Craniomaxillofac Surg, 2009. **37**(2): p. 63-8.
25. Turvey, T.A., et al., *The use of self-reinforced biodegradable bone plates and screws in orthognathic surgery*. J Oral Maxillofac Surg, 2002. **60**(1): p. 59-65.
26. Ricalde, P., et al., *Strength analysis of titanium and resorbable internal fixation in a mandibulotomy model*. J Oral Maxillofac Surg, 2005. **63**(8): p. 1180-3.
27. Goncalves, J.R., et al., *Postsurgical stability of counterclockwise maxillomandibular advancement surgery: affect of articular disc repositioning*. J Oral Maxillofac Surg, 2008. **66**(4): p. 724-38.
28. Eppley, B.L., *Bioabsorbable plate and screw fixation in orthognathic surgery*. J Craniofac Surg, 2007. **18**(4): p. 818-25.
29. Olszewski, R., et al., *Towards an integrated system for planning and assisting maxillofacial orthognathic surgery*. Comput Methods Programs Biomed, 2008. **91**(1): p. 13-21.
30. Mavili, M.E., et al., *Use of three-dimensional medical modeling methods for precise planning of orthognathic surgery*. J Craniofac Surg, 2007. **18**(4): p. 740-7.
31. Metzger, M.C., et al., *Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008. **105**(2): p. e1-7.

32. Bostman, O.M., *Metallic or absorbable fracture fixation devices. A cost minimization analysis*. Clin Orthop Relat Res, 1996(329): p. 233-9.
33. Landes, C.A. and A. Ballon, *Indications and limitations in resorbable P(L70/30DL)LA osteosyntheses of displaced mandibular fractures in 4.5-year follow-up*. Plast Reconstr Surg, 2006. **117**(2): p. 577-87; discussion 588-9.
34. Ballon, A., Haedenkamp, J., Rieger, J., Sader, R., Landes, C.A., *Preoperative expectations and postoperative satisfaction of dysgnathic patients operated with resorbable osteosyntheses. The patient's perspective*. in print.
35. Sadek, H. and G. Salem, *Psychological aspects of orthognathic surgery and its effect on quality of life in Egyptian patients*. East Mediterr Health J, 2007. **13**(1): p. 150-9.
36. Fedorowicz, Z., et al., *Resorbable versus titanium plates for orthognathic surgery*. Cochrane Database Syst Rev, 2007(2): p. CD006204.
37. Frost, V. and G. Peterson, *Psychological aspects of orthognathic surgery: how people respond to facial change*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1991. **71**(5): p. 538-42.
38. Garvill, J., et al., *Psychological factors in orthognathic surgery*. J Craniomaxillofac Surg, 1992. **20**(1): p. 28-33.
39. Williams, D.M., et al., *Psychological characteristics of women who require orthognathic surgery: comparison with untreated controls*. Br J Oral Maxillofac Surg, 2009. **47**(3): p. 191-5.
40. Toll, D.E., N. Popovic, and N. Drinkuth, *The use of MRI diagnostics in orthognathic surgery: prevalence of TMJ pathologies in Angle Class I, II, III patients*. J Orofac Orthop. **71**(1): p. 68-80.
41. Ahn, S.J., et al., *Discrimination of internal derangement of temporomandibular joint by lateral cephalometric analysis*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006. **130**(3): p. 331-9.
42. Ahn, S.J., T.W. Kim, and D.S. Nahm, *Cephalometric keys to internal derangement of temporomandibular joint in women with*

Class II malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004. **126**(4): p. 486-94; discussion 494-5.

43. Nebbe, B., P.W. Major, and N. Prasad, *Female adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: part I*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999. **116**(2): p. 168-76.
44. Nebbe, B., P.W. Major, and N.G. Prasad, *Male adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: Part II*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999. **116**(3): p. 301-7.
45. Zins, J.E., et al., *Orthognathic surgery: is there a future?* Plast Reconstr Surg, 2005. **116**(5): p. 1442-50; discussion 1451-2.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und
Plastische Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Frankfurt/Main
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. Dr. med. Dr. med. dent. Robert Sader)
unter der Anleitung von
Privatdozent Dr. med. habil. Dr. med. Dr. med. dent. Constantin A. Landes

Mein ausdrücklicher Dank gilt PD Dr. Dr. Constantin A. Landes für die
Überlassung des Themas, die hervorragende Betreuung und jederzeit
gewährte Unterstützung

Mein Dank gilt Katharina Laudemann für die wertvolle Unterstützung bei
der statistischen Aufarbeitung

Ein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Poliklinik
für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universitätsklinik
Frankfurt/Main für die freundliche Unterstützung

16. Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der
Johann Wolfgang
Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte
Dissertation mit dem Titel

„Segmentstabilität von resorbierbaren INION- Osteosynthesen in der Dysgnathiechirurgie“

im Zentrum der Kiefer- und Plastischen Gesichtschirurgie des Klinikums
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

unter Betreuung und Anleitung von
PD Dr. med. habil. Dr. med. Dr. med. dent. Constantin A. Landes

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit
keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt
habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen
Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch
um Zulassung zur Promotion eingereicht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Frankfurt, 19.08.2010

(Ort, Datum)

(Unterschrift)