

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
des Klinikums Minden, Westfalen
Akademisches Lehrkrankenhaus der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
- Chefarzt: Priv.- Doz. Dr. Dr. Werner Engelke -

**Die skelettale Stabilität nach Le Fort I-Osteotomie und der sagittalen Unterkieferspaltung nach Obwegeser/Dal Pont als monomaxilläre oder kombinierte Verfahren und deren Auswirkungen auf das craniomandibuläre System
Eine radiologische und klinische retrospektive Studie**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster

vorgelegt von Ingo David

aus Minden/Westfalen

2004

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-
Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Heribert Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. E. Schäfer

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. W. Engelke

Tag der mündlichen Prüfung: 06.05.2004

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
des Klinikums Minden, Westfalen
Akademisches Lehrkrankenhaus
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
- Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Werner Engelke -

Zusammenfassung

***Die skelettale Stabilität der Le Fort I-Oberkieferosteotomie und der sagittalen Unterkieferspaltung nach Obwegeser/Dal Pont als monomaxilläre oder kombinierte Verfahren und deren Auswirkung auf das craniomandibuläre System
Eine radiologische und klinische retrospektive Studie***

Ingo David

Die Korrektur schwerer Dysgnathien erfordert eine kombinierte chirurgisch-kieferorthopädische Therapie. Die heute gängigste Technik ist die Le Fort I-Osteotomie des Oberkiefers bzw. die sagittale Spaltung des Unterkiefers nach Obwegeser/Dal Pont oder deren Kombination.

30 Patienten stellten sich zu einer Nachuntersuchung vor, von denen sich 1 einer Oberkieferverlagerung, 17 einer Unterkieferverlagerung und 12 einer bimaxillären Umstellung unterzogen hatten.

Die skelettale Stabilität wurde durch den Vergleich von Fernröntgenseitenbildern überprüft, die unmittelbar prä- und postoperativ sowie bei der Nachuntersuchung angefertigt wurden. Zur Ermittlung der Auswirkungen auf das craniomandibuläre System wurde der Dysfunktionsindex nach Helkimo präoperativ und zur Nachuntersuchung herangezogen. Zusätzlich hat jeder Patient seine Meinung über Beschwerden und Zufriedenheit im Rahmen der Behandlung anhand eines Fragebogens zum Ausdruck gebracht.

Als stabilstes Verfahren stellte sich die sagittale Unterkieferspaltung heraus, gefolgt von der Le Fort I-Osteotomie und dem bimaxillären Verfahren. Der Dysfunktionsindex nahm im Durchschnitt zu, wobei die Gruppe der bimaxillär behandelten Patienten weniger betroffen waren als die durch sagittale Spaltung allein versorgten. Mit einer Ausnahme bewerteten die Patienten das Ergebnis der Operation positiv. Die Beschwerden hatten größtenteils abgenommen. Die meisten Patienten waren mit dem funktionellen und ästhetischen Ergebnis der Behandlung zufrieden.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
1.1	Historischer Überblick	4
1.2	Zielstellung	13
2	MATERIAL UND METHODE	14
2.1	Patientengut	14
2.2	Operationsmethode	15
2.3	Untersuchung	17
2.3.1	Fernröntgenanalyse.....	17
2.3.2	Klinischer Dysfunktionsindex (Di)	17
2.3.3	Fragebogen.....	18
2.4	Statistische Analyse	19
3	ERGEBNISSE	20
3.1	Fernröntgenanalyse.....	20
3.1.1	Unterkiefervorverlagerung durch Bsso.....	21
3.1.2	Unterkieferrückverlagerung durch Bsso.....	22
3.1.3	Unterkieferrückverlagerung durch Bimax	22
3.1.4	Unterkiefervorverlagerung durch Bimax	22
3.1.5	Oberkiefervorverlagerung.....	23
3.2	Klinische Untersuchung.....	24
3.3	Fragebogen.....	25
4	DISKUSSION	26
4.1	Fernröntgenanalyse.....	26
4.2	Klinische Untersuchung.....	29
4.3	Fragebogen.....	31
5	ZUSAMMENFASSUNG	34
6	FIGUREN UND ABBILDUNGEN	35

7	LITERATURVERZEICHNIS.....	52
8	DANKSAGUNG.....	62
9	LEBENS LAUF.....	63

1 Einleitung

1.1 Historischer Überblick

Die kombinierte kieferorthopädische und chirurgische Therapie von Dysgnathien stellt heutzutage ein gängiges Verfahren dar, wenn allein durch kieferorthopädische Maßnahmen ein befriedigendes Ergebnis nicht zu erzielen ist.

Die Ursprünge kieferorthopädischer Chirurgie stammen aus dem Jahr 1849, als der Amerikaner Hullihen eine Segmentosteotomie im Unterkiefer durchführte. In diesem Fall war durch eine Narbenkontraktur an Hals und Unterlippe infolge einer Verbrennungsverletzung eine Protrusion des unteren frontalen Alveolarfortsatzes mit Lückenbildung zwischen den Eckzähnen und Prämolaren entstanden. Er entfernte beidseits aus der Lücke einen V-förmigen Knochenkeil und verband diese Ostektomien durch einen horizontalen Knochenschnitt unter den Frontzähnen und konnte danach den Alveolarfortsatz nach hinten bringen. Die Fixation erfolgte über Drahtligaturen um die dem Knochenspalt benachbarten Zähne. Anschließend nahm er eine Wachsabformung der Unterkieferzähne und stellte auf dem Gipsmodell eine Silberplatte her, die die Zahnreihe zusätzlich stabilisieren sollte (Hullihen 1849).

Den ersten erfolgreichen Eingriff im Oberkiefer beschrieb von Langenbeck 1859 als die osteoplastische Resektion der Maxilla, mit der er nachwies, dass ein abgetrennter und in der ursprünglichen Position reponierter Oberkiefer wieder verheilen kann. Dabei wurde der Zugang von extraoral über eine ausgedehnte Inzision der Gesichtswichteile geschaffen (von Langenbeck 1859). In ähnlicher Weise operierte Cheever, als er etwa zehn Jahre später die Mobilisation eines Oberkiefers ungefähr in Le Fort I-Ebene durchführte, um einen Nasopharyngealtumor zu entfernen (Cheever 1867).

Im Gegensatz zu ihm ging Partsch über einen breiten Vestibulumschnitt von intraoral vor und mobilisierte die Maxilla, um einen ausgedehnten Nasenrachentumor unter Übersicht zu entfernen. Er hatte selbst zuvor an dem Oberkiefer eines anderen Patienten, der durch einen Arbeitsunfall abgetrennt worden war, gesehen, dass dieser komplikationslos heilen kann. Daher zog er bei seiner Operation diesen Weg dem umständlichen Zugang über den harten Gaumen vor (Partsch 1898).

Blair beschrieb zwei verschiedene Verfahren zur Korrektur einer mandibulären Pro- bzw. Retrognathie (Blair 1907). Um den retrognathen Unterkiefer nach vorn zu bringen, sollte der aufsteigende Ast auf beiden Seiten unter Schonung des Nerven-Gefäßbündels oberhalb des Canalis mandibulae durchtrennt und das zahntragende Fragment in seiner neuen Position an den Oberkieferzähnen durch intermaxilläre Drahtligaturen fixiert werden.

Zur Rückverlagerung des prognathen Unterkiefers musste ein Teil des horizontalen Unterkieferastes ostektomiert werden. Diese Operation wurde 1897 zum ersten Mal durchgeführt (Blair 1906). Im Prämolarenbereich entfernte man beidseits ein Knochensegment, verlagerte den anterioren Teil zurück und fixierte ihn durch intermaxilläre Drahtligaturen. Zusätzlich brachte man weiches Guttapercha zwischen die Zahnreihen, welches in situ aushärtete und als Splint fungierte. Wegen postoperativer Komplikationen war es in diesem Fall jedoch nötig, die Fixierung zu lösen und erneut anzulegen. Das Ergebnis war ein verzögerter, aber dennoch zufriedenstellender Heilungsverlauf.

Angle forderte schon gegen Ende des 19. Jahrhunderts, präoperativ die Planung der Operation an Gipsmodellen der Patienten durchzuführen. Man könne die Modelle zersägen, Teile entfernen und die Fragmente in harmonisierender Okklusion wieder zusammenfügen, ähnlich wie später am Kieferknochen. Anschließend solle mit Hilfe des Planungsmodells eine Schiene aus Metall oder Vulkanit hergestellt und als Fixierung auf die Zahnreihe aufzementiert werden (Angle 1898).

Während bei dem von Blair beschriebenen Verfahren die Ostektomie selbst recht einfach war, stellte sich die Erhaltung des Nervus mandibularis als schwierig heraus, was zu dauerhaften Anästhesien der Unterlippe führen konnte.

Blair schließt in seiner Abhandlung über Operationen an Kieferknochen und Gesicht, dass es sich in erster Linie um chirurgische Arbeit handele, für deren Vollendung ein Kieferorthopäde unerlässlich sei. Je eher dieser in den Fall einbezogen werde, desto besser sei es für den Patienten und den Chirurgen (Blair 1907).

Ein ähnliches Verfahren zur horizontalen Osteotomie des Ramus, wie Blair es beschrieb, wandten auch Lindemann und Bruhn an, wobei durch eine kleine Incision unter dem Ohr der Knochenschnitt mit einer Stichsäge durchgeführt wurde (Bruhn 1921).

Wassmund bemerkte, dass nach gerader Durchtrennung das gelenktragende Fragment durch Muskelzug disloziert werden könne, was zu einer Diastase führe. Um dies zu verhindern, gestaltete er das kleine Fragment zapfenförmig, so dass der Zapfen dem großen Fragment von lateral auflag (Wassmund 1935). Auch Schuchardt bemängelte an dem Verfahren Lindemanns, dass es häufig zu einer verzögerten Bruchheilung komme. Er durchtrennte daher nur die vorderen zwei Drittel des aufsteigenden Astes mit der Säge und frakturierte das letzte Drittel mit einem in den Bruchspalt eingeführten Raspatorium. Die schnellere knöcherne Verheilung schrieb er den durch die Fraktur absplittenden Knochenspannen zu, die eine Verlagerung des oberen Fragmentes verhinderten (Schuchardt 1942).

Eine weitere Methode zur Behandlung der mandibulären Prognathie war die beidseitige Kondylektomie (Kostecka 1931). Die resultierende Einschränkung der Kiefergelenksfunktion sprach jedoch gegen dieses Verfahren, zumal postoperativ häufig zusätzlich ein offener Biß entstand (Wassmund 1935).

Zum Schluß eines solchen offenen Bisses führte Wassmund vom Unterrand der Mandibula im Prämolarenbereich eine unvollständige Osteotomie durch und ließ den Patienten intermaxilläre Gummizüge und eine Gummi-Kinnschleuder tragen, wodurch der Biß sich schloß (Wassmund 1935).

Dingman teilte die Ostektomie von Knochensegmenten zur Verkürzung des horizontalen Unterkieferastes in zwei Phasen, um den Nervus alveolaris inferior besonders zu schützen. In der ersten Phase wurden über einen intraoralen Zugang nur die Knochenschnitte bis kurz über den Nervenkanal gelegt und die Schleimhaut danach vernäht. Nachdem die intraorale Wunde verheilt war, wurde in der zweiten Phase von extraoral die Osteotomie durchgeführt und das Knochensegment unter Schonung des Nervs entfernt (Dingman 1944).

Da nach horizontalen Osteotomien des aufsteigenden Astes bei extremen Fällen der Progenie die Rückverlagerung des zahntragenden Segments ohne Kompression der retromandibulären Strukturen nicht im gewünschten Maß möglich war, schlugen Caldwell und Letterman die vertikale Osteotomie des Ramus vor. Hierbei wurde über einen extraoralen Zugang die Osteotomielinie mit einer Fräse von der Mitte der Incisura semilunaris hinab bis kurz vor den Kieferwinkel markiert und die bukkale Oberfläche anterior davon zur Schaffung einer Wundfläche soweit dekortiert, bis das Nerv-

Gefäßbündel dargestellt war. Anschließend wurde vollständig osteotomiert und der anteriore Teil zurückgesetzt. Die Fragmente wurden mit Drahtnähten fixiert (Caldwell u. Letterman 1954).

Ein Mittelweg zwischen Kondylektomie und vertikaler Osteotomie des Ramus stellt die subkondyläre Osteotomie dar (Hinds 1958).

Converse und Shapiro modifizierten die Osteotomie des Unterkieferkörpers, indem sie sie stufenförmig gestalteten (Converse u. Shapiro 1952). Über einen intraoralen Zugang wurde erst der Nervus alveolaris inferior am Foramen mentale dargestellt und mit einer Fräse großflächig freigelegt.

So konnte er bei dem folgenden stufenförmigen Knochenschnitt geschont werden. Der Vorteil dieses Verfahrens bestand darin, dass man den Unterkiefer sowohl verkürzen als auch, begrenzt durch die Länge des Nervenstrangs, bis zu einem gewissen Grad verlängern konnte.

Die umgekehrt L-förmige Osteotomie des aufsteigenden Astes geht auf Trauner zurück (Trauner 1955). Hierbei wurde vom Vorderrand des Ramus ascendens ein Horizontalschnitt oberhalb des Foramen mandibulae bis knapp dahinter angelegt und dann bis zum Kieferwinkel weitergeführt. Durch die Nähe zum Foramen bestand die Gefahr der Verletzung des Nervus mandibularis, wie er selbst später anmerkte (Trauner 1974).

Zur Beseitigung eines Distalbisses beschrieb Trauner die retrokondyläre Knorpelimplantation, wobei er ein Knorpelstückchen an der Jochbeinwurzel ohne Eröffnung des Kiefergelenks befestigte und den Unterkiefer mit dem Gelenkköpfchen vorverlagerte (Trauner 1974).

Cohn-Stock beseitigte eine Oberkiefer-Prognathie, indem er die ersten oberen Prämolaren entfernte und deren Alveolen ausschnitt. Danach verband er sie durch einen keilförmigen Graben oberhalb der Frontzahnwurzeln durch den harten Gaumen, wobei die Keilspitze in Richtung Spina nasalis anterior zeigte. Nun konnte er den vorderen Anteil mobilisieren und zurücksetzen (Cohn-Stock 1921).

Wassmund übernahm den Gedanken Cohn-Stocks, verzichtete aber nach Möglichkeit auf die Knochenresektionen und kippte das anteriore Segment nach distal. Er entfernte nur dann Knochen, wenn durch die Kippung der Nasenboden zu sehr angehoben wurde. Er beschrieb auch ein Verfahren zur Mobilisation des Oberkiefers, das er als totale Mobilisation bezeichnete, obwohl er nicht die Flügelfortsätze durchtrennte, um die

Arteria palatina nicht zu verletzen. Durch Extension wurde der Oberkiefer Tage später in seine endgültige Stellung gebracht (Wassmund 1935).

Schuchardt bemerkte, dass die Mobilisation des Oberkiefers nach Wassmunds Methode nicht ausreiche, da er als Grund für die Unnachgiebigkeit des harten Gaumens seine noch bestehende feste Verbindung mit dem hinteren Teil des Oberkiefers in der Gegend der Flügelfortsätze sehe (Schuchardt 1942).

Axhausen mobilisierte einen disloziert verheilten Oberkiefer erneut, wobei er zusätzlich zu der Le Fort I –Osteotomie den Gaumen in der Sagittalebene spaltete, um den Zahnbogen in seiner ursprünglichen Position reponieren zu können (Axhausen 1934).

Bimaxilläre Eingriffe wurden zum ersten Mal von Köle erwähnt, der Segmentosteotomien in der Ober- und Unterkieferfront zur Beseitigung von Protrusionen und offenen Bissen beschrieb (Köle 1959).

Den Grundstein für das bis heute übliche Operationsverfahren zur Korrektur von Fehlstellungen des Unterkiefers legte Obwegeser 1955, dessen Technik der intraoralen sagittalen Spaltung Trauner in seinem Bericht über Progenieoperationen vorstellte (Trauner 1955). Der horizontale Knochenschnitt auf der lingualen Seite des aufsteigenden Astes verlief knapp über dem Foramen mandibulae, der auf der bukkalen Seite fast auf Höhe des Kieferwinkels.

Verbessert wurde dieses Verfahren 1958 durch Dal Pont (Dal Pont 1958). Er legte die bukkale Osteotomielinie als einen retromolaren vertikalen Schnitt an. Diese Technik hatte den Vorteil, dass die Knochenanlagerungsfläche im Vergleich zu Obwegeser erheblich größer war. Es konnten durch diese Methode sowohl Vor- als auch Rückverlagerungen des Unterkiefers vorgenommen werden. Eine Einlagerung von Knochentransplantaten war wegen der großen Anlagerungsflächen bei der Vorverlagerung nicht mehr nötig.

Hunsuck modifizierte die Technik Obwegesers. Er führte die Knochenfräsung auf der medialen Seite des Ramus ascendens nur bis knapp hinter das Foramen mandibulae durch. Seiner Untersuchung zufolge sei die interne Knochenstruktur posterior des Foramens von Natur aus schwächer und mache eine Osteotomie in diesem Bereich nicht notwendig (Hunsuck 1968).

Epker verzichtete bei seiner Modifikation der sagittalen Spaltung auf die vollkommene Abschabung des Periosts und der Muskeln vom hinteren Unterrand der Mandibula, da

das gelenktragende Fragment in seiner Position nicht verändert werden solle. Die postoperativen Schwellungen seien dadurch geringer und die Blutversorgung des Fragments durch das anliegende Gewebe sei sicherer (Epker 1977).

Die zusätzliche Myotomie der suprahyoidalen Muskulatur und eine geringe Überkorrektur sollten laut Steinhäuser bei großen Unterkieferverlagerungen ein Rezidiv verhindern (Steinhäuser 1973).

Die Vielseitigkeit der sagittalen Spaltung machte sie zu einer Routineoperation für Unterkieferverlagerungen.

Die Le Fort I-Osteotomie des Oberkiefers entwickelte sich erst zwischen 1960 und 1970 zu einer Routineoperation (Obwegeser 1965, Hogemann u. Willmar 1967), da man bis dahin aus Sorge vor einer Devaskularisation und Devitalisierung von Knochen und Zähnen die totale Mobilisation der Maxilla nicht wagte (Bell 1975). Obwegeser betonte, dass eine totale Mobilisation des Oberkiefers von großer Bedeutung für die Vorbeugung eines Rezidivs sei (Obwegeser 1965). Bell konnte 1973 durch Untersuchungen der Revaskularisation und Knochenheilung nach Oberkieferosteotomie und -mobilisation an ausgewachsenen Rhesusaffen nachweisen, dass die intraossäre und intrapulvale Blutzirkulation durch das anliegende Weichgewebe erhalten wird. Eine knöcherne Verbindung war nach sechs Wochen erreicht (Bell 1973).

Die routinierte Anwendung der monomaxillären Operationsverfahren war eine Voraussetzung für die Durchführung bimaxillärer Eingriffe.

Wiederum war es Obwegeser, der als Erster eine bimaxilläre Umstellungsosteotomie zur Korrektur einer Progenie als einzeitiges Verfahren durchführte und veröffentlichte (Obwegeser 1970). Diskrepanzen größer als eine Prämolarenbreite sollten seiner Meinung nach aus zwei Gründen bimaxillär behandelt werden: Nach monomaxillären Bewegungen dieses Ausmaßes sei die Rezidivneigung sehr groß. Außerdem erlaube die bimaxilläre Umstellung die Gestaltung einer harmonischeren Profillinie.

Die Technik der Osteotomie wurde bis heute beibehalten. Veränderungen und Weiterentwicklungen fanden von diesem Zeitpunkt an vor allem auf dem Gebiet der Osteosynthese statt.

Bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts war Draht das Osteosynthesematerial der Wahl. Erwähnt seien hier die Drahtnaht, die Drahtumschlingung, die

circumferential-wiring-Methode oder die Drahtaufhängung als übliche Methoden der Frakturversorgung (Heiss u. Grasser 1968).

Während der 1970er Jahre wurden die Fixationsmethoden, die in der Traumatologie bereits angewandt wurden, in der kieferorthopädischen Chirurgie übernommen (Champy u. Lodde 1978b).

Spiessl propagierte 1974 die Vorteile der Zugschraubenosteosynthese bei sagittalen Spaltungen des Unterkiefers nach Obwegeser/Dal Pont.

Er applizierte zwei Schrauben beidseits des Mandibularkanals über einen transbukkalen Zugang durch einen Trokarts. In der Regel wurde der Unterkiefer postoperativ für zwei Wochen durch intermaxilläre Fixation ruhiggestellt. Die Entfernung des Osteosynthesematerials erfolgte nach 4-6 Monaten (Spiessl 1974).

Steinhäuser modifizierte diese Technik, indem er eine dritte Schraube unterhalb des Mandibularkanals applizierte. Eine sofortige postoperative Mobilisation der Mandibula war dadurch möglich. Dennoch empfahl er eine einwöchige intermaxilläre Fixation, um einen unkomplizierten Heilungsverlauf zu unterstützen (Steinhäuser 1982). Da die Verwendung von Zugschrauben durch Torsion des proximalen Segments eine Dislokation des Kondylus hervorrufen konnte, ging man zur Verwendung von Positionsschrauben über, die einem die sichere intraoperative Positionierung der Fragmente ermöglichten.

Verschiedene Chirurgen entwickelten in dieser Zeit eigene Miniplattensysteme für die stabile Fixation von Frakturen im Gesichtsbereich (Peri et al. 1973, Luhr 1979). Champy und Lodde untersuchten zudem die Biomechanik des Unterkieferknochens, um dem günstigsten Ort für die Applikation von Osteosyntheseplatten zu ermitteln (Champy u. Lodde 1978a). Piffko et al. wiesen später nach, dass unter Belastung Mikrobewegungen im Spaltbereich bei Unterkieferosteosynthesen nach Osteotomien höher sind als nach Frakturen (Piffko et al. 2003).

Da ein Zusammenspiel zwischen Titan und dem umgebenden Gewebe nicht ausgeschlossen werden kann, ist bei der Verwendung von Titan als Material für Schrauben und Platten immer eine zweite Operation zur Entfernung des Osteosynthesematerials notwendig (Fischer-Brandies et al. 1992).

Tierexperimentelle Untersuchungen belegen die Akkumulation von Titan in inneren Organen nach Schraubeninsertion im Unterkiefer (Schliephake et al. 1989, Schliephake et al. 1991).

Gegen Ende der Achtziger Jahre wurden Untersuchungen durchgeführt, um Alternativen zu den herkömmlichen Metallplatten und –schrauben zu finden. Selbstaflösende Materialien sollten der Vermeidung einer Zweitoperation dienen, wobei sie jedoch genügend Stabilität aufweisen mussten, um den funktionellen Ansprüchen des maxillofazialen Systems gerecht zu werden.

Bouwman et al. untersuchten 1994 in einer in vitro Studie die mechanische Stabilität von Polyglycolid-Kunststoffstäben (Biofix®) und fanden heraus, dass die Werte zwar unter denen von bikortikalen Schrauben lagen, aber dennoch ausreichend, um sie später an Patienten zu verwenden (Bouwman et al. 1994).

J. A. Obwegeser benutzte zur Fixation Le Fort I-osteotomierter Oberkiefer vier bis sechs Poly-p-Dioxanon(PDS II)-Fäden, wobei er auf eine postoperative intermaxilläre Fixation verzichtete (Obwegeser 1994b).

Im Unterkiefer verwandte er Knochenschrauben, die aus der Kortikalis des Femurs hergestellt wurden. Aufgrund der vorhandenen Schichtdicke von mindestens sechs Millimetern hat sich die Femurkortikalis als sehr geeignet zur Herstellung von Knochenschrauben erwiesen.

Auch in diesem Verfahren verzichtete Obwegeser auf eine postoperative Maxillo-Mandibuläre Fixation. Die postoperative Stabilität ließ sich mit der von Metallschrauben vergleichen (Obwegeser 1994a).

1998 bestätigten Haers und Sailer die Kurzzeitstabilität von Platten und Schrauben aus selbstaflösendem Poly-L/DL-Lactid in bimaxillären Eingriffen (Haers u. Sailer 1998). In seltenen Fällen traten intraoperativ Materialfehler auf wie z. B. Schraubenbruch oder schlechte Passung der Schrauben im Bohrkanal.

Edwards et al. zeigten 2001, dass sich Osteosynthesematerialien aus resorbierbarem PLLA-PGA nach bis zu zwei Jahren komplikationslos vollständig auflösten (Edwards et al. 2001).

Durch die Entwicklung funktionsstabiler Osteosynthesematerialien ergaben sich verschiedene Vorteile. Der Operateur konnte die Knochensegmente in der geplanten Position sicher fixieren.

Der Wegfall der intermaxillären Fixation erleichterte die postoperative Überwachung des Patienten, insbesondere die Kontrolle der Atemwege und das mögliche Erbrechen nach dem Aufwachen aus der Narkose.

Der Komfort für den Patienten war deutlich gestiegen, da die Mundöffnung fast sofort postoperativ möglich war. Dadurch konnte auch die Mundhygiene deutlich effektiver durchgeführt werden.

Eine normale Nahrungsaufnahme war nach zwei bis vier Wochen möglich (Krekmanov 1989).

Ein weiterer Vorteil der stabilen Fixation war die sofort postoperative Mobilität des Unterkiefers. Untersuchungen zeigten, dass die frühe Wiederaufnahme der Funktion ein wichtiger Faktor für die spätere dauerhafte Mobilität der Mandibula war (Aragon u. Van Sickels 1987, Buckley et al. 1989, Zarrinkelk et al. 1996).

Ein Nachteil bestand darin, dass bei stabiler Osteosynthese Fehler in der Positionierung der knöchernen Segmente auftraten und die daraus folgende Dislokation des Kondylus zu Störungen in der Okklusion und zu widrigen Zuständen im Gelenk führen konnten (Luhr 1989).

Um dies zu vermeiden, wurden verschiedene Verfahren zur intraoperativen Fixierung des proximalen Segments in zentraler Kondylenposition entwickelt.

Luhr befestigte zu Beginn einer bimaxillären Operation beidseits eine Platte an der lateralen Seite des aufsteigenden Astes und dem Jochbein oberhalb der geplanten Le Fort I-Osteotomielinie und entfernte sie danach sofort wieder. So konnte er vor Fixierung der Unterkiefersegmente die Platte wieder befestigen und somit das proximale Segment wie präoperativ geplant positionieren. Bei der sagittalen Spaltung des Unterkiefers als monomaxillärer Eingriff wurde der aufsteigende Unterkieferast mit einer Positionierungsplatte an einem okklusalen Splint statt am Jochbein befestigt (Luhr 1989).

Joos entwickelte gegen Ende der Neunziger Jahre ein System zur Osteosynthese, das es ermöglichte, nach stabiler Fixation intraoperativ eine dreidimensionale Rejustierung zur Feineinstellung vorzunehmen und so einer Dislokation der Kondylen vorzubeugen (Joos 1999).

1.2 Zielstellung

Seit der routinierten Durchführung kieferorthopädischer Operationen erschienen in der Literatur immer häufiger Untersuchungen der Stabilität dieser Verfahren (Schendel u. Epker 1980, Rittersma et al. 1981, Mommaerts u.Hadjanghelou 1990, Watzke et al. 1991), ihrer Auswirkungen auf das Kiefergelenk (Freihofner u. Petresevic 1975, Helm u. Stepke 1997, Hwang et al. 2000) und der Akzeptanz seitens der Patienten (Heydarian u. Perko 1976, Jensen 1978, Hatch et al. 1996, Finlay et al. 1995). Dabei versuchen viele Autoren, mögliche individuelle Risikofaktoren für diese Eingriffe herauszufiltern, um Komplikationen, die immer wieder auftreten, verhindern zu können.

Ziel dieser retrospektiven Studie ist die Untersuchung der skelettalen Stabilität nach Dysgnathie-Operationen, deren Folgen für das craniomandibuläre System und der subjektiven Einschätzung der Behandlung aus Patientensicht. Die Ergebnisse der monomaxillär und bimaxillär behandelten Patienten werden verglichen. Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen individuellen Charakteristika der Patientengruppe und den Ergebnissen nachzuweisen, werden die erhobenen Daten auf mögliche Korrelationen hin untersucht.

2 Material und Methode

Im Folgenden werden folgende Abkürzungen verwendet:

FRS	-	Fernröntgenseitenbild
Prä	-	Präoperativ
Post	-	Postoperativ
Nu	-	Nachuntersuchung
D _i	-	Dysfunktionsindex
Bsso	-	Bilaterale sagittale Spaltungsosteotomie
Bimax	-	Bimaxilläre Osteotomie: Kombination aus Bsso und Le Fort I-Osteotomie
M _w	-	Mittelwert
S _A	-	Standardabweichung

2.1 Patientengut

Für diese retrospektive Studie wurden 30 Patienten zu einer Nachuntersuchung einbestellt, die sich einer bilateralen sagittalen Spaltungsosteotomie nach Obwegeser/Dal Pont, einer Le Fort I – Osteotomie oder einer bimaxillären Umstellungsosteotomie in der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums Minden unterzogen haben.

Die Gruppe besteht aus 4 männlichen und 26 weiblichen Patienten. Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt lag bei 25,4 Jahren (12,5 - 49,3 Jahre). Der Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug durchschnittlich 2,2 Jahre (0,5 - 5,3 Jahre).

Bei 17 Patienten wurde eine Bsso durchgeführt, bei 1 Patienten eine Le Fort I-Osteotomie und bei 12 Patienten eine Bimax. Eine Unterkiefervorverlagerung fand bei 21 Patienten statt, davon bei 14 durch eine Bsso und bei 7 durch eine Bimax. Eine Unterkieferrückverlagerung wurde bei 8 Patienten vorgenommen, davon bei 3 Patienten

durch eine Bssso und bei 5 Patienten durch eine Bimax. Bei 11 Patienten wurde der Oberkiefer vorverlagert, bei einem rückverlagert.

Alle Patienten wurden mindestens 1 Jahr sowohl vor als auch nach der Operation mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen von zwei Kieferorthopäden behandelt. Die Behandlungen waren abgeschlossen. Von allen Patienten waren prä- und postoperative Fernröntgenseitenbilder vorhanden. Die Operationen wurden von zwei verschiedenen Operateuren durchgeführt.

Jeder der 30 Patienten erhielt eine Referenznummer von 1 - 30, die später in den Abbildungen und im Text in Klammern benutzt werden.

2.2 Operationsmethode

Präoperativ wird anhand einer Modelloperation ein Kunststoffsplint (Repositionssplint) hergestellt, der intraoperativ im Oberkiefer eingebunden wird und die neue Lage des Unterkiefers bestimmt. Er wird postoperativ belassen, um als Führungsschiene zu fungieren. Bei einer bimaxillären Operation wird zur Festlegung der Oberkieferposition noch ein zweiter Splint (Zwischensplint) angefertigt (siehe Abbildung 2, S. 49).

Die Operation findet in nasaler Intubationsnarkose statt. Der Einfachheit halber wird an dieser Stelle nur das Vorgehen bei einer bimaxillären Umstellungsosteotomie beschrieben.

Es werden insgesamt 5 ml eines Lokalanästhetikums mit vasokonstriktorischem Zusatz (Ultracain DS®) im Bereich des aufsteigenden Astes beidseits infiltriert. Die Inzision mit dem Elektrotom beginnt über dem aufsteigenden Ast der rechten Seite und geht in einen paramarginalen Schnitt bis Regio 46 über. Dargestellt werden der Unterkieferrand und der aufsteigende Ast bis zum Hinterrand sowie lingual der Bereich von der Incisura semilunaris bis zur Lingula. Der Vorderrand des Ramus ascendens wird mit einer Fräse geglättet (siehe Abbildung 3, S. 50). Mit der Lindemann-Fräse wird die linguale Osteotomie oberhalb der Lingula, die buccale Osteotomie in Regio 46 vorgenommen und durch eine sagittale Osteotomie verbunden. Nach Einlage eines NaCl-getränkten Tupfers wird das Vorgehen auf der kontralateralen Seite wiederholt.

Danach infiltriert man ca. 5 ml Ultracain-DS® im Vestibulum Regio 16 - 26. Mit einem Elektrotom wird eine Inzision im Vestibulum von Regio 15 bis 25 durchgeführt. Nach Abschieben des Mucoperiostlappens werden die Kieferhöhlenvorderwand, die Sutura pterygopalatina, der Nasenboden und die lateralen Nasenwände dargestellt. Mit einer oszillierenden Säge wird die horizontale Osteotomie durchgeführt. Die seitlichen Nasenwände werden mit dem Nasenmeißel und das Septum mit dem Septummeißel durchtrennt. Die Sutura pterygopalatina wird mit dem Tubermeißel gespalten. Der Oberkiefer wird nach down-fracture komplett mobilisiert (siehe Abbildung 4, S. 50). Falls nötig, werden Knochentanten gekürzt. Der Repositionssplint wird im Oberkiefer mit Drähten der Stärke 0,4 mm eingebunden. Danach wird der Zwischensplint eingebracht und die intermaxilläre Fixation mit Drähten der Stärke 0,4 mm durchgeführt.

Die Osteosynthese wird durch insgesamt vier 4-Loch-Mini-L-Platten paranasal und im Bereich der Crista zygomatico-alveolaris beidseits angebracht (siehe Abbildung 5, S. 51).

Die intermaxilläre Fixation wird gelöst und der Zwischensplint entfernt. Der Repositionssplint bleibt im Oberkiefer eingebunden. Nach Spülung erfolgt der Wundverschluss mit Supramid 3.0 (siehe Abbildung 6, S. 51).

Der Tupfer im rechten Kieferwinkel wird entfernt. Die sagittale Spaltung wird mit einem Meißel unter Schonung und Darstellung des Nervus alveolaris inferior durchgeführt.

Der Vorgang wird auf der anderen Seite wiederholt. Das distale Unterkieferfragment wird nun mobilisiert und über den Repositionssplint in die endgültige Lage gebracht. Die IMF wird wieder angelegt. Die proximalen Segmente werden manuell reponiert und transbuccal mit distanzerhaltenden Osteosyntheseschrauben (Typ Imbus, 13 mm/Typ Leibinger vierkant, 11 mm) fixiert. Die intermaxilläre Fixation wird wieder gelöst und die Okklusion in den Repositionssplint überprüft. Anschliessend folgt der Wundverschluss mit Supramid 3.0 und extraoral mit Ethilon 6.0.

2.3 Untersuchung

Die Untersuchung lässt sich in drei Teile gliedern:

1. FRS-Analyse zur Beurteilung von skelettalen Veränderungen
2. Klinische Untersuchung zur Ermittlung des Dysfunktionsindex
3. Fragebogen zur subjektiven Beurteilung durch den Patienten

2.3.1 Fernröntgenanalyse

Von allen Patienten wurden drei Fernröntgenseitenbilder herangezogen: Unmittelbar prä- und postoperativ und mindestens 6 Monate und höchstens 63 Monate (im Durchschnitt 27,23 Monate) postoperativ. Jedes Bild wurde von einer Person von Hand auf Transparentfolie durchgezeichnet und ausgewertet.

Zur Bestimmung der Lage von Ober- bzw. Unterkiefer in der sagittalen Ebene wurden die Winkel Sella-Nasion-A-Punkt (SNA) und Sella-Nasion-B-Punkt (SNB) ermittelt (siehe Figur 1, S. 35). Rotationen der Kiefer wurden durch das Verhältnis der jeweiligen Kieferbasis (ML bzw. NL) zur Sella-Nasion-Linie (SNL) bestimmt.

Zur Bestimmung des methodischen Fehlers wurde ein FRS an verschiedenen Tagen 18mal durchgezeichnet und ausgewertet. Die Standardabweichungen der Winkel SNA, SNB, ML/SNL und NL/SNL wurden ermittelt.

2.3.2 Klinischer Dysfunktionsindex (D_i)

Zur Bewertung der Kiefergelenksfunktion wurde der klinische Dysfunktionsindex (D_i) nach Helkimo (Helkimo 1974a) herangezogen. Alle Patienten wurden präoperativ und bei der Nachuntersuchung auf fünf Symptome hin untersucht:

1. Beeinträchtigte Unterkieferbewegung
2. Beeinträchtigte Kiefergelenksfunktion
3. Schmerzen bei Unterkieferbewegungen
4. Schmerzen der Muskulatur
5. Kiefergelenksschmerzen

Diese fünf Symptome wurden, je nach Schweregrad, einer bestimmten Punktzahl zugeordnet:

Kein Auftreten des Symptoms – 0 Punkte

Mäßiges Vorhandensein des Symptoms – 1 Punkt

Starkes Vorhandensein des Symptoms – 5 Punkte

Eine detaillierte Beschreibung der Bewertung ist in den Figuren 2 - 4 (siehe S. 36f.) dargestellt.

2.3.3 Fragebogen

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde von allen Patienten mit Unterstützung des Untersuchers ein Fragebogen ausgefüllt, der die subjektiven Eindrücke bezüglich sowohl der Schmerzen und Beeinträchtigungen als auch der Zufriedenheit mit dem Ergebnis präoperativ und zur Nachuntersuchung erfassen soll.

Erfragt wurde dabei folgendes:

- Probleme beim Abbeißen, Kauen, Sprechen, Mundöffnen, Lippenschluss und bei Unterkieferbewegungen
- Auftreten und Häufigkeit von Kopfschmerzen
- Auftreten von Kiefergelenksgeräusche und –schmerzen
- Schmerzen der Kaumuskulatur
- Persönliche Beeinträchtigung in Alltagstätigkeit
- Entscheidung zur Operation zur Verbesserung der Funktion und/oder der Ästhetik
- Zufriedenheit mit dem funktionellen und ästhetischen Ergebnis

2.4 Statistische Analyse

Die Auswertung wurde mit Hilfe des Programms SPSS, unterstützt durch das biomathematische Institut der WWU Münster, durchgeführt.

Es wurden Mittelwert, Standardabweichung und Umfang der Abweichung der gemessenen röntgenographischen Werte ermittelt.

Die Veränderungen durch die Operation und bis zur Nachuntersuchung wurden durch nichtparametrische Varianzanalysen getestet.

Durch den Kruskal-Wallis-Test wurde untersucht, ob Faktoren wie Geschlecht, Alter, Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung oder die Größe des präoperativen Mandibularplanumwinkel der Patienten einen Einfluß auf die postoperative Stabilität genommen haben.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Fernröntgenanalyse, der klinischen Untersuchung und des Fragebogens werden getrennt dargestellt.

Zur Erläuterung der Ergebnisse sind die Patientennummern in den Figuren aufgeführt oder im Text in Klammern (Pat.-Nr. 1, 2, ..., 30) angegeben.

3.1 Fernröntgenanalyse

Die Ergebnisse der FRS-Auswertung sind in Figur 5 (siehe Seite 38), die Ergebnisse der statistischen Auswertung in den Figuren 6 und 7 (siehe Seite 39f.) dargestellt.

Es werden die Mittelwerte angegeben. In Klammern folgen die Reichweite (Minimum – Maximum) und die Standardabweichung (S_A).

Bei Unterkiefervorverlagerung ($n = 21$) vergrößerte sich der Winkel SNB um durchschnittlich $2,9^\circ$ ($0,5^\circ - 6,5^\circ$, $S_A = 1,4^\circ$). Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fand eine Rückverlagerung am Punkt B um $0,8^\circ$ statt ($-4,5^\circ - 1,5^\circ$, $S_A = 1,6^\circ$), entsprechend 27,6%.

Nach operativer Unterkieferrückverlagerung ($n = 8$) verringerte sich der Winkel SNB um $1,7^\circ$ ($-4,0^\circ - 0^\circ$, $S_A = 1,6^\circ$). Postoperativ nahm der Wert durchschnittlich um $0,7^\circ$ zu ($-2,0^\circ - 2,5^\circ$, $S_A = 1,9^\circ$). Das entspricht 40,8%.

Der Oberkiefer ($n = 11$) wurde um $4,8^\circ$ vorbewegt ($1,0^\circ - 9,0^\circ$, $S_A = 2,6^\circ$). Die Rückverlagerung bis zur Nachuntersuchung betrug im Durchschnitt $1,7^\circ$ ($-4,5^\circ - 2,5^\circ$, $S_A = 2,0^\circ$) entsprechend einem Rezidiv von 35,4%.

Die postoperative Stabilität des Unterkiefers fällt bei monomaxillären Operationen höher aus als bei bimaxillären:

Nach Vorverlagerung durch BSSO ($n = 14$) um $2,7^\circ$ ($0,5^\circ - 5,0^\circ$, $S_A = 1,1^\circ$) fiel der Unterkiefer postoperativ um $0,5^\circ$ (18,5%) ($-2,5^\circ - 1,5^\circ$, $S_A = 1,2^\circ$) zurück.

Nach einer Vorverlagerung von $3,4^\circ$ ($1,0^\circ - 6,5^\circ$, $S_A = 1,8^\circ$) durch Bimax ($n = 7$) fand ein Rückfall um $1,5^\circ$ (44,1%) ($-4,5^\circ - 1,0^\circ$, $S_A = 2,2^\circ$) statt.

Nach Rückverlagerung durch Bsso (n = 3) um $-1,5^\circ$ ($-4,0^\circ - 0^\circ$, $S_A = 2,2^\circ$) bewegte sich der Unterkiefer postoperativ um $0,3^\circ$ (22,2%) ($-2,0^\circ - 2,0^\circ$, $S_A = 2,1^\circ$) vor.

Bei gleichem Vorgehen durch Bimax (n = 5) um $-1,8^\circ$ ($-4,0^\circ - 0,5^\circ$, $S_A = 1,4^\circ$) rezidierte der Unterkiefer um $0,9^\circ$ (50%) ($-2^\circ - 2,5^\circ$, $S_A = 1,9^\circ$).

Die 18malige Durchzeichnung und Vermessung eines Röntgenbildes an verschiedenen Tagen zur Ermittlung des methodischen Fehlers ergab eine Standardabweichung von $0,6^\circ$ für den Winkel SNA, $0,2^\circ$ für den Winkel SNB, $1,0^\circ$ für den Winkel ML/SNL und $1,3^\circ$ für den Winkel NL/SNL.

Die operativen und postoperativen Veränderungen jedes einzelnen Patienten der sagittalen Kieferlage und der Rotation der jeweiligen Kieferbasis sind, getrennt nach Vor- und Rückverlagerung des jeweiligen Kiefers, in den Figuren 8 - 17 (siehe S. 40ff.) dargestellt.

Bei den sagittalen Veränderungen bedeutet ein positiver Wert eine Vorverlagerung, ein negativer Wert eine Rückverlagerung.

Bei den Rotationsveränderungen bedeutet ein positiver Wert eine Schwenkung nach kaudal, ein negativer Wert eine Schwenkung nach kranial.

3.1.1 Unterkiefervorverlagerung durch Bsso

Bei 2 von 14 Patienten, deren Unterkiefer durch Bsso vorverlagert wurde (siehe Figur 8, S. 40), blieb das Operationsergebnis unverändert (Pat.-Nr. 15, 25), in 4 Fällen fand eine weitere geringe Vorverlagerung statt (Pat.-Nr. 2, 17, 21, 23). Bei 4 Patienten wurde eine Tendenz zur Rückverlagerung festgestellt, die maximal ein Grad betrug (Pat.-Nr. 4, 9, 18, 28). In 4 Fällen war eine Rückfalltendenz von 1,5 - 2,5 Grad zu messen (Pat.-Nr. 6, 13, 16, 24).

In 6 Fällen betrug die postoperative Veränderung der Rotation (siehe Figur 9, S. 41) ein Grad und weniger (Pat.-Nr. 2, 15, 17, 21, 25, 28).

Bei 7 Patienten entwickelte sich die Schwenkung postoperativ über das Operationsergebnis hinaus (Pat.-Nr. 4, 9, 13, 15, 16, 23, 24).

Bei Patient (Pat.-Nr. 28) kam es intraoperativ zu einem einseitigen „bad split“.

3.1.2 Unterkieferrückverlagerung durch Bssso

Die Rückverlagerung (siehe Figur 10, S. 41) blieb in einem Fall stabil (Pat.-Nr. 26), in einem anderen Fall instabil (Pat.-Nr. 3), und im dritten Fall vergrößerte sich die durch die Operation nicht messbare Verlagerung in die gewünschte Richtung (Pat.-Nr. 8).

Eine Rezidivtendenz der Unterkieferschwenkung (siehe Figur 11, S. 41) ist nur in einem Fall erkennbar (Pat.-Nr. 3), in beiden anderen Fällen prägte sie sich postoperativ noch weiter aus (Pat.-Nr. 8, 26).

Bei einem Patienten (Pat.-Nr. 8) kam es zu einer postoperativen Ausbildung eines Hämatoms.

3.1.3 Unterkieferrückverlagerung durch Bimax

Ein Patient wies in der sagittalen Ebene (siehe Figur 12, S. 42) keine postoperativen Veränderungen auf (Pat.-Nr. 10). Bei zwei Patienten ist ein postoperativer Rückfall von jeweils $2,5^\circ$ zu beobachten (Pat.-Nr. 7, 12). In einem Fall (Pat.-Nr. 27) kann die postoperative Rückfalltendenz von $1,5^\circ$ noch als stabil bewertet werden. Die Schwenkung (siehe Figur 13, S. 42) blieb mit Veränderungen von maximal $1,5^\circ$ in drei Fällen langfristig stabil (Pat.-Nr. 7, 10, 12).

3.1.4 Unterkiefervorverlagerung durch Bimax

In zwei von 7 Fällen betrug die postoperative Veränderung des Winkels SNB (siehe Figur 14, S. 42) 4° und mehr (Pat.-Nr. 5, 22), bei zwei anderen Patienten lag sie zwischen 1° und 2° (Pat.-Nr. 20, 29), bei den übrigen betrug sie 1° und weniger (Pat.-Nr. 11, 14, 30). Zwei von 7 Patienten (siehe Figur 15, S. 43) wiesen keine postoperativen Rotationen des Mandibularplanums auf (Pat.-Nr. 20, 30). In drei Fällen waren die Werte der postoperativen Veränderungen größer als 2° allerdings noch geringer als die Werte der Veränderung durch die Operation (Pat.-Nr. 5, 11, 22).

3.1.5 Oberkiefervorverlagerung

In 5 von 11 Fällen betragen die postoperativen sagittalen Veränderungen zwei Grad und weniger (Pat.-Nr. 1, 10, 11, 12, 22) (siehe Figur 16, S. 43).

In 5 von 11 Fällen lagen die postoperativen Rotation der Mandibula zwischen 0° und 2° (Pat.-Nr. 11, 12, 14, 20, 22) (siehe Figur 17, S. 43).

Die Ergebnisse der FRS-Auswertungen wurden hinsichtlich eines Zusammenhangs mit der Größe der Verlagerung, dem präoperativen Mandibularplanumwinkel, dem Alter und Geschlecht der Patienten sowie dem Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung statistisch ausgewertet. Nur zwischen der postoperativen Veränderung des Mandibularplanumwinkels und dem zeitlichen Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchung konnte ein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (siehe Figur 7, S. 40). Ein weiterer Test ergab, dass signifikante postoperative Veränderungen des Winkels ML/SNL nur in der Gruppe der Patienten auftraten, deren Nachuntersuchung mehr als 40 Monate nach der Operation lag ($p = 0,027$).

3.2 Klinische Untersuchung

Die einzelnen Werte der Unterkiefermobilität sind in den Figuren 22 - 25 (siehe S. 46f.) aufgelistet. In Figur 21 (siehe S. 45) wird die Methode zur Bestimmung des Dysfunktionsindex erläutert.

Die Dysfunktionsindices jedes einzelnen Patienten präoperativ und zur Nachuntersuchung sind in den Figuren 18 und 19 (siehe S. 44) dargestellt. Figur 20 (siehe S. 44) zeigt die Verteilung der Patienten auf die verschiedenen Indices präoperativ und zur Nachuntersuchung.

Drei Patienten waren sowohl präoperativ als auch bei der Nachuntersuchung symptomlos (Pat.-Nr. 2, 6, 27) (siehe Figur 18 und 19, S. 44). In einem Fall veränderte sich der Index um zwei Stufen (Pat.-Nr. 17). Präoperativ hatten zwei Patienten schwere Symptome (Pat.-Nr. 19, 30), zur Nachuntersuchung nur einer (Pat.-Nr. 23).

Viermal trat eine Verbesserung ein (Pat.-Nr. 1, 16, 19, 30), 13 mal eine Verschlechterung (Pat.-Nr. 7, 8, 9, 10, 14, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26).

Es ist eine postoperative Verschiebung von D_i0 zu D_i1 , sowie von D_i1 zu D_i2 vorhanden (siehe Figur 20, S. 44).

Nach Bimax ($n = 13$) vergrößerte sich der D_i in 4 Fällen, verringerte sich in 3 Fällen und blieb in 6 Fällen gleich. Nach Bssso ($n = 17$) verschlechterte der D_i sich in 9 Fällen, verbesserte sich einmal und blieb in 7 Fällen gleich.

3.3 Fragebogen

Für die Auswertung des Fragebogens wurde das Patientengut in die Gruppe derjenigen, die durch Bssso operiert wurden, und in die durch Bimax bzw. Le Fort-I-operierten aufgeteilt.

Die Ergebnisse präoperativ und bei der Nachuntersuchung sind in Figur 26 (siehe Seite 48) dargestellt.

Bei den funktionellen Problemen ist, abgesehen von der Unterkiefer-Mobilität, in beiden Gruppen eine Besserung zu erkennen. Kopfschmerzen traten nach der Operation seltener auf.

Es fällt auf, dass zur Nachuntersuchung die Angaben zu Kaumuskelatur-Beschwerden in der Bssso-Gruppe von 1 auf 3 zunahmten, in der Bimax-Gruppe jedoch von 3 auf 0 abnahmen.

Nur 3 Patienten, die alle aus der Bimax-Gruppe stammen, beklagten sich über eine mässige persönliche Beeinträchtigung.

Übereinstimmend haben sich die Patienten beider Gruppen vorwiegend aus funktionellen Gesichtspunkten für die Operation entschieden. Nur rund die Hälfte der Patienten gaben die Ästhetik als Operationsgrund an.

Grösstenteils positive Angaben sind bei der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis zu beobachten. Auch hier ist kaum ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

4 Diskussion

4.1 Fernröntgenanalyse

Mit der Zunahme an Dysgnathie-Operationen als Routineverfahren ab Mitte der 1960er Jahre stieg auch die Zahl der Studien hinsichtlich der skelettalen Stabilität. Dieser Trend erhielt einen weiteren Schub mit der Einführung der Osteosynthese mit Schrauben und Miniplatten. Zahlreiche Studien konnten neben anderen Vorteilen eine Verbesserung der Stabilität im Vergleich zur Drahtosteosynthese nachweisen (Ayoub et al. 1994, Mommaerts 1991, Paulus u. Steinhäuser 1982). Trotzdem kam es postoperativ immer wieder zu skelettalen Veränderungen, entweder im Sinne einer Rückverlagerung in Richtung des präoperativen Zustandes oder eine weitere Verlagerung in Operationsrichtung.

Für dieses Phänomen wurden verschiedene Faktoren als mögliche Ursache angegeben: Die Größe der intraoperativen skelettalen Verlagerung (Lake et al. 1981, Van Sickels et al. 1986, Will u. West 1989), der Einfluß der umgebenden Weichteile und des Periosts (Epker u. Wessberg 1982, Lake et al. 1981, Proffit et al. 1996, Silvestri et al. 1994), der Einfluß der suprahyoidalen Muskulatur, wovon insbesondere counterclockwise-Schwenkungen des distalen Segments intraoperativ betroffen sind (Poulton u. Ware 1971), die Größe des präoperativen Mandibularplanum-Winkels (Greebe u. Tuinzing 1984, Lake et al. 1981), eine zu kurze Zeit der intermaxillären Fixation (Epker u. Wessberg 1982), die fehlerhafte Positionierung der proximalen Segmente (Arnett 1993, Proffit et al. 1991, Silvestri et al. 1994) und ein noch vorhandenes Restwachstum (Dimitroulis 1998).

Durch eine kieferorthopädische Vorbehandlung gelockerte Zähne können während der intermaxillären Fixation zu einem maskierten Rezidiv führen, wenn bei stabiler Okklusion eine skelettale Veränderung stattfindet (Epker u. Wessberg 1982, Phillips et al. 1989).

Es besteht die Möglichkeit, dass durch intermaxilläre Verschnürung die Rezidivtendenz eines Kiefers die Stabilität des anderen negativ beeinflusst (Hiranaka u. Kelly 1987).

Bei der Betrachtung der Werte der gesamten Patientengruppe fällt auf, dass nach Unterkiefervorverlagerung als einziger Winkel zwischen Operation und Nachuntersuchung der Mandibularplanumwinkel sich um mehr als $1,6^\circ$ verkleinerte. Als eine Ursache kann der während der postoperativen Aufnahme eingebundene Splint angesehen werden, der zur Nachuntersuchung nicht mehr vorhanden war. Verschiedene Autoren weisen auf eine Änderung der Unterkieferlage auf Fernröntgenaufnahmen nach Splintentfernung hin (Bailey et al. 1998, Kierl et al. 1990). Zudem kann eine zusätzliche Senkung der Bisshöhe durch die postoperative kieferorthopädische Feineinstellung stattfinden (Van Sickels et al. 1986).

Die postoperative Rückverlagerung der Mandibula um durchschnittlich $0,8^\circ$ verursacht vermutlich auch eine geringe Bissenkung.

Nach Unterkieferrückverlagerung ist eine geringe postoperative Vergrößerung des Mandibularplanumwinkels zu beobachten. Eine mögliche Erklärung ist die postoperative Vorbewegung der Mandibula, die zu einer geringen Bisserrhöhung führt.

1996 stellten Proffit et al. Ergebnisse der Stabilität verschiedener Operationsmethoden bis zu einem Jahr postoperativ vor:

Anhand von Fernröntgenseitenbildern von 52 Patienten untersuchten sie die sagittale Lage des B-Punktes nach Unterkiefervorverlagerung durch Bssso. Etwa 15% der Patienten hatten eine Rückverlagerung von 2 - 4 mm, ca. 3% von mehr als 4 mm. 15% hatten eine weitere Vorverlagerung in Operationsrichtung (Proffit et al. 1996).

Kierl et al. ermittelten die horizontale Veränderung des B-Punktes 2,5 - 4,5 Jahre postoperativ nach Unterkiefervorverlagerung durch Bssso bei 19 Patienten. 21% hatten eine weitere Vorverlagerung. Bei 32% der Patienten lag die Rückverlagerung zwischen 2 und 4 mm, bei 11% über 4 mm (Kierl et al. 1990).

Die Werte nach Unterkiefervorverlagerung durch Bssso in unserem Patientengut sind mit den oben genannten vergleichbar. Eine Rückverlagerung um 1° - 2° hatten 21%, eine Rückverlagerung um mehr als 2° hatten 7% der Patienten. Bei 28,6% fand eine weitere Vorverlagerung statt.

Eine Unterkieferrückverlagerung wurde bei 8 Patienten durchgeführt, bei 5 davon zusätzlich eine LeFort I-Osteotomie. 25% der acht Patienten hatten ein Rezidiv von 2° - 4° , 50 % ein Rezidiv von 0° - 2° . Bei 25% fand eine weitere Rückverlagerung statt.

Proffit et al. ermittelten 1 Jahr postoperativ nach Unterkiefervorverlagerung durch BSSO ein Rezidiv von mehr als 4 mm bei ca. 40%, von 2 – 4 mm bei ca. 50% (Proffit et al. 1996).

Von 12 Patienten dieser Studie, deren Oberkiefer vorbewegt wurde, hatten 3 (25%) eine weitere Vorverlagerung. In 4 Fällen (33%) fand eine Rückverlagerung von 0° bis 2° statt, in ebenfalls 4 Fällen von 2° - 4° und in einem Fall (8%) von mehr als 4° .

In einer Untersuchung von 21 Patienten nach Oberkiefervorverlagerung und gleichzeitiger Unterkieferverlagerung wiesen Proffit et al. bei 20% ein Rezidiv von mehr als 2 mm nach (Proffit et al. 1991).

Der methodische Fehler sollte durch geeignete Maßnahmen so klein wie möglich gehalten werden: Bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen wurden zur Qualitätssicherung technische Hilfsmittel wie spezielle Aluminiumfilter verwendet, um den diagnostischen Wert des Bildes voll ausschöpfen zu können (Engelke 1987).

Die Durchzeichnung der Röntgenbilder von Hand auf Acetatfolie wurde von einer Person durchgeführt. So konnten unterschiedliche Interpretationen von Messpunkten, wie sie bei verschiedenen Durchzeichnern auftreten können, vermieden werden.

Eine Untersuchung der Validität cephalometrischer Messpunkte durch Tng et al. ergab eine Standardabweichung bei Winkeln skelettaler Messpunkte von $0,9^{\circ}$ - $1,8^{\circ}$, außer für den Winkel ANB ($0,4^{\circ}$) (Tng et al. 1994). Die Standardabweichungen der in dieser Arbeit gemessenen Winkel lagen zwischen $0,2^{\circ}$ (SNB) und $1,3^{\circ}$ (NL/SNL).

Midtgard et al. wiesen eine ausreichende Reproduzierbarkeit cephalometrischer Messpunkte durch wiederholtes Auswerten von Röntgenbildern nach (Midtgard et al. 1974).

Die Sicherheit in der Bestimmung von cephalometrischen Messpunkten wird von großen skelettalen Disharmonien nicht negativ beeinflusst (Wah et al. 1995).

Die beiden Patienten (Pat.-Nr. 8, 28), bei denen Komplikationen auftraten, zeigen keine auffällige Rückfalltendenz.

Mommaerts beschrieb zwei Fälle, bei denen er einen „bad split“ durch angepasste Osteosynthese erfolgreich versorgte (Mommaerts 1992).

Hämatomen werden im Zusammenhang mit Komplikationen in der Literatur eine untergeordnete Rolle zugeteilt (Behrmann 1972).

Eine Patientin (Pat.-Nr. 3) war zum Zeitpunkt der Operation erst 12 Jahre alt. Der postoperative Rückfall noch über den Anfangszustand hinaus könnte durch ein noch vorhandenes Restwachstum verursacht worden sein.

Auch wenn sich generelle Tendenzen abzeichnen, sollten die Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden. Das Patientengut ist mit 30 Personen, unterteilt in verschiedene Operationsarten, recht klein. Desweiteren ist nicht zu bestimmen, inwieweit postoperative Veränderungen durch kieferorthopädische Maßnahmen oder andere Einflüsse verursacht worden sind.

Abschließend betrachtet spiegeln die Ergebnisse jedoch einen Trend wider, der auch in den Darstellungen vergleichbarer Studien zu finden ist.

4.2 Klinische Untersuchung

In der Literatur werden positive wie negative Auswirkungen orthognather Chirurgie auf das Kiefergelenk beschrieben.

Als mögliche Ursache hierfür werden zum Einen prädisponierende Faktoren der Patienten zum Anderen durch die Operation verursachte Veränderungen im Kiefergelenk erachtet.

Es stellte sich heraus, dass Personen mit einem Mandibularplanumwinkel, der präoperativ größer als 32° war, weniger zu Verbesserung der Symptomatik neigen als Personen mit einem Winkel kleiner als 32° (Kerstens et al. 1989, De Clercq et al. 1995). Desweiteren zeigten einige Studien, dass eine Klasse-II-Anomalie eine ungünstigere Voraussetzung für die Kiefergelenksproblematik darstellt als eine Klasse-

III- Anomalie oder eine Neutralbißlage (Westermarck et al. 2001, White u. Dolwick 1992, Dervis u. Tuncer 2002).

Auch eine präoperativ eingeschränkte Kiefergelenksmobilität stellt sich als prognostisch negativ für die postoperative Funktion dar (Hori et al. 1999).

In anderen Untersuchungen wurde das Alter (Helkimo 1974b) oder das Geschlecht der Patienten (Westermarck et al. 2001) mit einem erhöhten Dysfunktionsindex in Verbindung gebracht.

Kundert und Hadjianghelou konnten nachweisen, dass in den meisten Fällen nach sagittalen Spaltungen des Unterkiefers eine Lageveränderung der Kondylen stattfindet (Kundert u. Hadjianghelou 1980).

Eckerdahl et al. zeigten, dass in 80% der Fälle nach Unterkieferrückverlagerung ein Umbau im Kiefergelenk stattfindet (Eckerdahl et al. 1986).

Hackney et al. konnten keinen Zusammenhang zwischen einer Verlagerung der proximalen Segmente und Kiefergelenkssymptomatik feststellen, wobei das Patientengut von 15 Untersuchten recht klein war (Hackney et al. 1989).

Kahnberg vermutete, dass durch die Verlagerung des Oberkiefers eine reaktive Lageveränderung des Unterkiefers mit den resultierenden Folgen für die Kiefergelenke stattfände (Kahnberg 1988).

Um die präoperative Position der Kondylen zu erhalten, beschrieben zahlreiche Autoren intraoperative Positionierungssysteme für die gelenktragenden Fragmente (Luhr u. Jäger 1995, Joos 1999). Neff und Horch konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen gemessenen achsiographischen Funktionsparametern von gelenkpositionierten und nichtgelenkpositionierten Patienten nachweisen (Neff u. Horch 1997).

In der vorliegenden Studie hatten 66,7% der Patienten präoperativ einen Dysfunktionsindex von 1 oder mehr. Im Vergleich ist dies ein durchschnittlicher Wert: 16,2% (Kerstens et al. 1989), 28,1% (Raveh et al. 1988), 40% (Karabouta u. Martis 1985), 73,3% (Panula et al. 2000), 97% (Link u. Nickerson 1992).

Die im Gegensatz zur Nachuntersuchung von mehreren Untersuchern erhobenen präoperativen Werte könnten einen Einfluß auf die Ergebnisse zeitigen.

Scott et al. fanden heraus, dass in retrospektiven Betrachtungen bei der Übernahme von Daten die Befunde eher geringer eingeschätzt werden (Scott et al. 1997).

Helkimo stellte in seinen Untersuchungen jedoch fest, dass in der Beurteilung von Symptomen, wenn überhaupt, nur geringe Unterschiede zwischen verschiedenen Untersuchern auftreten (Helkimo 1974a).

Postoperativ waren 10% der Patienten symptomfrei, 40% hatten nur leichte, 46,7% mittelschwere und nur 1 Patient (3,3%) schwere Symptome.

Der Vergleich der Operationsverfahren spricht für die bimaxilläre Vorgehensweise: Bei 30,8% der Bimax-Gruppe (n = 13) nahm der D_i ab, bei 15,4% nahm er zu, während der D_i in der Bssso-Gruppe (n = 17) bei 52,9% zunahm aber nur bei 5,9% abnahm. Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangten auch andere Untersuchungen (Dervis u. Tuncer 2002, Athanasiou et al. 1989b).

4.3 Fragebogen

Bei der kieferorthopädischen Chirurgie handelt es sich nicht um einen lebensrettenden Eingriff. Sie hat vielmehr zum Ziel, ein funktionell und ästhetisch harmonisches Ergebnis sowohl aus Sicht des Chirurgen als auch für den Patienten zu erreichen (Jacobson 1984).

Ästhetische Veränderungen treten dabei plötzlich und zum Teil sehr ausgeprägt auf und können Konsequenzen für das Selbstwertgefühl und das psychosoziale Verhalten der Patienten haben.

Die Wünsche, Erwartungen und Reaktionen der Patienten haben daher einen festen Stellenwert im Behandlungskonzept und sollten während der Aufklärungsgespräche ausführlich erörtert werden (Heldt et al. 1982).

Pogrel et al. halten ein präoperatives psychologisches Screening routinemässig für nicht notwendig; Patienten, die sich einer Dysgnathieoperation unterziehen, haben grösstenteils eine klare Vorstellung bezüglich des Ergebnisses und sind im Nachhinein meist zufrieden (Pogrel u. Scott 1994).

Der Wunsch der Patienten nach äusserlicher Verbesserung spiegelt sich in den Antworten auf die Frage nach der persönlichen Motivation für den Eingriff. Für mehr als die Hälfte der Patienten (60%) war auch der ästhetische Gesichtspunkt wichtig. Etwas geringere Werte ermittelten Laufer et al. (56%) und Nurminen et al. (36%) (Laufer et al. 1976, Nurminen et al. 1999). Doch sind solche Zahlen in Hinblick auf den Charakter und das Ausmaß der Befragung zu betrachten.

Heldt et al. untersuchten den Einfluss psychosozialer Faktoren auf den Erfolg von Dysgnathieoperationen. Sie stellten fest, dass nach näherer Befragung fast alle Patienten die Veränderung ihres Äusseren als Hauptgrund für die Operation nannten (Heldt et al. 1982).

Die Ursache für geringere Werte liegt wahrscheinlich im oberflächlichen Charakter des Fragebogens. Allerdings hätte eine tiefgreifendere Auseinandersetzung mit diesem Thema den zeitlichen Rahmen dieser Studie überschritten.

Die Feststellung, dass Frauen mehr auf die Ästhetik achten (Athanasίου et al. 1989a), konnte in dieser Studie nicht untermauert werden.

93% der Befragten nannten als Grund für die Operation die funktionelle Verbesserung. Das ist im Vergleich zu anderen Studien ein höherer Wert: Athanasίου et al. geben 78% an, Nurminen et al. unterteilten in Kau-/Beissprobleme (68%) und Kiefergelenksprobleme (32%), wobei unklar ist, inwieweit hier Überschneidungen bestehen (Athanasίου et al. 1989a, Nurminen et al. 1999).

Es fällt auf, dass Patienten, die als Motivation für die Operation die Verbesserung der Funktion nannten, präoperativ scheinbar keine Probleme mit der Kaufunktion hatten. Eventuell sind die Patienten damit überfordert, sich an alle Probleme, die zum Teil Jahre zurückliegen, zu erinnern.

Bei der Nachuntersuchung gaben die Patienten überwiegend weniger funktionelle Probleme und Schmerzen an. In der BSSO-Gruppe sanken die Werte um 26%, in der Bimax-Gruppe um 56%, was den Ergebnissen anderer Untersuchungen entspricht (Cunningham et al. 1996, Rittersma et al. 1980, Thüer et al. 1997).

In einem Punkt weichen objektive und subjektive Beurteilung der funktionellen Situation voneinander ab: Patienten, deren klinischer Dysfunktionsindex bei der

Nachuntersuchung im Vergleich zum präoperativen Zustand gleich blieb oder anstieg, berichteten über ein Nachlassen bzw. Verschwinden der Beschwerden. Es scheint, dass sie sich schnell an die neue Situation angepasst hätten. Zu diesem Schluss gelangten auch Kiyak et al. (Kiyak et al. 1982).

Übereinstimmend positiv waren die Antworten auf die Frage nach der Zufriedenheit mit dem funktionellen (83% zufrieden, 14% bedingt zufrieden) und ästhetischen (90% zufrieden) Ergebnis.

Eine Person (Pat.-Nr. 16) bemerkte keine Veränderung ihres äusseren Erscheinungsbildes und war deshalb nur bedingt mit dem ästhetischen Ergebnis zufrieden.

Ein Patient (Pat.-Nr. 14) war mit dem funktionellen Ergebnis unzufrieden. Allerdings hatte er zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein prothetisch unversorgtes Lückengebiss mit Verlust der vertikalen Abstützung. Die Operation wird hier nicht als Ursache für die Störung angesehen.

Die oben genannten Werte lassen sich mit denen anderer Untersuchungen der Patientenzufriedenheit durchaus messen:

Die Angaben in der Literatur variierten zwischen 78% und 96% (Nagamine et al. 1986, Bailey et al. 1998, Hutton 1967, Crowell et al. 1970).

5 Zusammenfassung

Die Korrektur schwerer Dysgnathien erfordert eine kombinierte chirurgisch-kieferorthopädische Therapie. Die heute gängigste Technik ist die Le Fort I-Osteotomie des Oberkiefers bzw. die sagittale Spaltung des Unterkiefers nach Obwegeser/Dal Pont oder deren Kombination.

30 Patienten stellten sich zu einer Nachuntersuchung vor, von denen sich 1 einer Oberkieferverlagerung, 17 einer Unterkieferverlagerung und 12 einer bimaxillären Umstellung unterzogen hatten.

Die skelettale Stabilität wurde durch den Vergleich von Fernröntgenseitenbildern überprüft, die unmittelbar prä- und postoperativ sowie bei der Nachuntersuchung angefertigt wurden. Zur Ermittlung der Auswirkungen auf das craniomandibuläre System wurde der Dysfunktionsindex nach Helkimo präoperativ und zur Nachuntersuchung herangezogen. Zusätzlich hat jeder Patient seine Meinung über Beschwerden und Zufriedenheit im Rahmen der Behandlung anhand eines Fragebogens zum Ausdruck gebracht.

Als stabilstes Verfahren stellte sich die sagittale Unterkieferspaltung heraus, gefolgt von der Le Fort I-Osteotomie und dem bimaxillären Verfahren. Der Dysfunktionsindex nahm im Durchschnitt zu, wobei die Gruppe der bimaxillär behandelten Patienten weniger betroffen waren als die durch sagittale Spaltung allein versorgten. Mit einer Ausnahme bewerteten die Patienten das Ergebnis der Operation positiv. Die Beschwerden hatten größtenteils abgenommen. Die meisten Patienten waren mit dem funktionellen und ästhetischen Ergebnis der Behandlung zufrieden.

6 Figuren und Abbildungen

Folgende Punkte und Linien wurden zur Vermessung herangezogen:

- S - Sella turcica
- N - Nasion
- NL - Spinaplanum
- ML - Mandibularplanum
- A - Subspinale
- B - Supramentale

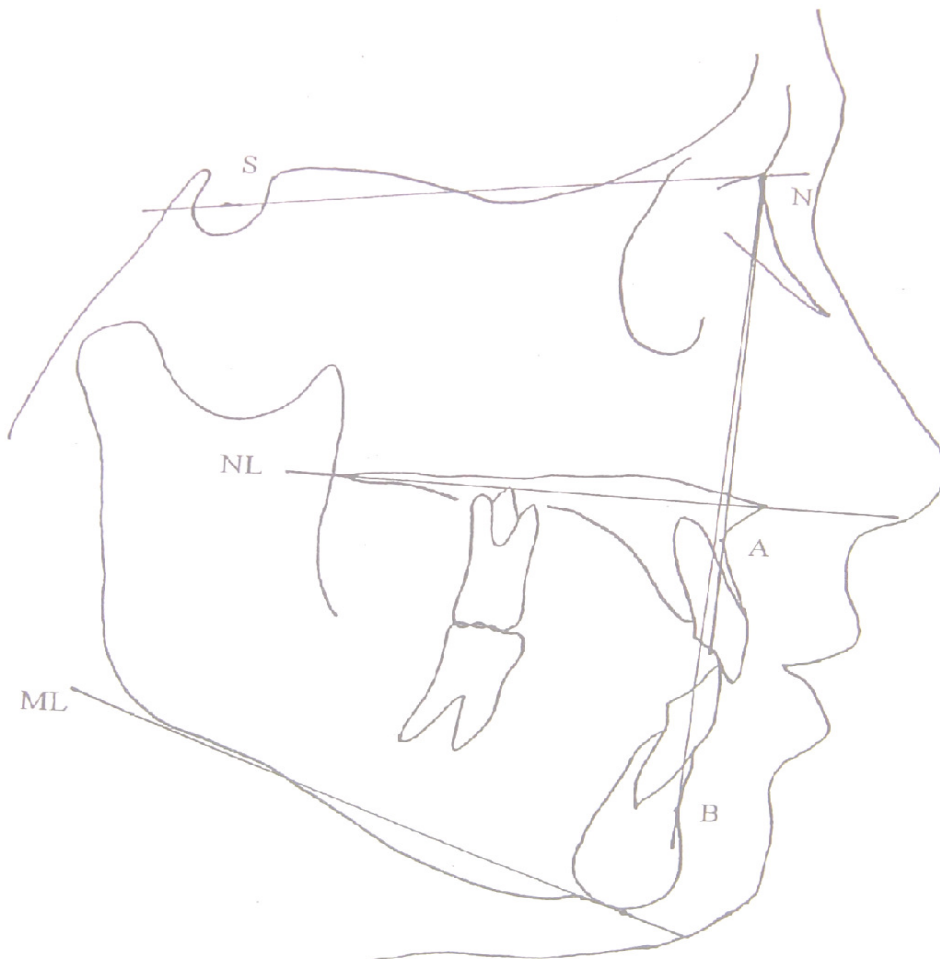


Fig. 1: *Kephalometrische Auswertung.*

A.	Symptom:	Beeinträchtigte Unterkieferbewegung (siehe Figur 4)	
	Bewertung:	Normale Bewegung	0
		Leicht beeinträchtigte Bewegung	1
		Schwer beeinträchtigte Bewegung	5
B.	Symptom:	Beeinträchtigte Kiefergelenksfunktion	
	Bewertung:	Fließende Bewegung ohne Geräusche und Deviation bei Mundöffnung und -schluß ≤ 2 mm	0
		Geräusche in einem oder beiden Gelenken und/oder Deviation bei Mundöffnung oder -schluß ≥ 2 mm	1
		Kiefersperre oder Luxation	5
C.	Symptom:	Schmerzen der Kaumuskulatur	
	Bewertung:	Keine Palpationsempfindlichkeit	0
		Palpationsempfindlichkeit an 1-3 Stellen	1
		Palpationsempfindlichkeit an 4 oder mehr Stellen	5
D.	Symptom:	Kiefergelenksschmerzen	
	Bewertung:	Keine Palpationsempfindlichkeit	0
		Empfindlichkeit bei seitlicher Palpation	1
		Empfindlichkeit bei posteriorer Palpation	5
E.	Symptom:	Schmerzen bei Unterkieferbewegungen	
	Bewertung:	Keine Schmerzen bei Bewegungen	0
		Schmerzen bei einer Bewegung	1
		Schmerzen bei 2 oder mehr Bewegungen	5
F.	Summe aus A + B + C + D + E = Punktzahl der Dysfunktion (0-25 Punkte)		
G.	Dysfunktionsgruppe 0-5, entsprechend Brechnungsschlüssel (siehe Figur 3)		
H.	Klinischer Dysfunktionsindex, D_i , entspr. Berechnungsschlüssel (siehe Figur 3)		

Fig. 2: *Klinischer Dysfunktionsindex (D_i) nach Helkimo.*

0 Punkte = Dysfunktionsgruppe	0 = klinisch Symptomlos	= D _i 0
1-4 Punkte = ”	1 = leichte Dysfunktion	= D _i 1
5-9 Punkte = ”	2 = mäßige Dysfunktion	= D _i 2
10-13 Punkte = ”	3 = schwere Dysfunktion	= D _i 3
15-17 Punkte = ”	4 = ”	= D _i 3
20-25 Punkte = ”	5 = ”	= D _i 3

Fig. 3: Berechnungsschlüssel des Dysfunktionsindex.

A. Maximale Mundöffnung		
≥ 40 mm		0
30-39 mm		1
≤ 30 mm		5
<hr/>		
B. Maximale Lateralbewegung nach rechts		
≥ 7 mm		0
4-6 mm		1
0-3 mm		5
<hr/>		
C. Maximale Lateralbewegung nach links		
≥ 7 mm		0
4-6 mm		1
0-3 mm		5
<hr/>		
D. Maximale Protrusion		
≥ 7 mm		0
4-6 mm		1
0-3 mm		5
<hr/>		
E. A + B + C + D		
<hr/>		
F. Mobilitätsindex entsprechend:		
0 Punkte = normale Unterkieferbeweglichkeit		
1-4 Punkte = leicht beeinträchtigte Bewegung		
5-20 Punkte = schwer beeinträchtigte Bewegung		

Fig. 4: Index der Unterkieferbewegung.

Pat.-Nr.	SNA			SNB			ML/ SNL			NL/SNL		
	Prä	Post	NU	Prä	Post	NU	Prä	Post	NU	Prä	Post	NU
1	83,5	91,5	90	88	88	88	17	15	19,5	7	3	5,5
2	78	77	77	74,5	75	75,5	42	41,5	42	6,5	4,5	7
3	80	81	82	73,5	73	75	38	42,5	40	10,5	9,5	8
4	78,5	78	77,5	72,5	74,5	74	30	32,5	34	9	10	12,5
5	87,5	90,5	86	82	84,5	80	48,5	42,5	46	3,5	2	9
6	80	81	79	70,5	72,5	71	46	45	49	4	3,5	4
7	75,5	84,5	82	82	80	82,5	42	36	35,5	14	14,5	11
8	85	85	83,5	76	76	74	41,5	43,5	47	7,5	5,5	11
9	79	81,5	79,5	72,5	75,5	75	39,5	40	48	5	9	7,5
10	73	74	74,5	73,5	73	73	38,5	39,5	39	4,5	7,5	5
11	74,5	82	80	71,5	75,5	76,5	39	32,5	36	12	12,5	11
12	79,5	84	82,5	85,5	84	86,5	34	33,5	32	7	8,5	7,5
13	77	80	79	75	80	77,5	26,5	32	34	10	10,5	6
14	71	75	77,5	66	72,5	72	44	45	43	7	7,5	6
15	82,5	82,5	83	77,5	80	80	34,5	36	36,5	8,5	10,5	6
16	79,5	81	78,5	77	80,5	79	28,5	31	33,5	13	11,5	11,5
17	84	83	84	72,5	74	75,5	36,5	38	37	10	11	10,5
18	77	76	77	71	74	73,5	34	33,5	32	-1,5	-1	1
19	74	78	75	78	77	75	43,5	39	44	11,5	12	14,5
20	78	79,5	76	74	76,5	75	34,5	35	35	4,5	10,5	11,5
21	76	75,5	78,5	74	77	77,5	29	34,5	34,5	8	8,5	8,5
22	73	78	77,5	67,5	72	68	53	44,5	51,5	12	11	9,5
23	85	83,5	83	78	80	81	22	29,5	31	7,5	9,5	11,5
24	79,5	81,5	80	74,5	77,5	75,5	37	38	41	8,5	7	8
25	83	83	81	77	80	80	25	29	28	5	4,5	5
26	79	77	76,5	82	78	79	29,5	29	28,5	8	10	10,5
27	91	84	84	80	76	77,5	36,5	43	38	3,5	4	6
28	80	81	80	70	74	73	36,5	36,5	37,5	9,5	9	9
29	70	75	72	70,5	73	71	42	40	41,5	-1	3	6
30	78,5	79	80,5	75	76	77	44,5	39,5	39,5	8,5	12,5	5,5

Fig 5: Ergebnisse der Auswertung der Fernröntgenseitenbilder, angegeben in Grad.

Statische Auswertung der Veränderung der Winkel SNA, SNB, ML/SNL und NL/SNL durch die Operation (Prä-Post) und bis zur Nachuntersuchung (Post-NU). $P \leq 0,05$ bedeutet eine signifikante Veränderung und wird durch Fettschrift hervorgehoben.

Oberkiefervorverlagerung (n = 11)

	<u>Prä-Post</u>			<u>Post-NU</u>		
	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>
SNA	4,8	2,6	0,003	-1,7	2,0	0,26
NL/SNL	-0,9	2,7	0,283	-0,4	3,1	0,823

Unterkiefervorverlagerung (n = 21)

	<u>Prä-Post</u>			<u>Post-NU</u>		
	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>
SNB	2,9	1,4	0,000	-0,8	1,6	0,043
ML/SNL	-0,2	4,1	0,575	-1,6	2,6	0,009

Davon durch Bsso (n = 14)

SNB	2,7	1,1	0,001	-0,5	1,2	0,166
ML/SNL	-2,1	2,6	0,010	-1,5	2,4	0,033

Davon durch Bimax (n= 7)

SNB	3,4	1,8	0,017	-1,5	2,2	0,128
ML/SNL	3,8	3,7	0,063	-1,9	3,0	0,136

Unterkieferrückverlagerung (n = 8)

	<u>Prä-Post</u>			<u>Post-NU</u>		
	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>	<u>M_W</u>	<u>S_A</u>	<u>p</u>
SNB	-1,7	1,6	0,018	0,7	1,9	0,306
ML/SNL	-0,3	4,2	0,726	0,3	3,2	0,526

Davon durch Bsso (n = 3)

SNB	-1,5	2,2	0,180	0,3	2,1	0,785
ML/SNL	-2,0	2,5	0,285	-0,2	3,1	1,000

Davon durch Bimax (n = 5)

SNB	-1,8	1,4	0,043	0,9	1,9	0,269
ML/SNL	0,7	4,9	0,893	0,5	3,6	0,414

Fig. 6: Statistische Auswertung (Wilcoxon-Test).

Mit dem Kruskal-Wallis-Test wurde untersucht, ob Faktoren wie Geschlecht, Alter, Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung oder die Größe des präoperativen Mandibularplanumwinkel der Patienten einen Einfluß auf die postoperative Stabilität genommen haben. $P \leq 0,05$ bedeutet einen signifikanten Zusammenhang.

Einflußnahme auf postoperative Stabilität durch

	Alter	Geschlecht	ML/SNLprä	Intervall OP-NU
	p	p	p	p
SNA (n = 11)	0,195	0,758	0,634	0,462
NL/SNL (n = 11)	0,094	0,536	0,424	0,171
SNB (n = 29)	0,401	0,525	0,950	0,317
ML/SNL (n = 29)	0,830	0,254	0,999	0,046

Fig. 7: Statistische Auswertung (Kruskal-Wallis-Test).

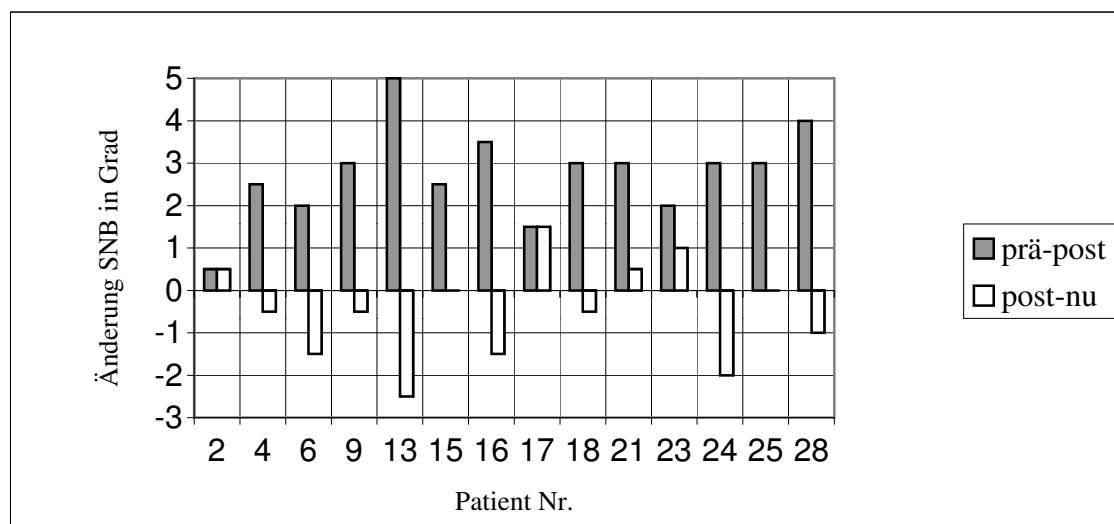


Fig. 8: Sagittale Veränderungen nach Unterkieferverlagerung durch Bssso.

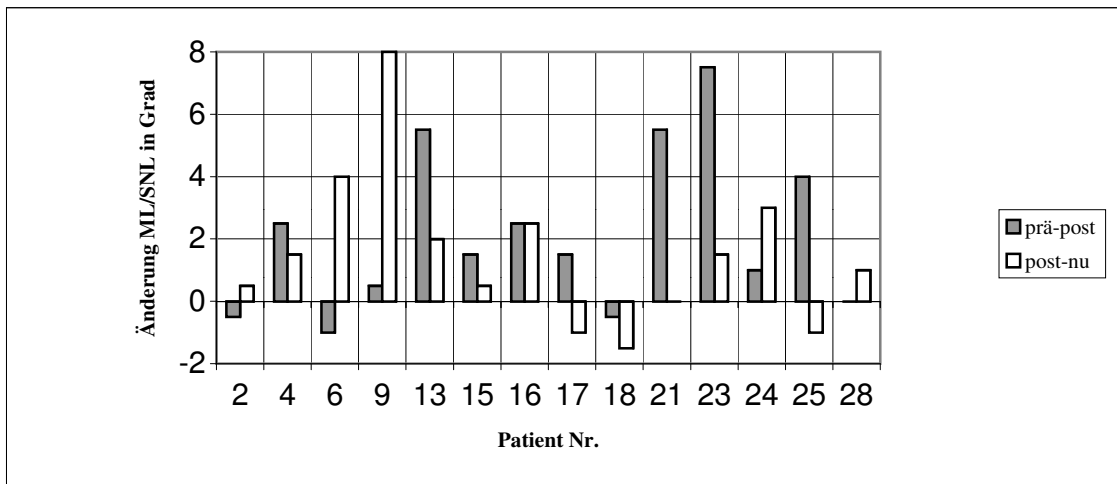


Fig. 9: Rotationsveränderungen nach Unterkieferverlagerungen durch Bsso.

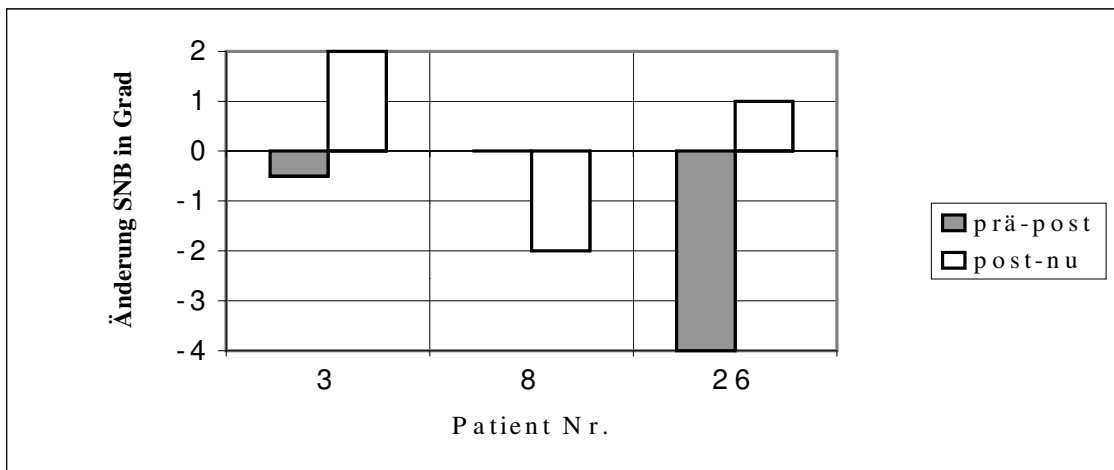


Fig. 10: Sagittale Veränderungen nach Unterkieferrückverlagerung durch Bsso.

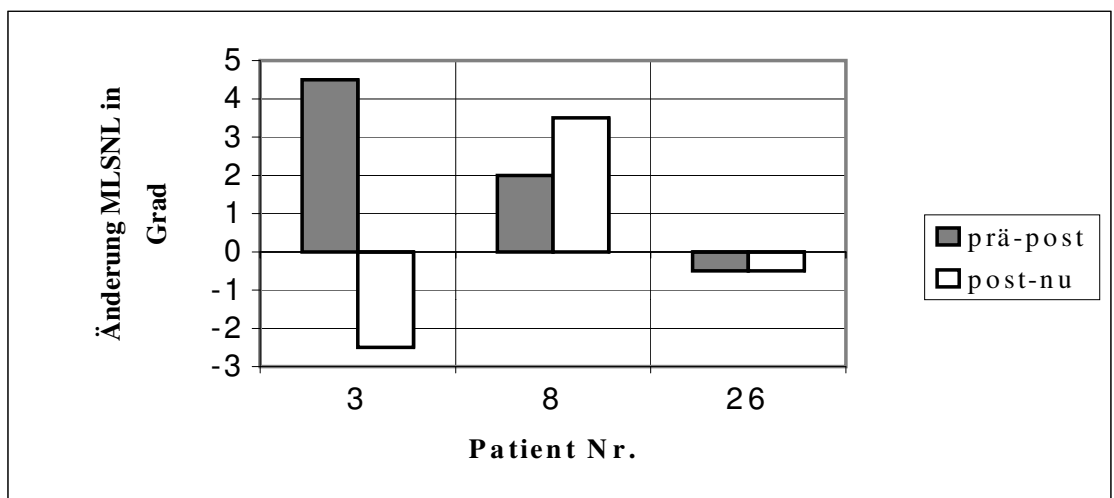


Fig. 11: Rotationsveränderungen bei Unterkieferrückverlagerungen durch Bsso.

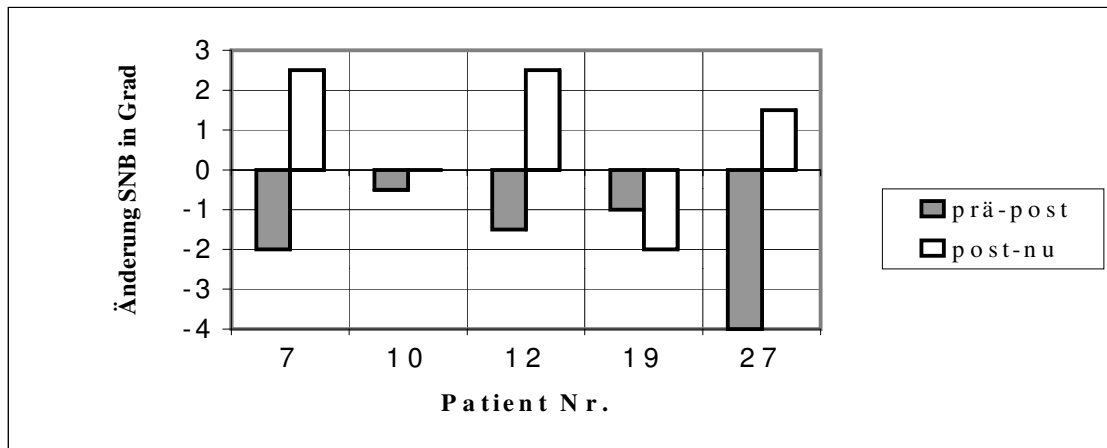


Fig. 12: Sagittale Veränderungen nach Unterkieferrückverlagerung durch Bimax.

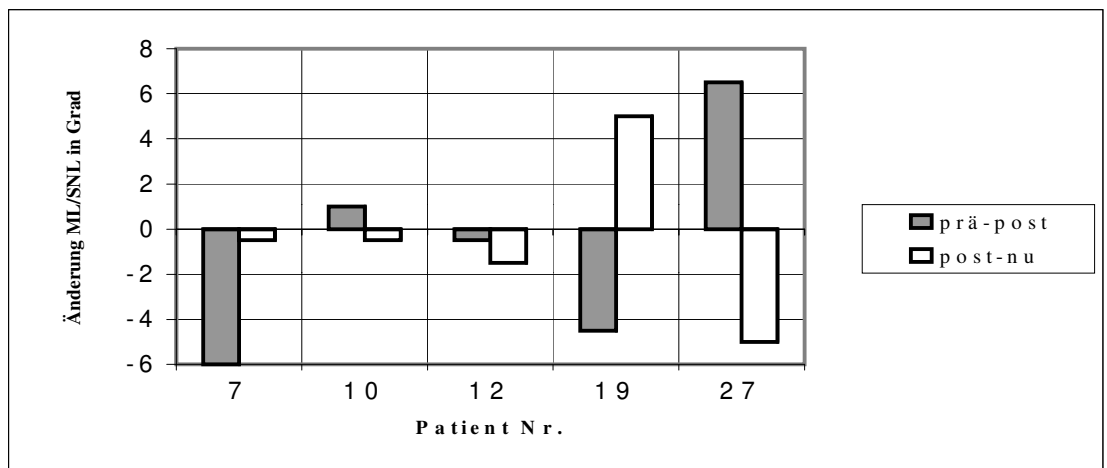


Fig. 13: Rotationsveränderungen nach Unterkieferrückverlagerungen durch Bimax.

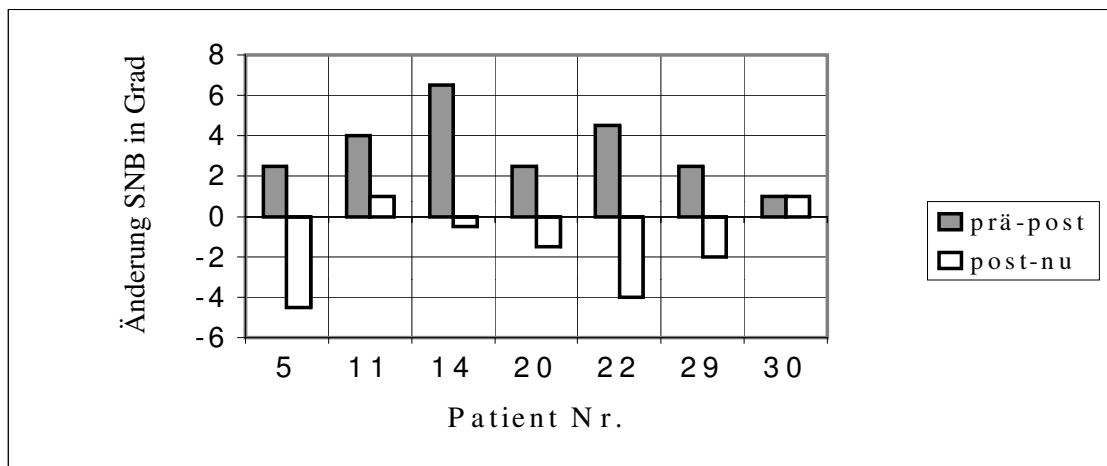


Fig. 14: Sagittale Veränderungen nach Unterkiefervorverlagerung durch Bimax.

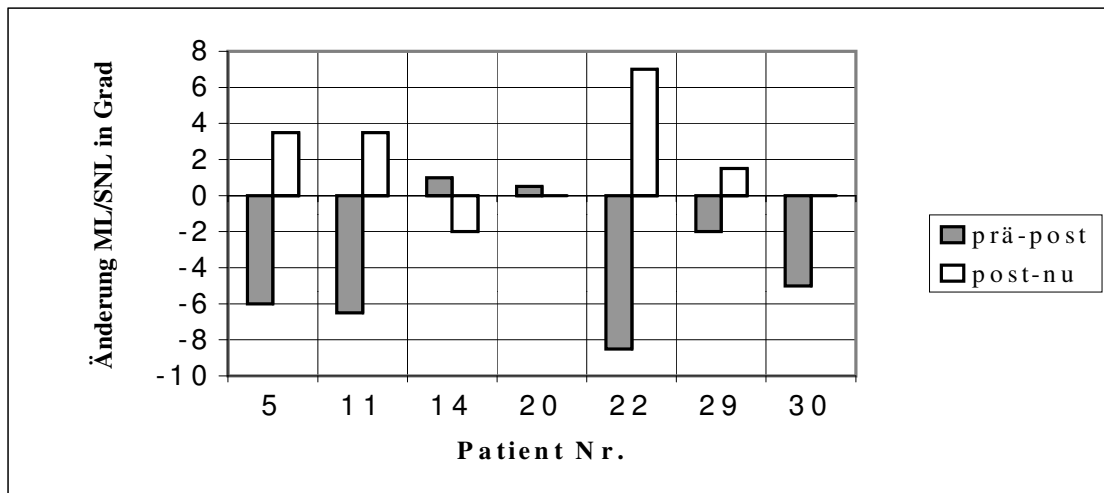


Fig.15: Rotationsveränderungen nach Unterkieferverlagerung durch Bimax.

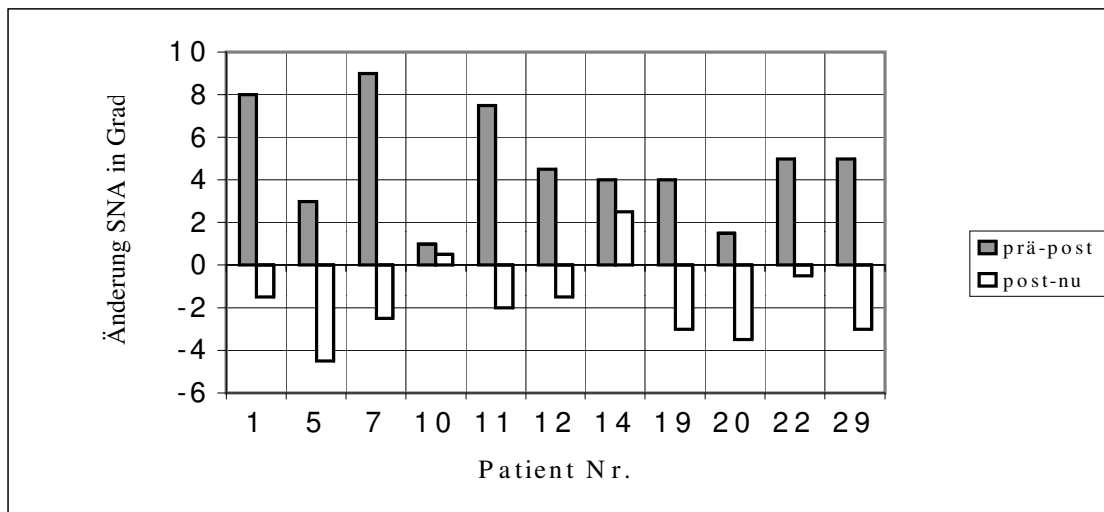


Fig. 16: Sagittale Veränderungen nach Oberkieferverlagerung.

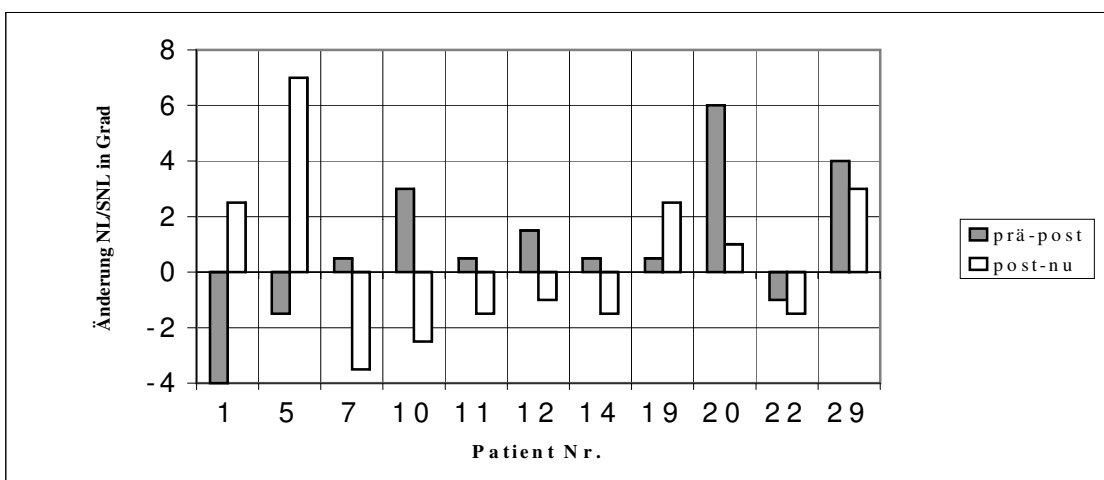


Fig.17: Rotationsveränderungen nach Oberkieferverlagerung.

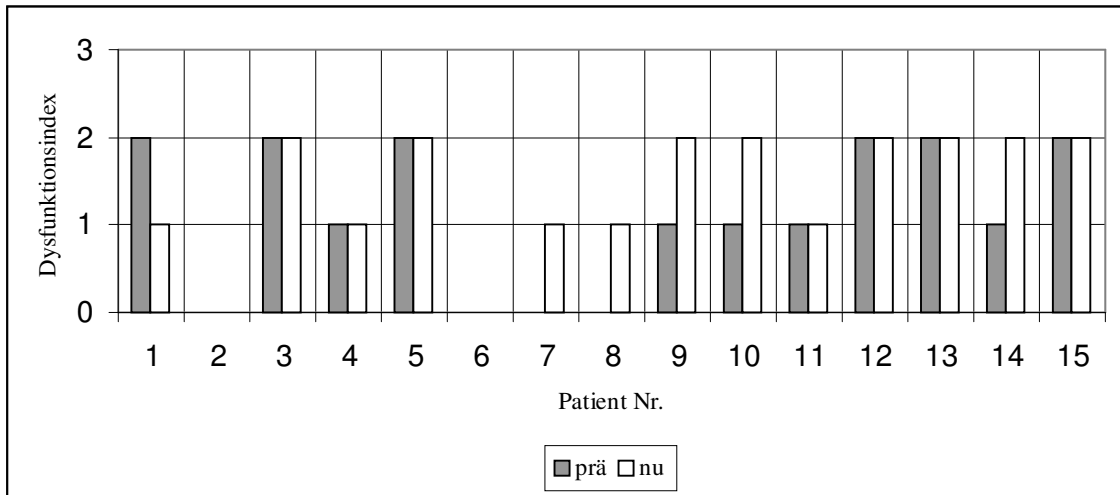


Fig. 18: D_i präoperativ und bei der Nachuntersuchung von Patienten 1-15.

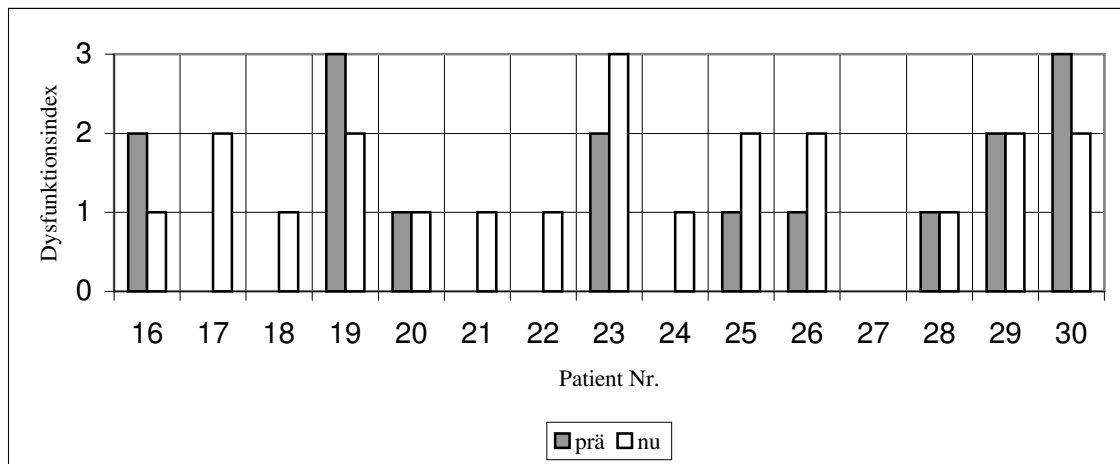


Fig. 19: D_i präoperativ und bei der Nachuntersuchung von Patienten 15-30.

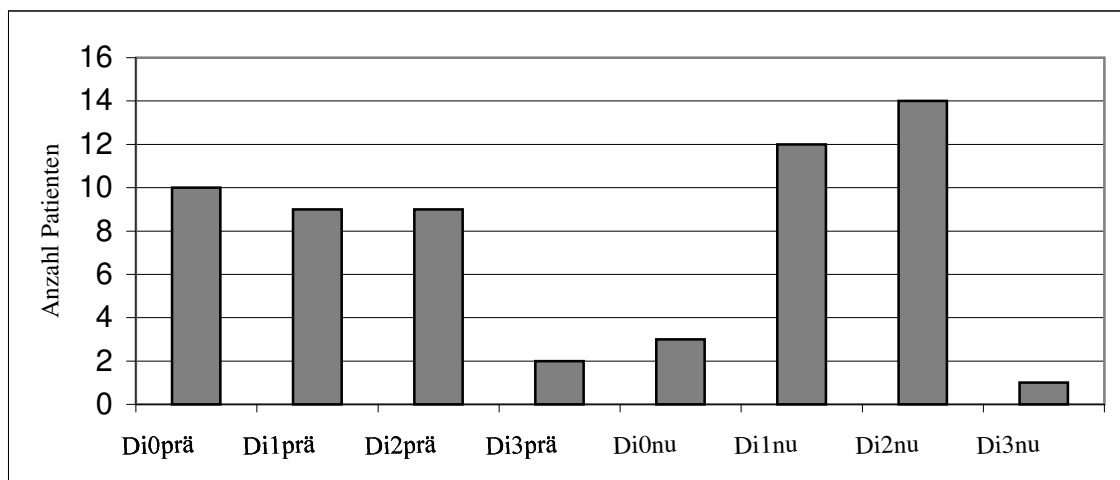


Fig. 20: Patientenverteilung nach D_i präoperativ und bei der Nachuntersuchung.

Methode zur Bestimmung des klinischen Dysfunktionsindex, D_i

(Prä = präoperativ, Nu = Nachuntersuchung)

A: Beeinträchtigte Unterkieferbewegung:

Index der Unterkieferbewegung:

A1: Maximale Mundöffnung

A2: Maximale Lateralbewegung nach rechts

A3: Maximale Lateralbewegung nach links

A4: Maximale Protrusion

A : Summe aus A1 + A2 + A3 + A4 = Index der Unterkieferbewegung, s. Figur 4

B: Beeinträchtigte Kiefergelenksfunktion

C: Schmerzen der Kaumuskulatur

D: Kiefergelenksschmerzen

E: Schmerzen bei Unterkieferbewegungen

F: Summe aus A + B + C + D + E = Punktzahl der Dysfunktion (0-25)

G: Dysfunktionsgruppe 0-5, entsprechend Berechnungsschlüssel, siehe Figur 3

Fig. 21: Methode zur Bestimmung des Dysfunktionsindex D_i .

Pat.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A1	44	53	44	61	50	43	46	51	46	50	48	60	51	43	48
Punkte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	3	10	8	15	2	10	11	11	8	9	11	8	8	6	8
Punkte	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A3	3	9	9	15	2	12	11	8	8	9	9	8	12	5	8
Punkte	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A4	7	10	3	12	10	13	7	8	4	5	6	6	13	11	4
Punkte	0	0	5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
A	5	0	5	0	5	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
B	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	1	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
F	5	0	5	1	6	0	0	0	3	1	1	6	5	3	7
G	2	0	2	1	2	0	0	0	1	1	1	2	2	1	2
DiPrä	D _i 2	D _i 0	D _i 2	D _i 1	D _i 2	D _i 0	D _i 0	D _i 0	D _i 1	D _i 1	D _i 1	D _i 2	D _i 2	D _i 1	D _i 2

Fig. 22: Klinischer Dysfunktionsindex, präoperativ = D_iPrä von Patienten 1-15.

Pat.-Nr.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A1	57	53	53	29	43	54	46	58	44	53	45	52	44	51	49
Punkte	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	14	9	13	4	6	15	9	12	13	8	8	11	8	8	9
Punkte	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	14	7	14	5	6	15	11	10	15	9	8	13	8	6	14
Punkte	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A4	10	10	13	5	5	16	8	8	8	10	6	9	4	3	6
Punkte	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	1
A	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	1
B	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
C	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
E	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
F	6	0	0	10	1	0	0	7	0	1	2	0	3	6	11
G	2	0	0	3	1	0	0	2	0	1	1	0	1	2	3
DiPrä	D _i 2	D _i 0	D _i 0	D _i 3	D _i 1	D _i 0	D _i 0	D _i 2	D _i 0	D _i 1	D _i 1	D _i 0	D _i 1	D _i 2	D _i 3

Fig. 23: Klinischer Dysfunktionsindex, präoperativ = D_iPrä von Patienten 16-30.

Pat.-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A1	43	57	42	53	36	45	48	44	34	43	48	63	28	34	37
Punkte	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5	1	1
A2	7	9	7	9	10	12	10	12	0	6	7	9	9	6	8
Punkte	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1	0
A3	5	10	10	10	9	12	7	9	5	11	9	9	2	9	11
Punkte	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0
A4	5	9	1	8	2	8	5	7	2	3	6	3	0	4	0
Punkte	1	0	5	0	5	0	1	0	5	5	1	5	5	1	5
A	1	0	5	0	5	0	1	0	5	5	1	5	5	1	5
B	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
F	1	0	6	1	6	0	2	1	6	6	1	7	7	7	5
G	1	0	2	1	2	0	1	1	2	2	1	2	2	2	2
DiPrä	D _i 1	D _i 0	D _i 2	D _i 1	D _i 2	D _i 0	D _i 1	D _i 1	D _i 2	D _i 2	D _i 1	D _i 2	D _i 2	D _i 2	D _i 2

Fig. 24: Klinischer Dysfunktionsindex, Nachuntersuchung = D_iNu von Patienten 1-15.

Pat.-Nr.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A1	51	37	42	47	41	56	35	49	34	44	47	59	41	60	54
Punkte	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
A2	9	7	9	9	7	8	10	6	10	11	8	13	12	3	13
Punkte	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
A3	8	2	13	8	8	4	14	3	11	5	7	11	7	7	10
Punkte	0	5	0	0	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0
A4	7	2	6	1	6	8	4	0	4	6	2	8	6	1	7
Punkte	0	5	1	5	1	0	1	5	1	1	5	0	1	5	0
A	0	5	1	5	1	1	1	5	1	5	5	0	1	5	0
B	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
C	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F	1	6	3	6	1	2	1	11	3	5	6	0	2	5	7
G	1	2	1	2	1	1	1	3	1	2	2	0	1	2	2
DiPrä	D _i 1	D _i 2	D _i 1	D _i 2	D _i 1	D _i 1	D _i 1	D _i 3	D _i 1	D _i 2	D _i 2	D _i 0	D _i 1	D _i 2	D _i 2

Fig. 25: Klinischer Dysfunktionsindex, Nachuntersuchung = D_iNu von Patienten 16-30.

	<u>Bsso (n = 17)</u>		<u>Bimax + Le Fort I (n = 13)</u>	
	Prä	Nu	Prä	Nu
Beschwerden bei				
Abbeißen	3 (18%)	1 (6%)	7 (54%)	0
Kauen	3 (18%)	3 (18%)	5 (38%)	2 (15%)
UK-Bewegungen	3 (18%)	0	1 (8%)	2 (15%)
Mundöffnen	2 (12%)	3 (18%)	1 (8%)	2 (15%)
Lippenschluß	4 (24%)	0	6 (46%)	0
Sprechen	1 (6%)	1 (6%)	3 (23%)	2 (15%)
Kopfschmerz				
Nie	7 (41%)	8 (47%)	7 (54%)	6 (46%)
1-2/m	2 (12%)	2 (12%)	3 (23%)	2 (15%)
1/w	2 (12%)	1 (6%)	1 (8%)	1 (8%)
täglich	1 (6%)	0	1 (8%)	0
keine Angabe	5 (29%)	6 (35%)	1 (8%)	2 (15%)
Kiefergelenks-				
-geräusch	8 (47%)	7 (41%)	4 (30%)	3 (23%)
-schmerz	2 (12%)	2 (12%)	1 (8%)	2 (15%)
Kaumuskulatur-				
Beschwerden	1 (6%)	3 (18%)	3 (23%)	0
Persönliche Beeinträchtigung				
Nicht	8 (47%)	15 (88%)	7 (54%)	9 (69%)
Mäßig	4 (24%)	0	4 (30%)	3 (23%)
Stark	1 (6%)	0	2 (15%)	0
Keine Angaben	4 (24%)	2 (12%)	0	1 (8%)
OP wegen				
Ästhetik	9 (53%)		9 (69%)	
Funktion	16 (94%)		12 (92%)	
Zufriedenheit mit Ästhetik				
Ja	15 (88%)		12 (92%)	
Bedingt	1 (6%)		0	
Nein	0		0	
Keine Angaben	1 (6%)		1 (8%)	
Zufriedenheit mit Funktion				
Ja	14 (82%)		11 (84%)	
Bedingt	3 (18%)		1 (8%)	
Nein	0		1 (8%)	
Keine Angaben	0		0	

Fig. 26: Antworten der Patientengruppen auf den Fragebogen.

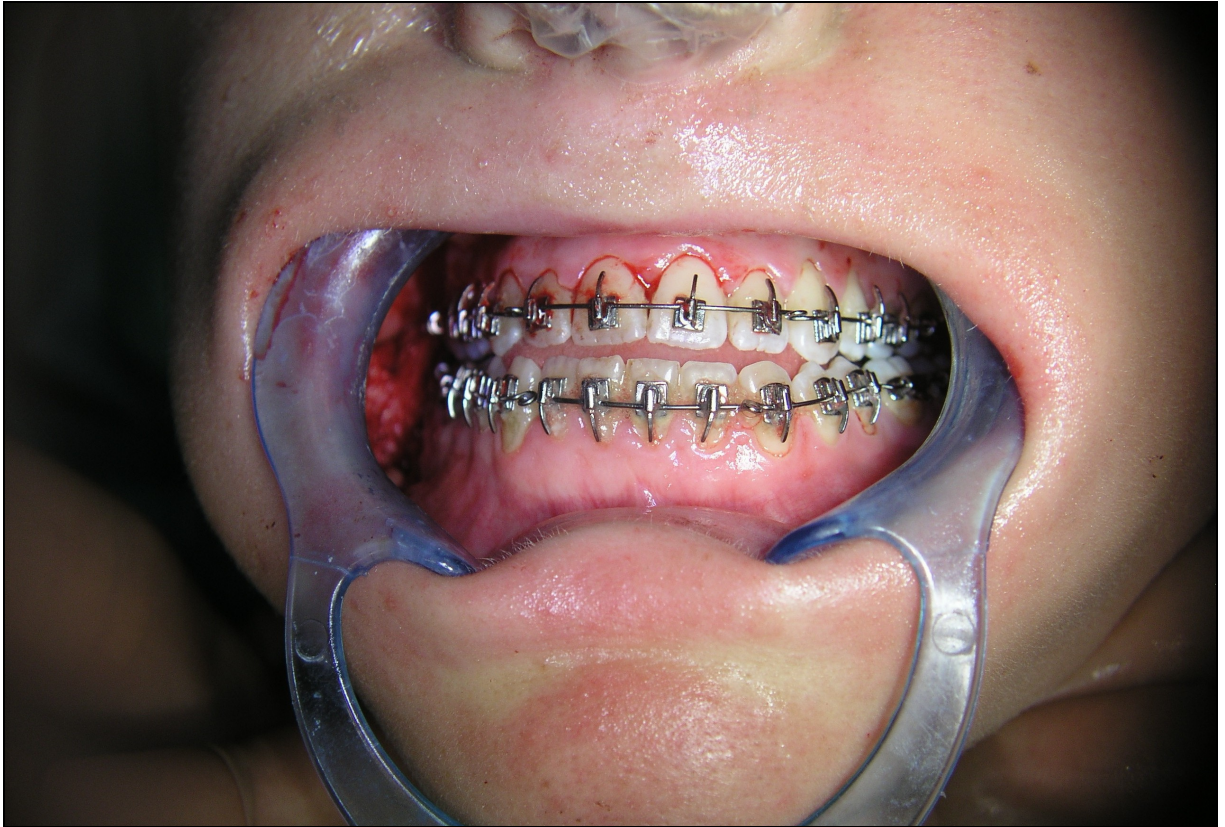


Abb. 1: Situation präoperativ.

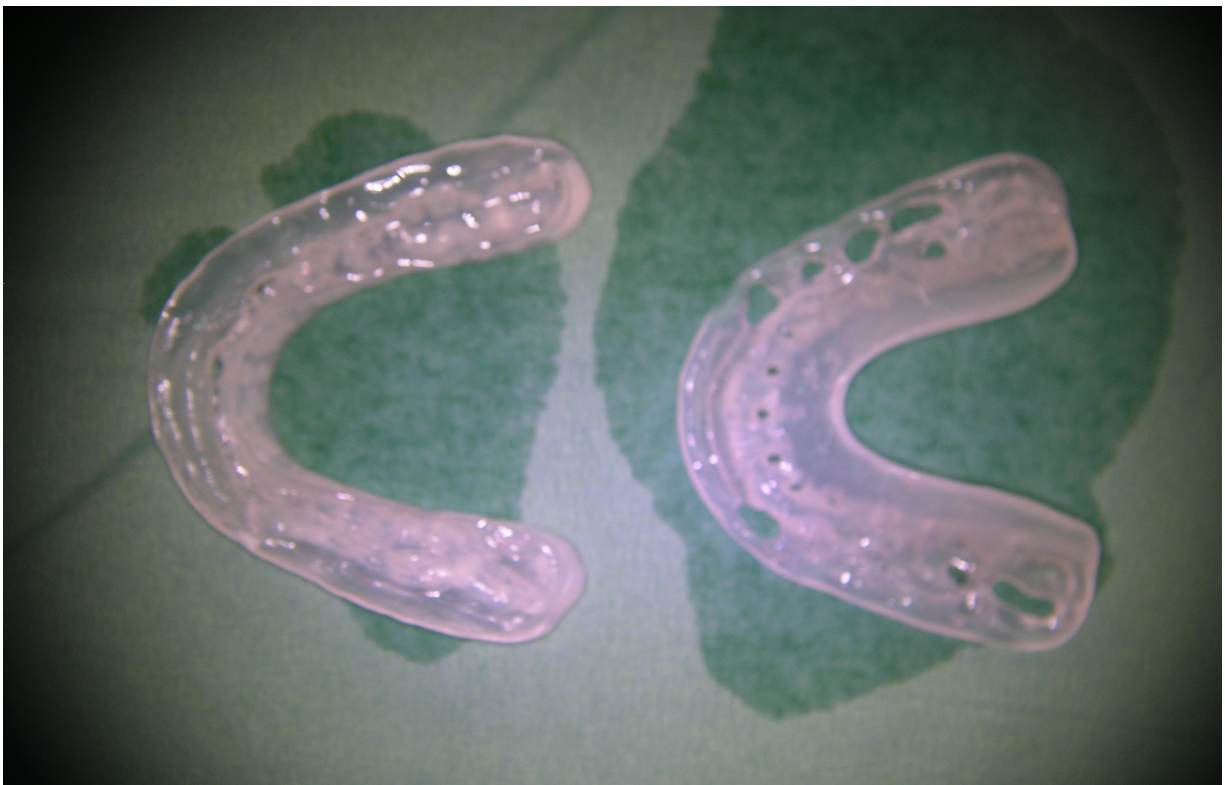


Abb. 2: Zwischensplint und Repositionssplint.



Abb. 3: Markierung der Osteotomielinie vor sagittaler Spaltung.

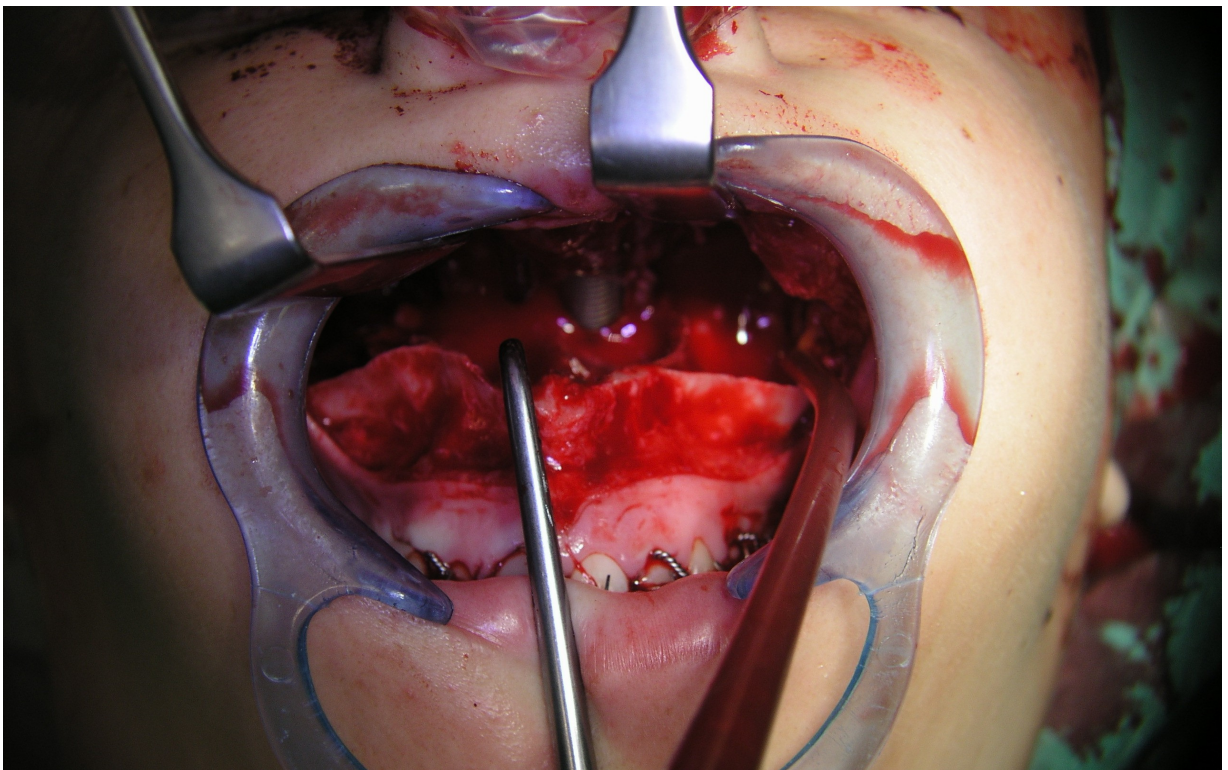


Abb. 4: Mobilisation des Oberkiefers nach Osteotomie.

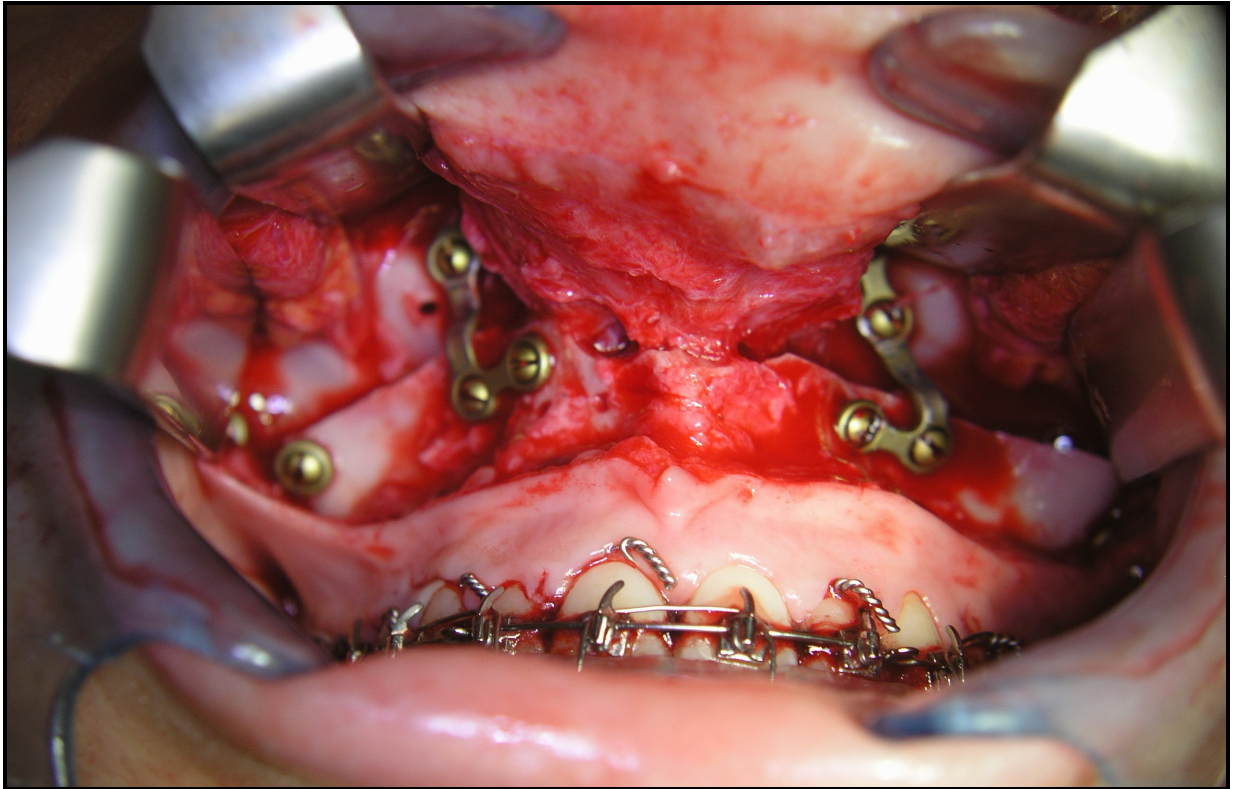


Abb. 5: Osteosynthese mit vier 4-Loch-L-Miniplatten.

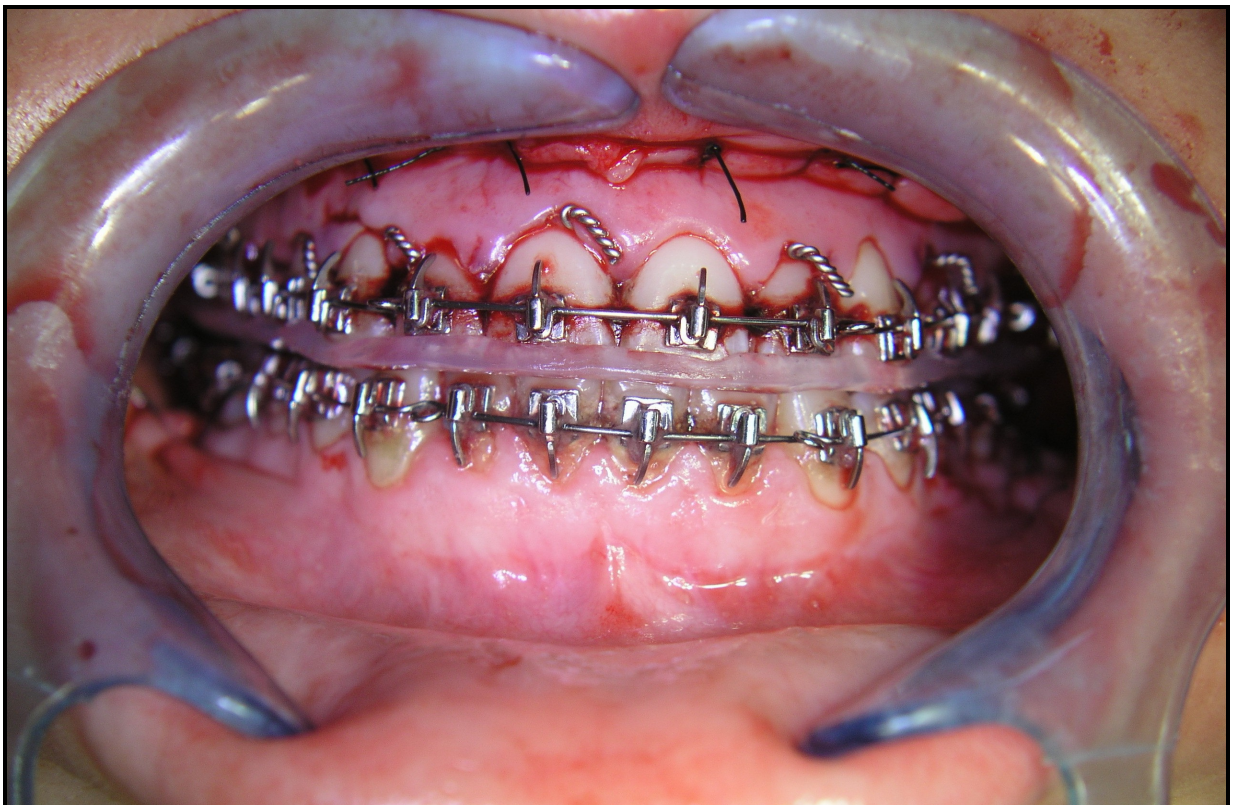


Abb. 6: Oberkiefer in den Splint eingebunden.

7 Literaturverzeichnis

1. Angle EH (1898) : Double resection of the lower maxilla. Dent Cosmos Philadelphia 40: 635-638
2. Aragon SB, Van Sickels JE (1987) : Mandibular range of motion with rigid/non rigid fixation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 63: 408-411
3. Arnett GW (1993) : A redefinition of bilateral sagittal split osteotomy advancement relapse. Am J Orthod Dentofac Orthop 104: 506-515
4. Athanasiou AE, Melsen B, Eriksen J (1989a) : Concerns, motivation, and experience of orthognathic surgery patients: a retrospective study of 152 patients. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 4: 47-55
5. Athanasiou AE, Melsen B, Mavreas D, Kimmel FP (1989b) : Stomatognathic function of patients who seek orthognathic surgery to correct dentofacial deformities. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 4: 239-254
6. Axhausen G (1934) : Zur Behandlung veralteter disloziert verheiliter Oberkieferbrüche. Dtsch Zahn Mund Kieferheilk 1: 334-339
7. Ayoub FA, Stirrups DR, Moos KF (1994) : A comparison of wire osteosynthesis and screw fixation in the stability of bimaxillary osteotomies. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 10: 181-192
8. Bailey LJ, Duong HL, Proffit WR (1998) : Surgical Class III treatment: Long-term stability and patient perceptions of treatment outcome. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 13: 35-44
9. Behrmann SJ (1972) : Complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus. J Oral Surg 30: 554-561
10. Bell WH (1973) : Biologic basis for maxillary osteotomies. Am J Phys Anthropol 38: 279-290
11. Bell WH (1975) : Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. J Oral Surg 33: 412-26
12. Blair VP (1906) : Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible. Dent Cosmos Philadelphia 48: 817-820
13. Blair VP (1907) : Operations on the jaw-bone and face. Surg Gynecol Obstet 4: 67-78

14. Bouwman JPB, Tuinzing DB, Kostense PJ (1994) : A comparative in vitro study on fixation of sagittal split osteotomies with Würzburg screws, Champy miniplates, and Biofix (biodegradable) rods. *Int J Oral Maxillofac Surg* 23: 46-48
15. Bruhn C (1921) : Zum Ausgleich der Makrognathie des Unterkiefers. *Dtsch Mschr Zahnheilk* 39: 385-409
16. Buckley MJ, Tulloch JF, White RP, Tucker MR (1989) : Complications of orthognathic surgery: a comparison between wire fixation and rigid internal fixation. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 4: 69-74
17. Caldwell JB, Letterman GS (1954) : Vertical osteotomy in the mandibular rami for correction of prognathism. *J Oral Surg* 122: 185-202
18. Champy M, Lodde JP, Schmitt R, Jaeger JH, Muster D (1978a) : Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *J Maxillofac Surg* 6: 14-21
19. Champy M, Lodde JP, Wilk A, Grasset D (1978b) : Plattenosteosynthesen bei Mittelgesichtsfrakturen und –osteotomien. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 2: 26-29
20. Cheever DW (1867) : Naso-pharyngeal polypus, attached to the basilar process of occipital and body of the sphenoid bone successfully removed by a section, displacement, and subsequent replacement and reunion of the superior maxillary bone. *Boston Med Surg J* 77: 161-164
21. Cohn-Stock G (1921) : Die chirurgische Immediatregulierung der Kiefer, speziell die chirurgische Behandlung der Progenie. *Vjschr Zahnheilk* 37: 320-354
22. Converse JM, Shapiro H (1952) : Treatment of developmental malformations of the jaws. *Plast Reconstr Surg* 10: 473-510
23. Crowell NT, Sazima HJ, Elder ST (1970) : Survey of patients' attitudes after surgical correction of prognathism: study of 33 patients. *J Oral Surg* 28: 818-822
24. Cunningham SJ, Crean SJ, Hunt NP, Harris M (1996) : Preparation, perceptions and problems: A long-term follow-up study of orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 11: 41-47
25. Dal Pont G (1961) : Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg* 19: 42-47
26. De Clercq CAS, Abeloos JSV, Mommaerts MY, Neyt LF (1995) : Temporomandi-

- bular joint symptoms in an orthognathic surgery population. *J Craniomaxillofac Surg* 23: 195-199
27. Dervis E, Tuncer E (2002) : Long-term evaluations of temporomandibular disorders in patients undergoing orthognathic surgery compared with a control group. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94: 554-560
 28. Dimitroulis G (1998): A simple classification of orthognathic surgery complications. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 13: 79-87
 29. Dingman RO (1944) : Surgical correction of mandibular prognathism, an improved method. *Am J Orthod* 30: 683-692
 30. Eckerdahl O, Sund G, Astrand P (1986) : Skeletal remodelling in the temporomandibular joint after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15: 233-239
 31. Edwards RC, Kiely KD, Epeley BL (2001) : The fate of resorbable poly-L-lactic/poly-glycolic acid (LactoSorb) bone fixation devices in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 19-25
 32. Engelke W (1987) : Verwendung von technischen Hilfsmitteln zur Qualitätssicherung in der maxillofazialen Radiologie. *Dtsch Zahnärztl Z* 42: 35-39
 33. Epker BN (1977) : Modification in the sagittal osteotomy of the mandible. *J Oral Surg* 35: 157-159
 34. Epker BN, Wessberg GA (1982) : Mechanismn of early skeletal relapse following surgical advancement of the mandible. *Br J Oral Surg* 20: 175-182
 35. Finlay PM, Atkinson JM, Moos KF (1995) : Orthognathic surgery: patient expectations, psychological profile and satisfaction with outcome. *Br J Oral Maxillofac Surg* 33: 9-14
 36. Fischer-Brandies E, Zeintl W, Schramel P, Benner KU (1992) : Zum Nachweis von Titan im Organismus bei temporärer Alloplastik. *Dtsch Zahnärztl Z* 47: 526-528
 37. Freihofer HPM, Petresevic D (1975) : Late results after advancing the mandible by sagittal splitting of the rami. *J Maxillofac Surg* 3: 250-257
 38. Greebe RB, Tuinzing DB (1984) : Mandibular advancement procedures: Predictable stability and relapse. *J Oral Surg* 57: 13-16
 39. Hackney FL, Van Sickels JE, Nummikoski PV (1989) : Condylar displacement and

- temporomandibular joint dysfunction following bilateral sagittal split osteotomy and rigid fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 223-227
40. Haers PE, Sailer HF (1998) : 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* 26 : 363-372
 41. Hatch JP, Rugh JD, Clark GM, Keeling SD, Tiner BD, Bays RA (1998) : Health-related quality of life following orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 13: 67-77
 42. Heiss J, Grasser H (1968) : Stabile Osteosynthese mit Platten. *Dtsch Zahnärztl Z* 23: 1085-1093
 43. Heldt L, Haffke EA, Davis LF (1982) : The psychological and social aspects of orthognathic treatment. *Am J Orthod* 82: 318-328
 44. Helkimo M (1974a) : Studies on function and dysfunction of the masticatory system: II. Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. *Sved Tandlak Tidskr* 67: 101-121
 45. Helkimo M (1974b) : Studies on function and dysfunction of the masticatory system: IV. Age and sex distribution of dysfunction of the masticatory system in Lapps of the north of Finland. *Acta Odontol Scand* 32: 255-267
 46. Helm G, Stepke MT (1997) : Maintenance of the preoperative condyle position in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 25: 34-38
 47. Heydarian F, Perko M (1981) : Resultate beim Vorbringen des Unterkiefers durch sagittale Spaltung des Ramus. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 26: 44-46
 48. Hinds EC (1958) : Correction of prognathism by subcondylar osteotomy. *J Oral Surg* 16: 209-214
 49. Hiranaka DK, Kelly JP (1987) : Stability of simultaneous orthognathic surgery on the maxilla and mandible: a computer-assisted cephalometric study. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 4: 193-213
 50. Hogemann KE, Willmar K (1967) : Die Vorverlagerung des Oberkiefers zur Korrektur von Gebissanomalien. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 12: 275-278
 51. Hori M, Okaue M, Hasegawa M, Harada D, Kamogawa D, Matsumoto M, Tanaka H (1999) : Worsening pre-existing TMJ dysfunction following sagittal split osteotomy: a study of three cases. *J Oral Sci* 41: 133-139

52. Hullihen SP (1849) : Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *Am J Dent Sci* 9: 157-165
53. Hunsuck EE (1968) : A modified intraoral splitting technique for correction of mandibular prognathism. *J Oral Surg* 26: 249-252
54. Hutton CE (1967) : Patients' evaluation of surgical correction of prognathism: survey of 32 patients. *J Oral Surg* 25: 225-228
55. Hwang SJ, Haers PE, Zimmermann A, Oechslin C, Seifert B, Sailer HF (2000) : Surgical risk factors for condylar resorption after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89: 542-552
56. Jacobson A (1984) : Psychological aspects of dentofacial esthetics and orthognathic surgery. *Angle Orthod* 54: 18-35
57. Jensen SH (1978) : The psychosocial dimensions of oral and maxillofacial surgery: a critical review of the literature. *J Oral Surg* 36: 447-453
58. Joos U (1999) : An adjustable bone fixation system for sagittal split ramus osteotomy: preliminary report. *Br J Oral Maxillofac Surg* 37: 99-103
59. Kahnberg KE (1988) : TMJ complications associated with superior repositioning of the maxilla. *Cranio* 6: 312-315
60. Karabouta I, Martis C (1985) : The TMJ dysfunction syndrome before and after sagittal split osteotomy of the rami. *J Maxillofac Surg* 13: 185-188
61. Kerstens HC, Tuinzing DB, van der Kwast WA (1989) : Temporomandibular joint symptoms in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 17: 215-218
62. Kierl MJ, Nanda RS, Currier GF (1990) : A 3-year evaluation of skeletal stability of mandibular advancement with rigid fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 48: 587-592
63. Kiyak HA, West RA, Hohl T (1982) : The psychological impact of orthognathic surgery: A 9-month follow-up. *Am J Orthod* 81: 404-412
64. Köle H (1959) : Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 12: 277-288
65. Kostecka F (1931) : Die chirurgische Therapie der Progenie. *Zahnärztl Rundschau* 40: 669, zit. n. Wassmund M (1935) : Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer. Band 1 Meusser; Leipzig
66. Krekmanov L (1989) : Orthognathic surgery without the use of postoperative

- intermaxillary fixation. A clinical and cephalometric evaluation of surgical correction of mandibular and maxillary deformities. *Swed Dent J Suppl* 61: 8-62
67. Kundert M, Hadjianghelou O (1980) : Condylar displacement after sagittal splitting of the mandibular rami. *J Maxillofac Surg* 8: 278-287
68. Lake SL, McNeill RW, Little RM, West RA (1981) : Surgical mandibular advancement: A cephalometric analysis of treatment response. *Am J Orthod* 80: 376-394
69. Laufer D, Glick D, Gutman D, Sharon A (1976) : Patient motivation and response to surgical correction of prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 41: 309-313
70. Link JJ, Nickerson JW (1992) : Temporomandibular joint internal derangements in an orthognathic surgery population. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 7: 161-169
71. Luhr HG (1979) : Stabile Fixation von Oberkiefer-Mittelgesichtsfrakturen durch Mini-Kompressionsplatten. *Dtsch Zahnärztl Z* 34: 851
72. Luhr HG (1989) : The significance of condylar position using rigid fixation in orthognathic surgery. *Clin Plast Surg* 16: 147-156
73. Luhr HG, Jäger A (1995) : Indikation, Technik und Ergebnisse der bimaxillären Chirurgie. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 40: 20-32
74. Midtgard J, Björk G, Linder-Aronson S (1974) : Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod* 44: 56-62
75. Mommaerts MY, Hadjianghelou O (1990) : Positional changes after mandibular advancement by sagittal split osteotomies and wire osteosynthesis. Do combined orthodontics and the Dal Pont modification of the buccal osteotomy contribute to long-term stability? *J Craniomaxillofac Surg* 18: 93-106
76. Mommaerts MY (1991) : Lag screw versus wire osteosynthesis in mandibular advancement. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6: 153-160
77. Mommaerts MY (1992) : Two similar „bad splits“ and how they were treated. Report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 21: 331-332
78. Nagamine T, Kobayashi T, Hanada K, Nakajima T (1986) : Satisfaction of patients following surgical-orthodontic correction of skeletal class III malocclusions. *J Oral Maxillofac Surg* 44: 944-948

79. Neff A, Horch HH (1997) : Achsiographische Funktionsparameter nach Dysgnathieoperationen unter besonderer Berücksichtigung der Scharnierachsenposition. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1: 205-212
80. Nurminen L, Pietilä T, Vinkka-Puhakka H (1999) : Motivation for and satisfaction with orthodontic-surgical treatment: a retrospective study of 28 patients. *Eur J Orthod* 21: 79-87
81. Obwegeser H (1965) : Eingriffe am Oberkiefer zur Korrektur des prognen Zustandsbildes. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 75: 365-374
82. Obwegeser H (1970) : Die einzeitige Vorbewegung des Oberkiefers und Rückverlagerung des Unterkiefers zur Korrektur der extremen Progenie. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 80: 547-556
83. Obwegeser JA (1994a) : Bioconvertible screws made of allogenic cortical bone for osteosynthesis following sagittal split ramus osteotomy without postoperative immobilisation. *J Craniomaxillofac Surg* 22: 63-75
84. Obwegeser JA (1994b) : Osteosynthesis using biodegradable Poly-p-dioxanon (PDS II) in Le Fort I-osteotomy without postoperative intermaxillary fixation. *J Craniomaxillofac Surg* 22: 129-137
85. Panula K, Somppi M, Finne K, Oikarinen K (2000) : Effects of orthognathic surgery on temporomandibular joint dysfunction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 29: 183-187
86. Partsch C (1898) : Eine neue Methode temporärer Gaumen-Resection. *Arch Klin Chir* 57: 847-858
87. Paulus GW, Steinhäuser EW (1982) : A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screws in the treatment of mandibular prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 54: 2-6
88. Peri G, Jourde J, Menes R (1973) : Des trous surtout pour reconstruire certains segments du squelette facial. *Ann Chir Plast* 18: 169-173
89. Phillips C, Turvey TA, McMillian A (1989) : Surgical orthodontic correction of mandibular deficiency by sagittal osteotomy: clinical and cephalometric analysis of 1-year data. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96: 501-506
90. Piffko J, Homann C, Schuon R, Joos U, Meyer U (2003) : Experimentelle Untersuchung zur biomechanischen Stabilität unterschiedlicher Unterkieferosteosynthesen. *Mund Kiefer Gesichtschir* 7: 1-6

91. Pogrel MA, Scott P (1994) : It is possible to identify the psychologically “bad risk” orthognathic surgery patient preoperatively? *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 9: 105-110
92. Poulton DR, Ware WH (1971) : Surgical-orthodontic treatment of severe mandibular retrusion. *Am J Orthod* 59: 244-265
93. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA (1991) : Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. III. Combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6: 211-225
94. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C (1996) : Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 11: 191-204
95. Raveh J, Vuillemin T, Lädach K, Sutter F (1988) : New techniques for reproduction of the condyle relation and reduction of complications after sagittal ramus split osteotomy of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 46: 751-757
96. Rittersma J, Casparie AF, Reerink E (1980) : Patient information and patient preparation in orthognathic surgery: a medical audit study. *J Maxillofac Surg* 8: 206-209
97. Rittersma J, Van der Veld RGM, Van Gool AV, Koppendraaier J (1981) : Stable fragment fixation in orthognathic surgery : review of 30 cases. *J Oral Surg* 39: 671-675
98. Schendel SA, Epker BN (1980) : Results after mandibular advancement surgery: a analysis of 87 cases. *J Oral Surg* 38: 265-282
99. Schliephake H, Neukam FW, Urban R (1989) : Titanbelastung parenchymatöser Organe nach Insertion von Titanschraubenimplantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 5: 180-184
100. Schliephake H , Reiss J, Urban R, Neukam FW, Günay H (1991) : Freisetzung von Titan aus Schraubenimplantaten. *Z Zahnärztl Implantol* 7: 6-10
101. Schuchardt K (1942) : Ein Beitrag zur chirurgischen Kieferorthopädie unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Behandlung angeborener und erworbener Kieferdeformitäten bei Soldaten. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilk* 9: 73-89
102. Scott BA, Clark GM, Hatch JP, van Sickels J, Rugh JD (1997) : Comparing prospective and retrospective evaluations of temporomandibular disorders after orthognathic surgery. *J Am Dent Assoc* 128: 999-1003

103. Silvestri A, Cascone P, Natali G, Iaquaniello M (1994) : Long-term control of skeletal structures in class II dentoskeletal deformities after surgical-orthodontic therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 105: 375-382
104. Spiessl B (1974) : Osteosynthese bei sagittaler Osteotomie nach Obwegeser- Dal Pont. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 18: 145-148
105. Steinhäuser EW (1973) : Advancement of the mandible by sagittal ramus split and suprahyoid myotomy. *J Oral Surg* 31: 516-521
106. Steinhäuser EW (1982) : Bone screws and plates in orthognathic surgery. *Int J Oral Surg* 11: 209-216
107. Thüer U, Ingervall B, Vuillemin T (1997) : Functional and sensory impairment after sagittal split osteotomies. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 12: 263-272
108. Tng TT, Chan TC, Hägg U, Cooke MS (1994) : Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Eur J Orthod* 16: 110-120
109. Trauner R (1955) : Zur Progenieoperation. *Österr Zschr Stomatol* 52: 361-365
110. Trauner R (1974) : Ergebnisse von Nachkontrollen kieferorthopädischer Operationen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 18: 64-71
111. Van Sickels JE, Larsen AJ, Thrash WJ (1986) : Relapse after rigid fixation of mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg* 44: 698-702
112. Von Langenbeck, B (1859) : Beiträge zur Osteoplastik – Die osteoplastische Resektion des Oberkiefers. In: Götschen A (Hrsg.) *Deutsche Klinik*. Reimer, Berlin , zit. n. Drommer RB (1986) : The History of the Le Fort I Osteotomy. *J Maxillofac Surg* 14: 119-122
113. Wah PL, Cooke MS, Hägg U (1995) : Comparative cephalometric errors for orthodontic and surgical patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 10: 119-126
114. Wassmund M (1935) : *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer*. Band 1 Meusser; Leipzig
115. Watzke IM, Tucker MR, Turvey TA (1991) : Lag screw versus position screw techniques for rigid internal fixation of sagittal osteotomies: a comparison of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6: 19-27
116. Westermark A, Shayeghi F, Thor A (2001) : Temporomandibular dysfunction in

- 1516 patients before and after orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 16: 145-151
117. White CS, Dolwick MF (1992) : Prevalence and variance of temporomandibular dysfunction in orthognathic surgery patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 7: 7-14
118. Will LA, West RA (1989) : Factors influencing the stability of the sagittal split osteotomy for mandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 813-818
119. Zarrinkelk HM, Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP (1996) : Functional and morphologic changes after combined maxillary intrusion and mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 54: 828-837

8 Danksagung

Mein erster Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. Werner Engelke für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für seine freundliche, kontinuierliche und aufmunternde Betreuung.

Seinen Mitarbeiterinnen sei gedankt für die zuvorkommende Bereitstellung der Untersuchungsräume und –materialien.

Für seine unterstützende biomathematische Beratung danke ich Herrn Goder.

Zuletzt danke ich allen Patienten, die sich freiwillig dazu bereit erklärt haben, an dieser Studie teilzunehmen und diese somit erst ermöglichten.

9 Lebenslauf

Name : David
Vorname : Ingo
Geburtstag : 14.12.1974
Geburtsort : Minden/Westfalen
Eltern : Klaus-Ulrich David
Barbara David, geb. Meyer
Geschwister : Henning David
Ulrich David

1984-1994 Ratsgymnasium Minden/Westfalen
07.06.1994 Abitur
1994-2000 Studium der Zahnmedizin, Friedrich-Schiller-Universität Jena
20.07.1995 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
18.03.1997 Zahnärztliche Vorprüfung
05.01.2000 Zahnärztliche Prüfung
30.03.2000 Zahnärztliche Approbation
2000-2002 Vorbereitungsassistent in Petershagen
seit 2002 Niedergelassen in Gemeinschaftspraxis in Petershagen