

Technische Universität München

Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
(Direktor: Univ.- Prof. Dr. Dr. K.-D. Wolff)

Der Einfluss von Botulinumtoxin auf das chirurgische Behandlungsergebnis bei Patienten mit skelettalem Tiefbiss

Anja Alexandra Löffel

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Zahnheilkunde genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Dr. K.-D. Wolff
2. Univ.-Prof. Dr. H. Deppe

Die Dissertation wurde am 21.06.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 26.09.2012 angenommen.

Zusammenfassung:

Löffel, Anja Alexandra

Der Einfluss von Botulinumtoxin auf das chirurgische Behandlungsergebnis bei Patienten mit skelettalem Tiefbiss

Problem: Obwohl man durch die operative Umstellung des Unterkiefers bei Angle-Klasse II Patienten mit tiefem Biss sehr zufriedenstellende Ergebnisse, ästhetisch wie auch funktionell, erreichen kann, liegt die Rezidivhäufigkeit bei dieser Malokklusion je nach Studienlage zwischen 20% und 100% (Diedrich 2000, Schendel und Epker 1980)

Methodik: Im Zeitraum von 2008-2011 wurden die Fernröntgenseitenbilder von 30 Patienten, die alle eine Angle Klasse II mit tiefem Biss aufwiesen, und bei denen eine sagittale Spaltung im Unterkiefer nach Obwegeser/Dal Pont stattgefunden hat, kephalometrisch und anschließend statistisch ausgewertet. Bei 7 der operierten Patienten wurde postoperativ Botox in den M.mylohyoideus injiziert, da Theorien zufolge die suprahyoidale Muskulatur eine der größten Gefahren für die Rezidiventstehung darstellt. Die Kontrollgruppe wurde nicht durch Botox behandelt. Es wurden jeweils drei Fernröntgenseitenbilder (T1=präoperativ, T2=unmittelbar postoperativ, T3=ein Jahr postoperativ) kephalometrisch ausgewertet.

Ergebnis: Einer multifaktoriellen Ätiologie zugrunde liegend lässt sich in der vorliegenden Studie zeigen, dass die suprahyoidale Muskulatur maßgeblich an der Entstehung eines Rezidives beteiligt ist. Laut theoretischen Überlegungen zu dieser Hypothese kommt es durch die Unterkiefervorverlagerung zu einer unphysiologischen Dehnung der Muskulatur und damit zu kieferorthopädisch bzw. funktionskieferorthopädischen Kräften, die die Mandibula in ihre ursprüngliche Lage bewegen. Durch die Injektion von Botulinumtoxin in den M.mylohyoideus konnten genau diese unphysiologischen Kräfte beeinflusst werden, so dass in der Studiengruppe keine Rezidive auftraten.

Diskussion: Aktuellen Ergebnissen zufolge ist die Therapie der Unterkiefervorverlagerung mit anschließender Injektion von Botox in den M.mylohyoideus bei Angle-Klasse II Patienten mit tiefem Biss das effektivste Verfahren um ein Rezidiv zu verringern. Auch das Verfahren der Myotomie konnte das Auftreten eines Rezidives verringern, jedoch handelt es sich um eine invasive Methode die spezifische Komplikationen beinhaltet. Komplikationen durch die Injektion von Botox zeigten sich innerhalb der untersuchten Studiengruppe nicht, so

dass diese Methodik generell als weniger invasiv zu beurteilen ist.

*Meinen Eltern, meinem Bruder Stephan,
Omas und Opas
und Kilian
in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.*

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG.....	10
1.1 Definition Dysgnathie.....	10
1.2 Therapiemöglichkeiten.....	10
1.3 Angle-Klassifikationen.....	11
1.4 Chirurgische Therapien.....	13
1.4.1.1 Geschichtliche Entwicklung der Osteotomie im Unterkiefer.....	13
1.4.1.2 Sagittale Spaltosteotomie im Unterkiefer.....	13
1.4.1.3 Geschichtliche Entwicklung der Osteotomie im Oberkiefer.....	15
1.4.1.4 Le-Fort-I-Osteotomie im Oberkiefer.....	16
1.4.1.5 Indikation und Zeitpunkt der Durchführung.....	16
1.5 Spezifische Ätiologie und Prävalenz von Dysgnathien mit.....	17
Distalbissen	
1.5.1 Angle-Klasse II/1: Distalbiss mit protrudierter Oberkieferfront.....	17
1.5.1.1 Ätiologie.....	17
1.5.1.2 Prävalenz der Angle-Klasse II/1.....	18
1.5.2 Angle-Klasse II/2: Distalbiss mit retrudierter Oberkieferfront.....	19
1.5.2.1 Ätiologie.....	19
1.5.2.2 Prävalenz der Angle-Klasse II/2.....	19
1.5.3 Offener Biss.....	19
1.5.3.1 Ätiologie.....	19
1.5.3.2 Prävalenz des offenen Bisses.....	20
1.6 Problematik der Angle-Klasse II/1, II/2, und des offenen Bisses.....	20
in Bezug auf das Rezidiv	
1.6.1 Einflussfaktoren.....	20
1.6.2 Möglichkeiten zur Verringerung des Rezidives.....	21
1.7 Botox.....	22
1.7.1 Geschichte.....	22
1.7.2 Struktur.....	22
1.7.3 Wirkmechanismus.....	23
1.8 Fragestellung und Zielsetzung.....	24

2. PATIENTEN UND METHODIK.....	25
2.1 Patienten.....	25
2.2 Methodik.....	25
2.2.1 Beschreibung der angewandten kephalometrischen Auswertung.....	26
2.1.1.1 Referenzpunkte.....	26
2.1.1.1.1 Skelettale Referenzpunkte in der Median-Sagittal-Ebene.....	26
2.2.1.1.2 Weitere skelettale Referenzpunkte.....	27
2.2.1.2 Referenzlinien.....	28
2.2.1.2.1 Skelettale horizontale Referenzlinien.....	28
2.2.1.2.2 Skelettale vertikale Referenzlinien.....	29
2.2.1.2.3 Weichteillinien.....	30
2.2.1.2.4 Zur Auswertung verwendete Winkel (in Grad) und Strecken (in mm).....	31
2.2.1.2.5 Diagnostische Deutung kephalometrischer Messwerte.....	33
2.2.1.2.6 Statistische Methoden.....	34
3. ERGEBNISSE.....	35
3.1 Vergleich der kephalometrischen Messwerte im Verlauf der.....	35
Untersuchungen	
3.1.1 Darstellung des SNA-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	35
Botoxbehandlung	
3.1.2 Darstellung des SNB-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	36
Botoxbehandlung	
3.1.3 Darstellung des ANB-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	37
Botoxbehandlung	
3.1.4 Darstellung des SNPg-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	38
Botoxbehandlung	
3.1.5 Darstellung des PgnB-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	39
Botoxbehandlung	
3.1.6 Darstellung des NSBa-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	40
Botoxbehandlung	
3.1.7 Darstellung des GntgoAr-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	41
Botoxbehandlung	
3.1.8 Darstellung des N-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung.....	42
3.1.9 Darstellung des H-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung.....	43

3.1.10	Darstellung des NL-NSL-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	44
	Botoxbehandlung	
3.1.11	Darstellung des ML-NSL-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	45
	Botoxbehandlung	
3.1.12	Darstellung des ML-NL-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	46
	Botoxbehandlung	
3.1.13	Darstellung der Strecke NSp' (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	47
	Botoxbehandlung	
3.1.14	Darstellung der Strecke Sp'Gn (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	48
	Botoxbehandlung	
3.1.15	Darstellung des Index (in %) im Verlauf mit und ohne.....	49
	Botoxbehandlung	
3.1.16	Darstellung des \perp -T-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	50
	Botoxbehandlung	
3.1.17	Darstellung des \perp -NA-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	51
	Botoxbehandlung	
3.1.18	Darstellung des T-NB-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	52
	Botoxbehandlung	
3.1.19	Darstellung der Strecke \perp -NA (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	53
	Botoxbehandlung	
3.1.20	Darstellung der Strecke T-NB (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	54
	Botoxbehandlung	
3.1.21	Darstellung der Strecke T-NPg (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	55
	Botoxbehandlung	
3.1.22	Darstellung der Strecke Pg-NB (in mm) im Verlauf mit und ohne.....	56
	Botoxbehandlung	
3.1.23	Darstellung des Nasolabial-Winkels im Verlauf mit und ohne.....	57
	Botoxbehandlung	
3.2	Mittelwertsvergleich der kephalometrischen Ausgangswerte beider....	58
	Patientengruppen	
3.3	Mittelwerte der kephalometrischen Werte nach erfolgter.....	61
	chirurgischer Behandlung beider Patientengruppen	

3.4 Mittelwerte der kephalometrischen Werte nach erfolgter Entfernung...65	65
des Osteosynthesematerials	
3.5 Relativer Vergleich der Kephalmetrisehen Werte in Bezug auf das...67	67
Rezidiv mittels t-Test	
3.6 Klinische Bilder prä- und postoperativ im Vergleich.....70	70
3.6.1 Erster Patientenfall.....70	70
3.6.1.1 extraoral.....70	70
3.6.1.2 intraoral.....71	71
3.6.2 Zweiter Patientenfall.....72	72
3.6.2.1 extraoral.....72	72
3.6.2.2 intraoral.....73	73
4. DISKUSSION.....74	74
4.1 Probanden.....75	75
4.2 Analysemetheode.....75	75
4.3 Einflussfaktoren und Möglichkeiten zur Verringerung des Rezidives....76	76
4.3.1 Postoperative Veränderungen am Kiefergelenk.....77	77
4.3.2 Einflussfaktoren die sich auf die Therapie, Operation und operative.....78	78
Vor- und Nachbehandlung beziehen	
4.3.3 Möglichkeit zur Rezidivverringernng durch eine genaue Planung.....80	80
im Zusammenhang mit der kieferorthopädischen Vorbehandlung	
4.3.4 Die Rolle der suprahyoidalen Muskulatur in Bezug auf die.....80	80
Rezidiventstehung	
4.3.5 Anwendung von Botox bei der Tiefbissbehandlung.....82	82
4.4.6 Perioperative Änderungen in der Kephalmetrie.....84	84
5. LITERATURVERZEICHNIS.....86	86
6. ANHANG.....108	108
6.1 Abbildungsverzeichnis.....108	108
6.2 Tabellenverzeichnis.....109	109
7. DANKSAGUNG.....112	112

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

M.	Musculus
UK	Unterkiefer
OK	Oberkiefer
BT	Botulinumtoxin
BNT	Botulinum Neurotoxin

Anmerkung: Der Term „Patient“ bezieht sich sowohl auf Patienten als auch auf Patientinnen und wird in der vorliegenden Arbeit der Übersicht wegen synonym verwendet.

1. EINLEITUNG

1.1 Definition Dysgnathie

Unter Dysgnathie versteht man alle morphologischen und funktionellen Abwegigkeiten im Bereich des orofazialen Systems (Kahl-Nieke 2010).

Beschrieben werden Dysgnathien durch die einfachste und am weitesten verbreitete Klassifikation nach Angle (1899, 1907, 1913). Auf diese wird aus schematischen Gründen erst später eingegangen.

1.2 Therapiemöglichkeiten

Therapeutisch unterscheidet man die konservative Behandlung mit kieferorthopädischen Apparaturen von der kombinierten orthodontisch-kieferchirurgischen Therapie. Bei ersterem handelt es sich vor allem beim Erwachsenen um eine orthodontische Kompensation, da hier das Kieferwachstum nicht mehr genutzt werden kann. Als Standardtherapie bei diesen Patienten gilt daher die kombinierte orthodontisch-kieferchirurgische Therapie. Hier werden zuerst die Zahnbögen kieferorthopädisch passend zueinander mittels Apparaturen ausgeformt, danach folgt die chirurgische Umstellung der Kiefer mit anschließender und abschließender kieferorthopädischen Feinjustierung und Stabilisierung.

Bei der Ausformung handelt es sich um eine Dekompensation des Bisses, da die vorliegende Dysgnathie zunächst verschlimmert wird, um die Zahnbögen für eine spätere chirurgische Umstellungsosteotomie vorzubereiten.

1.3 Angle-Klassifikationen

Die bekannteste und am weitesten verbreitete Klassifikation nach Angle (1899, 1907, 1913) teilt die Bisslage, d.h. die sagittale Lagebeziehung des Oberkiefers zum Unterkiefer in folgende Klassen ein:

Angle-Klasse I:	Neutralbiss (Abbildung 1)
Angle-Klasse II:	Distalbiss
Angle-Klasse II/1:	Distalbiss mit protrudierter Oberkieferfront (Abbildung 2)
Angle-Klasse II/2:	Distalbiss mit steilstehender Oberkieferfront (Abbildung 2)
Angle-Klasse III:	Mesialbiss (Abbildung 3)

Die Angaben des Schweregrades der Anomalie erfolgt in Prämolarenbreiten oder Bruchteilen davon (z.B. $\frac{1}{2}$ PB usw.):

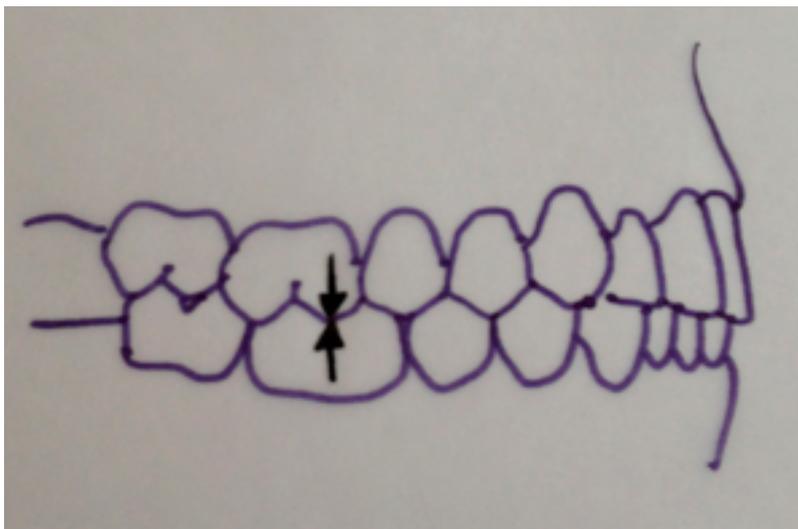


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Angle-Klasse I

Die Pfeilmarkierung zeigt den mesiobukkalen Höcker des ersten oberen Molaren projiziert auf den ersten unteren Molaren.

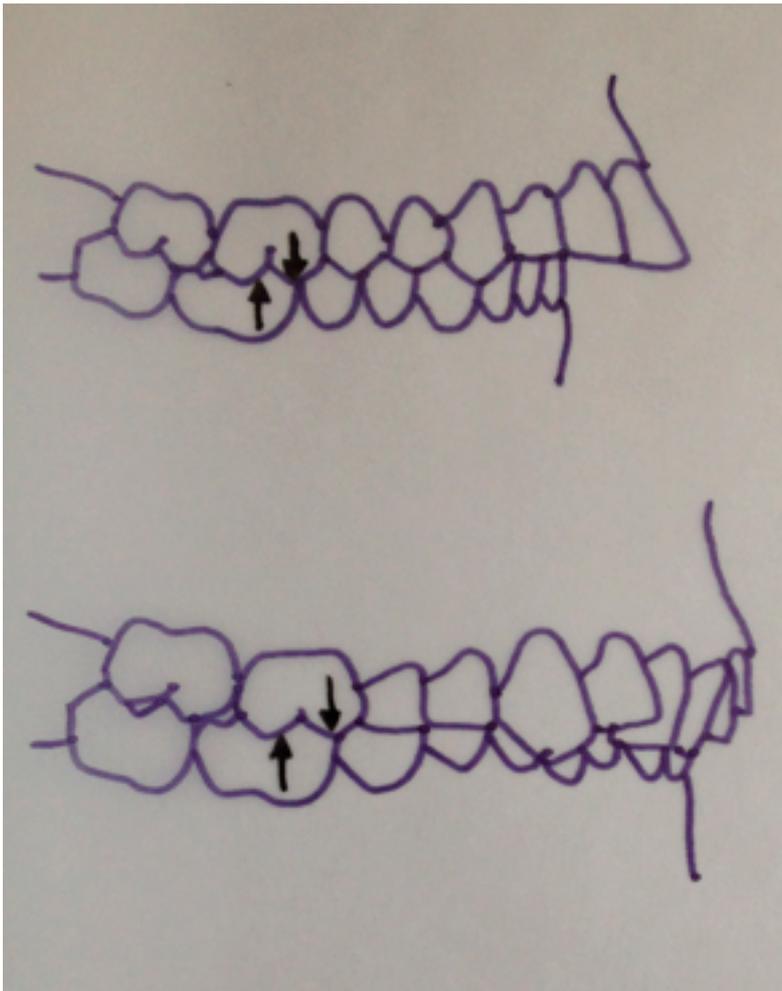


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Angle-Klasse II bei einem Ausmaß von einer Prämolarenbreite (= der erste untere Molar ist ca. 7 mm nach distal verlagert).

Die differenzierte Frontzahninklination bestimmt die Unterabteilungen:

II/1 = proklinierte (protrudierte) Oberkieferfront (oberer Abbildungsteil)

II/2 = reklinierte (steilstehende) Oberkieferfront (unterer Abbildungsteil)

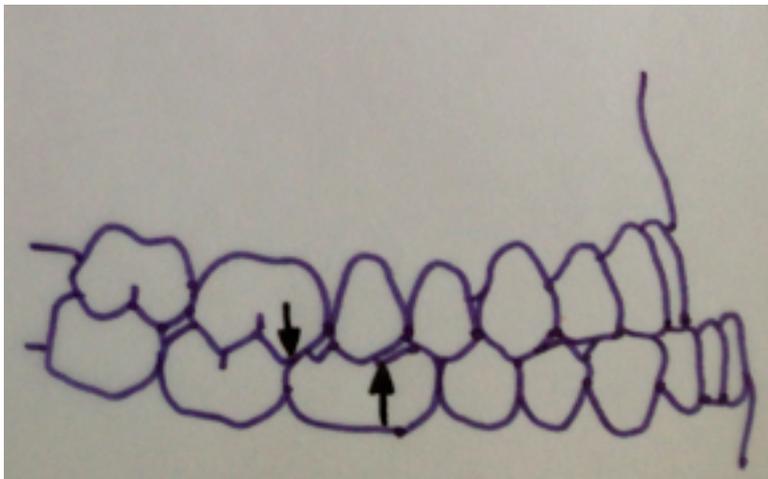


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Angle-Klasse III bei einem Ausmaß von einer Prämolarenbreite (= der erste untere Molar ist ca. 7 mm nach mesial verlagert).

In der vorliegenden Untersuchung wurden nur Patienten mit einer Angle-Klasse II Dysgnathie berücksichtigt, so dass auf diese Formen und deren spezifische Probleme nachfolgend eingegangen werden soll.

1.4 Chirurgische Therapie

Grundsätzlich gliedert sich der Behandlungsablauf in folgende aufeinander folgende Phasen (Diedrich 2002)

- allgemeinzahnärztliche Vorbehandlung
- initiale dentofaziale Behandlungsplanung
- präoperative orthodontische Therapie
- definitive Operationsplanung
- chirurgische Umstellung
- postoperative Kieferorthopädie
- Retentionsphase

1.4.1.1 Geschichtliche Entwicklung der Osteotomie im Unterkiefer

Obwegeser und Trauner (1955) etablierten die stufenförmigen Osteotomie von intraoral als Standardverfahren zur Verlagerung des Unterkiefers. Historisch entwickelte sich das Verfahren aus Ansätzen zur Progeniebeseitigung schon Ende des 18. Jahrhunderts. Bereits Angle (1899, 1907) schlug damals nach eigenen Angaben eine beidseitige Osteotomie im Unterkiefer vor, die dann durch Blair (1906) erstmalig durchgeführt wurde. 1910 veröffentlichte Babcock die quere Osteotomie des aufsteigenden Astes zur Behebung der Progenie welche dann von KostECKA (1931) weiter modifiziert wurde. Bereits 1927 beschrieb Ernst die horizontale Osteotomie über einen intraoralen Zugang mit einem hierfür speziell entwickeltem Instrument. Problematisch war in jedem Fall die Fixierung des kleinen Fragments, das durch den Zug des M.pterygoideus lateralis sowie des M.temporalis unkontrolliert verlagert wurde. Weitere Modifikationen von Trauner (1967), Caldwell und Lettermann (1954), Van Zile (1963) führte zu den schrägen Osteotomien im aufsteigenden Ast und unterhalb des Gelenkhalses. Letztendlich führten all diese Ideen zur sagittalen stufenförmigen Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes in der Methode nach Obwegeser und Trauner (1955). Als heutige chirurgische Standardtherapie wurde dieses Verfahren durch die Entwicklung der retromolaren

sagittalen Spaltung durch seinen Mitarbeiter Dal Pont zusätzlich modifiziert (1959, 1961).

1.4.1.2 Sagittale Spaltosteotomie im Unterkiefer

Durch Unterkieferosteotomien im aufsteigenden Ast kann der Unterkiefer in drei Fragmente zerlegt und damit komplett verlagert werden. Eine Spaltung findet beidseits in der Region des Kieferwinkels und der aufsteigenden Äste horizontal sowie vertikal statt. Bei der Obwegeser-Osteotomie verläuft die linguale Osteotomielinie zwischen Foramen mandibulare und Incisura mandibulae knapp oberhalb der Lingula und eine weitere in Höhe der Okklusionsebene (Abbildung 4). Beide horizontalen Linien werden durch eine vertikale verbunden, wodurch die Verschiebung der Fragmente ermöglicht wird (Schwenzer und Ehrenfeld 2011).

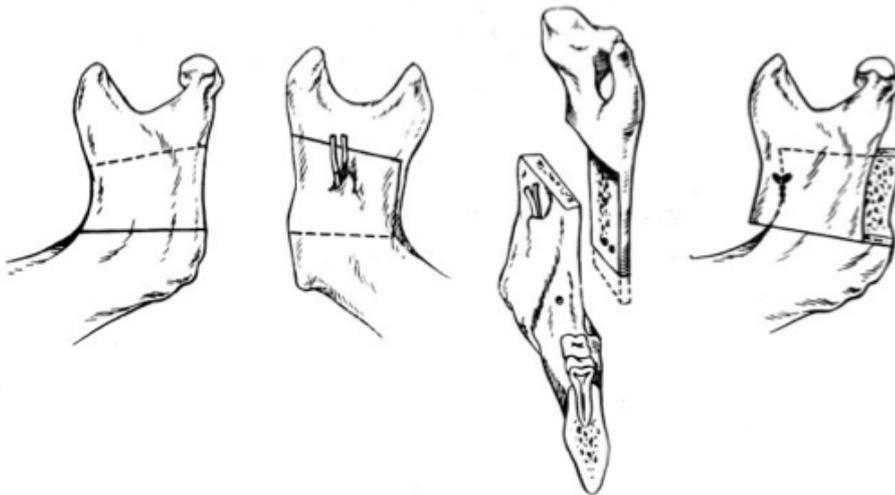


Abbildung 4: Stufenförmige sagittale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes nach Obwegeser, Originalzeichnung (aus Trauner und Obwegeser 1955)

1.4.1.3 Geschichtliche Entwicklung der Osteotomie im Oberkiefer

Initiiert wurde die operative Behandlung von Dysgnathien im Oberkiefer von Cunningham (1894) und Talbot (1907). Die eigentlich erste partielle En-bloc-Mobilisation wurde von Cohn-Stock (1921) beschrieben. Auch Axhausen (1937) beschrieb eine maxilläre Osteotomie zur Beseitigung posttraumatischer Fehlstellungen des Oberkiefers. Er führte die erste völlige Osteotomie des Oberkiefers durch. 1939 beschrieb er die Eignung der Le-Fort-I-Osteotomie zur Korrektur spaltbedingter Dysgnathien. Durch die Beschreibungen der operativen Technik von Obwegeser und den entsprechenden Ergebnissen (1965, 1969, 1970) ist die Oberkieferosteotomie in der Le-Fort-I-Ebene zu einem Standardverfahren in der orthognathen Gesichtschirurgie geworden (Abbildung 5). Die Oberkieferosteotomie ist heute eine wichtige Voraussetzung für die funktionelle und ästhetische Therapie von Dysgnathien im Rahmen von monomaxillären und bimaxillären Eingriffen.

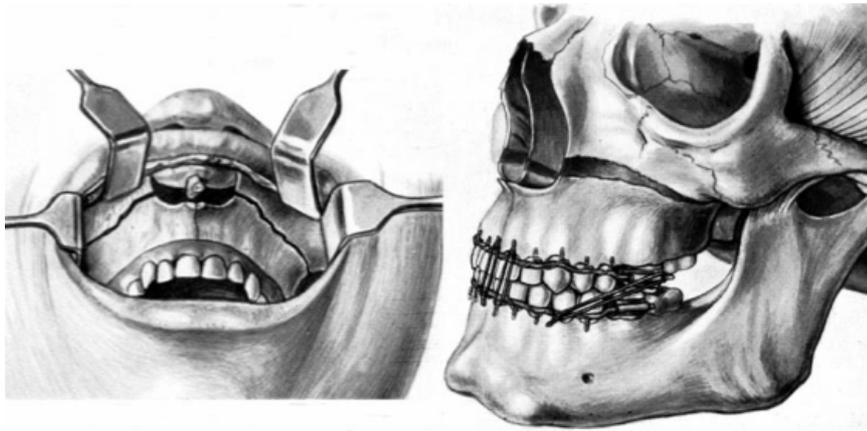


Abbildung 5: Totale Mobilisation des Oberkiefers nach Wassmund (1927). Sekundäre Extension mit Gummizügen an enoralen Schienenverbänden

1.4.1.4 Le-Fort-I-Osteotomie im Oberkiefer

Bei der Le-Fort-I-Osteotomie des Oberkiefers werden die basalen zahntragenden Abschnitte des Oberkiefers zwischen den Wurzelspitzen und dem Foramen infraorbitale vom Mittelgesicht abgetrennt (Abbildung 5 und 6). Im Bereich der Crista zygomaticoalveolaris und an den lateralen Nasenpfeilern werden jeweils zwei L- oder Y-förmige Miniplatten eingesetzt.

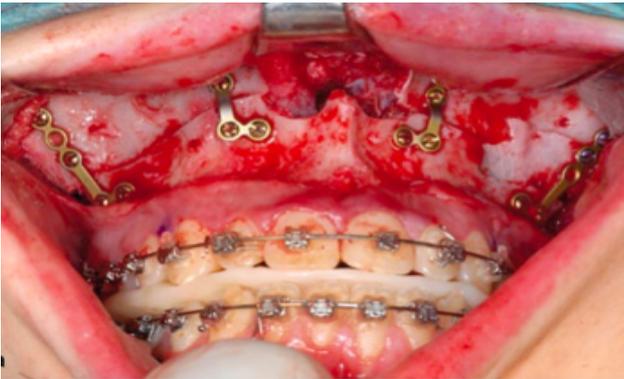


Abbildung 6a:

Miniplattenosteosynthese bei unkomplizierter Le-Fort-I-Osteotomie (aus Klammert et al. 2011)



Abbildung 6b: postoperatives DVT

zur Darstellung der Osteosyntheseplatten (aus Klammert et al. 2011)

1.4.1.5 Indikation und Zeitpunkt der Durchführung

Die Indikation zur chirurgischen Umstellungsosteotomie wird, sofern die Grenzen der alleinigen orthopädischen Behandlung erreicht sind, gestellt. Indikationen hierfür sind eine starke Diskrepanz der skelettalen Basen, durch das Alter des Patienten oder durch fehlende Verankerungsmöglichkeiten. Das Ziel des Eingriffes ist es, sowohl ästhetisch das Gesichtsprofil, wie auch funktionell die Kieferbasen in Einklang zu bringen. Das wiederum ist nur durch enge Kooperation zwischen Zahnarzt, Kieferorthopäden und Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgen möglich.

In diesem Zusammenhang schrieb Borchers (1932):

„Auf welche Weise aber auch die chirurgische Korrektur vorgenommen wird, so kann sie in den meisten Fällen, wie Bruhn hervorhebt, nur als vorbereitender Eingriff angesehen werden; denn erst durch eine sofort anschließende sorgfältige und

sachverständige orthodontische Nachbehandlung wird das Ergebnis festgehalten und ausgebaut, besonders im Hinblick auf die Erzielung eines für die Kaufunktion nicht zu entbehrenden möglichst vollkommenen Zahnschlusses.“

Der optimale Zeitpunkt ist variabel, richtet sich aber in den meisten Fällen nach dem Abschluss des Kieferwachstums, also nach dem skelettalen und nicht nach dem chronologischen Alter. Ausnahmen sind z.B. syndromale Erkrankungen mit Wachstumsveränderungen des Systems wie das Apert-Syndrom oder der Morbus Pfeiffer.

1.5 Spezifische Ätiologie und Prävalenz von Dysgnathien mit Distalbissen

1.5.1 Angle-Klasse II/1: Distalbiss mit protrudierter Oberkieferfront

1.5.1.1 Ätiologie

Die Ursachen über die Entstehung einer Angle-Klasse II/1 werden in der Literatur unterschiedlich und kontrovers diskutiert (Lundström 1948, Ruttle et al. 1953, Schuricht 1953, Kantorowicz 1955, Kloeppel 1961, Linder-Aronson 1963, Fränkel und Falck 1967, Tammoscheit 1976, Tammoscheit und Rassl 1979, Fabac et al. 1992, Markovic 1992).

Bei der Entstehung sind endogene als auch exogene Faktoren beteiligt. Es wird vermutet, dass endogene Faktoren für skelettale Abweichungen ursächlich sind und exogene Faktoren eher dentoalveoläre Abweichungen bewirken.

Bei den endogenen Faktoren wies Lundström (1948) das erste Mal nach, dass bei der Entstehung einer Angle-Klasse II/1 maßgeblich Erbfaktoren beteiligt sind. Untersuchungen von Tammoscheit (1976) sowie Tammoscheit und Rassl (1979) belegen, dass monogene Erbgänge ausgeschlossen werden können und ein multifaktoriell genetisches System für die Angle-Klasse II Dysgnathie verantwortlich ist. Dies bedeutet, dass sowohl endogene als auch exogene Faktoren für die Entstehung einer Angle-Klasse II/1 verantwortlich sind (Schulze 1964).

Die erblichen Charakteristika können durch lokale oder allgemeine Faktoren maskiert werden: Körperwachstum, Klima, wirtschaftliche Verhältnisse, Hygiene, Zahndurchbruchsstörungen, Zahnwanderungen, Zahnverlust, Unstimmigkeiten der Zahnbogenentwicklung beim Übergang zum bleibenden Gebiss, Kreuzbiß, orodentale Druckgewohnheiten, Abweichungen des Kieferwachstums,

Funktionsstörungen der Kau- und mimischen Muskulatur, aber auch die kieferorthopädische Therapie selbst (Milunsky und Atkins 1974).

Auch andere Faktoren wie Störungen des Unterkieferwachstums (Gattinger und Obwegeser 2002), Osteomyelitis, Ankylosen und juvenile Polyarthritiden können zu einer Mikrogenie führen und somit zur Angle-Klasse II/1.

Zu den exogenen Faktoren gehören:

- Habits wie Lutschen, Lippensaugen und -beißen. Die Dauer, Intensität und Art spielen eine entscheidende Rolle (Kloeppel 1961)
- Stillen und Flaschenernährung (Fabac et al. 1992)
Ascher (1961) beschreibt, dass das Stillen beim Übergang vom viszeralen auf das somatische Schluckmuster eine entscheidende Rolle spielt und gestillte Kinder seltener einen Distalbiss im Milchgebiss aufweisen. Klinik-Heckmann und Bredy (1977) dagegen fanden keinen Unterschied in der Häufigkeit der Angle-Klasse II bei gestillten und ungestillten Kindern. Legović und Ostrić (1991) beschreiben einen Einfluss des Stillens auf die Bisslage bei Kindern die über sechs Jahre gestillt wurden.
- Schlaflage (Frevert 1956)
- Mundatmung (Angle 1899, Kantorowicz 1955, Watson et al. 1968, Hockenjos et al. 1974)

1.5.1.2 Prävalenz der Angle Klasse II/1

In der Literatur wird die Häufigkeit der Angle Klasse II/1 zwischen 12% und 20% angegeben (Korkhaus 1928, Bazant et al. 1960, Ingervall et al. 1978). Die unterschiedlichen Ergebnisse ergeben sich aus den strukturell sehr unterschiedlichen Studien und Patientenkollektiven (Ort, Zeit der Untersuchung, Anzahl der untersuchten Probanden).

1.5.2 Angle-Klasse II/2: Distalbiss mit retrudierter Oberkieferfront

1.5.2.1 Ätiologie

In zahlreichen Untersuchungen konnte eine relativ starke genetische Determination beobachtet werden (Kloeppel 1953, Korkhaus 1953, Fränkel und Falck 1967, Nakasima et al. 1982, Litt und Nielsen 1984, Markovic 1992, Peck et al. 1998, Ruf und Pancherz 1999).

Weitere Faktoren sind eine hohe Lippenchlusslinie als ätiologischen Faktor für die Retroinklination der vorderen Schneidezähne (Angle 1907, Fränkel und Falck 1967, Fletcher 1975, Luffingham 1982, Binda et al. 1994, Karlsen 1994, Schweitzer und Pancherz 2001, Lapatki et al. 2002, Lapatki et al. 2004). Auch eine hyperaktive Lippen- oder Mentalismuskulatur wird als prädisponierender Faktor diskutiert (Schuricht 1953, Arvystas 1990).

1.5.2.2 Prävalenz der Angle-Klasse II/2

Die Häufigkeit der Angle-Klasse II/2 wird in der Literatur zwischen 1,5% und 7% angegeben (Ingervall et al. 1972, Karlsen 1994, Peck et al. 1998)

1.5.3 Offener Biss

1.5.3.1 Ätiologie

Die genaue Ätiologie des offenen Bisses ist noch nicht genau untersucht. Sicher ist, dass eine genetische Determinante wie auch exogene Faktoren (Nahoum 1975, Vig and Fields 2000) ursächlich sind.

Mögliche Entstehungsursachen sind (Tammoscheit 1981):

Exogene Faktoren:

- Habits wie Zungenpressen und Daumenlutschen (Subtelny und Sakuda 1964, Larsson 2001, Warren und Bishara 2002, Burford and Noar 2003, Katz et al. 2004, Heimer et al. 2008). Larsson (1985) berichtet über einen Rückgang der Anomalie nach Abstellen des Habits
- Iatrogene Ursachen
- Alimentäre Ursachen
- Mundatmung z.B. auf Grund von vergrößerten Adenoiden (Linder-Aronson 1970 und 1979)

Endogene Faktoren:

- Progenie (Schulze 1965 und 1979)
- In progeniefreien Sippen
- Bei Schmelzhypoplasie (auto- und gonosomal) (Schulze 1964, Tammoscheit 1979)
- Zungenhaltung und Zungengröße (Subtelny und Sakuda 1964)
- Disproportionales Wachstum (Subtelny und Sakuda 1964)

1.5.3.2 Prävalenz des offenen Bisses

17,7 % der Kinder zeigen in der frühen Wechselgebissperiode einen offenen Biss von 1-12 mm (Tausche et al. 2004) wobei beim Erwachsenen die Häufigkeit zwischen 2,9% (Proffit et al. 1998) und 4,4 % (Wardlaw et al. 1992) liegt.

1.6 Problematik der Angle-Klasse II/1, II/2 und des offenen Bisses in Bezug auf das Rezidiv

1.6.1 Einflussfaktoren

Rezidive sind „partielle oder totale Rückstellungen, im Sinne der ursprünglich vorliegenden Ausgangsdysgnathie nach der chirurgischen Umstellung des Gesichtsschädels“ (Diedrich 2002). Man unterscheidet das Frührezidiv, welches nach dem Lösen der intermaxillären Verschnürung sofort erkennbar ist, von dem Spätrezidiv, welches nach ca. 6-24 Monaten entsteht.

Je nach Ausgangssituation (erworben, hereditär und der Ausprägungsgrad) sowie Abschlußbefund der vorliegenden Dysgnathie (Zahnstellung, funktionelle Okklusion, Restwachstum morphologisch und funktionelle Kräfte zueinander) bestehen unterschiedliche Risiko- und Einflussfaktoren, die ein mögliches Rezidiv beeinflussen.

Mandibuläre Verlagerungen weisen insgesamt eine höhere Rezidivrate auf als maxilläre, da die Kaumuskeln die Kiefersegmente des Unterkiefers in die Ausgangslage zurückziehen können. Eine mandibuläre Vorverlagerung mit gleichzeitiger Korrektur der vertikalen Bisslage weist die höchste Rezidivrate auf (Diedrich 2002). Die Ursachen für die Entstehung eines Rezidives sind nicht vollständig geklärt. Borstlap et al. (2004) und van Sickels et al. (2000) vermuten, dass eine starke Vorverlagerung verstärkt zu einem Rezidiv führen könnte. Die

Compliance, insbesondere in der Phase der Retention, ist ebenfalls entscheidend. Williams et al. (2005) beschrieb, dass die Motivation stark durch das äußere Erscheinungsbild und dessen Erfolg postoperativ beeinflusst werden kann.

Bei skelettverlagernden Eingriffen am Ober- bzw. Unterkiefer wird zwangsläufig in das stomatognathe System eingegriffen, welche zu mehr oder weniger starken Veränderungen im muskulären, okklusalen oder artikulären Gleichgewicht führen. Diskutiert wird hier zum Beispiel die operationsbedingte Lageveränderung des proximalen Segments mit dem Kiefergelenk und damit die Entstehung einer möglichen Rezidiventwicklung (O’Ryan und Epker 1983, Will et al. 1984, Luhr et al. 1986, Luhr 1989, Hackney et al. 1989, Kawamata et al. 1998). Eine Reihe von Autoren berichten von einer Resorption im Bereich des Kondylus und einem damit verbundenem Rezidiv (Sesenna und Raffaini 1985, Phillips und Bell 1978, Kerstens et al. 1990, Scheerlinck et al. 1994, Crawford et al. 1994).

Ein weiterer Ansatz, welcher schon lange diskutiert wird, ist die Muskulatur: Viele Autoren (Poulton und Ware 1971, Poulton und Ware 1973, McNeill et al. 1973, Ive et al. 1977, Epker et al. 1978, Kohn 1978, Poulton et al. 1979, Schendel et al. 1978, Lake et al. 1981, Joos et al. 1984, Ellis und Carlson 1983) berichten, dass es bei Operationen, bei denen eine Unterkieferverlagerung vorgenommen wird, zur Dehnung der suprahyoidalen Muskulatur und anschließend, durch die Rückstellkräfte, zum zurückziehen des Unterkiefers kommt. Hierdurch soll ein Rezidiv entstehen können. Eingriffe am Oberkiefer dagegen werden kaum durch muskuläre Aktivitäten beeinflusst und ermöglichen zudem eine Korrektur der Beziehung zwischen Lippe und Schneidezähne (Wolford und Epker 1975).

1.6.2 Möglichkeiten zur Verringerung des Rezidives

Wichtig für die Stabilität des Ergebnisses ist die Retention. Als Retentionsgeräte sind bimaxilläre Positioner geeignet, wenn ursprünglich eine Angle-Klasse II/1 mit offenem Biss vorhanden war, denn hier ist durch fortdauernde oder wieder auftretende Fehlfunktion die Rezidivgefahr groß (Diedrich 2000). Weitere Möglichkeiten zur Retention sind das Anbringen eines Kleberretainers oder das Tragen von Schienen, wobei hier auf die Compliance des Patienten geachtet werden muss. Die Retentionsdauer sollte (mindestens) so lange dauern wie die vorangegangene Behandlung, allerdings ist eine lebenslange Retention

wünschenswert, da nichts im menschlichen Organismus unverändert bleibt (Parker 1989).

Beim offenen Biss zum Beispiel muss auch an die Zusammenarbeit mit dem Logopäden gedacht werden, da der offene Biss oft durch das Persistieren des viszeralen Schluckmusters wieder auftritt. Daher sollte der Patient prä- oder postoperativ das Training des physiologischen Schluckmusters durchführen, um damit die Rezidivgefahr zu reduzieren (Fuhrmann und Diedrich 1994). Bei starker Makroglossie muss an eine chirurgische Zungenverkleinerung gedacht werden (Jakobs und Jakobs-Müller 1976).

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Beseitigen von Habits, denn nur so kann eine langfristige Stabilität erzielt werden.

1.7 Botox

1.7.1 Geschichte

Die Geschichte des Botulinum-Toxins (BT) begann mit dem Botulismus, d.h. mit einer Intoxikation durch BT. Anfang des 19. Jahrhunderts beschrieb Justinus Kerner das klinische Bild des Botulismus (Kerner 1817,1820,1822). Bereits damals spekulierte er über die Möglichkeit des therapeutischen Einsatzes von BT zur Behandlung von Muskelaktivitätssyndromen. 1879 identifizierte Van Ermengem Emile (1897) *Clostridium botulinum* als Produzent von BT. Brooks konnte die Blockierung der Acetylcholinfreisetzung an der neuromuskulären Synapse durch BT nachweisen (Brooks 1953,1954,1956). Nachdem entsprechende Tierversuche publiziert worden waren (Scott et al. 1973) erfolgte die erste therapeutische Anwendung von BT am Menschen zur Behandlung von Strabismus (Scott 2004). Kurze Zeit später wurde es in der Neurologie eingesetzt und später auch in vielen weiteren medizinischen Disziplinen therapeutisch angewendet (Dressler 2002).

1.7.2 Struktur

Therapeutische BT-Präparationen sind aus BT und einem pharmazeutischen Hilfsstoff zusammengesetzt (Abbildung 7). Bei den Hilfsstoffen handelt es sich um humanes Serumprotein und um Puffersysteme zur pH-Wert-Einstellung.

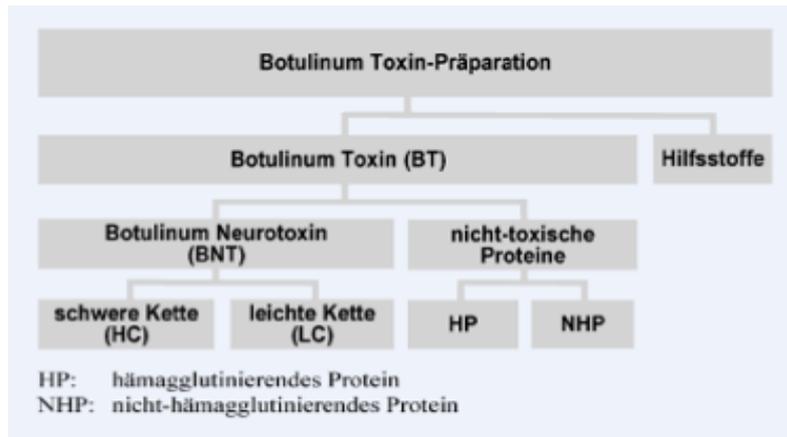


Abbildung 7:

Zusammensetzung der
therapeutischen
Botulinum-Toxin-
Präparation
(Dressler 2006)

1.7.3 Wirkmechanismus

Das BT führt zu einer Blockade der Acetylcholinausschüttung an cholinergen Synapsen. Wird Botulinum Toxin (BT) in das Zielgewebe injiziert so dissoziiert dieses in Botulinum Neurotoxin (BNT) und nicht toxische Proteine (Abbildung 7). Durch proteolytische Enzyme wiederum entsteht die hochtoxische, zweikettige Form, welche aus einer leichten Kette (HC) und einer schweren Kette (LC) besteht. Die schwere Kette ist verantwortlich für die hochselektive Bindung an Glykoproteine der Nervterminale und die damit verbundene Aufnahme in das cholinerge Nervenende. Dieser energieabhängige Prozess umfasst eine Endozytosephase und eine Exocytosephase in das Cytoplasma. Für die toxische Wirkung des Botulinum ist die leichte Kette verantwortlich: Sie spaltet verschiedene Proteine der Acetylcholin-Transport-Proteine-Kaskade (soluble N-ethylmaleimide-sensitive fusion attachment protein receptor = SNARE-Proteine), durch die der Transport der Acetylcholinvesikel vom Intrazellulärraum in den synaptischen Spalt vermittelt wird (Pellizzari et al. 1999). Verschiedene SNARE-Proteine werden durch verschiedene BT-Typen gespalten. So wird z.B. SNAP 25 durch BT-A, BT-C und BT-E gespalten (Binz et al. 1994 und Foran et al. 1996) und VAMP (vesicle-associated membrane protein = Synaptobrevin) durch BT-B, BT-D und BT-F (Schiavo et al. 1992, Yamasaki 1994). Eine Veränderung der strukturellen Integrität dieser genannten Proteine durch die als zinkabhängige Proteasen definierten Botulinum-Toxine, führt zu einer Verhinderung der Fusion der acetylcholingefüllten Vesikel mit der synaptischen Membran und damit zu einer fehlenden Neurotransmitterausschüttung. Therapeutisch genutztes BT-A spaltet selektiv SNAP 25 und verhindert somit die Ausschüttung des Neurotransmitters. Dadurch kommt es zu einer Degeneration des Nerventerrinals

mit Neuaussprossung zur Behebung des Schadens. Dies kann je nach Wirkort unterschiedlich lange dauern, wobei bei intramuskulärer Injektion nach etwa zwei bis drei Wochen das Maximum erreicht wird und nach etwa zweieinhalb Monaten die Wirkung langsam abzuklingen beginnt.

1.8 Fragestellung und Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der operativen Vorverlagerung des Unterkiefers nach Obwegeser/Dal Pont bei Angle-Klasse II Patienten mit tiefem Biss und dem Einfluss durch die suprahyoidale Muskulatur auf die Rezidiventstehung. Um den Zug auf den Unterkiefer durch die Muskulatur zu verringern wurde postoperativ bei sieben Patienten Botulinumtoxin in den M.mylohyoideus injiziert. Die Kontrollgruppe besteht aus 23 Patienten. Untersucht werden die Fernröntgenseitenbilder von 30 Patienten jeweils präoperativ (T1), unmittelbar postoperativ (T2) und ein Jahr postoperativ (T3). Viele Veröffentlichungen beziehen sich auf die Myotomie um das Problem zu lösen, jedoch sollte der Einfluss einer medikamentösen, neuromuskulären Blockade auf die Entwicklung eines Rezidives im Rahmen dieser Studie evaluiert werden.

2. PATIENTEN UND METHODIK

2.1 Patienten

In der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar, wurden im Rahmen dieser Arbeit 30 Patienten, welche durch eine Angle-Klasse II mit Tiefbiss charakterisiert waren, aus allen innerhalb eines Zeitraumes zwischen 2008-2011 operierten Patienten mit Dysgnathien ausgewählt. Die Patienten wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Operationsmethode nach Obwegeser/Dal Pont
- Keine weiteren Anomalien oder Spaltbildungen
- Folgende Röntgenbilder mussten vorhanden sein: FRS präoperativ, FRS unmittelbar postoperativ und FRS 12 Monate nach der Operation

Insgesamt wurden 90 Fernröntgenseitenbilder zum Zeitpunkt T1 (präoperativ), T2 (unmittelbar postoperativ) und T3 (12 Monate postoperativ) vermessen und ausgewertet. 7 Patienten waren mit einer Botoxinjektion in den M. mylohyoideus behandelt worden, die anderen 23 Patienten der Vergleichsgruppe nicht.

2.2 Methodik

Im Rahmen dieser Studie wurden die Fernröntgenseitenbilder T1, T2 und T3 einer Patientengruppe, welche durch eine Botoxinjektion in die suprahyoidale Muskulatur behandelt worden waren und einer Vergleichsgruppe, bei der keine Botoxbehandlung stattgefunden hat, vermessen und ausgewertet. Die Menge an Botox betrug 20 IE, welche in den M.mylohyoideus injiziert wurde.

- Sp Spina nasalis anterior - am weitesten anterior gelegener Punkt der spina nasalis anterior

- Sp´ Schnittpunkt zwischen NGn-Linie und NL-Linie

- A A-Punkt – tiefster Punkt der anterioren Kontur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes

- B B-Punkt – tiefster Punkt der anterioren Kontur des Unterkiefer-Alveolarfortsatz

- Pg Pogonion – am weitesten anterior gelegener Punkt des knöchernen Kinns

- Gn Gnathion – kaudalster Punkt der Unterkiefer-Symphyse

2.2.1.1.2 Weitere skelettale Referenzpunkte

- Pm Pterygomaxillarpunkt – Schnittpunkt der dorsalen Kontur des corpus maxillae mit der Kontur des harten Gaumens

- Ar Artikulare – Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des collum mandibulae

- Is Incision superius – am weitesten incisal gelegener Punkt des am anteriorsten stehenden oberen mittleren Incisivus

- Isa Incision superius apikale – Apex des oberen, mittleren Incisivus

- li Incision inferius – am weitesten incisal gelegener Punkt des am anteriorsten stehenden unteren mittleren Incisivus

- lia Incision inferius apicale – Apex des unteren, mittleren Incisivus

2.2.1.2 Referenzlinien

2.2.1.2.1 Skelettale horizontale Referenzlinien

Beschreibung des Gesichtsschädels in vertikaler Richtung:

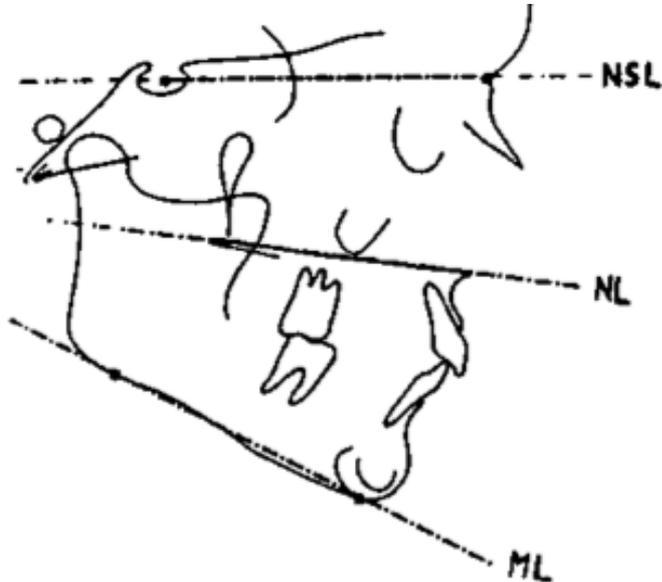


Abbildung 9: Darstellung der skelettal horizontalen Referenzlinien



Abbildung 10: Darstellung der skelettal vertikalen Referenzlinien

NSL Schädelbasislinie - N-S-Linie (Nasion-Sella-Linie) = Hauptreferenzebene

NL Nasallinie (Spinaebene) - Sp-Pm= charakterisiert die Oberkieferbasis

ML Mandibularlinie - Tangente ausgehend von Gn an die am weitesten nach kaudal vorspringende Prominenz des horizontalen Unterkieferastes im Angulusbereich (Unterrand der Mandibula); charakterisiert die Unterkieferbasis

2.2.1.2.2 Skelettale vertikale Referenzlinien

NA Linie zwischen N und A-Punkt - beschreibt die sagittale Position des Oberkiefers; Bezugslinie für die Bestimmung der Achsenneigung der Oberkiefer-Frontzähne

NB Linie zwischen N und B-Punkt - beschreibt die sagittale Position des Unterkiefers; Bezugslinie für die Bestimmung der Achsenneigung der Unterkiefer-Frontzähne

NPg Linie zwischen N und Pg-Punkt - beschreibt die sagittale Position des Kinns, kann als Bezugslinie für die Bestimmung der Achsenneigung der Frontzähne verwendet werden

2.2.1.2.3 Weichteillinien

HL Holdawaylinie - Linie zwischen Weichteilpogonium und Oberlippenpunkt (UL = upper lip). Gibt Auskunft über die Form des knöchernen Kinns.

EL Ästhetiklinie - Linie zwischen Nasenspitze und Weichteilpogonium (WPg). Gibt Auskunft über das Lippenprofil und die Gesichtskonvexität.

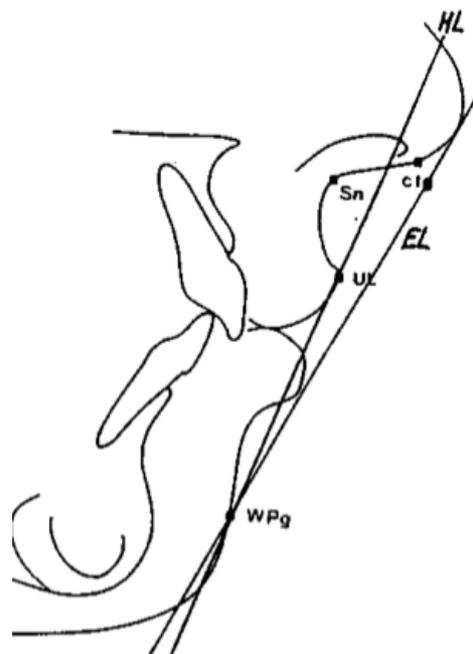


Abbildung 11: Darstellung der Weichteillinien

2.2.1.2.4 Zur Auswertung verwendete Winkel (in Grad) und Strecken (in mm)

Relation	Meßwert	Beschreibung
Sagittal	SNA-Winkel	Winkel zwischen Sella, Nasion und A-Punkt
	SNB-Winkel	Winkel zwischen Sella, Nasion und B-Punkt (sagittaler Interbasiswinkel)
	ANB-Winkel	Winkel zwischen A-Punkt, Nasion und B-Punkt
	SNPg-Winkel	Winkel zwischen Sella, Nasion und Pogonion-Punkt
Vertikal	NL-NSL-Winkel	Winkel zwischen Maxillar- und NS-Linie
	ML-NSL- Winkel	Winkel zwischen Mandibular- und NS-Linie
	ML-NL-Winkel	vertikaler Interbasiswinkel
Sonstige Winkel	Gn-tgo-Ar (Kieferwinkel)	Winkel zwischen Mandibularlinie und Ramuslinie
	NSBa (Schädelbasiswinkel)	Winkel zwischen Nasion, Sella und Basion
	N-Winkel (Norderval-Winkel)	Winkel zwischen PgB-Linie und ML (gibt Auskunft über die Kinnform)
Weichteilwinkel	Holdaway-Winkel	Winkel zwischen NB-Linie und HL (Linie zwischen Weichteilpogonion und Oberlippenpunkt)
	Nasolabial- Winkel	Winkel zwischen Columella-Subnasale und Oberlippenpunkt
Dental	Interinzisalwinkel	Winkel obere und untere Schneidezahnachse
	OK1/NA-Winkel	Winkel Schneidezahnachse im Oberkiefer und NA
	UK1/NB-Winkel	Winkel Schneidezahnachse im Unterkiefer und NB
weitere Strecken	OK1-NA-Strecke	Strecke zwischen is und NA (Senkrecht zu NA)
	UK1-NB-Strecke	Strecke zwischen ii und NB (Senkrecht zu NB)
	UK1-NPg-Strecke	Strecke zwischen ii und NPg (Senkrecht zu NPg)
	Pg-NB-Strecke	Strecke zwischen Pg und NB (Senkrecht zu NB)

Tabelle: 1 Zur Auswertung verwendete Winkel

Bestimmung des Index

$$\text{Index} = \frac{N - Sp' / Sp' - Gn}{100} \times 100 \text{ (in Prozent)}$$

Der Index beschreibt die vertikale Dimension des Gesichtes bzw. der mittleren unteren Teilhöhe des Gesichtes. Mit dem Index erfolgt die Unterteilung in den offenen, neutralen und tiefen Biss.

Offen < 70%

Neutral 79% +/- 9%

Tief > 88%

2.2.1.2.5 Diagnostische Deutung kephalometrischer Meßwerte

Zur diagnostischen Deutung kephalometrischer Messwerte benötigt man einen Vergleichsmaßstab. Hierfür wurden für die verschiedenen kephalometrischen Messungen Durchschnittswerte ermittelt (Rakosi 1988, Hasund und Segner 1998)

Parameter	Mittelwert \pm s	Aussage bei kleinem Wert	Aussage bei großem Wert
Sagittale Strukturmerkmale			
SNA	$82^\circ \pm 3^\circ$	maxilläre Retrognathie	maxilläre Prognathie
SNB	$80^\circ \pm 3^\circ$	mandibuläre Retrognathie	mandibuläre Prognathie
SNPg	$81^\circ \pm 3^\circ$	mandibuläre Retrognathie	mandibuläre Prognathie
ANB	$2^\circ \pm 2^\circ$	mesial-basale Diskrepanz	distal-basale Diskrepanz
PgNB	$\varnothing = 2^\circ$	gibt Auskunft über die Prominenz der Symphyse	
NSBa	$130^\circ \pm 6^\circ$	geknickte Schädelbasis	gestreckte Schädelbasis
Vertikale Strukturmerkmale			
NL-NSL	$8,5^\circ \pm 3^\circ$	anteriore Neigung des OK	posteriore Neigung des OK
ML-NSL	$32^\circ \pm 6^\circ$	anteriore Neigung des UK	posteriore Neigung des UK
ML-NL	$23,5^\circ \pm 3^\circ$	kleiner Basiswinkel	großer Basiswinkel
NSp'/Sp'Me	$79\% \pm 5\%$	große Untergesichtshöhe	kleine Untergesichtshöhe
ArGoMe	$126^\circ \pm 10^\circ$	kleiner Kieferwinkel	großer Kieferwinkel
Achsenstellung der Schneidezähne			
\perp -T	$134^\circ \pm 6^\circ$	kleiner Interinzisalwinkel	großer Interinzisalwinkel
\perp -NA	$22^\circ \pm 3^\circ$	Steilstand (NA)	labialer Kippstand (NA)
T-NB	$25^\circ \pm 3^\circ$	Steilstand (NB)	labialer Kippstand (NB)
Schneidezahnposition im Kiefer			
\perp -NA	$4\text{mm} \pm 2\text{mm}$	Oberkieferfront hinter Oberkieferbasis	Oberkieferfront vor Oberkieferbasis
T-NB	$4\text{mm} \pm 2\text{mm}$	Unterkieferfront hinter Unterkieferbasis	Unterkieferfront vor Unterkieferbasis
T-NPg	$4\text{mm} \pm 2\text{mm}$	Unterkieferfront hinter Unterkieferbasis	Unterkieferfront vor Unterkieferbasis
Pg-NB	$4\text{mm} \pm 2\text{mm}$	gering ausgeprägtes Kinn	stark ausgeprägtes Kinn
Schneidezahnokklusion			
Overjet	$2\text{mm} \pm 2\text{mm}$	kleine sagittale Stufe	große sagittale Stufe
Overbite	$2\text{mm} \pm 2\text{mm}$	offener Biss	Tiefbiß
Sonstige Winkel			
N-Winkel	$58^\circ \pm 6^\circ$	Kinn spitz	Kinn stumpf
H-Winkel	$6 - 10^\circ$	geringe Gesichtskonvexität	starke Gesichtskonvexität
Nasolabial-Winkel	$110^\circ \pm 10^\circ$	Beschreibung der Weichteilbeziehung zwischen Nase und Oberlippe (Ästhetische Bedeutung)	

Tabelle 2 : Kephalemtrische Messwerte und ihre diagnostische Aussage (Diedrich 2000)

2.2.1.2.6 Statistische Methoden

Die Ergebnisse der ausgewerteten Fernröntenseitenbilder prä-, post- und ein Jahr postoperativ wurden mit Hilfe von Excel (2008) binär verschlüsselt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels dem Statistikprogramm SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS 17.01)

Die einzelnen Parameter wurden mit Hilfe von Balkendiagrammen graphisch dargestellt, wobei jeweils die prä-, post- und ein Jahr postoperativ ermittelten Werte der Patientengruppen mit und ohne Botoxbehandlung gegenübergestellt wurden. Der Fehlerbalken wurde mit einem Konfidenzintervall von 95% angegeben.

Des Weiteren erfolgte die Darstellung der kephalometrischen Ausgangswerte, der Werte nach erfolgter chirurgischer Behandlung und die Werte nach erfolgter Entfernung des Osteosynthesematerials beider Patientengruppen (mit und ohne Botoxbehandlung) tabellarisch unter Berechnung der Mittelwerte, der Standardabweichung, des Minimums und Maximums.

Zum Vergleich zweier Mittelwerte wurde ein zweiseitiger t-test für unabhängige Stichproben verwendet. Für die statistische Berechnung wurde ein Signifikanzniveau von $p=0,05$ festgelegt. Alle p-Werte die über diesem Wert liegen gelten als statistisch nicht signifikant, p-Werte kleiner als 0,05 als signifikant und p-Werte kleiner als 0,01 als hochsignifikant.

3. ERGEBNISSE

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 30 Patienten untersucht. Der Zeitraum belief sich auf 3 Jahre (2008-2011). Das Durchschnittsalter betrug 30,7 Jahre. Die Patienten wiesen alle eine Angle-Klasse II mit Tiefbiss auf. Es wurden keine Nebenwirkungen der Patienten wie Schluckstörungen, Infektionen an der Einstichstelle, Mundtrockenheit oder allergische Reaktionen von den Patienten beschrieben.

3.1 Vergleich der kephalometrischen Messwerte im Verlauf der Untersuchungen

3.1.1 Darstellung des SNA-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

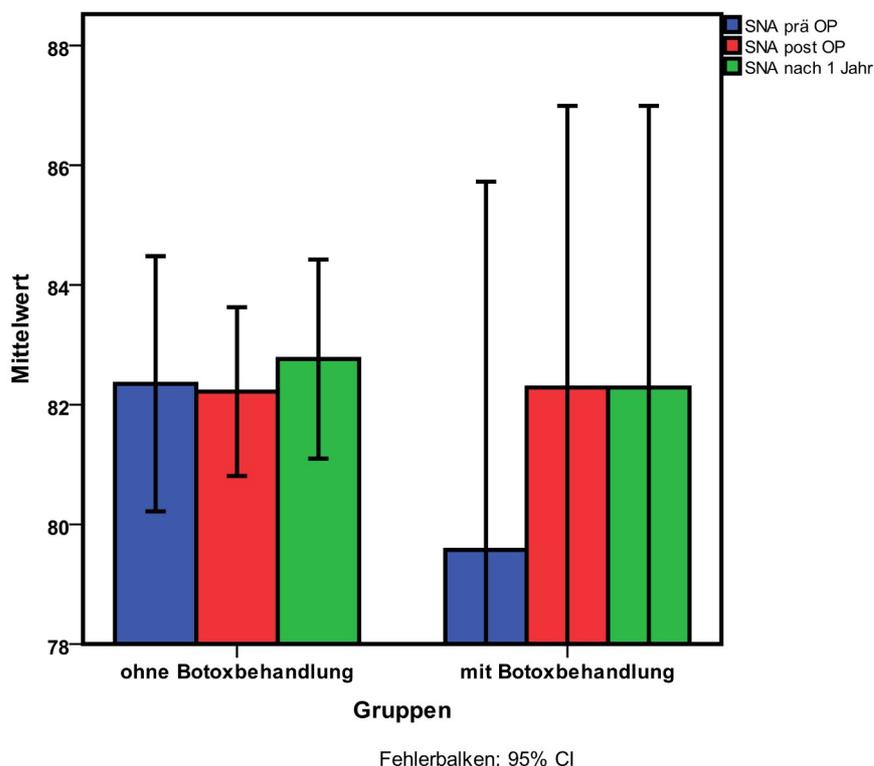


Abbildung 12: Darstellung des SNA-Winkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des SNA-Winkels im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Der Unterschied des SNA-Winkels prä- und postoperativ ist nicht deutlich verändert, was daran liegt, dass hauptsächlich monognathe Operationen stattgefunden haben. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.2 Darstellung des SNB-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

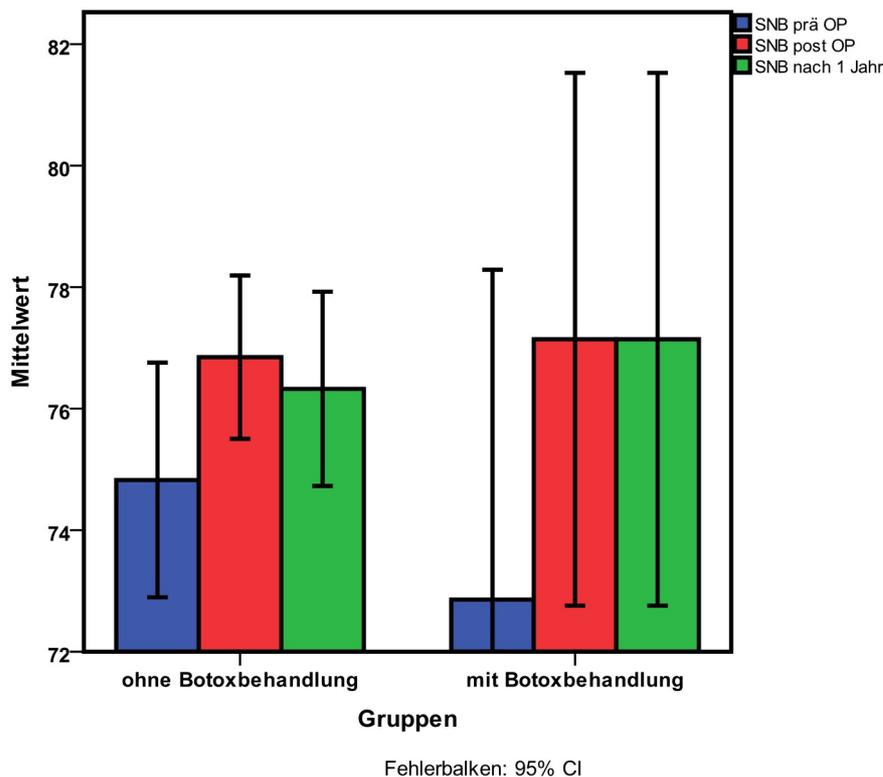


Abbildung 13: Darstellung des SNB-Winkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des SNB-Winkels im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Der SNB-Winkel macht eine Aussage über die sagittale Position der Mandibula. Kleine Werte deuten auf das

Vorliegen einer mandibulären Retrognathie, große Werte auf eine mandibuläre Prognathie hin. Aus den Ergebnissen der Kontrollgruppe von einem zunächst größeren auf einen kleineren Wert nach einem Jahr wird das Rezidiv im Unterkiefer erkennbar. Es muss noch erwähnt werden, dass der B-Punkt als basaler Bezugspunkt nicht ganz unabhängig von der Achsenstellung der Schneidezähne ist. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.3 Darstellung des ANB-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

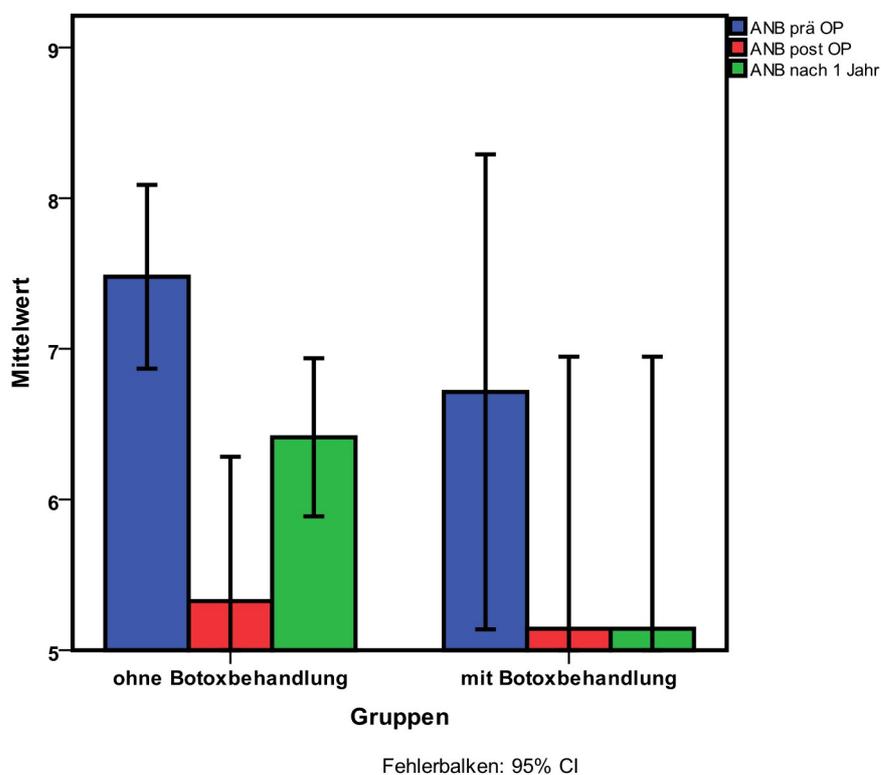


Abbildung 14: Darstellung des ANB-Winkels beider Studiengruppen

Der ANB-Winkel ergibt sich aus der Differenz von SNA- und SNB-Winkel und beschreibt somit die sagittale Relation von Ober- und Unterkiefer. Es wird die relative Lage von Ober- und Unterkiefer beschrieben, sprich die Kieferrelation. Kommt es zu einer Abweichung des ANB-Winkels nach unten bzw. oben, liegt eine mesial-basale bzw. distal-basale Diskrepanz vor ohne dass anhand nur dieses Wertes eine Aussage getroffen werden kann, welcher Kiefer diese Abweichung verursacht hat

(Miethke und Heyn 1987). Anhand der Darstellung der Entwicklung des ANB-Winkels im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr signifikant in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Dies lässt sich durch den SNB-Winkel (Abbildung 13) erklären, welcher postoperativ nach einem Jahr wieder in Richtung des Ursprungswertes verändert ist.

Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.4 Darstellung des SNPg-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

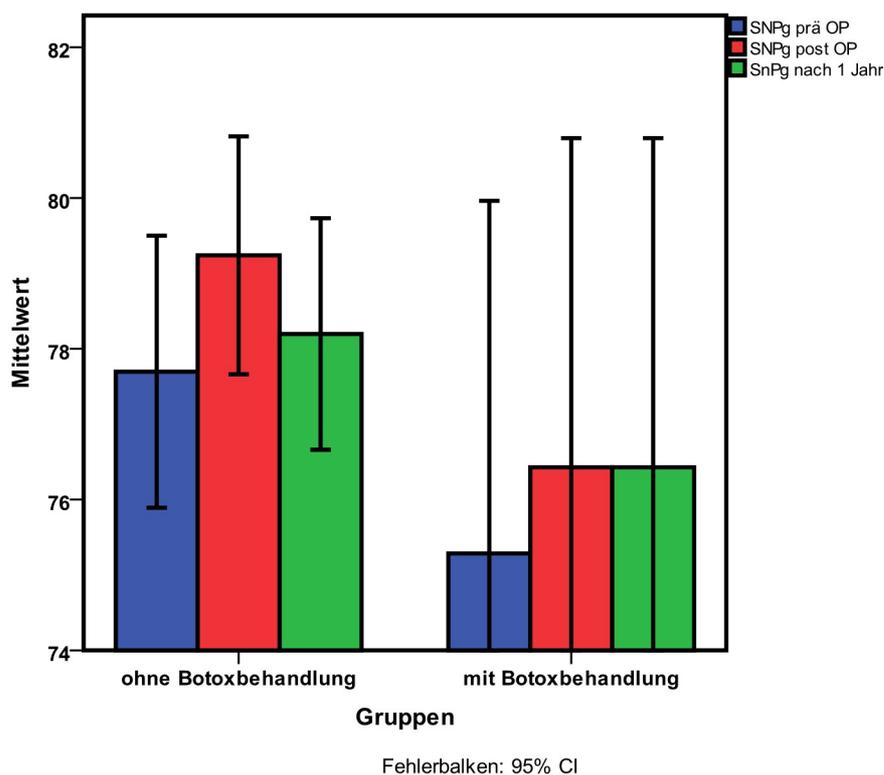


Abbildung 15: Darstellung des SNPg-Winkels beider Studiengruppen

Zum postoperativen Zeitpunkt lässt sich bei bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) ein signifikanter Rückgang in Richtung des ursprünglichen Wertes erkennen. Bei der Gruppe mit Botox ist auch hier kein Rezidiv zu erkennen. Der Pogonionwinkel gibt Auskunft über die sagittale Position, den Prognathiegrad der Mandibula

einschließlich der Pogonionprominenz in Abhängigkeit zur anterioren Schädelbasis. Durch den Rückgang des SNB-Winkels ist bei der Vergleichsgruppe ebenfalls mit einem Rückgang des SNPg-Winkels zu rechnen, was hier der Fall ist. Da bei der Gruppe ohne Botox kein Rückgang zu erkennen ist lässt sich auch hier deutlich der Einfluss der Muskulatur auf das Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.5 Darstellung des PgNB-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

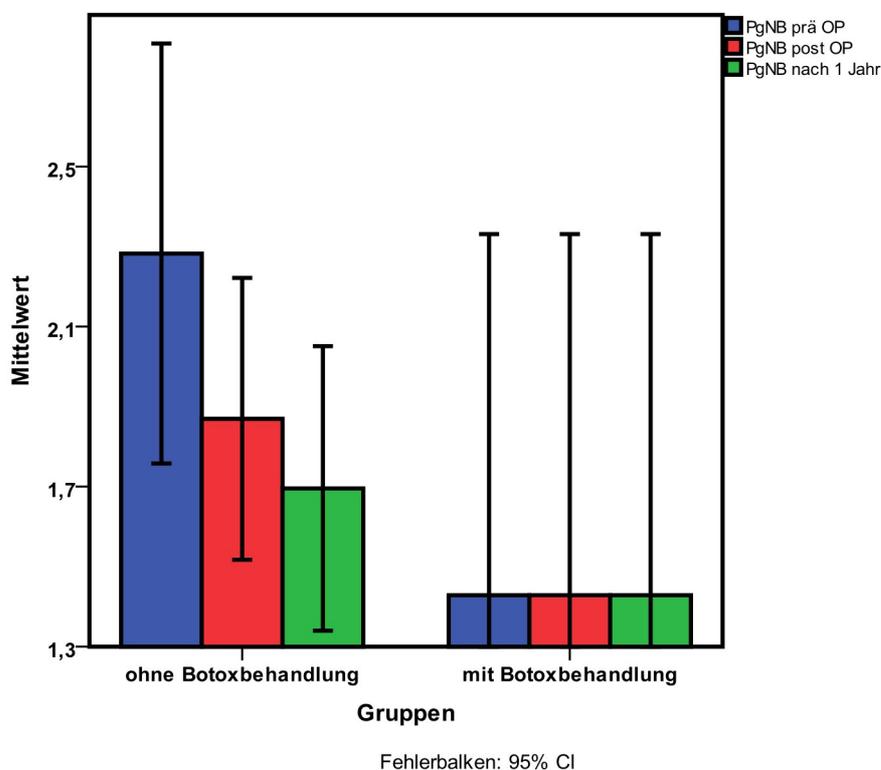


Abbildung 16: Darstellung des PgNB-Winkels beider Studiengruppen

Der PgNB-Winkel gibt Auskunft über die Prominenz der Symphyse und steht somit in direktem Zusammenhang zum SNB und PgNB-Winkel wodurch hier die Werte zeigen, dass sich der Winkel bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) postoperativ entgegen der Richtung des Ursprungswertes verändert haben. Dies zeigt eine Dynamik, welche sich durch die suprahyoidale Muskulatur erklären lässt, da bei der Gruppe mit Botox keine Veränderung zu beobachten war. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.6 Darstellung des NSBa-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

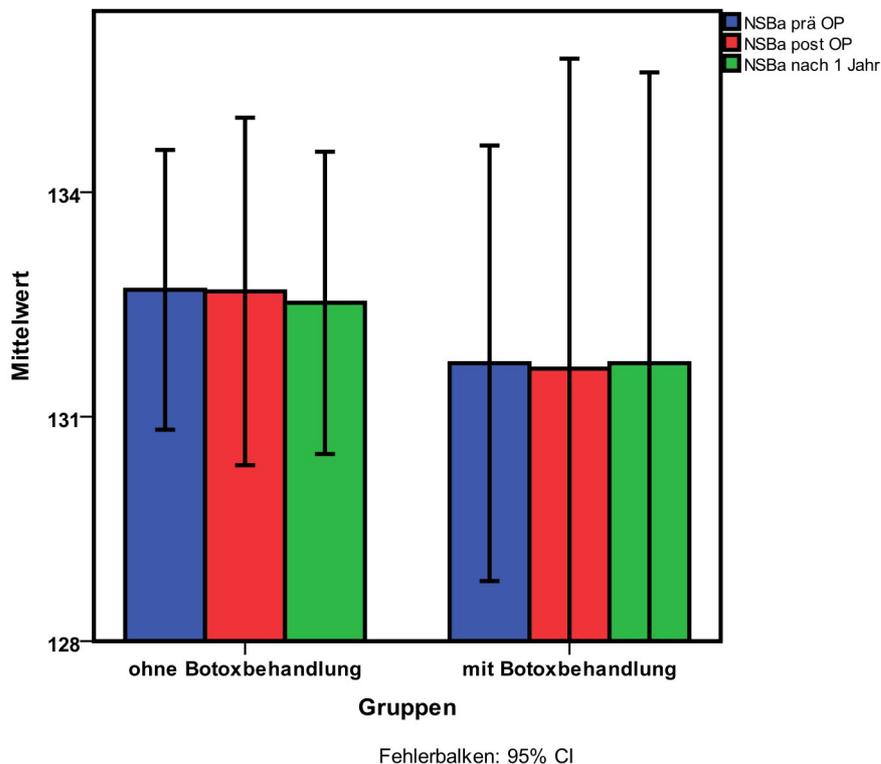


Abbildung 17: Darstellung des NSBa-Winkels beider Studiengruppen

Der NSBa-Winkel macht eine Aussage über das Ausmaß der Schädelbasientwicklung. Es besteht ein schwacher Zusammenhang zwischen sagittalen Strukturmerkmalen, weil ein (schwacher) Zusammenhang zwischen der sagittalen Ausdehnung des Viszerokraniums und der Schädelbasisknickung besteht: bei kleinen NSBa-Winkeln sind häufig prognathe Kiefer anzutreffen. Dieser Winkel ist therapeutisch nicht beeinflussbar und wird nur zur synoptischen Beurteilung einbezogen. Der Wert hat sich in beiden Gruppen wenig verändert was durch die Tatsache, dass dieser Winkel therapeutisch nicht beeinflussbar ist und nur zur synoptischen Beurteilung einbezogen wird, als logisch erscheint. Die gemessenen Abweichungen lassen sich beispielsweise durch Messvarianzen erklären. Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt

3.1.7 Darstellung des GntgoAr-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

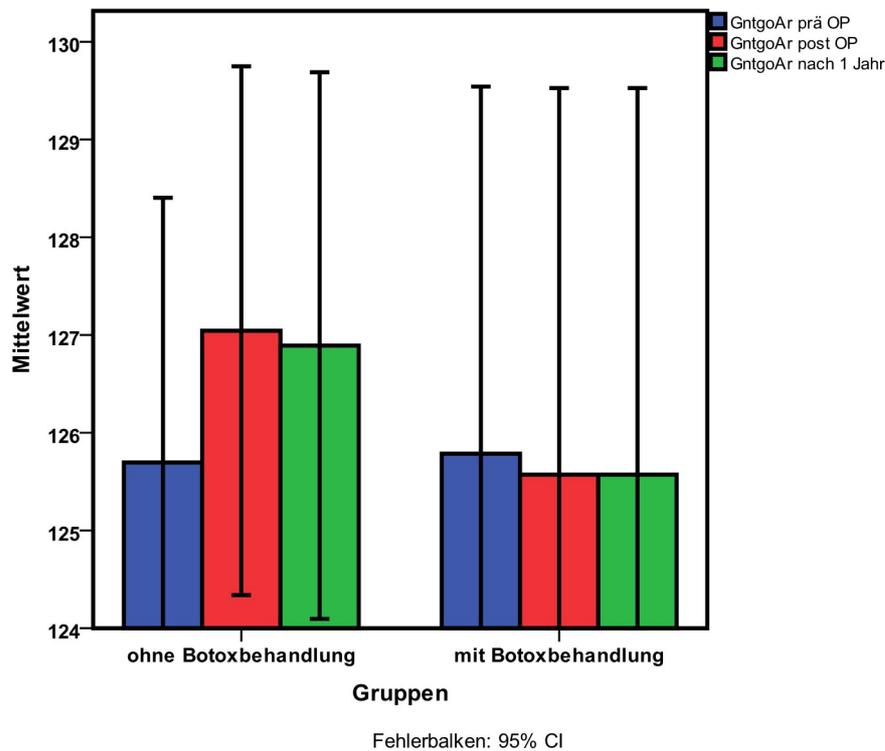


Abbildung 18: Darstellung des Kieferwinkels beider Studiengruppen

Der Kieferwinkel hängt charakteristischer Weise mit der Neigung der Mandibula zusammen: bei einer posterioren Neigung findet sich in der Regel ein großer Kieferwinkel, d.h. die Mandibula erscheint gestreckt. Anhand der Darstellung der Entwicklung des Kieferwinkels (GntgoAr) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr gering in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist.

Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.8 Darstellung des N-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

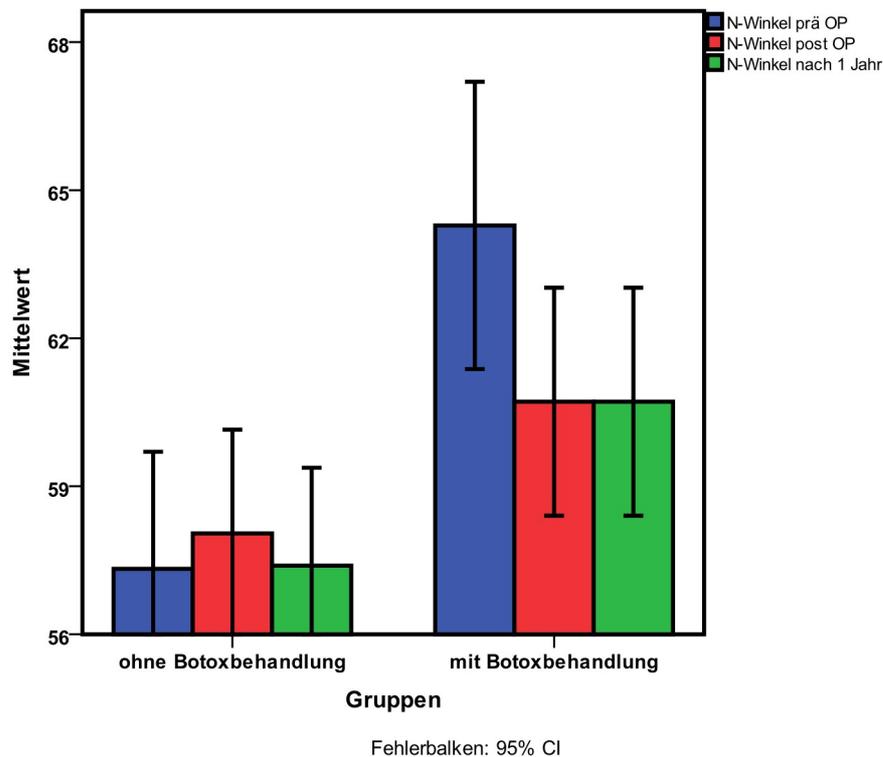


Abbildung 19: Darstellung des N-Winkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung des N-Winkels (Norderval-Winkel) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr fast vollständig auf den ursprünglichen Wert verändert ist.

Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Der N-Winkel gibt Auskunft über die Kinnprominenz in Relation zur Mandibularlinie. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.9 Darstellung des H-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

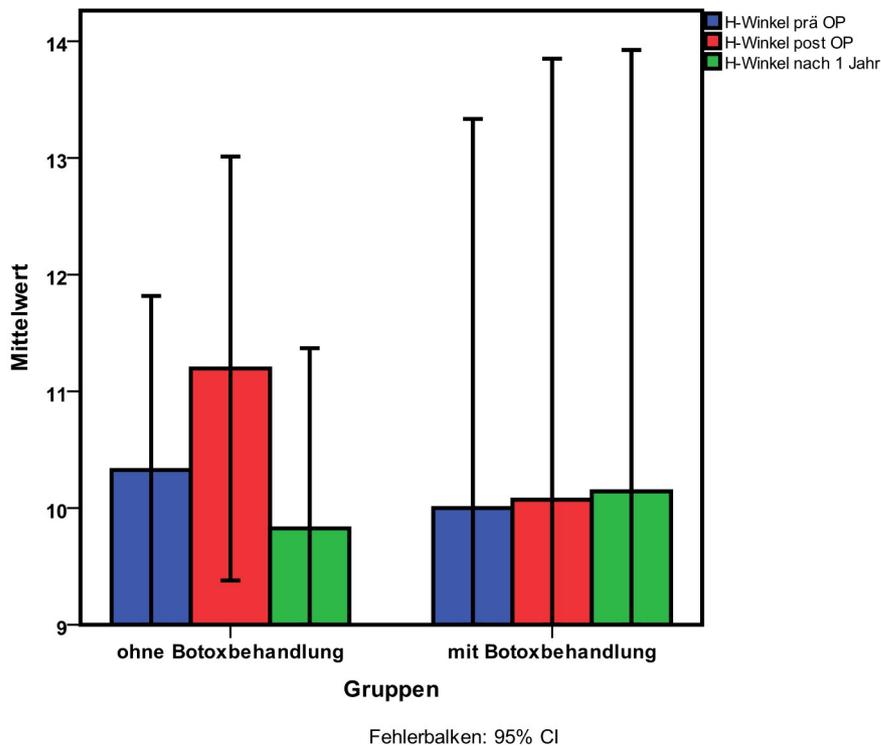


Abbildung 20: Darstellung des H-Winkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des H-Winkels (Holdaway Winkel) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Der H-Winkel gibt Auskunft über das Lippenprofil und die Gesichtskonvexität. Diese hat sich bei der Gruppe mit Botox kaum verändert wobei die Änderung entgegen der ursprünglichen Position geht.

Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.10 Darstellung des NL-NSL-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

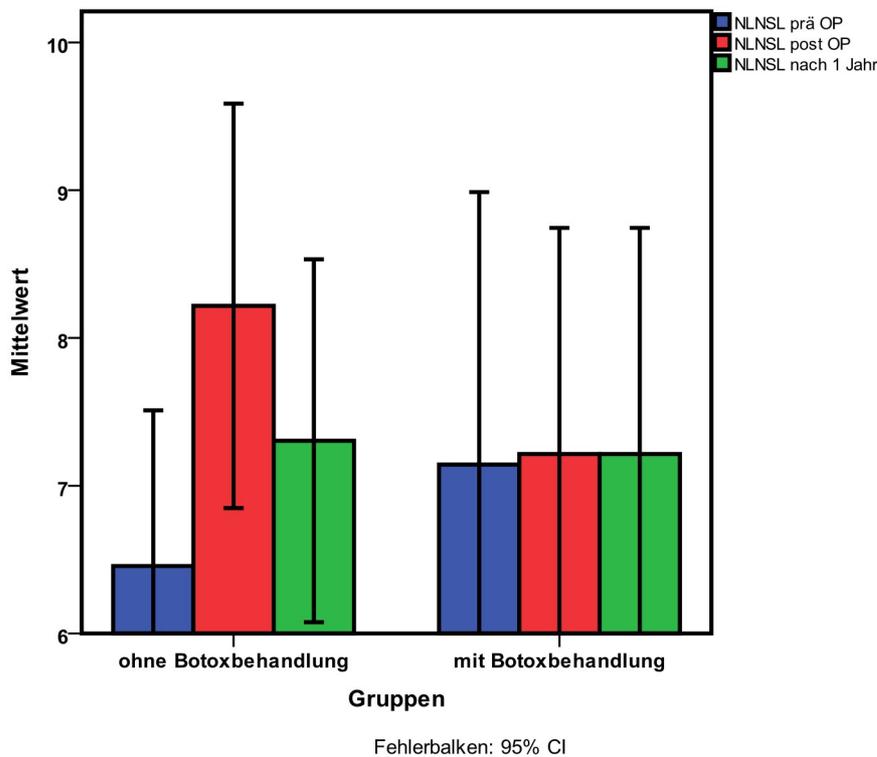


Abbildung 21: Darstellung des NL-NSL-Winkels beider Studiengruppen

Der NL-NSL-Winkel (Winkel zwischen der Oberkieferbasis und der anterioren Schädelbasis) beschreibt die Neigung der Maxilla gegenüber der anterioren Schädelbasis. In der Vergleichsgruppe lässt sich eine Änderung des Winkels von prä- auf postoperativ auf einen größeren Wert erkennen. Große Werte ergeben sich normalerweise bei Vorliegen einer posterioren Neigung der Maxilla. Das Mittelgesicht wirkt bei solchen Patienten überdimensioniert. Dies wäre in diesem Fall ungünstig. Bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) wird deutlich, dass der Verlaufswert postoperativ nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes geht. Somit kann man eine gewisse Dynamik erkennen. Bei der Gruppe ohne Botox lässt sich nur eine geringe Änderung der Werte erkennen, was daran liegt, dass hauptsächlich monognathe Operationen stattgefunden haben, der Oberkiefer somit relativ stabil bleibt. In diesem Zusammenhang zeigt sich auch eine mögliche Beeinflussung der OK-Position durch die UK-Position bei einem möglichen Rezidiv und der Änderung der Okklusionsebene durch die hier dargestellten Winkel. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.11 Darstellung des ML-NSL-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

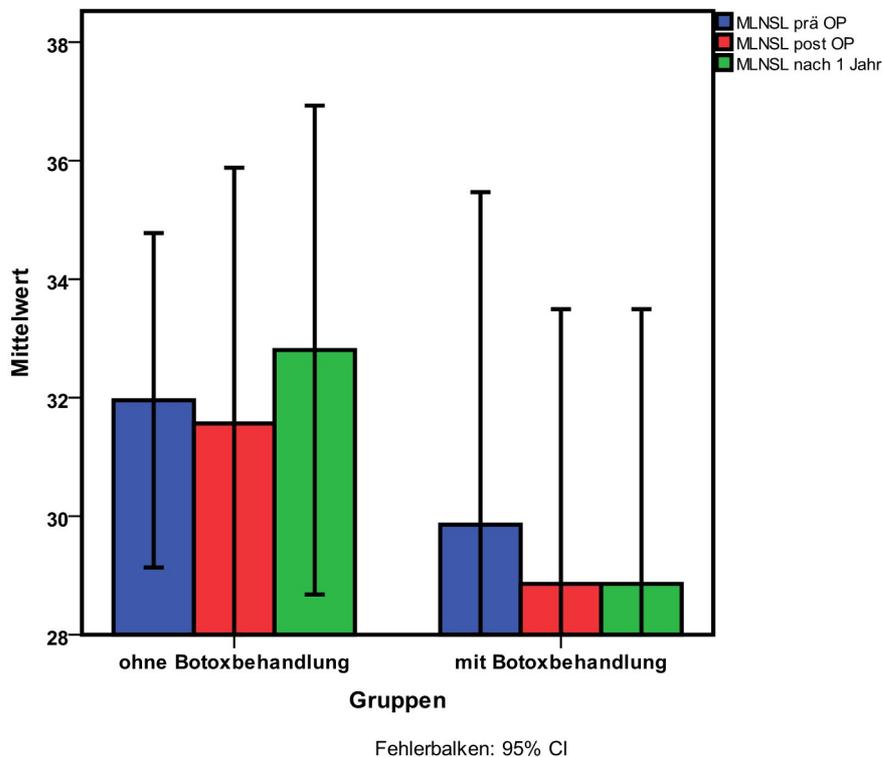


Abbildung 22: Darstellung des ML-NSL-Winkels beider Studiengruppen

Der ML-NSL beschreibt die Neigung der Mandibula gegenüber der anterioren Schädelbasis. Postoperativ verkleinert sich der Wert in beiden Gruppen, da eine anteriore Neigung der Mandibula stattfindet. Anhand der Darstellung der Entwicklung des ML-NSL (Inklinationsgradwinkel der Mandibula) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr gering entgegen der Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Dies weist auf eine bestehende Dynamik postoperativ hin. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.12 Darstellung des ML-NL-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

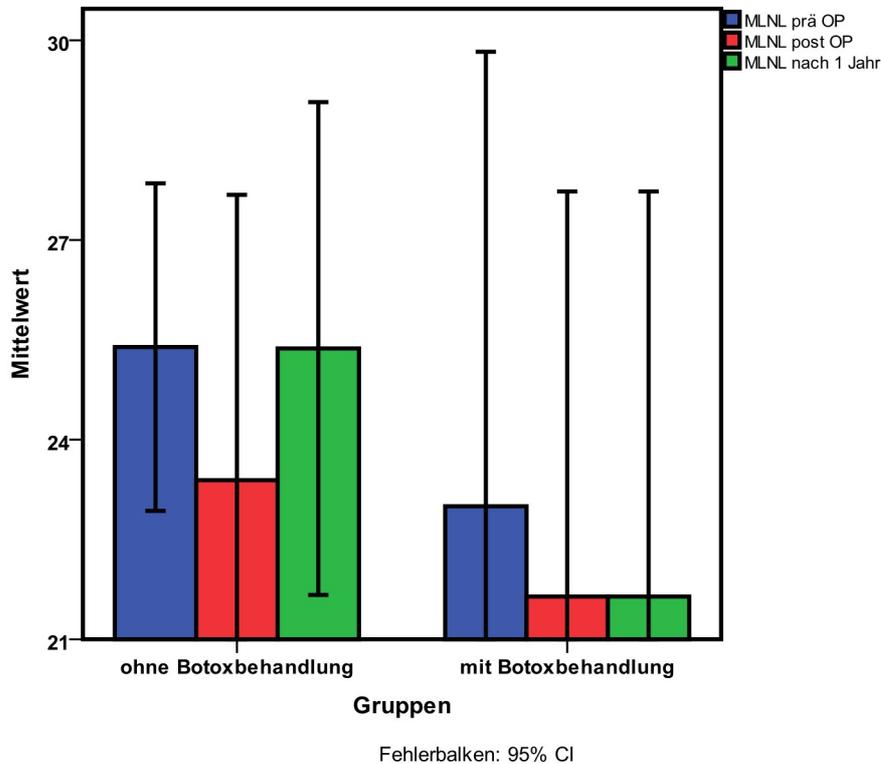


Abbildung 23: Darstellung des ML-NL-Winkels beider Studiengruppen

Der Kieferbasiswinkel beschreibt den Öffnungswinkel zwischen beiden Kieferbasen. Kleine Kieferbasiswinkel sind zumeist mit einem tiefen Biss kombiniert, sowohl dental, als auch skelettal. Da der ML-NL rechnerisch durch die Subtraktion des NL-NSL vom ML-NSL Winkel entsteht ergeben sich die Mittelwerte aus den Abbildungen 21 und 22. Es lässt sich bei der Vergleichsgruppe (mit Botox) ein Rezidiv bis auf den präoperativen Wert im Verlauf erkennen. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.13 Darstellung der Strecke NSp' (in mm) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

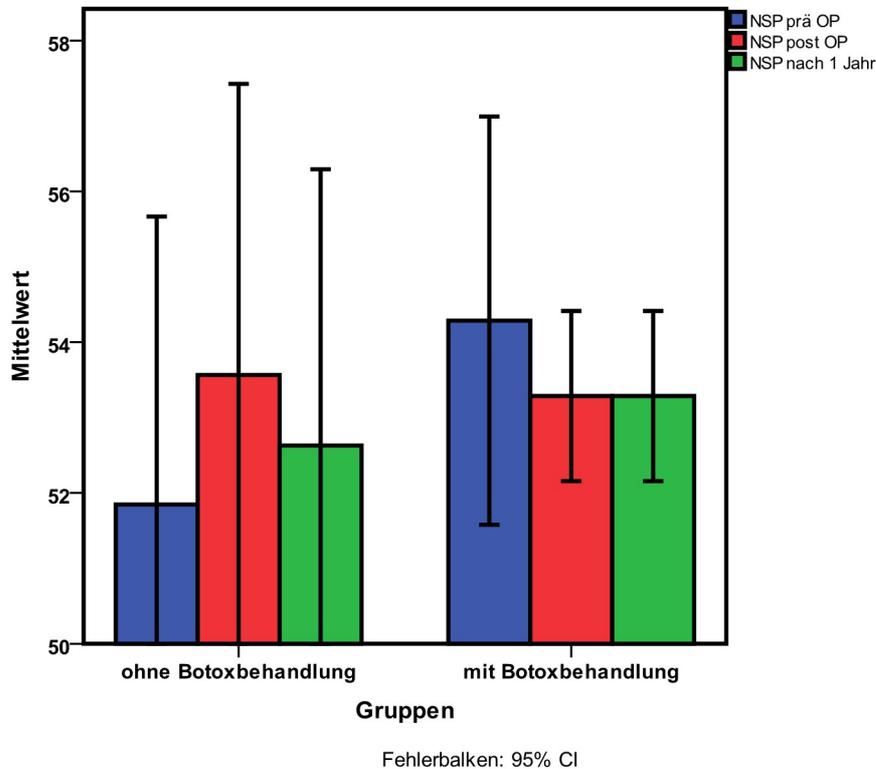


Abbildung 24: Darstellung der Strecke NSp' beider Studiengruppen

Die NSp'-Strecke ist für die Berechnung des anterioren Gesichtshöhenverhältnisses, dient jedoch nicht als diagnostische Aussage. Anhand der Darstellung der Entwicklung im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr deutlich in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist.

Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.14 Darstellung der Strecke Sp'Gn (in mm) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

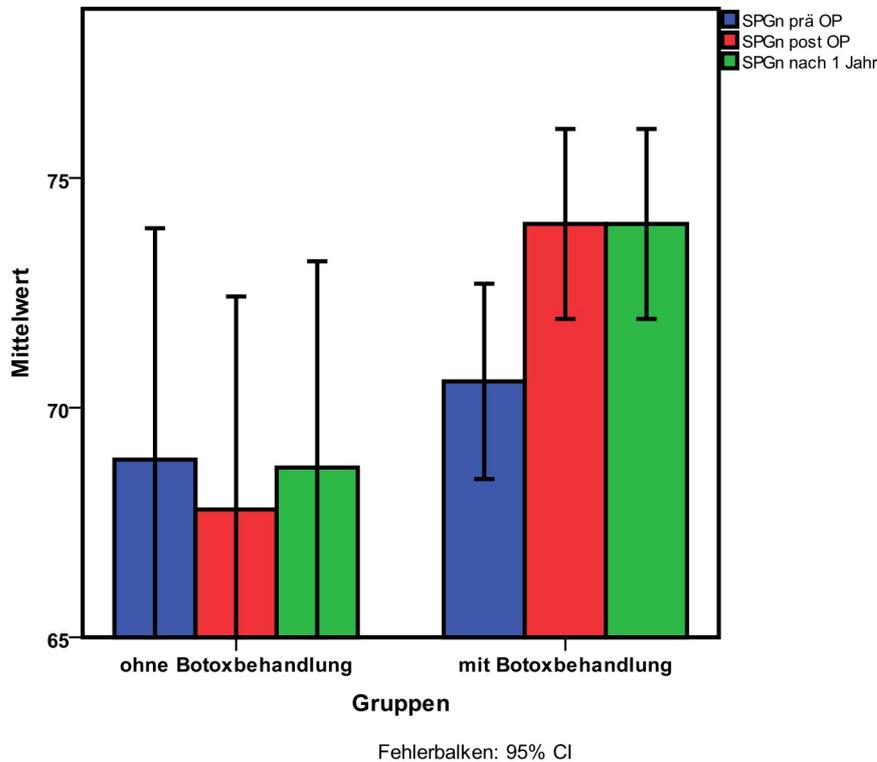


Abbildung 25: Darstellung der Strecke Sp'Gn beider Studiengruppen

Die Strecke Sp'Gn dient für die Berechnung des anterioren Gesichtshöhenverhältnisses, nicht jedoch als diagnostische Aussage. Anhand der Darstellung der Entwicklung der Strecke Sp'Gn (in mm) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr fast auf den präoperativen Wert zurück geht.

Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.15 Darstellung des Index (in %) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

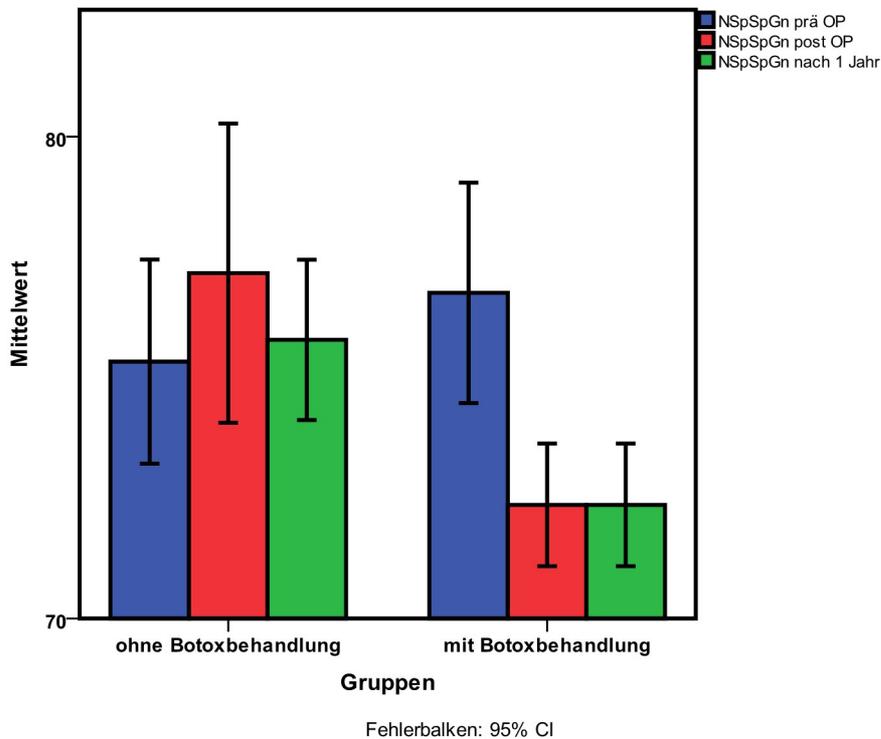


Abbildung 26: Darstellung des Index beider Studiengruppen

Der Index ergibt sich aus dem Verhältnis von NSP' zu Sp'Gn in Prozent und gibt Aufschluß über das anteriore Gesichtshöhenverhältnis. Dieses gibt das Verhältnis von der Mittelgesichtshöhe zur Untergesichtshöhe an. Die Mittelgesichtshöhe wird dabei als Referenz herangezogen, da sie geringeren Variationen unterliegt. Anhand der in Abbildung 24 und 25 beschriebenen Entwicklungen der Werte lässt sich daraus resultierend auch hier ein Rückgang der Vergleichsgruppe (ohne Botox) in Richtung des präoperativen Wertes erkennen, welcher sich auf Grund der Tatsache, dass die Mittelgesichtshöhe stabiler bleibt, eher auf die Veränderung der Untergesichtshöhe begründet. Diese ging bis auf den präoperativen Wert zurück. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.16 Darstellung des \perp -T-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

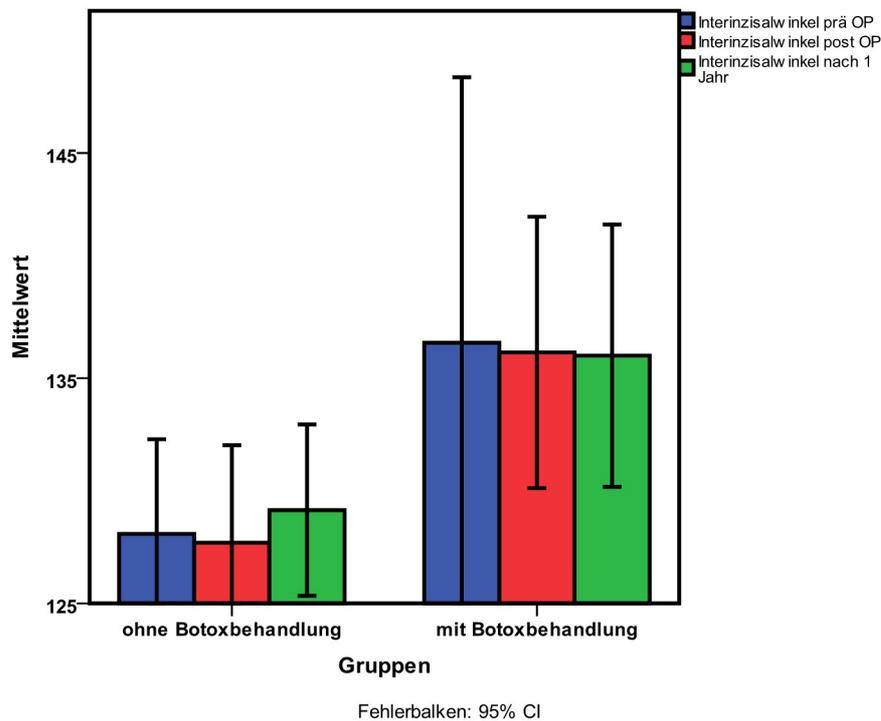


Abbildung 27: Darstellung des Interinzisalwinkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des Interinzisalwinkels im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr entgegen der Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox verändert sich ebenfalls der Verlaufswert in entgegengesetzte Richtung des Ursprungswertes. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.17 Darstellung des \perp -NA-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

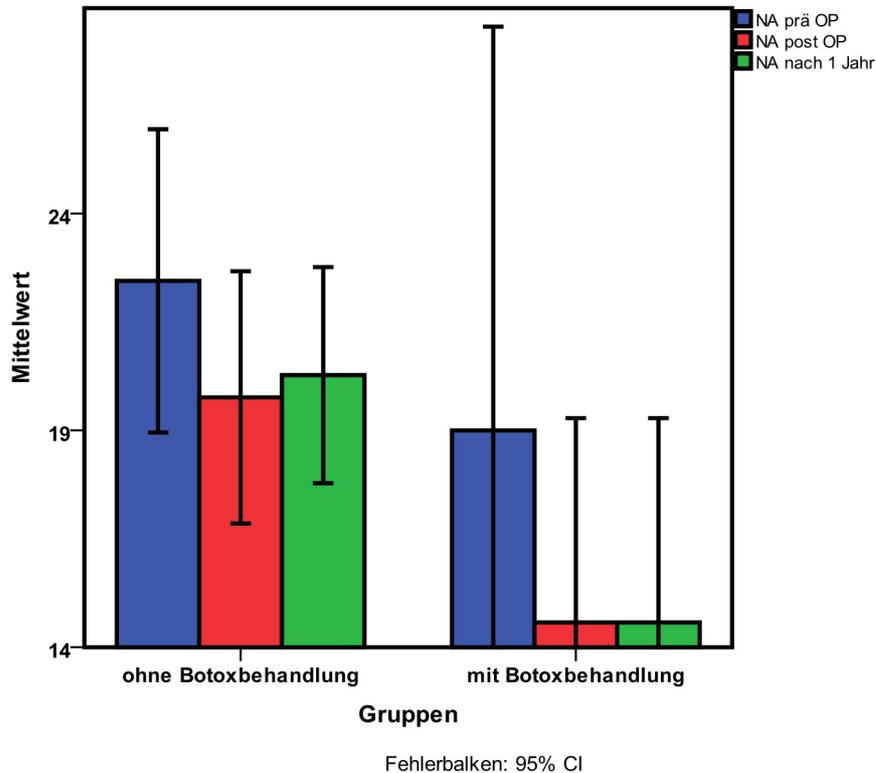


Abbildung 28: Darstellung des \perp -NA-Winkels beider Studiengruppen

Bei der Achsenstellung der oberen Schneidezähne bezüglich der Linie Nasion-A-Punkt deuten große Werte auf eine protrusive Achenstellung hin. Anhand der Darstellung der Entwicklung der Verlaufswerte der Vergleichsgruppe (ohne Botox) erkennt man eine erneute Vergrößerung der Werte postoperativ nach einem Jahr in Richtung des Ursprungswertes. Dies deutet auf die Protrudierung der Zähne und damit einem Rezidiv hin. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich ein stabiles Ergebnis postoperativ erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.18 Darstellung des T-NB-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

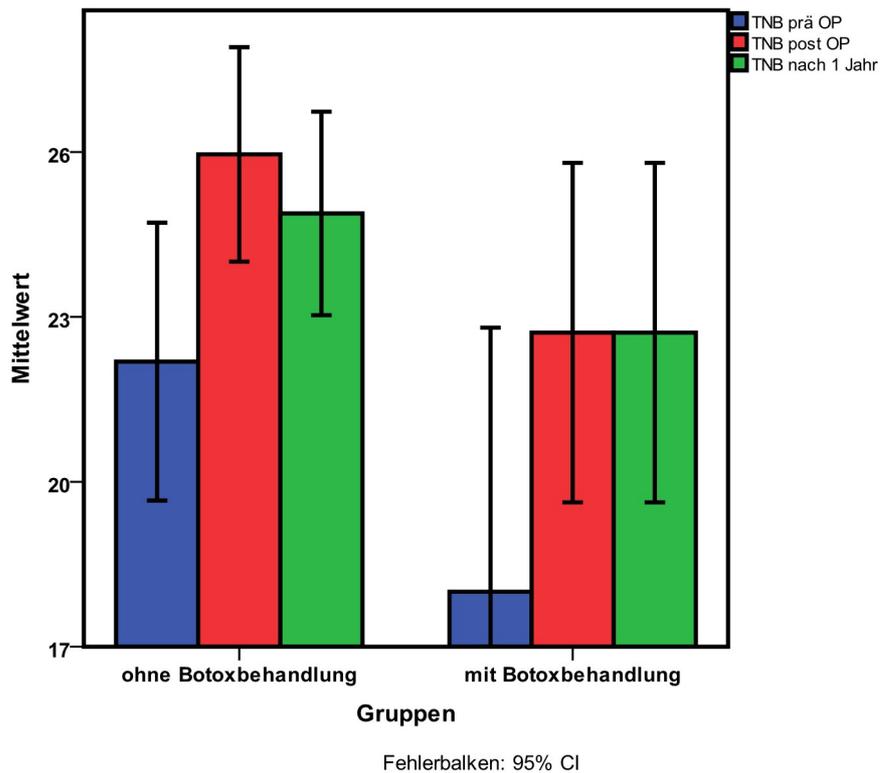


Abbildung 29: Darstellung des T-NB-Winkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des T-NB-Winkels (Neigung der UK-Front in Bezug auf NB) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist, die UK-Front somit erneut protrudiert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.19 Darstellung der Strecke \perp -NA (in mm) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

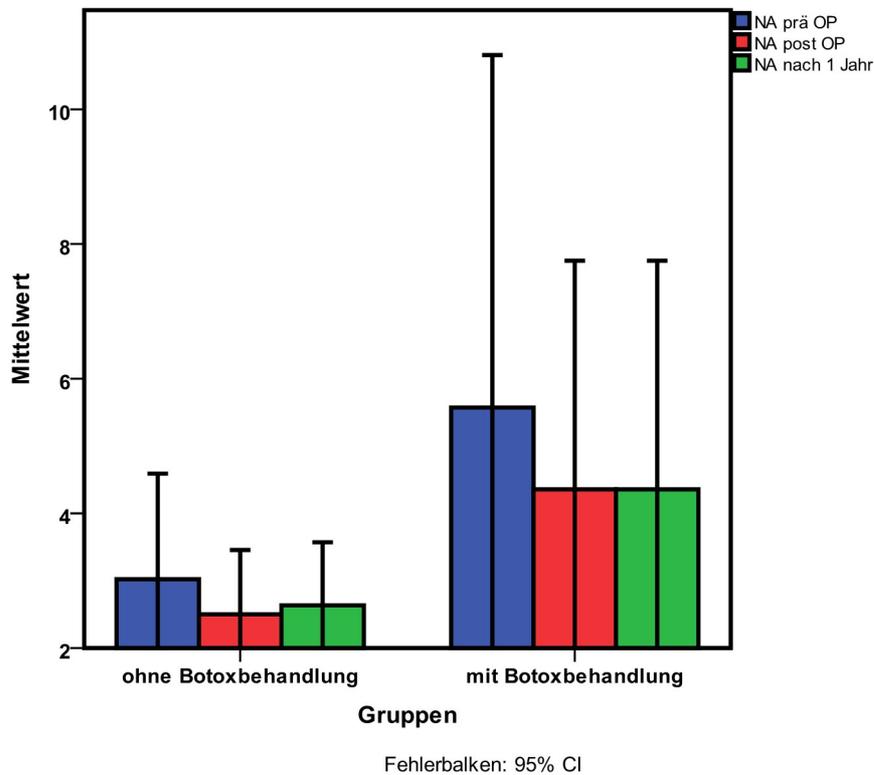


Abbildung 30: Darstellung der Strecke \perp -NA beider Studiengruppen

Der Abstand zwischen dem Incisale des oberen Schneidezahnes und der NA-Linie macht eine Aussage bezüglich der Position der oberen Frontzähne in Bezug auf die Oberkieferbasis. Anhand der Zunahme der Werte nach einem Jahr postoperativ wird deutlich, dass es bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) zu einer erneuten Anteposition oder Protrusion der Frontzähne in Richtung des Ursprungswertes kommt. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt

3.1.20 Darstellung der Strecke T-NB (in mm) Winkel im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

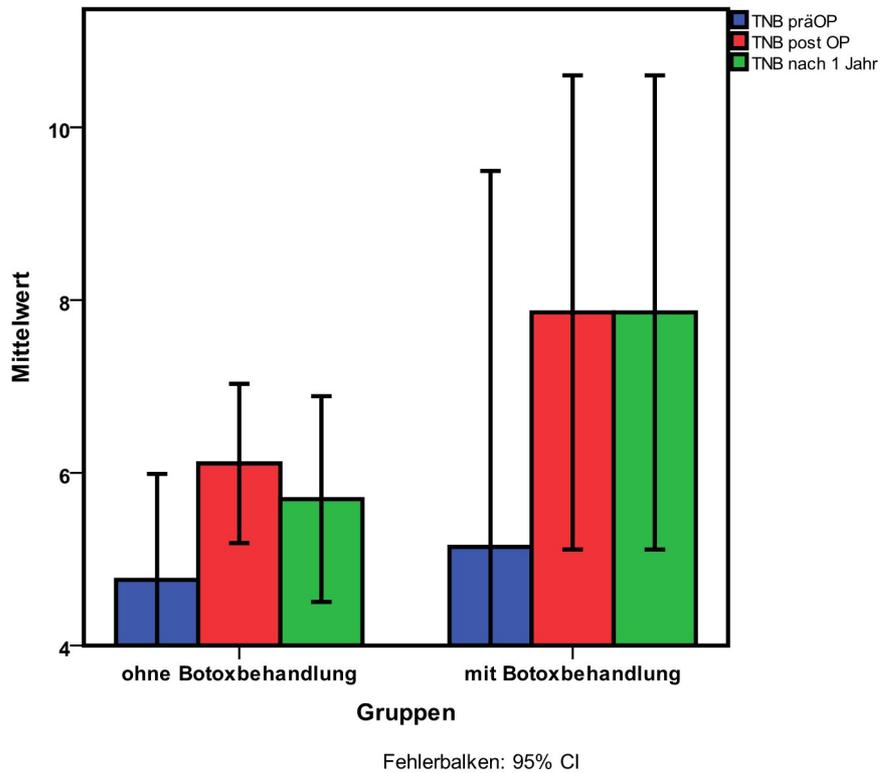


Abbildung 31: Darstellung der Strecke T-NB beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung der Strecke T-NB (Abstand der Schneidekante des unteren Incisivus von der NB-Linie in mm) lässt sich bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) nach einem Jahr postoperativ eine erneute Retrusion der Unterkieferfront in Richtung Ursprungswert erkennen. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.21 Darstellung der Strecke T-NPg (in mm) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

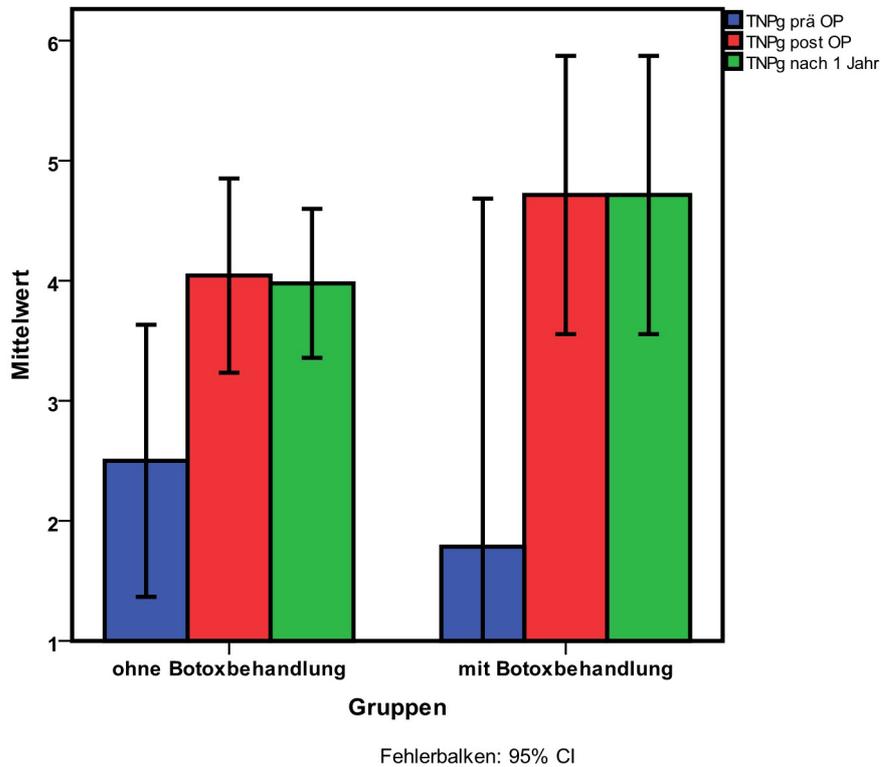


Abbildung 32: Darstellung der Strecke T-NPg beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung der Strecke T-NPg (Abstand zwischen dem Incisale des unteren Schneidezahnes und der NPg-Linie) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr minimal in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.22 Darstellung der Strecke Pg-NB (in mm) im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

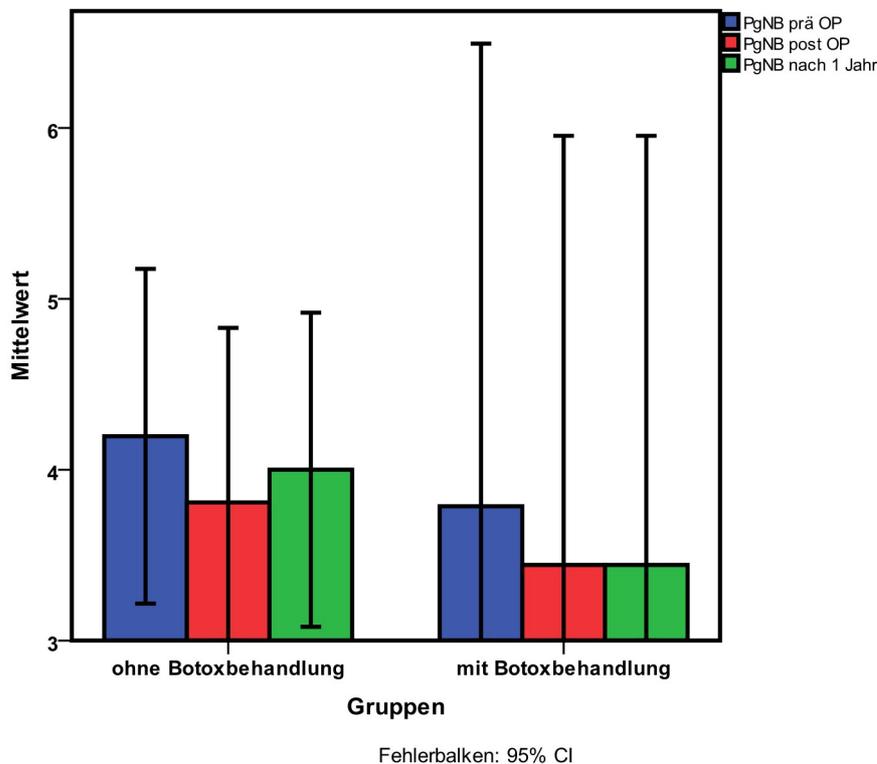


Abbildung 33: Darstellung der Strecke PgNB beider Studiengruppen

Der Abstand zwischen Pogonion und der NB-Linie gibt Auskunft über die Ausprägung des knöchernen Kinns. Je größer dieser Wert ist, desto ausgeprägter auch das Kinn und damit auch die anteriore Ausdehnung. Durch die Unterkiefervorverlagerung kann es somit zu einer gesteigerten Kinnausprägung kommen. Anhand der Darstellung der Untersuchungen im Verlauf wird deutlich, dass der Verlaufswert bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich kein Rezidiv erkennen. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.1.23 Darstellung des Nasolabial-Winkels im Verlauf mit und ohne Botoxbehandlung

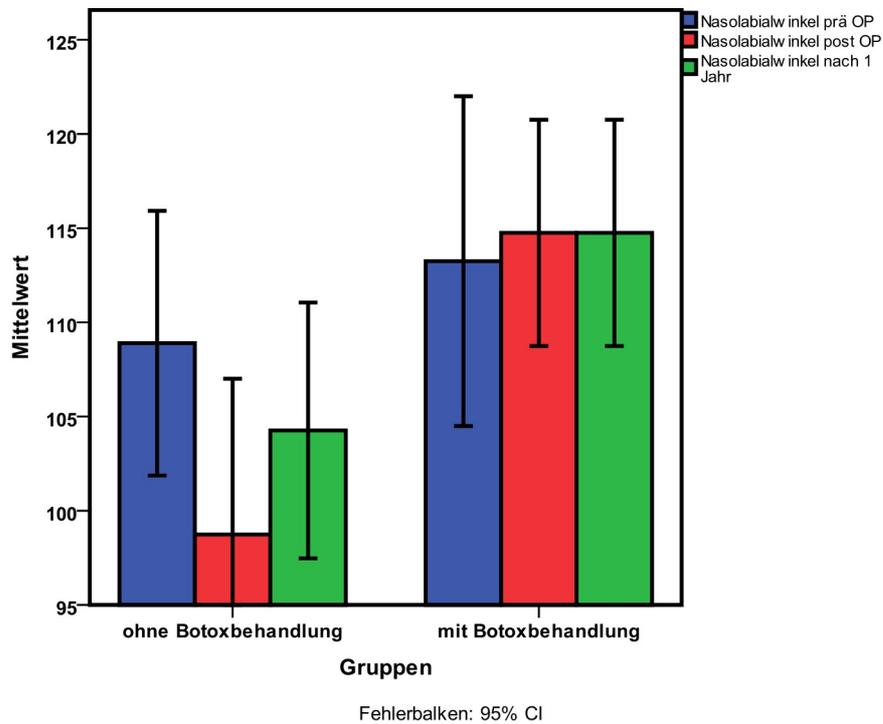


Abbildung 34: Darstellung des Nasolabialwinkels beider Studiengruppen

Anhand der Darstellung der Entwicklung des Nasolabialwinkels (Columella-Subnasal-Oberlippenpunkt) im Verlauf der Untersuchungen wird deutlich, dass bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) der Verlaufswert nach einem Jahr in Richtung des ursprünglichen Wertes verändert ist. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich von prä- auf postoperativ keine große Änderung erkennen. Auch findet sich bei der Gruppe mit Botox kein Rezidiv. Die Mittelwerte werden mit der Standardabweichung für beide Gruppen im Vergleich gegenübergestellt.

3.2 Mittelwertsvergleich der kephalometrischen Ausgangswerte beider Patientengruppen

Tabelle 3: Darstellung der kephalometrischen Ausgangswerte beider Patientengruppen mit und ohne Botoxbehandlung in der Gegenüberstellung.								
Variable	Gruppe							
	ohne Botoxbehandlung				mit Botoxbehandlung			
	Mittelwert	SD	Min	Max	Mittelwert	SD	Min	Max
SNA [in °]	82.35	4.93	72	89	79.57	6.65	72	88
SNB [in °]	74.83	4.47	66	81	72.86	5.87	66	79
ANB [in °]	7.48	1.41	4	10	6.71	1.70	5	9
SNPg [in °]	77.70	4.17	70	83	75.29	5.06	70	81
PgNB [in °]	2.28	1.21	0	6	1.43	0.98	0	2
NSBa [in °]	132.70	4.32	124	138	131.71	3.15	128	135
GntgoAr [in °]	125.70	6.26	114	133	125.79	4.06	121	130
N-Winkel [in °]	57.33	5.49	42	65	64.29	3.15	60	68
H-Winkel [in °]	10.33	3.45	1	18	10.00	3.61	5	14
NL-NSL [in °]	6.46	2.44	0	10	7.14	1.99	4	9
ML-NSL [in °]	31.96	6.53	19	42	29.86	6.07	21	34
ML-NL [in °]	25.39	5.69	11	34	23.00	7.38	13	31
NSp' [in °]	51.85	8.83	32	68	54.29	2.93	50	57
Sp'Gn [in °]	68.87	11.65	44	85	70.57	2.30	68	73
NSp'/Sp'Gn [in %]	75.33	4.90	69	95	76.76	2.47	73	79
⊥-T [in °]	128.09	9.71	109	154	136.57	12.75	125	154
⊥-NA [in °]	22.45	8.09	6	43	19.00	10.07	5	28
T-NB [in °]	22.19	5.84	10	31	18.00	5.20	11	23
⊥-NA [in mm]	2.52	3.63	-1	11	5.07	5.66	-1	11
T-NB [in mm]	4.76	2.84	-1	10	5.14	4.71	0	10
T-NPg [in mm]	2.50	2.62	-3	8	1.79	3.13	-3	4
PgNB [in mm]	4.20	2.27	0	10	3.79	2.93	0	7
Nasolabialwinkel [in °]	108.89	14.58	71	128	113.25	5.50	108	118

Abkürzungen: SD = Standardabweichung, Min=Minimum, Max=Maximum

Tabelle 3: Kephalmetrische Messwerte zum Zeitpunkt T1 (präoperativ)

Die Tabelle 3 stellt die Mittelwerte, die Standardabweichung, das Minimum und Maximum der kephalometrischen Messwerte beider Gruppen im Verhältnis zum präoperativen Zeitpunkt (T1) dar. Der Mittelwert des SNA-Winkels lag bei beiden Patientengruppen im orthognathen Bereich (Normwert 82 ± 3). Der Mittelwert des SNB-Winkels beider Gruppen zeigt eine mandibuläre Retrognathie (Normwert $80^\circ \pm 3^\circ$). Auch der Mittelwert des SNPg-Winkels beider Werte weist auf eine mandibuläre Retrognathie hin (Normwert $81^\circ \pm 3^\circ$). Der SNB-Winkel und der SNPg-Winkel drücken im wesentlichen dieselbe Relation aus, wenn auch im Einzelfall durchaus nennenswerte Differenzen möglich sind. Der ANB-Winkel ist von besonderer klinischer Bedeutung, da er nicht nur Aussagen über die Behandelbarkeit sagittaler Malokklusionen macht, sondern auch die Stellung der Incisivi unmittelbar beeinflusst. Der Mittelwert des ANB-Winkels zeigt in beiden Patientenfällen eine distal-basale Diskrepanz. Der Mittelwert des NSBa-Winkels (Schädelbasiswinkel) beider Patientengruppen zeigt eine eugnathe (Normwert $130^\circ \pm 6^\circ$) Gesichtsform. Der Mittelwert des N-Winkels beider Patientengruppen gibt Auskunft über die Kinnform und liegt auch hier im normalen Bereich (Normwert $58^\circ \pm 6^\circ$). Der Mittelwert des H-Winkels, welcher Auskunft über den Weichteilverlauf zur knöchernen Profillinie gibt, liegt im oberen Normbereich (Normwert $6^\circ - 10^\circ$). Einen Einfluss auf den H-Winkel haben vor allem der ANB, der SNPg (in mm) und die Stellung der oberen Schneidezähne. Der Mittelwert des NL-NSL-Winkels zeigt bei beiden Patientengruppen eine anteriore Neigung des Oberkiefers (Normwert $8,5^\circ \pm 3^\circ$). Der Mittelwert des ML-NSL-Winkels zeigt eine anteriore Neigung des Unterkiefers (Normwert $32^\circ \pm 6^\circ$). Der Mittelwert des ML-NL-Winkels zeigt bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) einen neutralen Basiswinkel und bei der Gruppe mit Botox einen eher kleinen Basiswinkel (Normwert $23,5^\circ \pm 3^\circ$). Der Mittelwert des Index (NSp'/Sp'Gn) zeigt bei beiden Patientengruppen eine neutrale Untergesichtshöhe (Normwert $79\% \pm 5\%$). Der Mittelwert des Kieferwinkels (GntgoAr-Winkel) liegt bei beiden Patientengruppen eher im unteren Bereich und zeigt somit einen eher kleinen Kieferwinkel (Normwert $126^\circ \pm 10^\circ$). Der Mittelwert des Interinzisalwinkels beider Patientengruppen zeigt bei beiden Patientengruppen noch einen neutralen Wert (Normwert $134^\circ \pm 6^\circ$), wobei man hier dazu sagen muss, dass die Spanne des Referenzwertes zwischen 128° und 140° sehr hoch angesetzt ist. Der Kippstand der oberen, vorderen Incisivi (\perp -NA in $^\circ$) ist im Mittelwert im Normbereich (Normwert $22^\circ \pm 3^\circ$). Mit diesem Winkel wird die Stellung der Incisivi zur Maxilla in anterior-

posteriorer Richtung beurteilt. Der Kippstand der unteren, vorderen Incisivi (T-NB in °) im Mittelwert zeigt bei der Vergleichsgruppe einen neutralen Wert, bei der Gruppe mit Botox einen Steilstand an (Normwert $25^\circ \pm 3^\circ$). Ein Steilstand weist auf das Vorhandensein einer Angle-Klasse II/2 hin. Der Mittelwert des Abstandes der Oberkieferfront zur Oberkieferbasis (\perp -NA in mm) und des Abstandes der Unterkieferfront zur Unterkieferbasis (T-NB in mm und T-NPg in mm) zeigen Werte im Normbereich (\perp -NA, T-NB und T-NPg Normwert $4\text{mm} \pm 2\text{mm}$). Der Mittelwert des Nasolabial-Winkels ist von großer Bedeutung für die ästhetische Beurteilung und gibt die Relation der Oberlippe zur Nase an und liegt bei beiden Patientengruppen im Normbereich (Normwert $110^\circ \pm 10^\circ$).

Bei den diagnostischen Aussagen zu den in Tabelle 3 dargestellten Werten ist vom jeweiligen Mittelwert ausgegangen. Die Individuen innerhalb der einzelnen Winkel weisen zum Teil große Variationen auf.

3.3 Mittelwerte der Kephalometrischen Werte nach erfolgter chirurgischer Behandlung beider Patientengruppen

Tabelle 4: Darstellung der kephalometrischen Werte nach erfolgter chirurgischer Behandlung beider Patientengruppen mit und ohne Botoxbehandlung in der Gegenüberstellung.								
Variable	Gruppe							
	ohne Botoxbehandlung				mit Botoxbehandlung			
	Mittelwert	SD	Min	Max	Mittelwert	SD	Min	Max
SNA [in °]	82.22	3.26	75	87	82.29	5.09	76	88
SNB [in °]	76.85	3.11	70	83	77.14	4.74	72	84
ANB [in °]	5.33	2.21	2	9	5.14	1.95	4	8
SNP _g [in °]	79.24	3.65	72	87	76.43	4.72	72	83
PgNB [in °]	1.87	0.81	0	4	1.43	0.98	0	2
NSBa [in °]	132.67	5.37	124	140	131.64	4.48	126	137
GntgoAr [in °]	127.04	6.26	114	141	125.57	4.28	121	130
N-Winkel [in °]	58.04	4.87	42	67	60.71	2.50	58	64
H-Winkel [in °]	11.20	4.20	2	22	10.07	4.09	5	15
NL-NSL [in °]	8.22	3.17	0	13	7.21	1.65	5	9
ML-NSL [in °]	31.57	9.98	22	47	28.86	5.01	22	34
ML-NL [in °]	23.39	9.91	13	37	21.64	6.58	13	29
NSp' [in °]	53.57	8.93	33	68	53.29	1.22	52	54
Sp'Gn [in °]	67.78	10.72	47	87	74.00	2.24	71	76
NSp'/Sp'Gn [in %]	77.17	7.18	66	90	72.36	1.38	71	74
⊥-T [in °]	127.70	10.01	117	144	136.14	6.52	130	145
⊥-NA [in °]	19.76	6.73	8	30	14.57	5.09	10	20
T-NB [in °]	25.96	4.51	16	34	22.71	3.34	18	26
⊥-NA [in mm]	2.00	2.21	-1	7	3.86	3.67	0	8
T-NB [in mm]	6.11	2.13	3	11	7.86	2.97	5	11
T-NP _g [in mm]	4.04	1.87	1	10	4.71	1.25	3	6
Pg-NB [in mm]	3.81	2.36	0	9	3.44	2.72	0	6
Nasolabialwinkel [in °]	101.24	18.10	71	129	120.86	8.07	111	129

Abkürzungen: SD = Standardabweichung, Min=Minimum, Max=Maximum

Tabelle 4: Kephalometrische Messwerte zum Zeitpunkt T2 (unmittelbar postoperativ)

Die Tabelle 4 stellt die Mittelwerte, die Standardabweichung, das Minimum und Maximum der kephalometrischen Messwerte beider Gruppen nach erfolgter chirurgischer Behandlung (T2) dar. Der Mittelwert des SNA-Winkels beider Patientengruppen zeigt keine deutliche Veränderung, was an der Tatsache liegt, dass hauptsächlich monognathe Operationen stattgefunden haben, der Oberkiefer somit relativ stabil geblieben ist. Der Mittelwert des SNB-Winkels beider Patientengruppen deutete präoperativ auf eine mandibuläre Retrognathie hin, postoperativ lagen die Mittelwerte im Bereich der orthognathen sagittalen Position der Mandibula (Normwert $80^\circ \pm 3^\circ$). Da der SNB-Winkel die anterior-posteriore Lage der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelbasis beschreibt, wird deutlich, dass durch die postoperative Vergrößerung des Winkels der Unterkiefer postoperativ in der Sagittalen weiter vorne liegt. Da der SNPg-Winkel, sowie der PgNB-Winkel in direktem Zusammenhang zum SNB-Winkel stehen, kommt es auch hier postoperativ durch die Vorverlagerung des Unterkiefers bei beiden Patientengruppen zu einer Vergrößerung der Mittelwerte dieser Winkel. Der ANB-Winkel ergibt sich aus der Differenz des SNA- und SNB-Winkels. Durch die Vergrößerung des Mittelwertes des SNB-Winkels bei beiden Patientengruppen kommt es zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels, wodurch die präoperativ bestandene distal-basale Diskrepanz kompensiert werden konnte. Der NSBa-Winkel beschreibt die Abknickung der Schädelbasis und damit die Relation des Clivus zur anterioren Schädelbasis. Da dieser Winkel therapeutisch nicht beeinflussbar ist und eher zur synoptischen Beurteilung herangezogen wird, verändert sich der Mittelwert des NSBa-Winkels beider Patientengruppen in der vorliegende Studie nicht und weist prä-, sowie postoperativ eine eugnathe Gesichtsform auf (Normwert $130^\circ \pm 6^\circ$). Der Mittelwert des N-Winkels, sowie der Mittelwert des H-Winkels zeigen bei beiden Patientengruppen keine signifikanten Änderungen von prä- auf postoperativ. Beide Werte liegen prä- wie auch postoperativ im Normbereich (N-Winkel Normwert $58^\circ \pm 6^\circ$, H-Winkel Normwert $6 - 10^\circ$). Der NL-NSL-Winkel drückt den Neigungsgrad der Maxilla in Bezug auf die anteriore Schädelbasis aus. Der Mittelwert des NL-NSL-Winkels postoperativ zeigt bei beiden Patientengruppen keine große Veränderung an, da hauptsächlich monognathe Operationen im Unterkiefer stattgefunden haben. Der ML-NSL-Winkel drückt den Neigungsgrad der Mandibula in Bezug auf die anteriore Schädelbasis aus. Der Mittelwert des ML-NSL-Winkels hat sich bei beiden Patientengruppen nur gering zum präoperativen Befund geändert. Dies liegt an der

Tatsache, dass die Werte sich präoperativ im Mittelwert innerhalb einer neutralen Neigung des Unterkiefers befanden, die Neigung somit nicht verändert werden musste. Da sich der ML-NL-Winkel aus dem NL-NSL- und ML-NSL-Winkel ergibt, findet sich auch hier keine große Änderung der Mittelwerte des Winkels beider Patientengruppen. Der Index gibt das Verhältnis von Mittelgesichtshöhe zu Untergesichtshöhe an. Durch die operative Umstellung im Unterkiefer hat sich der Mittelwert des Kieferwinkels (GntgoAr) beider Patientengruppen vergrößert, dadurch ist auch der Mittelwert des Index postoperativ vergrößert. Der Mittelwert des anterioren Gesichtshöhenverhältnisses, sowie des Kieferwinkels zeigen bei beiden Patientengruppen prä- wie auch postoperativ einen Wert innerhalb des Normbereiches an (GntgoAr Normwert $126^\circ \pm 10^\circ$, Index Normwert $79\% \pm 5$). Der Mittelwert des Interinzisalwinkels (\perp -T-Winkel) hat sich von prä- auf postoperativ bei beiden Patientengruppen gering verkleinert, liegt aber weiterhin im Normbereich (Normwert $134^\circ \pm 6^\circ$). Von großer Bedeutung ist der Interinzisalwinkel zur Beurteilung des Behandlungsergebnisses, sowohl im Hinblick auf die Stabilität, als auch bezüglich des ästhetischen Eindrucks der Schneidezahnstellung. Besonders bei der Therapie von Patienten mit tiefem Biss und steilen Fronten ist es meist wichtig, dass der Winkel verkleinert wird. Anderfalls kann die gewünschte vertikale Abstützung nicht realisiert werden. Der Mittelwert des Kippstandes des oberen, vorderen Incisivi (\perp -NA in $^\circ$) im Mittelwert zeigt bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) eine geringe Verkleinerung des Wertes an, bleibt aber im Normbereich (Normwert $22 \pm 3^\circ$). Bei der Gruppe mit Botox hat sich der Mittelwert um 4° verkleinert und zeigt einen Steilstand der oberen Incisivi an. Dies liegt an der Tatsache, dass vom jeweiligen Mittelwert ausgegangen wird, die Individuen innerhalb der einzelnen Winkel aber zum Teil große Variationen aufweisen. Der Mittelwert des Kippstandes des unteren, vorderen Incisivi (T-NB in $^\circ$) befindet sich postoperativ bei beiden Patientengruppen innerhalb des Normbereiches (Normwert $25^\circ \pm 3^\circ$). Bei der Gruppe mit Botox fand sich präoperativ ein Steilstand der Incisivi. Der Mittelwert der Stellung der Oberkieferfront zur Oberkieferbasis (\perp -NA in mm) liegt prä- wie postoperativ bei beiden Patientengruppen innerhalb des Normbereiches (Normwert $4\text{mm} \pm 2\text{mm}$) und zeigt keine große Veränderung des Wertes von prä- auf postoperativ, da an der Stellung der Oberkieferfront durch die Operation nichts verändert wurde. Der Mittelwert der Stellung der Unterkieferfront zur Unterkieferbasis

zeigt bei beiden Patientengruppen von prä- auf postoperativ eine geringe Labialkipfung der Incisivi. Beide Werte liegen bei beiden Patientengruppen prä- sowie postoperativ innerhalb des Normbereiches (Normwert $4\text{mm} \pm 2\text{mm}$). Der Abstand Pg-NB macht eine diagnostische Aussage über den Ausprägungsgrad des Kinns. Hier zeigt sich keine große Veränderung der Mittelwerte von prä- auf postoperativ bei beiden Patientengruppen. Beide Werte liegen prä- sowie postoperativ im Normbereich (Normwert $4\text{mm} \pm 2\text{mm}$). Der Mittelwert des Nasolabialwinkels liegt bei beiden Patientengruppen prä- sowie postoperativ im Normbereich (Normwert 110 ± 10). Eine geringe Änderung der Werte beider Patientengruppen von prä- auf postoperativ lässt sich erkennen. Dies liegt an der Tatsache, dass das Fernröntgenseitenbild unmittelbar postoperativ aufgenommen wurde und im Weichteilprofil Schwellungen den Wert verfälschen können.

Bei den diagnostischen Aussagen zu den in Tabelle 4 dargestellten Werten ist vom jeweiligen Mittelwert ausgegangen. Die Individuen innerhalb der einzelnen Winkel weisen zum Teil große Variationen auf.

3.4 Mittelwerte der kephalometrischen Werte nach erfolgter Entfernung des Osteosynthesematerials (ein Jahr postoperativ)

Tabelle 5: Darstellung der kephalometrischen Werte beider Patientengruppen mit und ohne Botoxbehandlung in der Gegenüberstellung nach erfolgter Entfernung des Osteosynthesematerials (ein Jahr postoperativ).

Variable	Gruppe							
	ohne Botoxbehandlung				mit Botoxbehandlung			
	Mittelwert	SD	Min	Max	Mittelwert	SD	Min	Max
SNA [in °]	82.76	3.84	75	88	82.29	5.09	76	88
SNB [in °]	76.33	3.70	70	82	77.14	4.74	72	84
ANB [in °]	6.41	1.21	4	8	5.14	1.95	4	8
SNPg [in °]	78.20	3.55	72	83	76.43	4.72	72	83
PgNB [in °]	1.70	0.82	0	4	1.43	0.98	0	2
NSBa [in °]	132.52	4.67	124	139	131.71	4.20	127	136
GntgoAr [in °]	126.89	6.47	114	141	125.57	4.28	121	130
N-Winkel [in °]	57.39	4.59	42	66	60.71	2.50	58	64
H-Winkel [in °]	9.83	3.57	2	18	10.14	4.09	5	15
NL-NSL [in °]	7.30	2.84	0	12	7.21	1.65	5	9
ML-NSL [in °]	32.80	9.54	22	47	28.86	5.01	22	34
ML-NL [in °]	25.37	8.56	13	36	21.64	6.58	13	29
NSp' [in °]	52.63	8.47	33	68	53.29	1.22	52	54
Sp'Gn [in °]	68.70	10.38	45	84	74.00	2.24	71	76
NSp'/Sp'Gn [in %]	75.78	3.85	69	83	72.36	1.38	71	74
⊥-T [in °]	129.14	8.80	119	144	136.00	6.30	130	144
⊥-NA [in °]	20.27	5.76	8	30	14.57	5.09	10	20
T-NB [in °]	24.88	4.28	18	33	22.71	3.34	18	26
⊥-NA [in mm]	2.13	2.17	-1	8	3.86	3.67	0	8
T-NB [in mm]	5.70	2.75	0	11	7.86	2.97	5	11
T-NPg [in mm]	3.98	1.43	0	8	4.71	1.25	3	6
Pg-NB [in mm]	4.00	2.13	0	9	3.44	2.72	0	6
Nasolabialwinkel [in °]	107.27	15.19	71	129	120.86	8.07	111	129

Abkürzungen: SD = Standardabweichung, Min=Minimum, Max=Maximum

Tabelle 5: Kephalemtrische Messwerte zum Zeitpunkt T3 (ein Jahr postoperativ)

Die Tabelle 5 stellt die Mittelwerte, die Standardabweichung, das Minimum und Maximum der kephalometrischen Messwerte beider Gruppen nach erfolgter Entfernung des Osteosynthesematerials (ein Jahr postoperativ T3) dar. Bei der Gruppe mit Botox sind ausschließlich die Mittelwerte des N-Winkels, sowie des Interinzisalwinkels (\perp -T-Winkel) gering verändert. Alle anderen Werte zeigen hier von postoperativ (T2) auf postoperativ nach einem Jahr (T3) keine Veränderungen der Mittelwerte an. Dadurch kann die Hypothese, dass das Rezidiv durch die Injektion von Botox in die suprahyoidale Muskular verringert wird, bestätigt werden. Bei der Kontrollgruppe bleibt keiner der kephalometrischen Werte von T1 auf T2 stabil. Relativ stabil bleibt der NSBa-Winkel, der eine Aussage über die Schädelbasisknickung macht und therapeutisch nicht veränderbar ist. Es lässt sich bei allen Werten eine gewisse Dynamik feststellen.

Anzahl der Rezidive:

An Hand der dargestellten kephalometrischen Werte und deren postoperative Änderung bei der abschließenden Evaluation zum Zeitpunkt T3 hat sich bei 13 Patienten der Kontrollgruppe eine Änderung der Werte ergeben, wohingegen in der Botox-Gruppe kein Patient kephalometrische oder klinische Anzeichen eines Rezidives aufwies. Auf Grund der Änderung der Werte kann bei insgesamt 13 Patienten von einem Rezidiv ausgegangen werden, was einer prozentualen Rezidivquote von 56,5% entspricht.

3.5 Relativer Vergleich der kephalometrischen Werte in Bezug auf ein mögliches Rezidiv mittels t-Test.

Tabelle 6: Relativer Vergleich der kephalometrischen Werte zwischen Patienten ohne und mit Botoxbehandlung in Bezug auf ein mögliches Rezidiv mittels t-Test. Signifikante p-Werte zeigen einen Unterschied zwischen beiden Gruppen an, relative Werte = 0 bedeuten kein Auftreten eines Rezidivs. * bedeutet $p < 0,05$

Variable	Gruppe				95% CI	p-Wert
	ohne Botoxbehandlung		mit Botoxbehandlung			
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD		
SNA	0.0092	0.0161	0	0	-0.003 – 0.022	0.146
SNB	0.0318	0.0239	0	0	0.013 – 0.051	0.002*
ANB	0.464	0.387	0	0	0.161 – 0.767	0.004*
SNPg	0.0259	0.0245	0	0	0.007 – 0.045	0.01*
PgNB	0.1381	0.2749	0	0	-0.077 – 0.354	0.2
NSBa	0.0044	0.0051	0.0017	0.0021	-0.001 – 0.007	0.185
GntgoAr	0.0185	0.0214	0	0	0.002 – 0.035	0.033*
N-Winkel	0.0196	0.025	0	0	0.001 – 0.039	0.05*
H-Winkel	0.1	0.133	0.021	0.026	-0.025 – 0.184	0.131
NL-NSL	0.094	0.125	0	0	-0.003 – 0.191	0.059
ML-NSL	0.079	0.099	0	0	0.001 – 0.157	0.047*
ML-NL	0.180	0.248	0	0	-0.141 – 0.375	0.068
NSp'	0.022	0.024	0	0	0.003 – 0.041	0.026*

Sp'Gn	0.043	0.037	0	0	0.141 – 0.072	0.005*
NSp'/Sp'Gn (Index)	0.038	0.04	0	0	0.006 – 0.07	0.02*
⊥-T	0.016	0.018	0.001	0.003	0.001 – 0.03	0.048*
⊥-NA (in Grad)	0.125	0.119	0	0	0.032 – 0.073	0.01*
T-NB (in Grad)	0.089	0.075	0	0	0.030 – 0.148	0.004*
⊥-NA (in mm)	0.419	0.584	0	0	-0.43 – 0.88	0.074
T-NB (in mm)	0.158	0.34	0	0	-0.108 – 0.425	0.233
T-NPg (in mm)	0.212	0.293	0	0	-0.018 – 0.441	0.069
PgNB (in mm)	0.119	0.257	0	0	-0.083 – 0.321	0.238
Nasolabial- winkel	0.056	0.883	0	0	-0.013 – 0.126	0.107

Tabelle 6: Relativer Vergleich der kephalometrischen Werte mittels t-Test

Um die Daten bezüglich eines möglichen Rezidives statistisch zuverlässig auszuwerten wurde die relative Änderung mit der Formel ((Keph-Wert postop (T2) - 1 Jahr postop (T3)) / Keph-Wert postop (T2)) berechnet.

Tabelle 6 zeigt den relativen Vergleich der kephalometrischen Werte zwischen Patienten ohne und mit Botoxbehandlung in Bezug auf ein mögliches Rezidiv mittels t-Test. Der SNA-Winkel zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Vergleichsgruppe (ohne Botox) und der Gruppe mit Botox. Dies liegt an der Tatsache, dass hauptsächlich monognathe Umstellungen stattgefunden haben, der Oberkiefer somit relativ stabil geblieben ist. Besonders hervorzuheben sind der SNB-Winkel und SNPg-Winkel, da diese die anterior-posteriore Lage der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelbasis wider spiegeln. Der Faktor beider Winkel in Bezug auf das Rezidiv zeigt sich zwischen den beiden Patientengruppen als signifikant (SNB p=0.002, SNPg p=0.01). Dies bedeutet, dass sich bei der

Vergleichsgruppe der Unterkiefer erneut nach posterior bewegt hat, bei der Gruppe mit Botox blieb dieser stabil. Auch beim ANB-Winkel zeigt sich der Faktor beider Patientengruppen als signifikant ($p=0.004$) was an der Tatsache liegt, dass sich der ANB-Winkel aus der Differenz zwischen SNA und SNB ergibt und der Faktor beim SNB-Winkel schon signifikant verändert ist. Daraus lässt sich schließen, dass die signifikante Änderung des ANB-Winkels auch an dem erneuten Zurückgleiten des Unterkiefers bei der Kontrollgruppe liegt. Der Faktor des Kieferwinkels in Bezug auf das Rezidiv zeigt sich als signifikant ($p=0.033$). Auch er bleibt bei der Patientengruppe mit Botox stabil. Der Faktor des ML-NSL-Winkels zeigt einen signifikanten Unterschied beider Patientengruppen bezogen auf das Rezidiv ($p=0.047$). Der NL-NSL-Winkel und ML-NL-Winkel zeigen dagegen keinen signifikanten Unterschied. Dies liegt daran, dass der ML-NSL-Winkel die Neigung der Mandibula in Bezug auf die anteriore Schädelbasis angibt, der NL-NSL-Winkel die Neigung der Maxilla. Da die Maxilla aber in den meisten der Fälle nicht verändert wurde erscheinen diese Ergebnisse als repräsentativ und zeigen ein eindeutiges Rezidiv des ML-NSL-Winkels bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox). Bei der Gruppe mit Botox war kein Rezidiv vorhanden. Folgende Werte sind ebenfalls hervorzuheben: Die Sp'Gn-Strecke, welche die Untergesichtshöhe angibt, der Index, welcher die Beziehung der mittleren und unteren Teilhöhe des Gesichts angibt, der Interincisalwinkel und der T-NB-Winkel, welcher die Stellung der unteren Incisivi angibt. Alle Werte sind nach einer Spaltung nach Obwegeser/Dal Pont verändert und daher für die Beurteilung eines Rezidives repräsentativ. Die Werte zeigen bei der Vergleichsgruppe (ohne Botox) einen signifikanten Rückgang in Richtung des Ursprungswertes. Bei der Gruppe mit Botox lässt sich bei keinem der Winkel eine signifikante Änderung der Faktoren erkennen. Dadurch wird deutlich, dass der Unterkiefer nach Botoxinjektion stabil bleibt und sich hier kein Rezidiv zeigt.

3.6 Klinische Bilder prä- und postoperativ im Vergleich

3.6.1 Erster Patientenfall

3.6.1.1 Extraoral



Abbildung 35: extraorale Situation präoperativ



Abbildung 36: extraorale Situation postoperativ

Man kann anhand der Aufnahmen von extraoral im Vergleich erkennen, dass die Aufrollung der Unterlippe postoperativ (Abbildung 36) verkleinert ist was zu einer deutlichen Profilverbesserung führt.

3.6.1.2 Intraoral



Abbildung 37: Intraorale Aufnahme präoperativ



Abbildung 38: Intraorale Aufnahme postoperativ

An den intraoralen Aufnahmen ist der stark verkleinerte Overjet erkennbar, was zu einer ästhetischen Verbesserung des Gesamtbildes führt.

3.6.2 Zweiter Patientenfall

3.6.2.1 Extraoral



Abbildung 39: Extraorale Aufnahme präoperativ



Abbildung 40: Intraorale Aufnahme postoperativ

Anhand des klinischen Bildes ist eine deutliche Verbesserung der Ästhetik im Profil zu erkennen. In Abbildung 39 ist eine deutliche Unterlippenaufrollung zu sehen was operativ durch die Unterkiefervorverlagerung korrigiert wurde.

3.6.2.2 Intraoral



Abbildung 41: Intraorale Aufnahme präoperativ



Abbildung 42: Intraorale Aufnahme postoperativ

Anhand der Abbildungen 41 und 42 lässt sich eine deutliche Korrektur des Overjets und der Angle-Klasse erkennen.

4. DISKUSSION

Diese Studie konnte nachweisen, dass es durch die Injektion von Botulinumtoxin in den M.mylohyoideus zu einer Verringerung des Rezidives ein Jahr postoperativ kommt.

Das Problem der Rezidiventstehung nach einer Unterkiefervorverlagerung ist eines der Hauptkomplikationen postoperativ insbesondere bei Patienten mit einer Angle-Klasse II und Vorliegen eines tiefen Bisses. Diese Problematik spiegelt sich in der einschlägigen Literatur wieder. Zahlreiche Autoren berichten über die Problematik eines Rezidives und vermuten als Hauptursache die Aktivität der suprahyoidalen Muskulatur (Poulton und Ware 1971 und 1973, McNeill et al. 1973, Ive et al. 1977, Epker et al. 1978, Kohn 1978, Poulton et al. 1979, Lake et al. 1981, Ellis und Carlson 1983). In den theoretischen Überlegungen zu dieser Hypothese kommt es durch die Unterkiefervorverlagerung zu einer unphysiologischen Dehnung der Muskulatur und damit zu kieferorthopädisch bzw. funktionskieferorthopädischen Kräften, die die Mandibula in ihre ursprüngliche Lage bewegen. In einer tierexperimentiellen Studie von Ellis und Carlson (1983) wurde dieser Effekt an Affen erprobt, indem die Unterkiefervorverlagerungen mit oder ohne Myotomie erfolgten. Anschließend wurde die muskuläre Komponente bezüglich eines möglichen Rezidives untersucht um den muskuläre Effekt auf die Unterkieferposition, sowie die resultierende Bisslageänderung zu evaluieren. Es konnte eindeutig gezeigt werden, dass bei den Affen mit Myotomie kein Rezidiv zu beobachten war.

Das Ausmaß des Rezidives ist abhängig von Betrag und Richtung der Verlagerung (Van Sickels et al. 2000, Borstlap et al. 2004). Epker et al. (1978) stellten die Hypothese auf, dass je stärker die Rotation des Unterkiefers im Uhrzeigersinn ist (posteriore Rotation), desto stärker die postoperative Dehnung der Muskulatur.

Weitere Faktoren, wie die Operationstechnik und die postoperative Stabilisierungsphase (Fixation und Retention), sowie Motivation und Mitarbeit des Patienten, die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden und Kieferchirurgen spielen ebenso eine entscheidene Rolle.

Manche Autoren machen die postoperative Kondylenposition für die Rezidiventstehung verantwortlich und fordern, dass sich die Kiefergelenke in der zentrischen Kondylenposition befinden (Schwestka-Polly 2004). Eggensperger et al.

(2006) beobachteten ebenfalls eine erhöhte Rezidivgefahr nach instabiler postoperativer Kondylenposition.

4.1 Probanden

Alle Probanden wiesen zu Beginn der Therapie eine Angle-Klasse II mit tiefem Biss auf. Bei dieser Malokklusion ist die Rezidivhäufigkeit am größten. Schendel und Epker (1980) berichteten über ein klinisch relevantes Rezidiv bei 80-87 % bei Patienten mit Angle-Klasse II. In der vorliegenden Studie lag die Rezidivhäufigkeit bei 56,5%.

Alle Patienten dieser Studie wurden durch die sagittale Spaltung im Unterkiefer nach Obwegeser/Dal Pont operiert, welche heutzutage das Standardverfahren in der orthognathen Chirurgie darstellt (Broadbent und Woolf 1977, Poulton et al. 1979, Schendel und Epker 1980, Maurer et al. 2001, Pangrazio-Kulbersh et al. 2001, Richter und Laurent 2003). Das Geschlecht und Alter wurde in der Studie statistisch nicht berücksichtigt, wobei die Mehrzahl der Probanden weiblich waren. Dies könnte an der größeren Motivation und dem größerem ästhetischen Bewusstsein weiblicher Individuen liegen (Bauer und Diedrich 1990).

Bauer und Diedrich (1990) stellten bei ihren untersuchten Patienten als wichtigsten Beweggrund sich zu einer operativen Therapie zu entschließen den Wunsch zur Verbesserung der Ästhetik heraus.

Auch lässt sich ein ansteigender Behandlungswunsch im Alter zwischen 20 und 30 Jahren beobachten, was nach Bauer und Diedrich (1990) an dem zunehmenden Sinn für Ästhetik, beruflich, als auch privat, liegen könnte. Im vorliegenden Patientenkollektiv der Studiengruppe zeigen sich im Vergleich zur Verumgruppe stärkere kephalometrische Abweichungen, die auf eine höhere Rezidivgefahr schließen lassen (Abbildung 13).

4.2 Analyseverfahren

Aufgabe und Ziel dieser vorliegenden Studie war es folgende Frage zu beantworten:

Gibt es die Möglichkeit durch eine nicht invasive Methode, welche nicht von der Compliance des Patienten abhängig ist, das Rezidiv zu verringern?

In der Studie wurde bei sieben Patienten unmittelbar postoperativ Botulinumtoxin in den M. mylohyoideus injiziert, des Weiteren untersuchten wir eine Kontrollgruppe welche nicht durch eine Botoxbehandlung therapiert wurde. Die Untersuchung erfolgte durch Auswertung von Fernröntgenseitenbildern zum Zeitpunkt T1 (präoperativ), T2 (unmittelbar postoperativ) und T3 (12 Monate postoperativ). Die kephalometrische Auswertung erfolgte nach der Methode Rakosi 1988, Hasund und Segner 1998. Das Geschlecht und Alter der Patienten wurde nicht berücksichtigt.

Die Identifizierung der kephalometrischen Referenzpunkte stellt eine der größten Fehlerquellen dar (Freisfeld 1973, Houston 1983). Die Fernröntgenseitenbilder in dieser Studie wurden von drei unabhängigen Personen ausgewertet und abgeglichen um eine Beurteilungsvarianz auszuschließen (Freisfeld 1973, Perillo et al. 2000). Als wichtige Voraussetzung für die Vermeidung von Fehlern gilt hier das mehrfache und möglichst erinnerungsfreie Auswerten einer Fernröntgenseitenaufnahme durch den Untersucher (Houston 1983). Auch hängt die Genauigkeit der Auswertung von der Qualität des Röntgenbildes ab, welche im Rahmen dieser Studie jedoch standardisiert durchgeführt wurde (Rakosi 1979). So spielen Faktoren wie die Mundöffnung während der Aufnahme, die postoperative Schwellung der Weichteile oder die Bewegung des Patienten eine wichtige Rolle für die Qualität des Röntgenbildes.

Miethke (1989) wies auf die Fehlerquelle durch den individuellen Meßfehler hin und sprach von der persönliche Erfahrung und Sorgfalt des Untersuchers als wichtigen Punkt zur Aussagekraft und Analyse für den klinischen und wissenschaftlichen Gebrauch.

4.3 Einflussfaktoren und Möglichkeiten zur Verringerung des Rezidives

Schendel und Epker (1980) gaben das Rezidiv postoperativ mit 80-87 % an. In anderen Studien liegt die Mehrzahl der angegebenen Werte zwischen 20 % und 40%, wobei es bei Patienten mit ausgeprägter Kaumuskulatur oder fortgeschrittenem Wachstum bei nahezu 100% liegen kann (Diedrich 2000). Das Auftreten eines Rezidives stellt somit ein großes Problem in der Behandlung bei Patienten mit Angle Klasse II und vorliegendem Tiefbiss dar. In der Literatur werden nachfolgende Theorien für die Entstehung eines Rezidives diskutiert.

4.3.1 Postoperative Veränderungen am Kiefergelenk

Die Kondylenverlagerung aus der Fossa mandibularis (Poulton und Ware 1971, Ive et al. 1977, Epker et al. 1978, Kohn 1978, Schendel und Epker 1980, Lake et al. 1981, Epker und Wessberg 1982, Mobarak et al. 2001), sowie die kondyläre Kompression und die Resorption am Kondylus, welche durch die veränderte Biomechanik der distalen Fragmente zu erklären ist, wird als Ursache für die Entstehung eines Rezidives diskutiert (Arnett 1993, de Clercq et al. 1994, Merckx und Van Damme 1994, Mobarak et al. 2001). Schwestka-Polly (2004) fordert daher, dass sich die Kiefergelenke postoperativ in der Zentrik befinden.

1992 wurde die Zentrik von der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik (AFG) in der DGZMK definiert als die „kranioventrale, nicht seitenverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Kondylus-Diskus-Relation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe“. Die präzise präoperative Planung und die gründliche Repositionierung der Kiefer durch Splints kann somit eine Stabilisierung der Kondylen erreichen und damit ein mögliches Rezidiv vermeiden bzw. deren Auftreten verringern. Durch die Injektion von Botulinumtoxin in die suprahyoidale Muskulatur kommt es durch die Abnahme des myogenen Druckes auf das Kiefergelenk zu einer Schonung des Gewebeapparates sowie des Diskus. Hierdurch wird ein Rezidiv möglicherweise vermieden. Manche Autoren verglichen unterschiedliche Fixationen der Segmente und untersuchten ob diese das Ausmaß auf das Rezidiv beeinflussen. Will (1989) fand heraus, dass ab 10 cm Unterkieferverlagerung die rigide Fixation stabiler ist als die semirigide. Die Rezidivgefahr ist bei der rigiden Fixation geringer (Kierl 1990), es treten jedoch postoperativ möglicherweise stärkere funktionelle Einschränkungen, wie zum Beispiel eine verminderte Mundöffnung auf.

Durch die semirigide Fixation mit Stellschraubenosteosynthese oder durch Plattenosteosynthese soll es zu einer genaueren Zentrierung der Kondylen kommen (Turvey 1986), was sich bei der rigiden Fixation als eher schwierig erwies. Trotzdem ist ein erheblicher Nachteil, dass trotz der genaueren Zentrierung das Rezidiv stärker ist als bei der rigiden Fixation (Will 1989).

Obwohl die Position der Kiefergelenke bzw. die Zentrierung der Kondylen als wichtige Komponente in der chirurgischen Behandlung gesichert ist, lässt sich diese Position intraoperativ aus praktischer Sicht nicht immer sicher identifizieren. Durch die präoperativ erfolgte kieferorthopädische Dekompensation sowie die

unterschiedliche Relaxierungstiefe kommt es verfahrensbedingt zu Ungenauigkeiten, die sich jedoch nicht vermeiden lassen. Solche Fehler werden jedoch meist orthodontisch bzw. kieferorthopädisch in der Justierungsphase korrigiert.

4.3.2 Einflussfaktoren die sich auf die Therapie, Operation und operative Vor- und Nachbehandlung beziehen

Viele Autoren diskutieren den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung und einem möglichen Rezidiv durch die auftretenden myogenen Kräfte. Dies bedeutet, dass je stärker die Unterkiefervorverlagerung durchgeführt wird, desto höher ist das Risiko für ein mögliches Rezidiv (Gassmann et al. 1990, Knaup et al. 1993, Cutbirth et al. 1998, Van Sickels 2000, Eggensperger et al. 2004). Van Sickels et al. (1986,1988) konnten zeigen, dass das Risiko für ein Rezidiv ab einer Strecke von 6-7 cm deutlich erhöht ist. Auch Eggensperger et al. (2004) beschrieb eine signifikant höhere Rezidivquote ab einer Unterkiefervorverlagerung von 7 cm. Diese Erkenntnisse passen in den theoretischen Kontext des chirurgischen Verfahrens sowie in den funktionskieferorthopädischen Hintergrund, da durch die stärkere Unterkiefervorverlagerung die suprahyoidale Muskulatur und die umgebenden Weichgewebe stärker gedehnt werden. Die somit veränderte Muskulatur sowie deren Tonus führt zu einem Kraftvektor, der in die ursprüngliche Lage des Unterkiefers gerichtet ist. Es ist bekannt, dass die Lageänderung eines Muskels auch zu einer Veränderung der umgebenden Weichgewebsstrukturen führt. Nach entsprechender Adaptation kommt es zu einer Neuausrichtung der vorhandenen Myofilamente innerhalb der Muskulatur (Carlson und Schneidermann 1983).

Dies wird in der vorliegenden Studie durch die kephalometrischen Parameter belegt (Abbildung 12 – 34). Entsprechend zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass die Patienten mit erfolgter Botoxbehandlung ein signifikant geringeres Rezidiv aufwiesen, da die kephalometrischen Werte im weiteren Verlauf weitestgehend stabil waren und mit der Vergleichsgruppe signifikante Unterschiede ermittelt werden konnten. Somit kommt der suprahyoidalen Muskulatur nach den vorliegenden Daten eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung eines Rezidives zu.

Um ein mögliches Rezidiv zu vermeiden wurden im Rahmen der chirurgischen Umstellungsosteotomie in der Vergangenheit Überkorrekturen im Sinne einer stärkeren Unterkiefervorverlagerung durchgeführt (Poulton und Ware 1971 und 1973,

Steinhauser 1973, Guernsey 1974). Diese Methode mag zwar das Rezidiv verringert haben, jedoch entspricht sie nicht mehr dem „state of the art“, da das Rezidiv ausmaß nie genau vorhersehbar und individuell verschieden ist. Neben dem kalkulierten Rezidiveffekt ist diese Methode auch unter Berücksichtigung der Veränderung der Kondylenposition, sowie deren Kompression unter Durchführung der postoperativen Kaufunktion, sowie dem starken Eingriff in das kybernetische System des Kiefergelenkes mit der korrespondierenden Neuromodulation- und Sensorik entsprechend mit weiteren Nebenwirkungen assoziiert. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Tatsache, dass je größer die Unterkiefervorverlagerung ist, desto stärker ausgeprägt auch das resultierende Rezidiv, so dass ein Rezidiv durch die beschriebene Methode bewusst herbeigeführt wird. (Van Sickle et al. 1986 und 1988, Gassmann et al. 1990, Knaup et al. 1993, Cutbirth et al. 1998, Van Sickle 2000, Eggensperger et al. 2004). Daher überwiegen die Nachteile dieser Methode und verbieten die Anwendung dieser Methodik.

Ein weiterer diskutierter Risikofaktor ist die Unterkiefervorverlagerung bei einer Rotation im Uhrzeigersinn (posteriore Rotation) und einem großen ML-NSL Winkel (Poulton und Ware 1971, Epker et al. 1978, Schendel 1980, Worms et al. 1980, Greebe und Tuinzing 1984). Je größer der ML-NSL Winkel desto stärker die Rotation im Uhrzeigersinn (was einem vertikalen Gesichtsmuster entspricht), desto größer die Dehnung der suprahyoidalen Muskulatur postoperativ (Hoppenreijns et al. 1997, Ayoub et al. 1995, Fischer et al. 2000, Eggensperger et al. 2004).

Auch hier wird die Kraft der gedehnten Muskulatur durch die Botulinumtoxin-Injektion verringert.

Ein weiterer Versuch das Rezidiv zu verringern, war das Tragen von orthopädischen Bandagen (Poulton und Ware 1971 und 1973, McNeill et al. 1973, Guernsey 1974, Poulton et al. 1979, Lake et al. 1981) wie zum Beispiel die Schulter-Kinn Bandage oder eine Art Halskrause. Trotz der Bemühungen durch die Therapie blieb ein bemerkenswerter Erfolg aus, was zum einen an der Zugrichtung, zum anderen an der eingeschränkten Compliance liegt. Der wesentliche Nachteil dieser Art der Stabilisierung ist die Einschränkung des Komforts und dadurch bedingt die Verschlechterung der Compliance des Patienten.

Als allgemein stabile Operationsmethode hat sich die sagittale Spaltung im Unterkiefer nach Obwegeser/Dal Pont mit anschließender starren Fixierung bewährt

(Broadbent und Woolf 1977, Poulton et al. 1979, Schendel und Epker 1980, Van Sickle und Flanary 1985, Arnett 1993, Maurer et al. 2001, Pangrazio-Kulbersh et al. 2001, Richter und Laurent 2003).

Nicht nur die Art der Fixation spielt eine Rolle für die Stabilität. Perrot (1994) untersuchte in seiner Studie das Rezidiv nach unterschiedlichen Mobilisierungszeiten anhand des SNB-Winkels: eine Osteosynthese mit Stellschrauben und anschließender mandibulo-maxillärer Fixation konnte das Rezidiv auf 10 % reduzieren, wohin gegen die Rezidivrate nach erfolgter Osteosynthese mit Stellschrauben und sofortiger postoperativer Mobilisierung des Unterkiefers 16,2 % betrug. Historisch zeigte sich bei der Drahtosteosynthese und späteren Mobilisierung nach sechs Wochen ein Rezidiv, was sich durch die schlechte Fixierung und Frühstabilität verfahrensbedingt erklärt.

4.3.3 Möglichkeit zur Rezidivverringerung durch eine genaue Planung im Zusammenhang mit der kieferorthopädischen Vorbehandlung

Im Rahmen des kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlungsplanes ist ein mögliches Rezidiv zu berücksichtigen (Lindorf 1986). Die Planung kann jedoch das Ausmaß des Rezidives nicht vorhersagen, so dass eine genaue Planung der Retentionsphase unter ständiger klinischer Kontrolle erfolgen muss. Die prophylaktische Vorbeugung eines Rezidives durch eine Überkorrektur verbietet sich jedoch, da weder das Ausmaß planbar, noch die Stabilität des Okklusionsbefundes Berücksichtigung finden. Als wesentlicher Faktor der Stabilität ist die orthognathe und orthodontische postoperative Okklusion mit eindeutiger Interkuspitation zu nennen. Die Berücksichtigung der statischen und dynamischen Okklusion, sowie das Erreichen einer maximalen Interkuspitation zeigte sich auch als signifikanter Faktor zur Reduktion eines Rezidives (Höltje 1981).

4.3.4 Die Rolle der suprahyoidalen Muskulatur in Bezug auf die Rezidiventstehung

Im Rahmen des Tiefbisses beschreiben zahlreiche Autoren einen wesentlichen Einfluss durch die suprahyoidale Muskulatur auf die Rezidiventstehung. Die zu Grunde liegende Hypothese für die Entstehung eines Rezidives liegt in dem starken Muskelzug der suprahyoidalen Muskulatur, sowie der Spannung der perioralen und

perimandibulären Weichgewebe (Poulton und Ware 1971 und 1973, McNeill et al. 1973, Ive et al. 1977, Epker et al. 1978, Kohn 1978, Poulton et al. 1979, Lake et al. 1981, Ellis und Carlson 1983). Die suprahyoidale Muskulatur wird während der Unterkiefervorverlagerung um 66 % der gesamten Vorverlagerungsstrecke verlängert und gedehnt (Carlson et al. 1987). Es ist anzunehmen, dass der stark gedehnte Muskel versucht, durch die starke Kontraktion in seine ursprüngliche Lage zurückzukehren.

Durch den Zug auf die Muskulatur kommt es nicht nur zu Veränderungen im Bereich des sehnigen Muskelanteils, sondern auch zu morphologischen Veränderungen am knöchernen Übergangsbereich. Durch eine histologische Untersuchung am M.digastricus konnte gezeigt werden, dass es keine Veränderung im Muskelgewebe selber gibt (Carlson et al. 1987).

Ellis (1994) untersuchte intraoperativ, wie stark die Kraft ist, die von der suprahyoidalen Muskulatur und Kaumuskulatur ausgeht. Er fand heraus, dass es durch die Tendenz der Muskulatur, in ihre Ausgangslage zurückzukehren, zu einer muskulären Kraft von 1400g kommt. Die Kraft nach einer Myotomie betrug lediglich 790g.

Zahlreiche Autoren sahen die Myotomie als Lösung dieses Problems an (Ellis 1983, Carlson et al. 1987, Steinhäuser 1973).

Wolford et al. (1978) hielt die Myotomie ab einer Dehnung von 15 % der suprahyoidalen Muskulatur für notwendig um das Rezidiv zu verringern. Später fanden Wessberg et al. (1982) heraus, dass die Myotomie ab einer Längenzunahme der Muskulatur von 30 % indiziert ist. Steinhäuser (1973) schlug als Indikation der Myotomie eine Vorverlagerungsstrecke von mehr als 8 mm vor, dies stellt jedoch keine individualisierte Therapieform dar. Carlson et al. (1987) untersuchten im tierexperimentiellen Modell an Affen den Einfluss der Myotomie auf die Vermeidung eines Rezidives im Rahmen der durchgeführten Unterkiefervorverlagerungen. Während es innerhalb der Referenzgruppe ohne Myotomie zu einem Rezidiv innerhalb der ersten sechs Wochen kam, zeigte sich in der Versuchsgruppe mit Myotomie innerhalb dieses Zeitraumes kein Rezidiv. Die Rezidivwahrscheinlichkeit ist insbesondere in dem Zeitraum zwischen sechs Wochen und sechs Monaten am größten (Ellis 1988, Van Sickels 1986). Durch die Myotomie ist diese Krafteinwirkung bei Beginn der Knochenheilung reduziert, wodurch der Zug auf den Unterkiefer und das damit verbundene Rezidiv verringert ist. Jedoch ist der Nachteil der Myotomie,

dass es ein invasives Verfahren darstellt, was die irreversible Veränderung der Mundbodenarchitektur und eine Narbenbildung mit möglicher Narbenkontraktion mit sich bringt. Auch eine Narbenkontraktion kann ein Rezidiv auslösen (Ellis 1999).

Prowler (1973) postulierte, es gehört zur Planung alle Muskeln in ihre Ausgangssituation zu bringen, was jedoch nur durch ein invasives Vorgehen möglich ist und nicht einmal dann realisierbar wäre.

Reitzik (1982) konnte zeigen, dass die Knochenheilung erst nach vierundzwanzig Wochen komplett abgeschlossen ist. Trotzdem ist nach sechs Monaten eine gewisse Stabilität der Knochen vorhanden. Dadurch spielt in gerade dieser Phase die Wirkung des Botulinumtoxins und die damit verbundene Relaxion der Muskulatur eine entscheidende Rolle. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Muskulatur an der Rezidiventstehung maßgeblich beteiligt sein muss, was durch die im Rahmen dieser Studie beschriebenen Methode jedoch weitaus schonender und minimal invasiv zu therapieren ist.

Ein weiterer Faktor während der Behandlung stellt die Tatsache dar, dass nicht nur passive Kräfte der Muskulatur des Patienten während der Behandlug in Vollnarkose eine Rolle spielen, sondern auch der Muskeltonus nach der Narkose einen starken Kraftvektor darstellt, der individuell sehr unterschiedlich sein kann.

4.3.5 Anwendung von Botox bei der Tiefbissbehandlung

Botulinumtoxin wird schon sehr lange in der Neurologie und später auch in vielen weiteren Disziplinen eingesetzt (Dressler 2002). Botulinumtoxin-A dient der Behandlung von Muskelschmerzen und eine mit Schmerzen assoziierte Hyperaktivität des Muskels (Moore 1991). Auch Muskelhypertrophien (im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich speziell beim M.masseter und M.temoralis) lassen sich gut durch die Anwendung von Botulinumtoxin therapieren und können zu einer Verbesserung der Ästhetik führen (Umstadt 2002).

Botulinumtoxin A ist zwar eine zeitlich begrenzte Therapieoption zur Behandlung von muskeltonusbedingten Veränderungen, jedoch für die Stabilisierungsphase eine wichtige Methode zur Justierung der muskulären Aktivität. Verschiedene Verfahren zur Behandlung von hyperaktiver, fehlgesteuerter Muskulatur oder Muskulatur deren Ansatz und Ursprung durch einen operativen Eingriff verändert werden muss, stehen zur Verfügung, um chirurgische Maßnahmen zu unterstützen oder sogar völlig zu ersetzen. Durch eine partielle oder totale Ausschaltung der muskulären Aktivität kann

ein muskuläres Gleichgewicht erreicht werden und somit bestimmte chirurgische Verfahren signifikant und schonend unterstützt werden (Umstadt 2002).

Durch die gezielte Injektion von Botulinumtoxin in die suprahyoidale Muskulatur konnte der nach dorsal gerichtete Muskelzug während der Stabilisierungsphase reduziert werden. Damit konnte die Retraktion des Unterkiefers verringert werden, so dass sich im Rahmen der untersuchten Patienten kein Rezidiv innerhalb eines Jahres zeigte. Dies bestätigt auch den Einfluss der Myotomie als chirurgisch wichtiges Verfahren zur Rezidivprophylaxe und spiegelt sich in der entsprechenden Literatur wieder (Ellis 1983, Carlson et al. 1987, Steinhäuser 1973). Die Nachteile bei der Myotomie stellen insbesondere Komplikationen wie Hämatombildung, Vernarbung und die Möglichkeit der dauerhaften Schädigung der Muskeleinheit dar.

Parallel wird durch die Injektion des Botulinumtoxins die Problematik mit der Kiefergelenkskompression bzw. Resorption reduziert: durch den nach dorsal gerichteten Muskelzug der suprahyoidalen Muskulatur kommt es zu einer Retraktion des Unterkiefers und damit zu einer dorsalen Kondylenstellung. Dies kann zu einer Kompression im Kiefergelenk führen. Die Folge sind die Kompression der bilaminären Zone wodurch es auf Grund der sehr guten Innervation zu Schmerzen und Bewegunseinschränkungen kommen kann. Somit können Kiefergelenksprobleme sowohl durch die Myotomie als auch durch die Botulinumtoxin-Injektion reduziert werden. Beide Therapien führen zu einer Ausschaltung der durch den Muskelzug verursachten Retraktion des Unterkiefers und entlasten das Kiefergelenk. Während der postinterventionellen Phase kann es unter Schonung der Kiefergelenksstrukturen zu einer Adaptation der Muskulatur an die veränderte skelettale Position der Mandibula kommen. Weitere postoperative Komplikationen wie die Schwellung, Hämatombildung, Schmerzen, Nervensensibilitätsstörungen im Bereich des Unterkiefers können bei jeder Unterkiefervorverlagerung auftreten.

Langzeitschäden sind durch die Botulinuminjektion nicht zu erwarten, da es nach drei bis sechs Monaten von intraneuronale Proteasen vollständig abgebaut wird und durch die Bildung von neuen Fusionsproteinen die Nervenfunktionen zurückkehren. Nach dieser Zeit kann die Muskulatur ihre physiologische Aktivität vollständig ausüben.

Die Wirkungsdauer des Botulinumtoxin reicht je nach Wirkort unterschiedlich lange, wobei bei intramuskulärer Injektion nach etwa zwei bis drei Wochen das Maximum

erreicht wird und nach etwa zweieinhalb Monaten die Wirkung langsam abzuklingen beginnt.

Als Nebenwirkungen sind anfängliche Schluckstörungen, vorübergehende Mundtrockenheit durch die Wirkung von Botulinumtoxin A auf die sekretorischen Speicheldrüsen und Schmerzen im Bereich der Injektionsstelle sowie Einblutungen in die Muskulatur bekannt. Eine seltene Nebenwirkung des Botulinumtoxin A sind allergische Reaktionen.

4.3.6 Perioperative Änderung in der Kephalemetrie

Die vorliegende Studie konnte nachweisen, dass ein Rezidiv durch die Injektion von Botox geringer ist bzw. ganz vermieden werden kann, da es dadurch zur Hemmung der muskulären Aktivität kommt und somit der entscheidende Faktor der Rezidiventstehung, die muskulären Kräfte, reduziert wird.

Durch den relativen Vergleich der kephalometrischen Werte zwischen Patienten ohne und mit Botoxbehandlung mittels t-Test (Tabelle 6) ist deutlich erkennbar, dass das Rezidiv bei mit Botox therapierten Patienten signifikant geringer ist. Insbesondere die kephalometrischen Parameter, welche durch die Unterkieferosteotomie beeinflusst werden (SNB $p=0.002$, ANB $p=0.004$, SNPg $p=0.01$, GntgoAr $p=0.033$, N-Winkel $p=0.05$, ML-NSL $p=0.47$, NSp' $p=0.026$, Sp'Gn $p=0.005$, Index $p=0.02$, \perp -T $p=0.048$, T-NB in Grad $p=0.004$) zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf das Rezidiv zwischen beiden Studiengruppen (Tabelle 6). Dies belegt, auch unter Berücksichtigung der postoperativ stabilen Oberkieferwerte, dass durch die angewandte Botoxtherapie eine wesentliche Einflussnahme auf die Entwicklung eines Rezidives zur Unterkieferrücklage hin erfolgte. Genauere dentale Anpassungen zur Feinjustierung der Okklusion werden postoperativ durch den Kieferorthopäden vorgenommen und zeigen bei entsprechender Behandlungsnotwendigkeit eine Veränderung der kephalometrisch korrespondierenden Werte (z.B. Interincisalwinkel, Kippung der Front im OK und UK, ML-NSL bzw. ML-NL). Die Neigung der Kieferbasen, bestimmbar durch den NL-NSL und ML-NSL, stehen in unmittelbarem Zusammenhang zum vertikalen Abstand zwischen den jeweiligen Kieferbasen. Anhand des Vorliegen eines Rezidives der Vergleichsgruppe des ML-NSL, welcher die Neigung der Mandibula gegenüber der anterioren Schädelbasis beschreibt, wird deutlich, dass durch den Zug der Muskulatur der Neigungswinkel verändert wird. Bei der Gruppe mit Botox war kein

Rezidiv vorhanden, da der Zug der Muskulatur durch die Injektion von Botulinumtoxin vermindert wird. Es muss auch die postchirurgische Feinjustierung durch den Kieferorthopäden als Ursache zur Veränderung unterschiedlicher Winkel wie des ML-NSL-Winkels und des Interinzisalwinkels genannt werden. Auch durch postchirurgische, dentale Veränderungen kann der vertikale Abstand zwischen dem Unterkiefer und der anterioren Schädelbasis verändert werden. Auch der Interinzisalwinkel und der Kippungsgrad der Incisivi sind durch die postoperative kieferorthopädisch bzw. kieferchirurgische Feinjustierung beeinflussbar. Aus dem Grund ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Chirurgen und Kieferorthopäden ein wichtiger Aspekt. Des Weiteren sollte noch der Interinzisalwinkel hervorgehoben werden: dieser hat nicht nur große Bedeutung, wenn es um die Beurteilung des ästhetischen Eindrucks der Zahnstellung geht, er ist genauso wichtig im Hinblick auf die Stabilität. Besonders bei der Behandlung von Patienten mit tiefem Biss und steilen Fronten ist es wichtig, darauf zu achten, dass der Winkel ausreichend verkleinert wird. Nur so kann eine vertikale Abstützung und somit eine Verbesserung der Stabilität erreicht werden.

5. LITERATURVERZEICHNIS

Angle EH: Classifikation of malocclusion.

Dental Cosmos 41, 248-350 (1899)

Angle EH: Malocclusion of teeth.

SS White Dental Mit freundlichen Grüßen Co, Philadelphia (1907)

Angle EH: Die Okklusionsanomalien der Zähne.

Berlin (1913)

Arnett GW: A redefinition of bilateral sagittal osteotomy (BSO) advancement relapse.

Am J Orthod Dentofac Orthop 104(5), 506-515 (1993)

Arvystas MG: Nonextraction treatment of severe Class II, Division 2 malocclusions.

Part 1.

Am J Orthod Dentofac Orthop 97(6), 510-521 (1990)

Ascher F: Distalbiss und Lutschen bei den Eingeborenen in Tanganjika Territory (Ostafrika).

Fortschr Kieferorthop 22(2), 157-163 (1961)

Axhausen G: Über die korrigierende Osteotomie am Oberkiefer.

Dtsch Z Chir 248(8-9), 515-522 (1937)

Ayoub AF, Stirrups DR, Moos KF: Stability of sagittal split advancement osteotomy: singel-versus double-jaw surgery

Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 10(3), 181-192 (1995)

Babcock WW: The surgical treatment of certain deformities of the jaw associated with malocclusion of teeth.

Dent Cosmos 52(1), 108 (1910)

Bauer W, Diedrich P: Motivation und Erfolgsbeurteilung erwachsener Patienten zur kieferorthopädischen Behandlung - Interpretation einer Befragung.

Fortschr Kieferorthop 51(3), 180-188 (1990)

Bazant V, Miksa J: Die Häufigkeit der Okklusionsanomalien in sagittaler Richtung in der Klassifikation nach Angle bei Erwachsenen.

Fortschr Kieferorthop 21(3), 328-338 (1960)

Bell WH: Modern Practice in Orthognatic and Reconstructive Surgery. In: WB Saunders Co, Volume 1 S. 522-593

Philadelphia (1992)

Binda SK, Kuijpers-Jagtman AM, Maertens JK, van't Hof MA: A long-term cephalometric evaluation of treated Class II division 2 malocclusions.

Eur J Orthod 16(4), 301-308 (1994)

Binz T, Blasi J, Yamasaki S, Baumeister A, Link E, Südhof TC, Jahn R, Niemann H: Proteolysis of SNAP-25 by types E and A botulinal neurotoxins.

J Biol Chem 269, 1617-1620 (1994)

Blair VP : A report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible.

Dent Cosmos 48(8), 817-820 (1906)

Borstlap WA, Stoelinga PJW, Hoppenreijts TJM, van't Hof MA: Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up Part I. Clinical parameters.

Int J Oral Maxillofac Surg 33(5), 433-441 (2004)

Borchers E: Verletzungen und Krankheiten der Kiefer. In Borchers (Hrsg.), 2. Auflage.

Enke, Stuttgart (1932)

Broadbent TR, Woolf RM: Our experience with the sagittal split osteotomy for retrognathia.

Plast Reconstr Surg 60(6), 860-867 (1977)

Brooks VB: Motor nerve filament block produced by botulinum toxin.

Science (N.Y.) 117(3039), 334-339 (1953)

Brooks VB: The action of botulinum toxin on motor-nerve filaments.

J Physiol 123, 501-515 (1954)

Brooks VB: An intracellular study of the action of repetitive nerve volleys and of botulinum toxin on miniature end-plate potentials.

J Physiol 134, 264-277 (1956)

Burford D, Noar JH: The causes, diagnosis and treatment of anterior open bite.

Dent Update 30(5), 235-241 (2003)

Carlson DS, Schneidermann ED: Cephalometric analysis of adaptations after lengthening of the masseter muscle in adult rhesus monkeys.

Arch Oral Biol 28(7), 627-637 (1983)

Carlson DS, Ellis E III, Dechow PC: Adaptation of the suprahyoid muscle complex to mandibular advancement surgery.

Am J Orthod Dentofac Orthop 92(2), 134-143 (1987)

Caldwell JB, Lettermann GS: Vertical osteotomy in the mandibular rami for correction of prognathism.

J Oral Surg 12(3), 185-202 (1954)

Cohn-Stock G: Die chirurgische Immediatregulierung der Kiefer, speziell die chirurgische Behandlung der Prognathie.

Vjschr Zahnheilkd 37, 320-354 (1921)

Cutbirth M, Van Sickels JE, Thrash WJ: Condylar resorption after bicortical screw fixation of mandibular advancement.

J Oral Maxillofac Surg 56(2), 178-182 (1998)

Crawford JG, Stoelinga PJW, Blijdorp PA, Brouns JJA: Stability after reoperation for progressive condylar resorption after orthognathic surgery: report of seven cases.

J Oral Maxillofac Surg 52(5), 460-466 (1994)

Cunningham G: Methode sofortiger Regulierung von anomalen Zahnstellungen.

Österr Vjschr Zahnheilkd 19, 455 (1894)

Dal Pont G: Retromolar osteotomy for correction of prognatism.

Minerva Chir 18, 1138-1142 (1959)

Dal Pont G: Retromolar osteotomy for the correction of prognatism.

Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv 19, 42-47 (1961)

De Clercq CA, Neyt LF, Mommaerts MY, Abeloos LV, De Mot BM: Condylar resorption in orthognathic surgery: a retrospective study.

Int J Adult Orthodont Orthognath Surg 9(3), 233-240 (1994)

Diedrich P: Kieferorthopädie I. Orofaziale Entwicklung und Diagnostik. In: Diedrich (Hrsg.), 4.Auflage. S. 110-111

Urban & Fischer München-Jena (2000)

Diedrich P: Kieferorthopädie III. Spezifische kieferorthopädische Fragestellungen und interdisziplinäre Aufgaben. In: Diedrich (Hrsg.), 4. Auflage. S. 119

Urban & Fischer München-Jena (2002)

Diedrich P: Kieferorthopädie III. Spezifische kieferorthopädische Fragestellungen und interdisziplinäre Aufgaben. In: Diedrich (Hrsg.), 4. Auflage. S. 132-133

Urban & Fischer München-Jena (2002)

Diedrich P: Kieferorthopädie II. Therapie. In: Diedrich (Hrsg.), 4 Auflage. S. 311
Urban & Fischer München-Jena (2000)

Diedrich P: Kieferorthopädie II. Therapie. In: Diedrich (Hrsg.), 4. Auflage S. 359
Urban & Fischer München-Jena (2000)

Diedrich P: Kieferorthopädie I. Orofaziale Entwicklung und Diagnostik. In: Diedrich
(Hrsg.), 4. Auflage. S. 274
Urban & Fischer München-Jena (2000)

Dressler D: Dysport produces intrinsically more swallowing problems than Botox:
unexpected results from a conversion factor study in cervical dystonia.
J Neurol Neurosurg Psychiatry 73(5), 604-606 (2002)

Dressler D: Pharmakologische Aspekte therapeutischer Botulinum-Toxin
Präparationen.
Nervenarzt 77(8), 912-921 (2006)

Eggensperger N, Smolka W, Rahal A, Iizuka T: Skeletal relapse after mandibular
advancement and setback in single-jaw surgery.
J Oral Maxillofac Surg 62(12), 1486-1496 (2004)

Eggensperger N, Smolka K, Luder J, Iizuka T: Short- and long-term skeletal relapse
after mandibular advancement surgery.
Int J Maxillofac Surg 35(1), 36-42 (2006)

Ellis E III, Carlson DS: Stability two years after mandibular advancement surgery with
and without suprahyoid myotomy: an experimental investigation.
J Oral Maxillofac Surg 41(7), 426-437 (1983)

Ellis E III, Reynolds S, Carlson DS: Stability of the mandible following advancement:
a comparison of three postsurgical fixation techniques.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 94(1), 38-49 (1988)

Ellis E III: Bimaxillary surgery using an intermediate splint to position the maxilla.
J Oral Maxillofac Surg 57(1), 53-56 (1999)

Epker BN, Wolford LM, Fish LC: Mandibular deficiency syndrome: II. Surgical considerations for mandibular advancement.
Oral Surg 45(3), 349-363 (1978)

Epker BN, Wessberg GA: Mechanisms of early skeletal relapse following surgical advancement of the mandible.
Br J Oral Surg 20(3), 175-182 (1982)

Ernst FR: Progenie. In: Kirschner M, Nordmann O (Hrsg): Die Chirurgie IV, Teil 1
Urban & Schwarzenberg, Berlin Wien (1927)

Fabac E, Legouvic M, Zupan M: Zusammenhang des Stillens mit dem Wachstum der orofazialen Region.
Fortschr Kieferorthop 53(4), 187-191 (1992)

Fischer K, von Konow L, Brattström V: Open bite: Stability after bimaxillary surgery-2-year treatment outcomes in 58 patients.
Eur J Orthod 22, 711-718 (2000)

Fletcher GG: The retroclined upper incisor.
Br J Orthod 2(4), 207-216 (1975)

Foran P, Lawrence GW, Shone CC, Foster KA, Dolly JO: Botulinum neurotoxin C1 cleaves both syntaxin and SNAP-25 in intact and permeabilized chromaffin cells: correlation with its blockade of catecholamine release.
Biochemistry 35(8), 2630-2636 (1996)

Fränkel R, Falck F: Zahndurchbruch und Vererbung beim Deckbiss.
Fortschr Kieferorthop 28(2), 175-182 (1967)

Freisfeld M: Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte.

Fortschr Kieferorthop 34, 296-306 (1973)

Frevert A: Die Bedeutung besonderer Schlaflagen bei kieferorthopädischer Behandlung.

Dtsch Zahnärztl Z 11, 1397-1400 (1956)

Fuhrmann RA, Diedrich PR: B-mode ultrasound scanning of the tongue during swallowing.

Dentomaxillofac Radiology 23(4), 211-215 (1994)

Gattinger B, Obwegeser H: Chirurgische Kieferorthopädie und kraniofaziale Fehlbildungschirurgie. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg.): Spezielle Chirurgie , S. 235-273

Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart (2002)

Gassmann CJ, Van Sickels, Thrash WJ: Causes, location, and timing of relapse following rigid fixation after mandibular advancement.

J Oral Maxillofac Surg 48(5), 450-454 (1990)

Greebe RB, Tuinzing DB: Mandibular advancement procedures: predictable stability and relapse.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 57(1), 13-16 (1984)

Guernsey LH: Stability of treatment results in Class II malocclusion corrected by full mandibular advancement surgery.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 37(5), 668-687 (1974)

Hasund A, Segner D: Individualisierte Kephalemetrie. 3.Aufl. Hamburg (1998)

Hackney FL, Van Sickels JE, Nummikoski PV: Condylar displacement and temporomandibular joint dysfunction following bilateral sagittal split osteotomy and rigid fixation.

J Oral Maxillofac Surg 47(3), 223-227 (1989)

Heimer MV, Katz CRT, Rosenblatt A: Non-nutritive sucking habits, dental malocclusions, and facial morphology in Brazilian children : a longitudinal study.

Europ Journal of orthod 30, 580-585 (2008)

Hockenjos C, Komposch G, Schumann C, Rakosi Th: Fernröntgenologischer und klinischer Befund bei erschwerter Nasenatmung .

Fortschr Kieferorthop 35, 391-399 (1974)

Höltje WJ, Lentrodt G, Ploke U, Holm U: Sind Rezidive nach kieferorthopädischen Operationen am Unterkiefer vermeidbar?

Fortschr Kieferorthop 26, 78 (1981)

Hoppenreijts TJ, Freihofer HP, Stoelinga PJ, Tuinzing DB, van't Hof MA, van der Linden FP, Nottet SJ: Skeletal and dento-alveolar stability of Le Fort I intrusion osteotomies and bimaxillary osteotomies in anterior open bite deformities. A retrospective three-centre study.

Int J Oral Maxillofac Surg 26(3), 161-175 (1997)

Houston WJB: The analysis of errors in orthodontic measurements.

Am J Orthod 83(5), 382-390 (1983)

Ingervall B, Seemann L, Thilander B: Frequency of malocclusion and need of orthodontic treatment in 10-year old children in Gothenburg.

Sven Tandlak Tidskr 65(1), 7-21 (1972)

Ingervall B, Carlsson GE, Thailänder B: Prevalence and awareness of malocclusion in Swedish men.

Community Dent Oral Epidemiol 6(6), 308-314 (1978)

Ive J, McNeill RW, West RA: Mandibular advancement: Skeletal and dental changes during fixation.

J Oral Surg 35(11), 881-886 (1977)

Jakobs HG, Jakobs-Müller C: Die operative Zungenverkleinerung als unterstützende Maßnahme bei der Behandlung von Dysgnathien.

Fortschr Kieferorthop 37(4), 466-472 (1976)

Joos U, Göz G, Schilli W: Experience with sagittal splitting of the horizontal ramus in mandibular prognathism.

J Oral Maxillofac Surg 12(2), 71-72 (1984)

Kahl-Nieke B: Einführung in die Kieferorthopädie. In Kahl-Nieke (Hrsg.)

3. Auflage S. 3

Deutscher Zahnärzterverlag Köln (2010)

Kantorowicz A: Die Bedeutung des Lutschens für die Entstehung erworbener Fehlbildungen.

Fortschr Kieferorthop 16(2), 109-121 (1955)

Karlsen AT: Craniofacial characteristics in children with Angle Class II div. 2 malocclusion combined with extreme deep bite.

Angle Orthodont 64(2), 123-130 (1994)

Katz CRT, Rosenblatt A, Gondim PPC: Nonnutritive sucking habits in Brazilian children: effects on deciduous dentition and relationship with morphology.

Am J Orthod Dentofac Orthop 126(1), 53-57 (2004)

Kawamata A, Fujishita M, Nagahara K, Kanematu N, Niwa K, Langlais RP: Three-dimensional computed tomography evaluation of postsurgical condylar displacement after mandibular osteotomy.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 85(4), 371-376 (1998)

Kerner J: Vergiftung durch verdorbene Würste.

Tübinger Blätter f Naturwissensch u Arzneikunde 3, 1-25 (1817)

Kerner J: Neue Beobachtungen über die in Württemberg so häufig vorkommenden tödlichen Vergiftungen durch den Genuss geräucherter Würste.

Osiander, Tübingen: Osiander GF, 120 (1820)

Kerner J: Das Fettgift und die Fettsäure und ihre Wirkungen auf den thierischen Organismus.

Cotta, Stuttgart und Tübingen: Cotta-Verlag (1822)

Kerstens HCJ, Tuinzing DB, Golding RP, van der Kwast WAM: Condylar atrophy and osteoarthritis after bimaxillary surgery.

Oral Surg Oral Med Oral Path 69(3), 274-280 (1990)

Kierl MJ, Nanda RS, Currier GF: A 3-year evaluation of skeletal stability of mandibular advancement with rigid fixation.

J Oral Maxillofac Surg 48(6), 587-592 (1990)

Klammert U, Müller-Richter UDA, Kübler AC, Kretschmer W, Reuther T: Aktuelle Osteosyntheseverfahren in der orthognathen Chirurgie.

MKG-Chirurg 4, 171-179 (2011)

Klinik-Heckmann U, Bredy E, U. Klinik-Heckmann: Orthopädische Stomatologie. In: Klinik-Heckmann (Hrsg.).

Thieme Stuttgart (1977)

Kloeppel W: Deckbiss bei Zwillingen.

Fortschr Kieferorthop 14(2), 130-135 (1953)

Kloeppel J: Untersuchung über einige Entstehungsursachen des Distalbisses.

Fortschr Kieferorthop 22(3), 388-394 (1961)

Knaup CA, Wallen TR, Bloomquist DS: Linear and rotational changes in large mandibular advancements using three or four fixation screws.

Int J Adult Orthod Orthognath Surg 8(4), 245-263 (1993)

Kohn MW: Analysis of relapse after mandibular advancement surgery.

J Oral Surg 36(9), 676-684 (1978)

Kostecka F: Die chirurgische Therapie der Progenie.

Zahnärztl Rundsch 16, 670-688 (1931)

Korkhaus G: The frequency of orthodontic anomalies at various ages.

Int J Orthodont 14, 120-135 (1928)

Korkaus G: Über den Aufbau des Gesichtsschädels beim Deckbiss.

Fortschr Kieferorthop 14(3),162-172 (1953)

Lake SL, McNeill RW, Little RM, West RA: Surgical mandibular advancement: a cephalometric analysis of treatment response.

Am J Orthod 80(4), 376-394 (1981)

Larsson E: The prevalence and aetiology of prolonged dummy and finger-sucking habits.

Euro J Orthod 7(3), 172-176 (1985)

Larsson E: Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age.

Angle Orthod 71(2), 116-119 (2001)

Lapatki BG, Mager AS, Schulte-Moenting J, Jonas IE: The importance of the level of the lip line and resting lip pressure in Class II, Division 2 malocclusion.

J Dent Res 81(5), 323-328 (2002)

Lapatki BG, Klatt A, Schulte-Moenting J, Stein S Jonas IE: A retrospective cephalometric study for the quantitative assessment of relapse factors in the cover-bite treatment.

Fortschr Kieferorthop 65(6), 475-488 (2004)

Legović M, Ostrić L: The effects of feeding methods on the growth of jaws in infants.

ASDC J dent Child 58(3), 253-255 (1991)

Linder-Aronson S: Dimensions of the face and palate in nose breathers and in habitual mouth breathers.

Odontol Revy 14(3), 187-199 (1963)

Linder-Aronson S: Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition.

Acta Otolaryngol Suppl. 265, 1-132 (1970)

Linder-Aronson S: Respiratory function in relation to facial morphology and the dentition.

Br J Orthod 6(2), 59-71 (1979)

Litt RA, Nielsen IL: Class II, Divisions 2 malocclusion - to extract or not extract.

Angle Orthod 54(2), 123-138 (1984)

Lindorf HH, Hirschfelder U: Combined orthodontic and surgical therapy of deep bite in mandibular retrognathism.

Dtsch Zahnärztl Z 41(2), 222-226 (1986)

Luhr HG, Schauer W, Jäger A, Kubein-Meesenburg D: Formveränderung des Unterkiefers durch kieferorthopädisch-chirurgische Maßnahmen mit stabiler Fixation der Segmente.

Fortschr Kieferorthop 47(1), 39-47 (1986)

Luhr HG: The significance of condylar position using rigid fixation in orthognathic surgery.

Clin Plast Surg 16(1), 147-156 (1989)

Luffingham JK: The lower lip and the maxillary central incisor.

Eur J Orthod 4(4), 263-268 (1982)

Lundström AF: Tooth size and occlusion in twins.

Basel, Karger (1948)

Markovic MD: At the crossroads of oral facial genetics.

Eur J Orthod 14(6), 469-481 (1992)

Maurer P, Otto C, Eckert AW, Schubert J: Complications in surgical treatment of malocclusions. Report of 50 years experience.

Mund- Kiefer Gesichtschir 5(6), 357-361 (2001)

McNeill RW, Hooley JR, Sundberg RJ: Skeletal relapse during intermaxillary fixation.

J Oral Surg 31(3), 212-227 (1973)

Merkx MA, Van Damme PA: Condylar resorption after orthognathic surgery: Evaluation of treatment in 8 patients.

J Craniomaxillofac Surg 22(1), 53-58 (1994)

Miethke RR, Heyn A: Die Bedeutung des ANB-Winkels und des Wits-Appraisals nach Jacobson zur Bestimmung der sagittalen Kieferrelation im Fernröntgenseitenbild.

Prakt Kieferorthop 1, 165-172 (1987)

Miethke RR: Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte.

Prakt Kieferorthop 3, 107-122 (1989)

Milunsky A, Atkins L: Prenatal diagnosis of genetic disorders.

JAMA 230 (2), 232-235 (1974)

Mobarak KA, Espenland L, Krogstad O, Lyberg T: Mandibular advancement surgery in high-angle and low-angle class II patients: Different long-term skeletal responses. Am J Orthod Dentofacial Orthop 119(4), 368-381 (2001)

Nahoum H: Anterior open bite: A cephalometric analysis and suggested treatment procedures.

Amer J Orthodont 67(5): 523-521 (1975)

Nakasima A, Ichinose M, Nakata S, Takahama Y: Hereditary factors in the craniofacial morphologie of Angle's class II and III malocclusions.

Am J Orthod 82(2), 150-156 (1982)

Obwegeser H, Trauner R: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien.

Dtsch Zahn Mund und Kieferheilkd 23, 1-2 (1955)

Obwegeser H: Surgery of the maxilla for the correction of prognatism.

SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 75, 365-374 (1965)

Obwegeser H: Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. The „dish-face“ deformity.

Plast Reconstr Surg 43(4), 351-365 (1969)

Obwegeser H: The correction of dysostosis otomandibularis.

SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 80(4), 331-340 (1970)

O'Ryan F, Epker BN: Surgical orthodontics and the temporomandibular joint.II. Mandibular advancement via modified sagittal split ramus osteotomies

Am J Orthod 83(5), 418-427 (1983)

Pangrazio-Kulbersh V, Berger JL, Kaczynski R, Shunock M: Stability of skeletal Class II correction with 2 surgical techniques: The sagittal split ramus osteotomy and the total mandibular subapical alveolar osteotomy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop 120(2): 134-143 (2001)

Parker WS: Retention - Retainers may be forever.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 95(6), 505-513 (1989)

Peck S, Peck L, Kataja M: Class II Division 2 malocclusion: A heritable pattern of small teeth in well-developed jaws.
Angle Orthod, 68(1), 9-20 (1998)

Pellizzari R, Rossetto O, Schiavo G, Montecucco C: Tetanus and botulinum neurotoxins: mechanism of action and therapeutic uses.
Philo Trans R Soc Lond B 354, 259-268 (1999)

Perillo MA, Beideman RW, Shofer FS, Jacobsson-Hunt U, Higgins-Barber K, Laster LL, Ghafari JG: Effect of landmark identification on cephalometric measurements: guidelines for cephalometric analyses.
Clinical Orthod and Research 3(1), 29-36 (2000)

Perrot DH, Lu YF, Pogrel MA, Kaban LB: Stability of sagittal split osteotomies. A comparison of three stabilization techniques.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78(6), 696-704 (1994)

Phillips RM, Bell WH: Atrophy of mandibular condyles after sagittal ramus split osteotomy: report of a case.
J Oral Surg 36(1), 45-49 (1978)

Poulton DR, Ware WH: Surgical-orthodontic treatment of severe mandibular retrusion. Part I.
Am J Orthod 59(3), 244-265 (1971)

Poulton DR, Ware WH: Surgical-orthodontic treatment of severe mandibular retrusion. Part II.
Am J Orthod 63(3), 237-255 (1973)

Poulton DR, Ware WH, Baumrind S, Crane D: Surgical mandibular advancement studied with computer-aided cephalometrics.

Am J Orthod 76(2), 121-135 (1979)

Proffit WR, Fields HW, Moray LJ: Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: Estimates from the NHANES III survey.

Int J Adult Orthod Orthognath surg 13(2), 97-106 (1998)

Prowler JR: A simple method for the avoidance of relapse in mandibular osteotomy.

Trans Int Conf Oral Surg 4, 242-245 (1973)

Rakosi Th: Atlas Fernröntgenanalyse.

München: Hanser (1979)

Rakosi Th: Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse.

2. Aufl. Hanser Verlag, München (1988)

Reitzik M: The biometry of the mandibular osteotomy repair.

J Oral Maxillofac Surg 40(4), 214-218 (1982)

Richter M: Combined orthodontic and surgical approach to dentofacial abnormalities-coordination of orthodontic and orthognathic therapy. 1

Prakt Kieferorthop 5(4), 271-284 (1991)

Richter M, Laurent F: Sagittal split osteotomy of the mandibular ramus.

Rev Stomatol Chir Maxillofac 104(3), 162-171 (2003)

Ruf S, Pancherz H: Class II Division 2 malocclusion: genetic or environment? A case of report monozygotic twins.

Angle Orthod 69(4), 321-324 (1999)

Ruttle A, Quigley W, Crouch J, Ewan G: A serial study of the effects of finger-sucking.

J Dent Res 32(6), 739-748 (1953)

Scott AB, Rosenbaum A, Collins CC: Pharmacologic weakening of extraocular muscles.

Invest Ophthalmol 12(12), 924-927 (1973)

Scott AB: Development of botulinum toxin therapy.

Dermatol Clin 22(2), 131-133 (2004)

Sesenna E, Raffaini M.: Bilateral condylar atrophy after combined osteotomy for correction of mandibular retrusion.

J Maxillofac Surg 13, 263-267 (1985)

Steinhauser EW: Advancement of the mandible by sagittal ramus split and suprahyoid myotomy.

J Oral Surg 31(7), 516-521 (1973)

Subtelny JD, Sakuda M: Open bite: diagnosis and treatment.

Amer J Orthodont 50(5), 337-358 (1964)

Scheerlinck JP, Stoelinga PJ, Blijdorp PA, Brouns JJ, Nijs ML: Sagittal split advancement osteotomies stabilized with miniplates. A 2-5 year follow-up.

Int J Oral Maxillofac Surg 23(3), 127-131 (1994)

Schendel SA, Wolford LM, Epker BN: Mandibular deficiency syndrome. III. Surgical advancement of the deficient mandible in growing children: treatment results in twelve patients.

Oral Surg Oral Med Oral Patho 45(3), 364-377 (1978)

Schendel SA, Epker BN: Results after mandibular advancement surgery: an analysis of 87 cases.

J Oral Surg 38(4), 265-282 (1980)

Schiavo G, Benfenati F, Poulain B, Rosetto O, Polverino de Laureto P, DasGupta GR, Montecucco C: Tetanus and botulinum-B neurotoxins block neurotransmitter release by proteolytic cleavage of synaptobrevin.

Nature 359(6398), 832-835 (1992)

Schulze Chr: Anomalien, Mißbildungen und Krankheiten der Zähne, des Mundes und der Kiefer. In: P.E, Becker (Hrsg.): Humangenetik-Ein kurzes Handbuch in fünf Bänden, Bd. II. G. Thieme, Stuttgart S. 348-351 (1964)

Schulze Chr, Wiese W: Zur Vererbung der Progenie.

Fortschr Kieferorthop 26(2), 213-229 (1965)

Schulze Chr: Zur Ätiologie der Progenie.

Fortschr Kieferorthop 40(2), 87-104 (1979)

Schuricht H: Beitrag zur Morphogenese des Deckbisses.

Fortschr Kieferorthop 14, 92-97 (1953)

Schweitzer M, Pancherz H: The incisor-lip relationship in Herbst/
multibracket appliance treatment of Class II, Division 2 malocclusions.

Angle Orthod 71(5), 358-363 (2001)

Schwenzer N, Ehrenfeld M: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. Mund-Kiefer-
Gesichtschirurgie. Schwenzer/Ehrenfeld (Hrsg.) 4. Auflage. S.250-252

Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart (2011)

Schwestka-Polly R: Fortschritte in der gelenkbezüglichen kieferorthopädisch-
kieferchirurgischen Therapie.

Inf Orthod Kieferorthop 36(4), 205 (2004)

Talbot WO: A case of double resection of the mandible.

Dent Cosmos 49, 1002 (1907)

Tammoscheit UG: Klinisch-genetische Untersuchungen zur sogenannten Angle-Klasse II,1.

Fortschr Kieferorthop 37(2), 119-128 (1976)

Tammoscheit UG, Rassl R: Sippenuntersuchung zur Genetik der Angle-Klasse II,1.

Fortschr Kieferorthop 40(6), 515-519 (1979)

Tammoscheit UG: Untersuchungen zur Ätiologie des frontal offenen Bisses.

Fortschr Kieferorthop 42(6), 451-456 (1981)

Tausche E, Luck O, Harzer W: Prevalence of malocclusions in the early mixed dentition and orthodontic treatment need.

Eur J orthod 26(3), 237-244 (2004)

Trauner R, Obwegeser H: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien.

Dtsch Zahn Mund und Kieferheilkd 23, 232-241 (1955)

Trauner R: A new surgical technique in prognathism.

Dtsch Zahn Mund und Kieferheilkd Zentralbl Gesamte 49(1), 77-87 (1967)

Turvey TA, Hall DJ: Intraoral self-threading screw fixation for sagittal osteotomies: early experiences.

Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1(4), 243-250 (1986)

Umstadt HE: Botulinum toxin in oromaxillofacial surgery.

Mund Kiefer Gesichtschir 6(4), 249-260 (2002)

Van Ermengem EP: Über einen neuen anaeroben Bacillus und seine Beziehungen zum Botulismus.

Z Hyg Infektionskrankh 26, 1-56 (1897)

Van Sickels JE, Flanary CM: Stability associated with mandibular advancement treated by rigid osseous fixation.

J Oral Maxillofac Surg 43(5), 338-341 (1985)

Van Sickels JE, Larsen AJ, Thrash WJ: Relapse after rigid fixation of mandibular advancement.

J Oral Maxillofac Surg 44(9), 703-707 (1986)

Van Sickels JE, Larsen AJ, Thrash WJ: A retrospective study of relapse in rigidly fixated sagittal split osteotomies: Contributing factors.

Am J Orthod Dentofac Orthop 93(5), 413-418 (1988)

Van Sickels JE, Dolce C, Keeling S, Tiner BD, Clark GM, Rugh JD: Technical factors accounting for stability of a bilateral sagittal split osteotomy advancement: wire osteosynthesis versus rigid fixation.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 89(1), 19-23 (2000)

Van Zile WN: Triangular osteotomy of the vertical rami: another technic for correcting mandibular prognathism.

J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv 21, 3-10 (1963)

Vig KWL, Fields HW: Facial growth and management of orthodontic problems. Pediatric Clinics of North America 47(5), 1085-1123 (2000)

Wardlaw DW, Smith RJ, Hertweck DW, Hildebolt CF: Cephalometrics of anterior open bite: A receiver operating characteristic (ROC) analysis.

Am J Orthod Dentofac Orthop 101(3), 234-243 (1992)

Warren JJ, Bishara SE: Duration of nutritive and nonnutritive sucking behaviors and their effects on the dental arches in the primary dentition.

Am J Orthod Dentofacial Orthop 121(4), 347-356 (2002)

Wassmund M: Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels.

Meusser, Berlin, S. 360 (1927)

Watson RM, Warren DW, Fischer ND: Nasal resistance, skeletal classification and mouth breathing in orthodontic patients.

Am J Orthod Dentofacial Orthop 54(5), 367-379 (1968)

Wessberg GA, Schendel SA, Epker BN: The role of the suprahyoid myotomy in surgical advancement of the mandible via sagittal split ramus osteotomies.

J Oral Maxillofac Surg 40(5), 273-277 (1982)

Williams AC, Shah H, Sandy JR Travess HC: Patients' motivation for treatment and their experiences of orthodontic preparation for orthognathic surgery.

J Orthod 32(3), 191- 202 (2005)

Will LA, Joondeph DR, Hohl TH, West RA: Condylar position following mandibular advancement: its relationship to relapse.

J Oral Maxillofac Surg 42(9), 578- 588 (1984)

Will LA, West RA: Factors influencing the stability of the sagittal split osteotomy for mandibular advancement.

J Oral Maxillofac Surg 47(8), 813-818 (1989)

Wolford LM, Epker BN: The combined anterior and posterior maxillary osteotomy: a new technique.

J Oral Surg 33(11), 842-851 (1975)

Wolford LM, Walker G, Schendel S, Fish LC, Epker BN: Mandibular deficiency syndrome: I. Surgical considerations for mandibular advancement.

Oral Surg Oral Med Oral Path 45(3), 329-348 (1978)

Worms FW, Speidel TM, Brevis RR, Waite DE: Posttreatment stability and ethetics of orthognathic surgery.

Angle Orthod 50(4), 251-273 (1980)

Yamasaki S, Baumeister A, Binz T, Blasi J, Link E, Cornille F, Roques B, Fykse EM, Südhof TC, Jahn R: Cleavage of members of the synaptobrevin/VAMP family by types D and F botulinal neurotoxins and tetanus toxin.

J Biol Chem 269(17), 12764-12772 (1994)

6. ANHANG

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Angle-Klasse I.....	11
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Angle-Klasse II.....	12
Abbildung 3: Schematische Darstellung der Angle-Klasse III.....	12
Abbildung 4: Stufenförmige sagittale Spaltung des aufsteigenden..... Unterkieferasts nach Obwegeser, Originalzeichnung	14
Abbildung 5: Totale Mobilisation des Oberkiefers nach Wassmund..... Sekundäre Extension mit Gummizügen an enoralen Schienenverbänden	15
Abbildung 6a: Miniplattenosteosynthese bei unkomplizierter..... Le-Fort-I-Osteotomie	16
Abbildung 6b: Postoperatives DVT zur Darstellung der Osteosyntheseplatten.....	16
Abbildung 7: Zusammensetzung der therapeutischen..... Botulinum-Toxin-Präparation	23
Abbildung 8: Darstellung der kephalometrischen Referenzpunkte.....	26
Abbildung 9: Darstellung der skelettal horizontalen Referenzlinien.....	28
Abbildung 10: Darstellung der skelettal vertikalen Referenzlinien.....	28
Abbildung 11: Darstellung der Weichteillinien.....	30
Abbildung 12: Darstellung des SNA-Winkels beider Studiengruppen.....	35

Abbildung 13: Darstellung des SNB-Winkels beider Studiengruppen.....	36
Abbildung 14: Darstellung des ANB-Winkels beider Studiengruppen.....	37
Abbildung 15: Darstellung des SNPg-Winkels beider Studiengruppen	38
Abbildung 16: Darstellung des PgNB-Winkels beider Studiengruppen.....	39
Abbildung 17: Darstellung des NSBa-Winkels beider Studiengruppen.....	40
Abbildung 18: Darstellung des GntgoAr-Winkels beider Studiengruppen.....	41
Abbildung 19: Darstellung des N-Winkels beider Studiengruppen.....	42
Abbildung 20: Darstellung des H-Winkels beider Studiengruppen.....	43
Abbildung 21: Darstellung des NL-NSL-Winkels beider Studiengruppen.....	44
Abbildung 22: Darstellung des ML-NSL-Winkels beider Studiengruppen.....	45
Abbildung 23: Darstellung des ML-NL-Winkels beider Studiengruppen.....	46
Abbildung 24: Darstellung der Strecke NSp' beider Studiengruppen.....	47
Abbildung 25: Darstellung der Strecke Sp'Gn beider Studiengruppen.....	48
Abbildung 26: Darstellung des Index beider Studiengruppen.....	49
Abbildung 27: Darstellung des \perp -T-Winkels beider Studiengruppen.....	50
Abbildung 28: Darstellung des \perp -NA-Winkels beider Studiengruppen.....	51
Abbildung 29: Darstellung des T-NB-Winkels beider Studiengruppen.....	52

Abbildung 30: Darstellung der Strecke \perp -NA beider Studiengruppen.....	53
Abbildung 31: Darstellung der Strecke T-NB beider Studiengruppen.....	54
Abbildung 32: Darstellung der Strecke T-NPg beider Studiengruppen.....	55
Abbildung 33: Darstellung der Strecke Pg-NB beider Studiengruppen.....	56
Abbildung 34: Darstellung des Nasolabial-Winkels beider Studiengruppen.....	57
Abbildung 35: Extraorale Aufnahme präoperativ erster Patientenfall.....	70
Abbildung 36: Extraorale Aufnahme postoperativ erster Patientenfall.....	70
Abbildung 37: Intraorale Aufnahme präoperativ erster Patientenfall.....	71
Abbildung 38: Intraorale Aufnahmen postoperativ erster Patientenfall.....	71
Abbildung 39: Extraorale Aufnahme präoperativ zweiter Patientenfall.....	72
Abbildung 40: Extraorale Aufnahme postoperativ zweiter Patientenfall.....	72
Abbildung 41: Intraorale Aufnahme präoperativ zweiter Patientenfall.....	73
Abbildung 42: Intraorale Aufnahme postoperativ zweiter Patientenfall.....	73

6.2 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zur Auswertung verwendete Winkel.....	31
Tabelle 2: Kephalometrische Messwerte und ihre diagnostische Aussage.....	33
Tabelle 3: Kephalometrische Messwerte zum Zeitpunkt T1 (präoperativ).....	58
Tabelle 4: Kephalometrische Messwerte zum Zeitpunkt T2..... (unmittelbar postoperativ)	61
Tabelle 5: Kephalometrische Messwerte zum Zeitpunkt T3..... (ein Jahr postoperativ)	65
Tabelle 6: Relativer Vergleich der kephalometrischen Werte mittels t-Test.....	67

7. DANKSAGUNG

Für die freundliche Überlassung meines Themas gilt mein herzlicher Dank Herrn Dr. med. Thomas Mücke. Des Weiteren möchte ich mich bei ihm für die ausgezeichnete Betreuung bedanken. Seine unermüdliche Unterstützung, motivierenden Zusprüche, große Geduld und konstruktive Kritik waren mir immer sehr hilfreich.

Bei Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Klaus Dietrich Wolff möchte ich mich recht herzlich für die optimalen Bedingungen, unter denen ich meinen praktischen Teil in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Technischen Universität durchführen konnte, bedanken.

Ich danke allen Mitarbeitern der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, den Ärzten und dem medizinischen Fachpersonal für ihr freundliches Entgegenkommen bei der praktischen Durchführung meiner Studie.

Zu guter Letzt gilt mein Dank meiner Familie ohne die dies alles nicht möglich gewesen wäre.