

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universität Würzburg
Prof. Dr. A. Stellzig-Eisenhauer

**FUNKTIONELLE UND KEPHALOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN
NACH COLLUMFRAKTUREN IM KINDESALTER
- EINE LANGZEITBEOBACHTUNG -**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Carolin Sagebiel
aus Hameln

Würzburg, Januar 2004

Referent: Prof. em. Dr. Emil Witt
Korreferent: Prof. Dr. Rolf Koch
Dekan: Prof. Dr. Stefan Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Januar 2004

Die Promovendin ist Zahnärztin.

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Einführung.....	1
1.2	Literaturübersicht.....	2
1.2.1	Der Unterkiefergelenkfortsatz als Wachstumszentrum.....	2
1.2.2	Indikationen für eine konservative funktionskieferorthopädische Behandlung bei Collumfrakturen im präpubertären Alter.....	3
1.2.3	Konservative Behandlungsmethoden der Kiefergelenkfortsatzfrakturen.....	4
1.1.4	Kephalometrische Analyse.....	6
1.1.5	Klinische Funktionsanalyse.....	7
1.3	Fragestellung.....	8
2	Material & Methoden.....	9
2.1	Patientengut.....	9
2.2	Klinische Funktionsanalyse.....	9
2.3	Kephalometrie.....	12
2.3.1	Referenzpunkte.....	12
2.3.2	Referenzlinien.....	14
2.3.3	Weitere verwendete skelettale Strecken und Winkel.....	15
2.4	Statistische Auswertung.....	17
3	Ergebnisse.....	18
3.1	Demographie.....	18
3.1.1	Alter und Geschlecht.....	18
3.2	Kephalometrie.....	27
3.2.1	PFH:AFH.....	27
3.2.2	Fazialachsen.....	29
3.2.3	SNA-Winkel.....	30
3.2.4	SNB-Winkel.....	31
3.2.5	SN-Pg-Winkel.....	33
3.2.6	ML-NL-Winkel.....	34
3.2.7	ML-NSL-Winkel.....	35
3.2.8	NL-NSL-Winkel.....	37

3.2.9	Gonion-Winkel.....	38
3.2.10	NS-Ba-Winkel	39
3.2.11	Go-Me-Strecke	40
3.2.12	S-N-Strecke	42
3.2.13	Fazialkonvexität.....	43
3.2.14	Condylion-Pogonion-Strecke	44
3.2.15	Condylion-Gonion-Strecke.....	44
3.2.16	Condylion-Gnathion-Strecke	45
3.3	Klinische Funktionsanalyse.....	46
3.3.1	Maximale Schneidekantendistanz	46
3.3.2	Unterkiefer-Mitte in Okklusion.....	48
3.3.3	Unterkiefer-Mitte in Ruhe	49
3.3.4	Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Okklusion.....	50
3.3.5	Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Ruhelage	52
3.3.6	Führung bei Protrusion	54
3.3.7	Maximale Führung bei Protrusion und Laterotrusion	55
3.3.8	Kondylusschmerzhaftigkeit.....	57
3.3.9	Kiefergelenksknacken	58
3.3.10	Druckdolenz der Kaumuskulatur	59
4	Diskussion	60
4.1	Demographie	60
4.2	Klinische Funktionsanalyse.....	63
4.3	Kephalometrische Analyse	68
5	Zusammenfassung	77
6	Literatur	80

1 Einleitung

1.1 Einführung

Die Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung ergibt sich immer dann, wenn dentale Dysgnathien oder skelettale Fehlbildungen, meist im jugendlichen aber auch im adulten Gebiss, vorliegen und eine ästhetische oder funktionelle Einschränkung des stomatognathen Gebisses besteht. Kindliche und jugendliche Kiefergelenkfortsatzfrakturen nehmen in der Kieferorthopädie eine Sonderstellung ein. Während bei Erwachsenen vorwiegend eine operative Versorgung von Collumfrakturen durchgeführt wird (Worsaae & Thorn 1994; Feifel *et al.* 1994; Härtel *et al.* 1994), hält man, von wenigen Ausnahmen abgesehen, konservative Therapiemöglichkeiten im Kindes- und Jugendalter für angemessen (Gilhuus-Moe 1970; Spitzer & Zschesche 1986; Birchler-Argyros & Chausse 1987; Roethler *et al.* 1994; Stoll *et al.* 1994). Hierbei angegebene Behandlungsmöglichkeiten sind zum Beispiel passive Übungsbehandlungen, die bei sehr kleinen Kindern angewendet werden (Kristen 1970), und die absolute Ruhigstellung des Unterkiefers für 7-14 Tage mittels intermaxillärer Fixation und anschließender funktionskieferorthopädischer Behandlung mit einem bimaxillären Gerät bei älteren, behandlungsfähigen Kindern (Schroeder & Schwenzer 1972; Kristen & Singer 1976; Stoll *et al.* 1994). Bei allen beschriebenen Behandlungsmethoden liegt der Schwerpunkt auf einer rechtzeitigen Bewegungstherapie, um das noch unvollständige Kondylenwachstum im positiven Sinne zu beeinflussen (Holtgrave *et al.* 1975; Jacobs *et al.* 1977; Lammers *et al.* 1983). 1958 war Reichenbach einer der ersten, der Kiefergelenkfortsatzfrakturen ausschließlich mit Hilfe funktionskieferorthopädischer Apparate behandelte (Reichenbach 1958). In den Folgejahren schlossen sich weitere Behandler dieser Methode an, da sämtliche Forderungen der Bewegungstherapie nach Collumfrakturen durch funktionskieferorthopädische Geräte erfüllt werden (Kirchner 1958; Schienbein 1977; Hotz 1978).

Nachuntersuchungen konservativ-funktionell behandelter kindlicher und jugendlicher Gelenkfortsatzfrakturen sind in der Literatur mittels unterschiedlicher Methoden beschrieben (Feifel *et al.* 1994; Kellenberger *et al.* 1994). Hierbei bietet die röntgenologische Untersuchung mit Hilfe verschiedener Aufnahmetechniken wie des Orthopanto-

mogramms, der Schädelaufnahme nach Clementschitsch als auch des für die Kieferorthopädie wichtigen Fernröntgenseitenbildes, eine elementare Grundlage zur Beurteilung des Kieferwachstums, der Form der Gelenkköpfchen und der knöchernen Strukturen. Desweiteren ist die genauere Untersuchung des Kiefergelenks durch eine Computertomographie angezeigt (Sahm & Witt 1989).

Eine weitere Möglichkeit der Nachuntersuchung ergibt sich in der klinischen Funktionsanalyse. Hierbei werden subjektive als auch objektive klinisch relevante Parameter wie beispielsweise vom Patienten empfundene Beschwerden, maximale Mundöffnung, Okklusion sowie Druckschmerzhaftigkeit der Gelenke und Muskeln erhoben (Rahn *et al.* 1989; Kellenberger *et al.* 1994).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, bei Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg, die in den Jahren von 1973 bis 2002 aufgrund einer Kiefergelenksfraktur im präpubertären Alter konservativ behandelt wurden, subjektive und objektive Störungen funktionell sowie röntgenologisch zu ermitteln und zu bestimmen, ob eine Korrelation zwischen Fraktur, Heilungsverlauf, funktioneller Therapie sowie klinischen und kephalometrischen Parametern besteht.

1.2 Literaturübersicht

1.2.1 Der Unterkiefergelenkfortsatz als Wachstumszentrum

Das Kiefergelenk des Menschen liegt hinter dem Processus zygomaticus des Schläfenbeins und vor dem äußeren Gehörgang. Das Collum articulare ist die dünnste und schwächste Stelle des Unterkiefers und somit sehr bruchgefährdet (Spiessl & Schroll 1995). Beide Kiefergelenke bilden mit allen übrigen Organen des Kauapparates eine funktionelle Einheit (Brown & Reade 1963).

Bei der Entwicklung des Unterkiefers und speziell beim Wachstum des Unterkiefergelenkfortsatzes ist zu erkennen, dass die rechte und linke Knorpelspanne der Neugeborenenmandibula anfangs noch durch eine Synarthrose verbunden sind. Durch die frühzeitige Verknöcherung ist die weitere Entwicklung und damit die entgültige Unterkieferform auf eine Abnahme des Kieferwinkels, Längenzunahme bei gleichzeitigem Zurückbleiben der Breitenentwicklung des Ramus sowie Vergrößerung und Ausformung des Kiefergelenks zurückzuführen. Durch das starke Wachstum des Processus condylaris

kommt es zu einem Höhengewinn des Ramus mandibulae und somit zu einer kaudo-ventralen Verlagerung des gesamten Unterkiefers. In der Sagittalen ist die Wachstumsrichtung des Kondylus sehr unterschiedlich und es kommt daher zu einer individuellen Unterkieferrotation. Bei einer neutralen Wachstumsrichtung sind die Wachstumsraten zwischen hinterem kondylären und vorderen sutural-alveolären Gesichtsschädelbereich ausgeglichen, was als Parallelverschiebung bezeichnet wird. Bei einer stärkeren kranio-ventralen Entwicklung des Gelenkfortsatzes rotiert der gesamte Unterkiefer nach vorne-oben und die Differenz zwischen vorderer und hinterer Gesichtshöhe verringert sich. Dieses Wachstum wird als brachyfaziales Wachstumsmuster oder auch als horizontaler Wachstumstyp bezeichnet. Rotiert der Unterkiefergelenkfortsatz nach hinten-unten liegt ein kaudodorsal gerichtetes Wachstum vor. Diese Entwicklung wird dann als dolichofaziales Wachstumsmuster oder auch als vertikaler Wachstumstyp angegeben.

Die Bedeutsamkeit der Processus condylaris als wichtiges Wachstumszentrum wird bei der Traumatologie ersichtlich. Bei pränatalen, Geburts- und postnatalen Traumen kann es zu Zerstörungen des Kiefergelenkknorpels und weiteren Schädigungen im Bereich des Kiefergelenks kommen, was zu einer Beeinträchtigung des Unterkieferwachstums führt. In extremen Fällen führt diese Unterkieferverkürzung zur Ausprägung eines "Vogelgesichts".

1.2.2 Indikationen für eine konservative funktionskieferorthopädische Behandlung bei Collumfrakturen im präpubertären Alter

Bei der Behandlung von Frakturen im wachsenden Gesichtsschädels stehen, abweichend von der beim Erwachenden, die Schädigung des Wachstumszentrum im Vordergrund (Reichenbach 1958). Aus diesem Grund wird im Kindes- und Jugendalter allgemein an einer konservativen Therapie festgehalten (Birchler-Argyros & Chausse 1987). Ein wichtiges Mittel zur Indikationsstellung und Therapieform ist eine Unterteilung der verschiedenen Bruchlokalisationen. Spiessl und Schroll treffen eine klinisch brauchbare Einteilung der Gelenkfortsatzfrakturen (Spiessl & Schroll 1995). Sie unterscheiden:

- Typ I: Collumfraktur ohne wesentliche Dislokation
- Typ II: tiefe Collumfraktur mit Dislokation

- Typ III: hohe Collumfraktur mit Dislokation nach ventral, nach medial, nach lateral oder nach dorsal
- Typ IV: tiefe Collumfraktur mit Luxation
- Typ V: hohe Collumfraktur mit Luxation
- Typ VI: intrakapsuläre Kapitulumfraktur

Bei isolierten Collumfrakturen ohne wesentliche Dislokation sollte eine sofortige funktionskieferorthopädische Behandlung ohne vorherige Schienung erfolgen (Krüger 1974). Das entspricht den Frakturtypen I und VI nach Spiessl und Schroll. Der Unterkiefer erhält durch das Gerät eine Stabilisierung, so dass ein zur Seite abweichen verhindert werden kann. Auch einer Ankylose kann so vorgebeugt werden. Eine intermaxilläre Fixation wird bevorzugt bei stärkeren Dislokationen und bei Luxationen der funktionellen kieferorthopädischen Therapie vorgeschaltet. Hierbei soll den dislozierenden Kräften entgegengewirkt werden, die den Kiefer nach ventral senken und nach dorsal heben. Bei Luxationsstellung beider Fragmente, bei völliger Kontinuitätstrennung der Fragmente mit Dislokation und bei doppelseitigen Gelenkfortsatzfrakturen soll der Unterkiefer anfänglich für maximal 14 Tage intermaxillär verschnürt bleiben. Ein Anbringen eines Hypomochlions oder anderen Aufbissbehelfen auf der betroffenen Seite wird bei den Frakturtypen II, III, IV empfohlen. Hierdurch stellt die Bisserrhöhung ein teilweises Aufrichten des abgelenkten Gelenkköpfchens besonders bei Kindern sicher. In diesem Zeitraum wird neben der Reposition auch die Beschwerdefreiheit erzielt, da sich das intrakapsuläre Hämatom zurückbildet. Danach schließt sich die funktionskieferorthopädische Behandlung mit einem Bionator/Aktivator an (Horch & Herzog 1990).

1.2.3 Konservative Behandlungsmethoden der Kiefergelenkfortsatzfrakturen

Ein viel diskutiertes Problem ist die Wahl der erfolgsversprechensten Behandlungsmethode bei kindlichen und jugendlichen Kiefergelenkfortsatzfrakturen. In den letzten Jahren sind immer neue Wege zur offenen Reposition und Osteosynthese der Frakturen vorgeschlagen worden (Eckelt 1991;Pape *et al.* 1980). Alle Autoren stimmen jedoch darüber überein, dass die konservative Therapie bei präpubertären Gelenkfrakturen mit einer nicht-invasiven Behandlung angezeigt ist (Eckelt 1991;Pape *et al.* 1980;Gilhuus-Moe 1970;Spitzer & Zschesche 1986;Krause & Bremerich 1992). Lindahl und Hollender (1977) fanden heraus, dass die Wachstumszone des Processus condylaris im Kin-

desalter eine vollständige Wiederherstellung normaler knöcherner Verhältnisse zu bewirken vermag (Lindahl & Hollender 1977). Diese regenerativen Vorgänge begünstigen allerdings die Entstehung einer Ankylose, wenn das Gelenk immobilisiert wird (Riediger 1980). Mit einer frühzeitigen funktionellen funktionskieferorthopädischen Therapie kann diese Verknöcherung verhindert werden. Bei Condylusfrakturen sollte die Ruhigstellung und Reposition durch die intermaxilläre Fixation in der Regel nicht länger als zwei Wochen betragen, um bleibende Einschränkungen der Mundöffnung zu vermeiden (Kristen 1970; Holtgrave *et al.* 1975; Jacobs *et al.* 1977). Die anschließende funktionelle Behandlung dient nicht nur dazu einer möglichen Ankylose vorzubeugen, sondern auch aufgetretene Seitenabweichungen des Unterkiefers bei der Öffnungs- und Schließbewegungen zu beseitigen. Hierbei steht als Therapiemöglichkeit der Aktivator oder auch Bionator als funktionskieferorthopädisches Gerät zum Zweck der Kiefergelenksbruchbehandlung an erster Stelle (Reichenbach 1958; Kristen 1970; Schienbein 1977).

Der Aktivator ermöglicht nach Kirchner (Kirchner 1958):

- den Unterkiefer in die regelrechte Okklusion zu führen,
- durch das nicht eingeschliffene Kauflächenrelief des Apparates bei fehlender Abstützung an der Schädelbasis oder bei Molarenverlust eine Verkürzung des aufsteigenden Astes der kranken Seite zu vermeiden und eine Entlastung der Bruchstelle zu erreichen,
- durch die ungehinderte Öffnungs- und Schließbewegung eine Umerzierung des Muskel- und Bandapparates zu erreichen, um damit eine einwandfreie Führung des Unterkiefers zu gewährleisten,
- eine Bewegungseinschränkung zu verhindern und
- beim kindlichen Kiefer nach Capitulumfraktur die Verheilungszeit bis zur Bildung von funktionellem Knochen zu verkürzen. Dies ist von besonderer Wichtigkeit, da in dieser Zeit das Kieferwachstum sistiert.

Nur das alleinige Tragen des Bionators/Aktivators erzielt nicht den gewünschten Effekt. Von großer Bedeutung ist die zusätzliche aktive Mitarbeit des Patienten durch Muskelübungen. Der Patient kann die günstige Wirkung des funktionskieferorthopädischen Gerätes dahingehend positiv beeinflussen, in dem er mehrmals täglich vor dem Spiegel das geradlinige Öffnen und Schließen des Unterkiefers übt. Bei der Öffnungs- und Schließbewegung muss der Patient auf das genaue Übereinstimmen der Oberkiefer- und Unterkiefermit-

tellinie achten, um so der Seitenabweichung des Kiefers zur kranken Seite entgegenzuwirken. Auch das Durchführen von Laterotrusionsbewegung wird in die aktive Übungsphase mit einbezogen. Bei Vorhandensein einer geringen Schneidekantendistanz, die in den meisten Fällen einer Kiefergelenkfortsatzfraktur vorliegt, wird ein zusätzliches Holzspateltraining empfohlen (Bradley 1985). Hierbei versucht der Patient so viele aufeinandergelegte Holzspatel wie möglich in den Mund zu legen. Soweit es möglich ist wird nach und nach ein weitere Spatel in den geöffneten Mund nachgeschoben. Das geschieht so lange bis der Patient ein Dehnungsgefühl in der Kiefergelenksregion erhält. In der Folgezeit soll der Patient die Anzahl der Holzspatel, die er in den Mund führt, kontinuierlich erhöhen. Ziel ist eine passive Mundöffnung, die unter der Selbstkontrolle des Patienten durchgeführt werden kann. Gute Erfolge werden in der Würzburger Poliklinik für Kieferorthopädie mit der pneumatischen Dehnspreize nach Fischer erzielt.

1.2.4 Kephalemtrische Analyse

Seit seiner Einführung um 1930 wurde das laterale Fernröntgenseitenbild ein häufig benutztes Mittel bei der kieferorthopädischen Diagnose, Behandlungsplanung undkontrolle. Der Einsatz eines solchen Bildes zur Langzeitdokumentation eröffnet die Möglichkeit, Aufschlüsse über die Entwicklung des Schädelwachstums aufzuzeigen und zu beurteilen. Um anfallende Dynamiken zu objektivieren, bedarf es der Verwendung geeigneter Bezugspunkte und-linien zum Vergleich in mehreren Zeitabständen angefertigter lateraler Fernröntgenbilder. Hieraus entwickelten sich eine Reihe von Auswertungsverfahren (Ricketts 1960;Hasund 1973;Senior & Langford 1979). Kritisch anzumerken ist, dass es aufgrund der zweidimensionalen Darstellung und der damit verbundenen Projektion der beiden Seiten ineinander zu Fehlinterpretationen kommen kann und die Genauigkeit der Fernröntgenanalyse und die damit verbundene Auswertung in Frage gestellt wird (Jung *et al.* 1984;Stabrun & Danielsen 1982). Anzumerken ist, dass sich in jedem Schritt von der Aufnahme über das Durchzeichnen des Fernröntgenseitenbildes bis hin zur Auswertung von Messwerten Fehlerquellen nicht ausschließen lassen. Bei der Anfertigung des lateralen Fernröntgenbildes ergeben sich Projektionsprobleme (Jung 1965;Dahan 1972), die sich auch bei den heutigen digitalen Anfertigungen der Fernröntgenbilder nicht ausschließen lassen. Beim Durchzeichnen des Röntgenbildes ist die Ungenauigkeit auf den durchzeichnenden Untersucher zurückzuführen, der

durch seine individuelle Betrachtung der Punkte und Linien einen individuellen Fehler mit einbringt (Altuna *et al.* 1971;Richardson 1966;Ruhland 1967;Schmuth & Altuna 1971). Die Ungenauigkeit des Durchzeichnens entfällt bei denjenigen Röntgenbildern, die durch eine digitale Aufnahme direkt auf den Computer übermittelt werden. Hierbei werden die einzelnen Referenzpunkte über einen "Mausklick" gekennzeichnet. Die entsprechenden Winkel und Strecken errechnet der Computer in einem dafür entwickelten Computerprogramm. So können Ablesefehler vermieden werden, die bei der Durchzeichentechnik durch das Messen mit Winkelmesser und Schublehre entstehen können.

1.2.5 Klinische Funktionsanalyse

Sowohl die radiologischen als auch die klinischen Untersuchungen sind richtungsweisend für das therapeutische Vorgehen beim Vorliegen einer Gelenkfortsatzfraktur (Jacobs *et al.* 1977). In Abhängigkeit von der Lokalisation der Fraktur können diese Collumfrakturen später zu schwerwiegenden Wachstumsstörungen führen (Hardt & Von Arx 1989). Die Aufgabe der funktionellen Gebissanalyse basiert darauf, Störungen und pathologische Erscheinungen im Bewegungsablauf des Kauorgans festzustellen und zu eliminieren. Betrachtet werden hierbei insbesondere die Kiefergelenke, das neuromuskuläre System sowie Form und Stellung der Zähne. Die klinische Funktionsanalyse mit Hilfe des Dysfunktionsindex nach Helkimo ist im Fall einer Kiefergelenkfortsatzfraktur eine geeignete Methode, Störungen im orofazialen System zu erfassen. Die Analyse besteht aus der Beweglichkeitsuntersuchung des Unterkiefers insbesondere der maximalen Mundöffnung, der maximalen Laterotrusion und der maximalen Protrusion, der Überprüfung der Kiefergelenksfunktion mit Auskultation und Palpation sowie der Ermittlung der Schmerzhaftigkeit der Kiefergelenke und des Unterkiefers bei Bewegung (Härtel *et al.* 1994;Helkimo 1985). Funktionsanalytische Maßnahmen im stomatognathen System wurden schon in früheren Jahren von Autoren wie Krough-Poulsen beschrieben. Krough-Poulsen erfasst in seiner Bewegungsanalyse den Funktionszustand der Kiefergelenke, den Funktionszustand der Muskulatur im Kauorgan und die Kontaktverhältnisse zwischen den Okklusionsreliefs während der Funktion (Krough-Poulsen 1966). Autoren wie Slavicek und Helkimo modifizierten diese Bewegungsanalyse im Laufe der Jahre (Helkimo 1985;Slavicek & Mack 1979).

1.3 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Auswertung des Behandlungsergebnisses der Patienten, die im Zeitraum zwischen 1973 und 1995 in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg aufgrund einer Kiefergelenksfortsatzfraktur konservativ mittels funktionskieferorthopädischer Behandlung mit einem Bionator therapiert wurden. Hierbei fanden die kephalometrische Analyse der skelettalen Entwicklung und der klinisch-funktionelle Status der Patienten besondere Berücksichtigung.

Folgende Fragen stehen im Mittelpunkt dieser Untersuchung:

1. Wie ist das Wachstumsverhalten des Unterkiefers von Patienten nach präpubertärer Collumfraktur, und wie lässt sich dieses anhand skelettaler kephalometrischer Parameter objektivieren?
2. Welche signifikanten Veränderungen lassen sich im Vergleich zwischen frühen posttraumatischen und nach Wachstumsende gemachten Fernröntgenseitenbildern feststellen? Wie ist hier das Wachstum des Unterkiefers in bezug zum gesamten Schädel zu bewerten?
3. Unterscheiden sich diese Patienten von gesunden, normal entwickelten Patienten hinsichtlich des Wachstumsverhaltens des Unterkiefers objektiviert anhand kephalometrischer Bezugswerte?
4. Welchen funktionellen Status zeigt das Patientenkollektiv zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung?
5. Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen den Parametern des Fernröntgenseitenbildes und eventuell auftretenden funktionellen Störungen und welche Einflussfaktoren des Traumas lassen sich hierbei finden?

2 Material & Methoden

2.1 Patientengut

Ausgewertet wurden Fernröntgenbilder und Funktionsanalysen von 28 Patienten, die sich zwischen 1973 und 1995 aufgrund einer Collumfraktur in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg vorgestellt haben und mittels funktionskieferorthopädischer Apparate behandelt wurden. Alle Patienten befanden sich zum Zeitpunkt der Collumfraktur im präpubertären Alter und wurden regelmäßig nach der Behandlung bis zum Wachstumsende (mindestens bis zum Alter von 17 Jahren bei weiblichen und bis zum Alter von 18 Jahren bei männlichen Patienten) nachuntersucht. Acht Patienten wurden aufgrund fehlender Nachsorgeuntersuchungen nach Wachstumsende zwischen Oktober 2001 und Februar 2002 nochmals schriftlich einbestellt. Fünf der acht Patienten erschienen zu ihrem Nachuntersuchungstermin. Vier Patienten wurden nach der Erstvorstellung und Einleitung der funktionellen Behandlung in der Poliklinik für Kieferorthopädie bei niedergelassenen Kieferorthopäden weiterbehandelt. Zum Zwecke der Auswertung wurden hier die fehlenden Abschlussunterlagen und Fernröntgenbilder schriftlich von den behandelnden Kieferorthopäden erbeten. Zwei von vier Kieferorthopäden konnten vollständige Unterlagen zur Verfügung stellen, die in die Auswertung mit einfließen.

2.2 Klinische Funktionsanalyse

Im Rahmen der Arbeit wurde ein Befundbogen erstellt, der auf der Vorgabe des in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Würzburger Klinik verwendeten Bogens basiert (Abb. 1, Abb. 2.). Unter Berücksichtigung der gesetzten Fragestellung ergaben sich einige zusätzliche Fragen in bezug auf die Schmerzhaftigkeit von Kaumuskulatur und Kondylus und dessen Tastbarkeit.

PATIENTENBEFUNDBOGEN

Name: _____ Straße: _____
Vorname: _____ PLZ/Ort: _____
Geb.-Datum: _____ Telefon: _____
Patienten-Nr.: _____

1. allgemeine Daten

Frakturart: _____
weitere Frakturen: _____
Frakturdatum: _____
Therapiebeginn: _____
Unfallart/Ursache: _____
Therapieform: _____

2. klinische Funktionsanalyse

maximale SKD: posttraumatisch (. . .): _____ mm
1. Nachkontrolle (. . .): _____ mm
2. Nachkontrolle (. . .): _____ mm

UK-Mitte in Okklusion: posttraumatisch (. . .): _____ mm re/li
1. Nachkontrolle (. . .): _____ mm re/li
2. Nachkontrolle (. . .): _____ mm re/li

UK-Mitte in Ruheschwebe: posttraumatisch (. . .): _____ mm re/li
1. Nachkontrolle (. . .): _____ mm re/li
2. Nachkontrolle (. . .): _____ mm re/li

RKP-HIK: _____ mm

Führung bei Protrusion: posttraumatisch (. . .): _____
 1.Nachkontrolle (. . .): _____
 2.Nachkontrolle (. . .): _____

Führung bei Laterotrusion: posttraumatisch (. . .) rechts: _____
 (. . .) links: _____
 1.Nachkontrolle (. . .) rechts: _____
 (. . .) links: _____
 2.Nachkontrolle (. . .) rechts: _____
 (. . .) links: _____

Balanceseitenkontakte: _____

Kondylus gleich tastbar ja nein re/li
 Kondylusdruckschmerz ja nein re/li
 Kiefergelenksknacken ja nein re/li
 Druckdolenz d.Kaumuskulatur ja nein re/li

Sonstiges: _____

Abb. 2: Befundbogen der klinischen Funktionsanalyse (Blatt 2)

2.3 Kephalemetrie

Die kephalometrischen Parameter der Fernröntgenseitenaufnahme, die in den 30er Jahren erstmals durch H. Hofrath bekannt wurde (Hofrath 1931), bieten eine gute Beurteilung des Unterkieferwachstums, da sich zum einen die Verhältnisse zu Normwerten gesunder, unbehandelter Patienten herstellen, zum anderen der Wachstumsverlauf bei posttraumatisch vorliegenden Fernröntgenbildern bis hin zum Erwachsenenalter nachvollziehen lassen.

Bei der konventionellen lateralen Fernröntgenaufnahme beträgt der Fokus-Film-Abstand 4 Meter. Bei digitalen Fernröntgenseitenaufnahmen wird ein verkleinerter Fokus-Film-Abstand von 1,5 Meter verwendet. Ein Einstellungsgerät dient dazu den Kopf des Patienten in der Median-Sagittal-Ebene parallel zur Filmebene und senkrecht zum Zentralstrahl auszurichten. Während der Aufnahme nimmt der Patient die Schlussbissstellung ein. Auf einem Lichtkasten werden die benötigten knöchernen, dentalen und Weichteil-Referenzpunkte des Fernröntgenbildes, das ein Format von 24*30 cm aufweist, auf eine Acetatfolie durchgezeichnet.

Die Auswertung der Fernröntgenbilder erfolgte nach der Würzburger Methode und entspricht weitgehend der Bergen Analyse, in Anlehnung an die von Hasund beschriebene kephalometrische Technik (Hasund 1973). Zusätzlich wurden Referenzlinien, die von Riolo, McNamara und Moyers beschrieben wurden, verwendet (Riolo *et al.* 1974).

2.3.1 Referenzpunkte

A-Punkt (A):	der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes
Artikuläre (Ar):	Schnittpunkt der Kontur der Basis cranii externa mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae
Basion (Ba):	der am weitesten posterior und kaudal gelegene Punkt des Clivus
B-Punkt (B):	der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes
Condylion (Co):	der höchste Punkt des Condylus-Kopfes
Gnathion (Gn):	der kaudalste Punkt der Unterkiefersymphyse

Gonion-Tangentenpunkt: (tgo)	konstruierter Punkt: Schnittpunkt der Mandibular-Linie mit der Ramus-Linie
Nasion (N):	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis
Pogonion (Pg):	der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns
Pterygoid (Pt):	Eintritt des foramen rotundum in die fossa pterygopalatina
Pterygomaxillare (Pm):	der im seitlichen Fernröntgenbild erscheinende Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten bzw. weichen Gaumens
Sella (S):	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica
Spina nasalis ant. (Sp):	der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior
Spina Strich (Sp'):	konstruierter Punkt: Schnittpunkt der Linie Nasion-Gnathion mit der Linie Spina-Pterygomaxillare

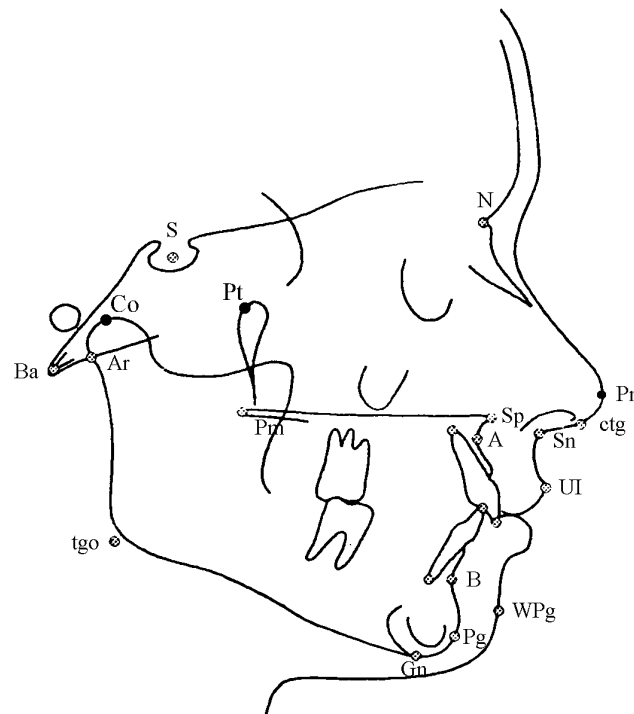


Abb. 3: Verwendete Referenzpunkte

2.3.2 Referenzlinien

- a) Clivus-Linie: Verbindung der Punkte Sella und Basion
- b) Mandibularlinie: Verbindung der Punkte Gnathion und Gonion-Tangentenpunkt
- c) NA-Linie: Verbindungslinie vom Nasion zum A-Punkt
- d) Nasallinie: Verbindung der Punkte Spina nasalis anterior und Pterygomaxillare
- e) Nasion-Gnathion-Linie: Verbindungslinie der Punkte Nasion und Gnathion
- f) Nasion-Sella-Linie: Verbindungslinie zwischen den Punkten Nasion und Sella
- g) NB-Linie: Verbindung der Punkte Nasion und B-Punkt
- h) NPg-Linie: Verbindungslinie der Punkte Nasion und Pogonion
- i) Ramus-Linie: Verbindung des Punktes Artikulare mit Gonion-Tangentenpunkt
- j) Sella-Gonion-Linie: Verbindungslinie von Sella zum Goniontangentialpunkt

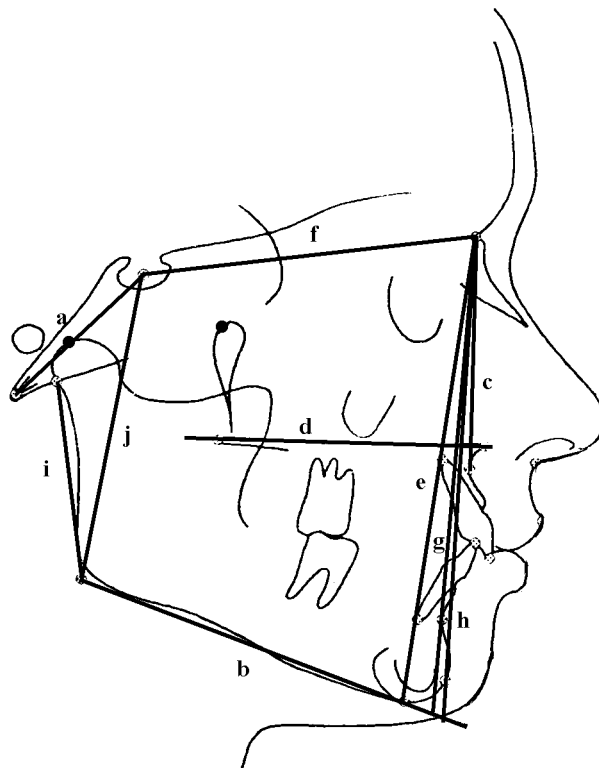


Abb. 4: Vollständige Durchzeichnung mit Referenzpunkten und Referenzlinien

2.3.3 Weitere verwendete skelettale Strecken und Winkel

Fazialachsen:	Die Fazialachse ist die Verbindungslinie von Pterygoid und Gnathion.
PFH/AFH:	PFH/AFH ist die posteriore Gesichtshöhe zur anterioren Gesichtshöhe. Prozentuales Verhältnis zwischen PFH (Strecke Sella-Goniontangentialpunkt) und AFH (Strecke Nasion-Gnathion).
Gonionwinkel:	Der Gonionwinkel ist der Winkel zwischen aufsteigendem UK-Ast und dem horizontalem UK-Körper.
ML-NL-Winkel:	Der ML-NL-Winkel ist der Winkel zwischen UK- und OK-Basis, der die Divergenz der Kieferbasen beschreibt.
SNA-Winkel:	Der SNA-Winkel wird gebildet durch die Strecken Sella-Nasion und Nasion-A-Punkt. Er beschreibt die sagittale Lage des UK auf die Nasion-Sella-Linie.
SNB-Winkel:	Der SNB-Winkel wird gebildet durch die Strecken Sella-Nasion und Nasion-B-Punkt. Er beschreibt die sagittale Lage des UK auf die Nasion-Sella-Linie.
ANB-Winkel:	Der ANB-Winkel beschreibt die sagittale Position des UK in Beziehung zum OK.
NL-NSL-Winkel:	Der NL-NSL-Winkel beschreibt die Neigung der Nasallinie bezogen auf die Nasion-Sella-Linie, das heißt, die Neigung der Maxilla gegenüber der anterioren Schädelbasis.
ML-NSL-Winkel:	Der ML-NSL-Winkel beschreibt die Neigung der Mandibularlinie bezogen auf die Nasion-Sella-Linie.
NS-Ba-Winkel:	Der NS-Ba-Winkel entspricht dem zentralen Sattelwinkel und beschreibt das Ausmaß der Schädelbasisknickung. Es ist der Winkel zwischen den Strecken Sella-Nasion und Sella-Basion.
SN-Pg-Winkel:	Der SN-Pg-Winkel ist der Winkel zwischen den Strecken Sella-Nasion und Nasion-Pogonion.

- Fazialkonvexität (mm): Die Fazialkonvexität ist der Abstand des A-Punktes zur Nasion-Pogonion-Linie.
- Go-Me (mm): Die Strecke Go-Me entspricht der Mandibularebene, sie beschreibt die Länge der Unterkieferbasis.
- Co-Pg-Strecke (mm): Die Strecke Co-Pg beschreibt die Länge zwischen Condylion, dem cranialsten Punkt des Condylus, und dem Pogonion.
- Co-Go-Strecke (mm): Die Strecke Co-Go beschreibt die Länge zwischen Condylion, dem cranialsten Punkt des Condylion, und dem Gonion.
- Co-Gn-Strecke (mm): Die Strecke Co-Gn beschreibt die Länge zwischen Condylion, dem cranialsten Punkt des Condylion, und dem Gnathion.

Winkel	Mittelwert
Fazialachsen (°)	90 ± 5
PFH : AFH (%)	63 ± 5
Gonion (°)	130 ± 7
ML-NL (°)	23,5 ± 3
SNA (°)	82 ± 3
SNB (°)	80 ± 3
NL-NSL (°)	8,5 ± 3
ML-NSL (°)	32 ± 6
NS-Ba	130 ± 5
SN-Pg	81 ± 3
Fazialkonvexität (mm)	4,5 ± 2,2
S-N (mm)	altersabhängig
Go-Me (mm)	altersabhängig
Co-Pg (mm)	altersabhängig
Co-Go (mm)	altersabhängig
Co-Gn (mm)	altersabhängig

Tab. 1: verwendete skelettale Winkel und Strecken

2.4 Statistische Auswertung

Die Erhebung der klinischen Daten erfolgte mittels der in Abb. 1 und Abb. 2 angegebenen Erfassungsbögen. Zur statistischen Auswertung wurden diese Daten in Microsoft Excel[®] übertragen. Die weitere Auswertung erfolgte unter Zuhilfenahme eines Programms zur statistischen und grafischen Darstellung von medizinischen Daten (SPSS[®]). Da es sich um eine retrospektive Studie handelt wurden zum Zwecke der Beschreibung lokale Signifikanzen berechnet unter Verwendung des Chi-Quadrat-Tests nach Pearson, des Kruskal-Wallis-Tests, des Wilcoxon-Tests und des Friedmann-Tests. Alterseffekte wurden mittels multivariater Analysen herausgerechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Demographie

3.1.1 Alter und Geschlecht

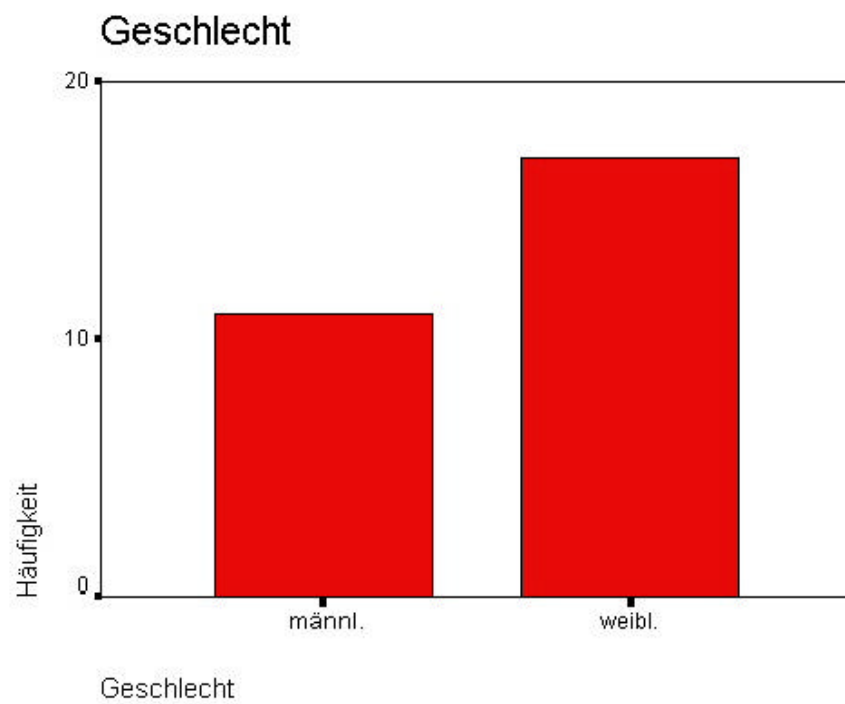


Abb. 5: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten

Untersucht wurden insgesamt 28 Patienten, wobei 11 männlich und 17 weiblich waren (Abb. 5).

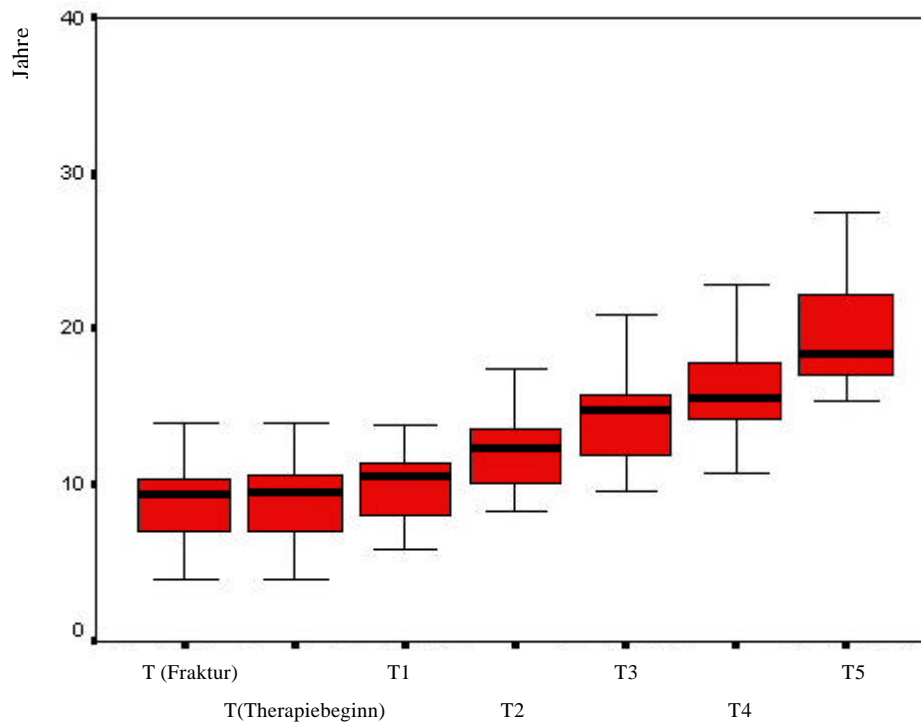


Abb. 6: Durchschnittsalter bei Fraktur, Therapiebeginn und zu den verschiedenen kephalometrischen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5)

Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Fraktur bei 4-14 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 8,9 Jahren. Das Alter zum Zeitpunkt des Therapiebeginns lag unwesentlich höher. Bei der 1. Untersuchung waren die Patienten im Durchschnitt 1 Jahr älter als zum Zeitpunkt der Fraktur. Die 2. Untersuchung wurde im Mittel im Alter von 12,2 Jahren durchgeführt. Zwischen dem Alter der 1., 2. und 3. Untersuchung liegt jeweils ein Zeitintervall von etwa 2,5 Jahren. Zwischen 4. und 5. Untersuchung vergrößert sich das Zeitintervall auf 4 Jahre. Das Alter der Patienten der 5. Nachuntersuchung liegt im Durchschnitt bei 20,3 Jahren, wobei der älteste Patient über 30 Jahre alt ist und der Jüngste 15,4 Jahre alt ist (Abb. 6).

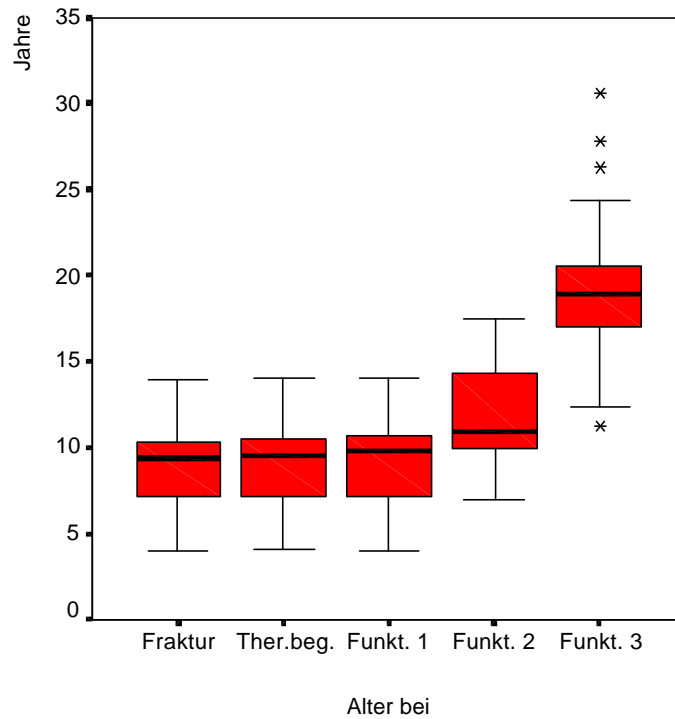


Abb. 7: Durchschnittsalter bei Fraktur, Therapiebeginn und zu den verschiedenen funktionellen Untersuchungszeitpunkten

Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Fraktur zwischen 4-14 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 8,9 Jahren. Das Alter bei Therapiebeginn und der 1. funktionellen Untersuchung lagen unwesentlich höher. Meistens erfolgten diese Untersuchung innerhalb der ersten Wochen nach der Fraktur. Bei der 2. funktionellen Untersuchung waren die Patienten im Mittel 10-14 Jahre alt. Bei der 3. funktionellen Untersuchung zeigt sich ein größere Altersintervall. Die Patienten sind zu diesem Zeitpunkt im Mittel 17-21 Jahre alt.

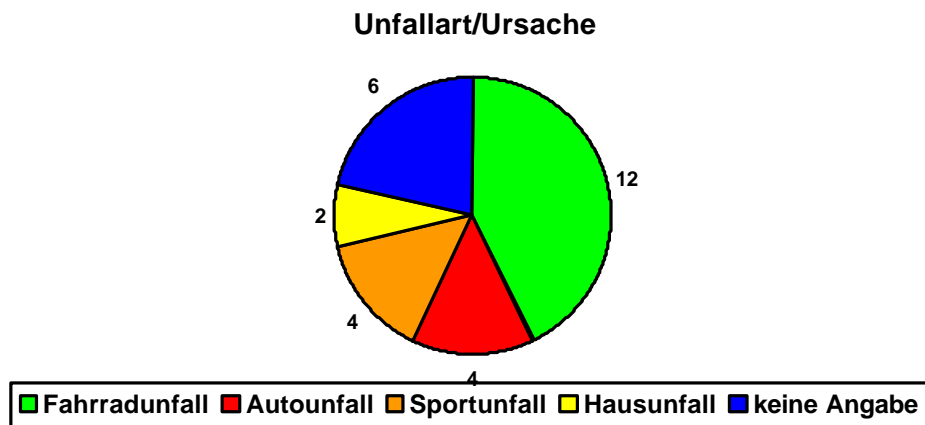


Abb. 8: Unfallart und- ursachen der präpubertären Collumfrakturen

Abb. 8 zeigt die verschiedenen Unfallursachen, die zu einer präpubertären Collumfraktur geführt haben. Der überwiegende Anteil der Patienten hatte einen Sturz mit dem Fahrrad. Als weitere Unfallursache wurden der Auto- und Sportunfall genannt und nur zu einem geringen Anteil Unfälle im Haushalt angegeben. Bei circa einem Viertel der Patienten konnte die genaue Unfallursache nicht mehr eruiert werden.

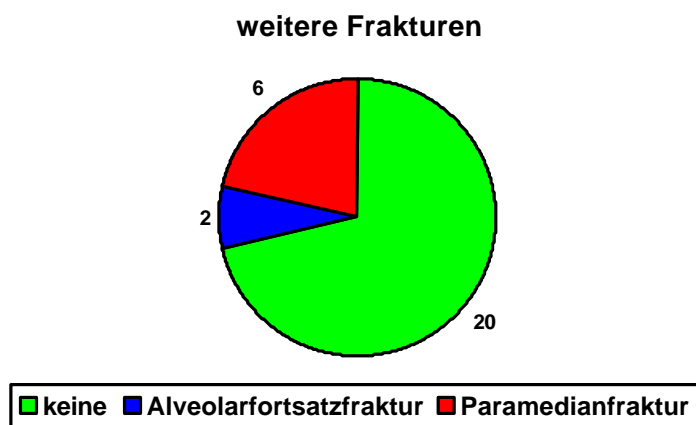


Abb. 9: Verteilung der Begleitfrakturen bei der präpubertären Collumfraktur

Fast drei Viertel der Patienten hatten mit der Collumfraktur keine weiteren Frakturen vergesellschaftet (Abb. 9). Falls zusätzliche Frakturen auftraten, handelte es sich meist um eine Paramedianfraktur ($n=6$), nur in seltenen Fällen kam es zu einer Alveolarfortsatzfraktur ($n=2$).

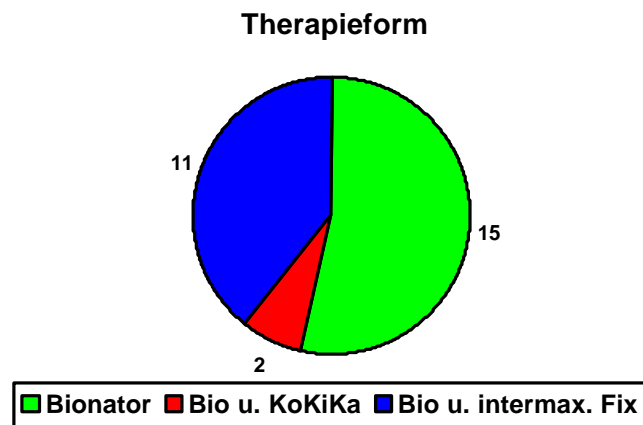


Abb. 10: Aufteilung der unterschiedlich angewandten Therapieformen

Abb. 10 zeigt die nach Collumfraktur durchgeführten konservativen Therapieformen. Allen gemeinsam ist die Verwendung des Bionators als funktionskieferorthopädisches Gerät und die Durchführung gymnastischer Übungen, wobei die Patienten zu Hause-Öffnungs- und Laterotrusionsbewegungen machen sollten. Bei einseitigen Frakturen wurde das Kauen auf der Gegenseite angewiesen. Bei über der Hälfte der Patienten reichte dies als alleinige Therapieform aus, bei 11 Patienten wurde zuvor zusätzlich kurzfristig intermaxillär verschnürt. Eine Kopf-Kinn-Kappe war bei einem kleinen Anteil von Patienten erforderlich (n=2).

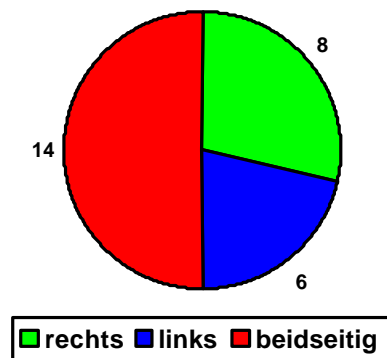
Collumfraktur Seitenverteilung

Abb. 11: Seitenverteilung der Collumfrakturen

In Abb. 11 teilte sich bei der Diagnose der Frakturart das Patientenkollektiv in 2 gleich große Gruppen. 50% der Patienten hatten eine einseitige Kiefergelenksfraktur, die sich wiederum auf die rechte und linke Kiefergelenksseite im Verhältnis von 28,6% zu 21,4% verteilt. Die andere Hälfte der Patienten wies eine beidseitige Collumfraktur auf.

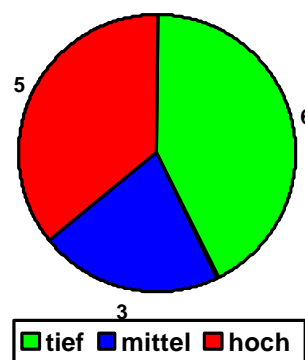
Einseitige Collumfraktur Lokalisation

Abb. 12: Verteilung der Lokalisation der einseitigen Collumfrakturen

In Abb. 12 wurde bei den einseitigen Collumfrakturen eine Einteilung zur speziellen Lokalisation der Fraktur vorgenommen. Bei knapp der Hälfte der Patienten lag eine tiefe Collumfraktur vor (n=6), bei 35,7% fand sich eine hohe Collumfraktur (n=5) und eine Fraktur mittlerer Lokalisation wurde noch bei 21,4% der Untersuchten diagnostiziert (n=3).

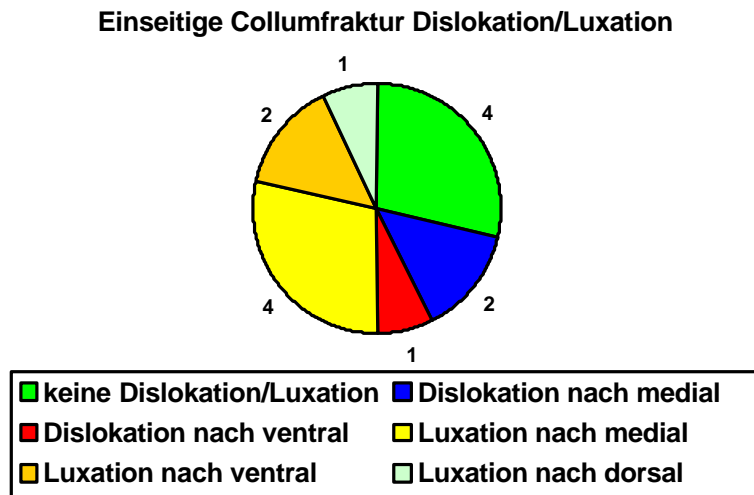


Abb. 13: Verteilung der Dislokation/Luxation bei einseitigen Collumfrakturen

In Abb. 13 waren von den 14 Patienten mit einer einseitigen Fraktur 4 ohne Dislokation und Luxation. 3 Patienten wiesen eine Dislokation auf. In dieser Gruppe wurden 2 nach medial und 1 Fraktur nach ventral disloziert. Es wurden keine Dislokationen nach lateral oder nach dorsal beobachtet.

Bei der Diagnosegruppe "Luxation" fanden sich 50% der Patienten mit einer einseitigen Kiefergelenksfortsatzfraktur (n=7). Auffällig war hier der große Anteil der nach medial erfolgten Luxation mit 57,1%, gefolgt von dem wesentlich kleineren Anteil der nach ventral verlagerten Luxation mit einem Anteil von 28,6%. 1 Patient hatte eine Luxation nach dorsal (14,3%). Auch bei den Luxationen einseitiger Collumfrakturen wurde keine Verlagerung nach lateral gefunden.

Beidseitige Collumfraktur Lokalisation

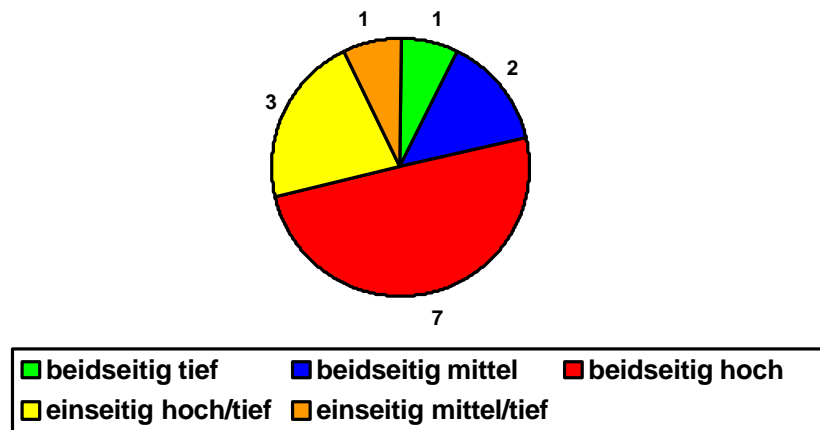


Abb. 14: Verteilung der Lokalisation der beidseitigen Collumfrakturen

Bei den beidseitigen Frakturen in Abb. 14, die 50% des behandelten Patientenkollektivs ausmachten, wurden 2 Gruppen unterschieden. In einer Gruppe fanden sich diejenigen Patienten, die eine seitengleiche Collumfraktur aufwiesen. Die andere Gruppe enthielt die seitenungleichen Collumfrakturen. Sehr auffällig war die große Anzahl von nahezu seitengleichen Kiefergelenksfortsatzfrakturen von über 70%. Bei der weiteren Unterteilung fand sich am häufigsten die beidseitige hohe Fraktur bei 7 Patienten. Eine beidseitige mittlere Fraktur wurde noch in 2 Fällen gefunden, eine beidseitige Fraktur tiefer Lokalisation ist in einem Fall diagnostiziert worden.

4 Kiefergelenksfortsatzfrakturen sind in ihrer Lokalisation seitenungleich. Hiervon entfallen 3 von 4 der Collumfrakturen auf eine Kombination von einseitig hoch/einseitig tief. Nur in einem Fall wurde die Kombination einseitig mittel/einseitig hoch gefunden. Weitere Kombinationsmöglichkeiten sind nicht aufgetreten.

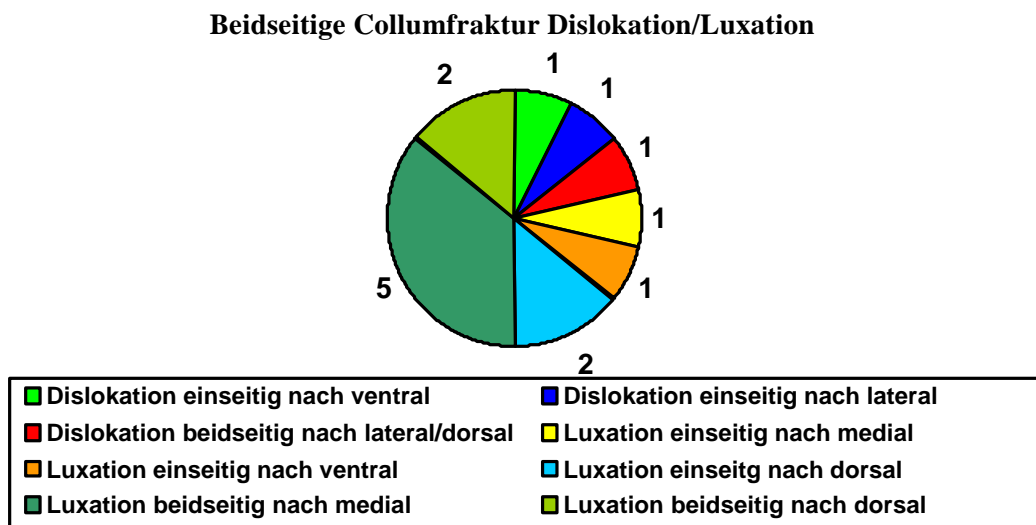


Abb. 15: Verteilung der Dislokation und Luxation bei den beidseitigen Collumfrakturen

Abb. 15 zeigt, dass es bei den beidseitigen Collumfrakturen in 21,4% der Fälle zu einer Dislokation kam. In 2 von 3 Fällen kam es zu einer einseitigen Dislokation, die in einem Fall nach lateral und im anderen Fall nach ventral diagnostiziert wurde. Nur bei einem Patienten wurde eine beidseitige Dislokation der Kiefergelenke gefunden, wobei das Kiefergelenk auf der einen Seite nach lateral und auf der anderen nach dorsal disloziert war.

Von den 14 beidseitigen Collumfrakturen wiesen fast 80% eine einseitige oder beidseitige Luxation auf. 4 Patienten zeigten eine einseitige Luxation, wovon jeweils in einem Fall das Kiefergelenk nach medial und ventral und in 2 Fällen nach dorsal luxiert waren. Eine einseitige Luxation nach lateral wurde nicht beobachtet. Eine zweite Gruppe wies eine beidseitige Luxation der Kiefergelenke auf und hatte mit 50% einen sehr großen Anteil an der "Gruppe der beidseitigen Collumfrakturen mit Luxation". Auffällig ist hier, dass 5 der 7 beidseitigen Collumfrakturen nach medial luxiert waren. In 2 Fällen konnte eine beidseitige Luxation nach dorsal beobachtet werden. In keinem der Fälle konnte eine Luxation nach lateral oder ventral diagnostiziert werden.

3.2 Kephalometrie

3.2.1 PFH:AFH

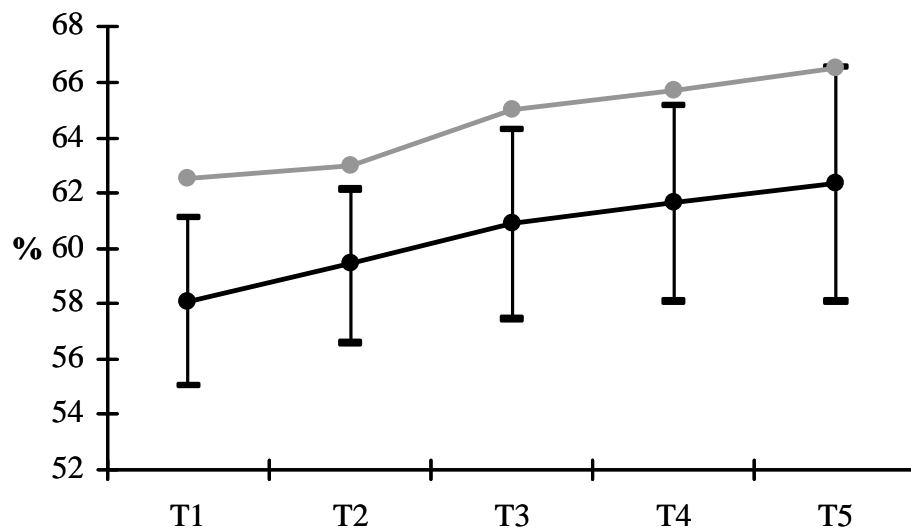


Abb. 16: Entwicklung des PFH:AFH-Wertes zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 16 ist der Verlauf des Verhältnisses von PFH:AFH zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten mit zunehmenden Alter aller Patienten aufgetragen. Der Mittelwert des Verhältnisses von PFH:AFH zeigt während des gesamten Beobachtungszeitraums auch unter Berücksichtigung des Alters eine hoch signifikante Vergrößerung ($p < 0,01$). Die Mittelwerte zeigen einen stetigen Anstieg um etwa 1,5% zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten.

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

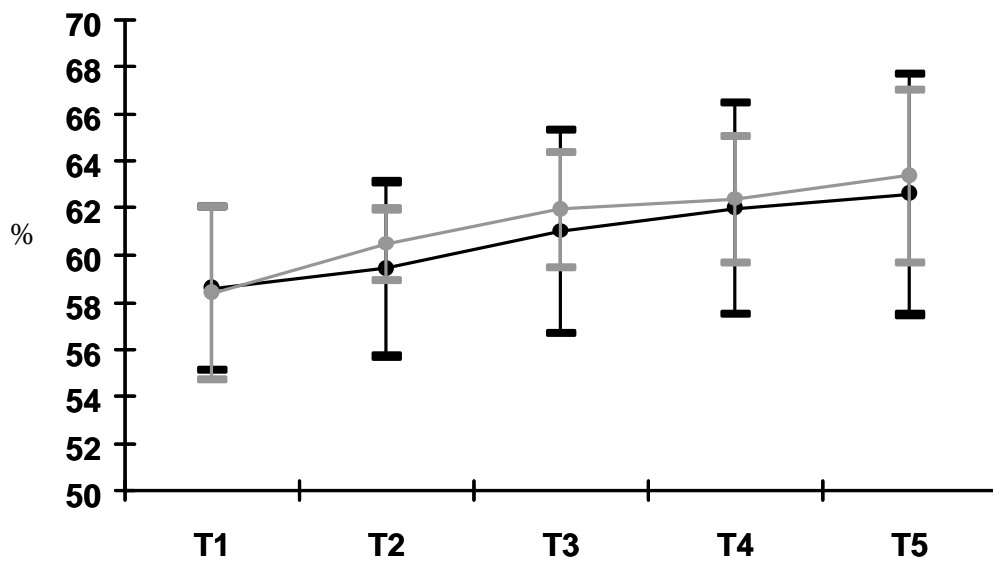


Abb. 17: Entwicklung des PFH:AFH-Wertes im Vergleich der einseitigen Collumfraktur (schwarz) zur doppelseitigen Collumfraktur (grau)

In Abb. 17 sind die Verläufe des PFH:AFH-Wertes für die einseitige Collumfraktur und für die doppelseitige Collumfraktur aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß das Verhältnis von PFH:AFH bei der doppelseitigen Fraktur der Kiefergelenke insgesamt um 1% leicht höher ist als das Verhältnis bei den einseitigen Kiefergelenksfrakturen.

3.2.2 Fazialachsen

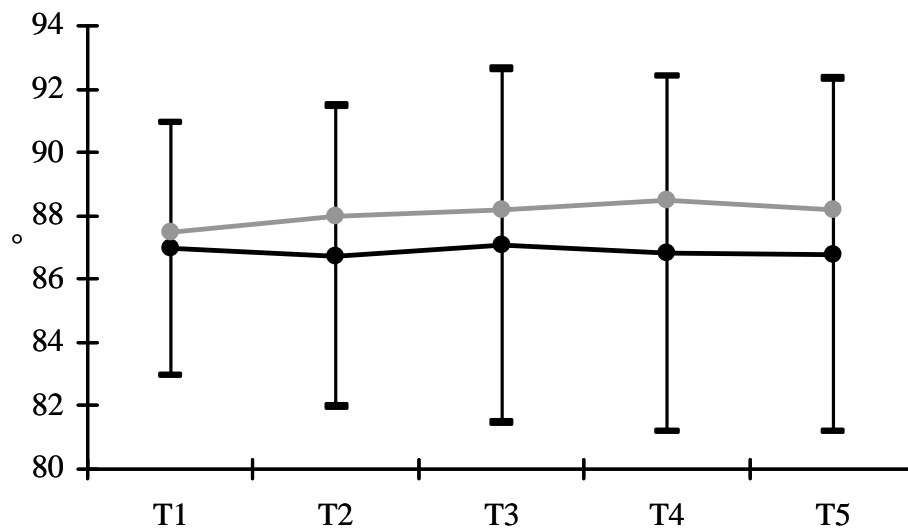


Abb. 18: Entwicklung der Fazialachsen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 18 ist der graphische Verlauf der Entwicklung der Fazialachsen in Bezug zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten zu erkennen. Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass die Werte stärker streuen, dass aber die Mittelwerte über den Beobachtungszeitraum stabil bleiben und keiner Veränderung unterliegen. Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede, auch nicht unter Berücksichtigung des Alters ($p=0,75$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.3 SNA-Winkel

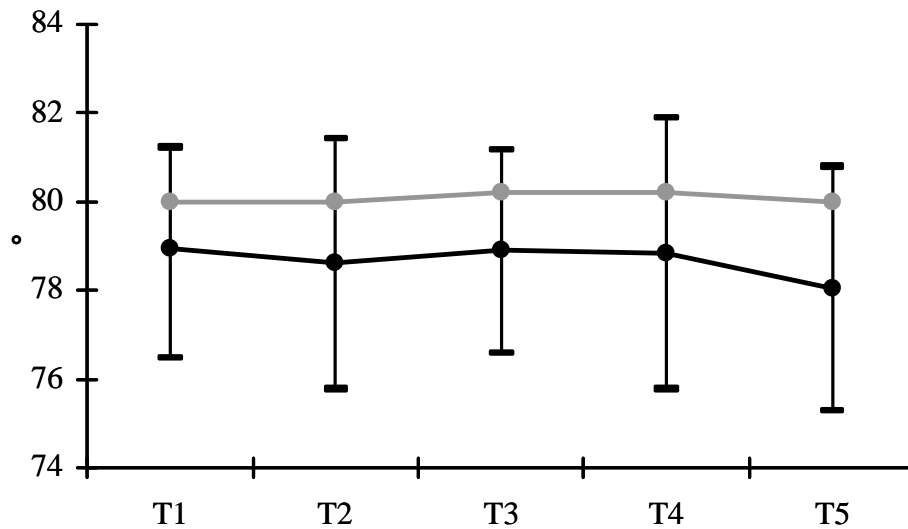


Abb. 19: Entwicklung des SNA-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In dem graphische Verlauf des SNA-Winkels in Abb. 19 ist erkennbar, dass sich der Winkel in seiner Größe gerigfügig verändert. Die Mittelwerte der ersten 4 Untersuchungszeitpunkte liegen zwischen $78,61^\circ$ und $78,95^\circ$. Zwischen dem 4. und 5. Beobachtungszeitpunkt ist eine leichte Größenabnahme zu erkennen. Die Veränderungen sind weder im Einzelnen noch unter Berücksichtigung des Alter signifikant ($p=0,49$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.4 SNB-Winkel

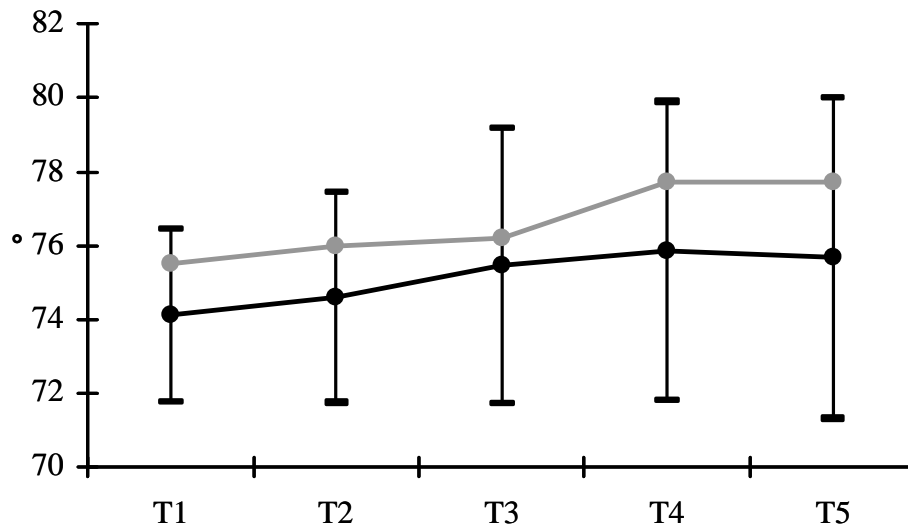


Abb. 20: Entwicklung des SNB-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Abb. 20 zeigt die Mittelwerte des SNB-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Es wird sichtbar, dass der SNB-Winkel mit zunehmendem Alter der Patienten leicht ansteigt. Zwischen den beiden letzten Untersuchungszeitpunkten ist aufgrund des dort liegenden Wachstumsabschlusses kein Anstieg mehr zu beobachten. Die Vergrößerung des Mittelwertes während des gesamten Beobachtungszeitraumes ist signifikant ($p=0,014$). Unter Berücksichtigung des Alters ist ebenfalls eine Signifikanz erkennbar ($p=0,032$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

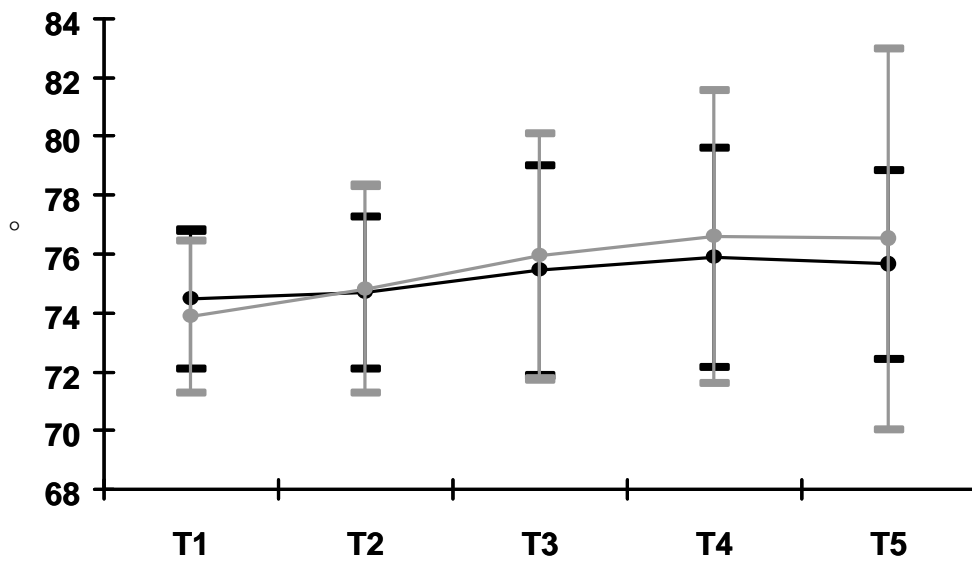


Abb. 21: Entwicklung des SNB-Winkels im Vergleich der einseitigen Collumfrakturen (schwarz) zu den doppelseitigen Collumfrakturen (grau) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 21 ist die Entwicklung des SNB-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten für die einseitigen Collumfrakturen in schwarz und für die doppelseitigen Collumfrakturen in grau dargestellt. Es ist zu erkennen, dass keine klinisch relevanten Unterschiede zwischen diesen beiden Untersuchungsgruppen vorliegen.

3.2.5 SN-Pg-Winkel

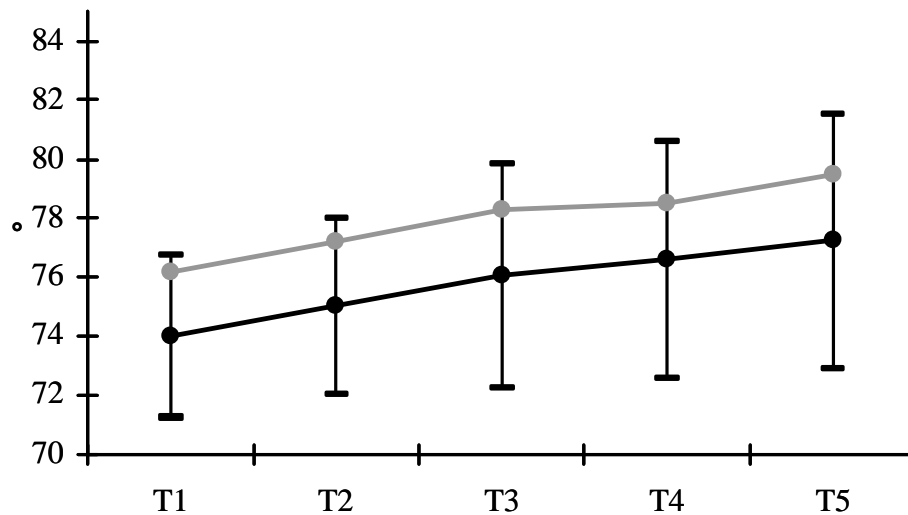


Abb. 22: Entwicklung des SN-Pg-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Die graphische Darstellung der Mittelwerte des SN-Pg-Winkels sind in Abb. 22 in Abhängigkeit zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufgetragen. Es ist zu erkennen, dass der SN-Pg-Winkel mit zunehmenden Alter in den ersten 3 Untersuchungsintervallen zwischen T1, T2, und T3 konstant um 1° ansteigt und zwischen T3, T4 und T5 nur noch um $0,5^\circ$ zunimmt. Es ergeben sich hoch signifikante Veränderungen ($p < 0,001$), die auch unter Berücksichtigung des Alters noch signifikant bleiben ($p = 0,027$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.6 ML-NL-Winkel

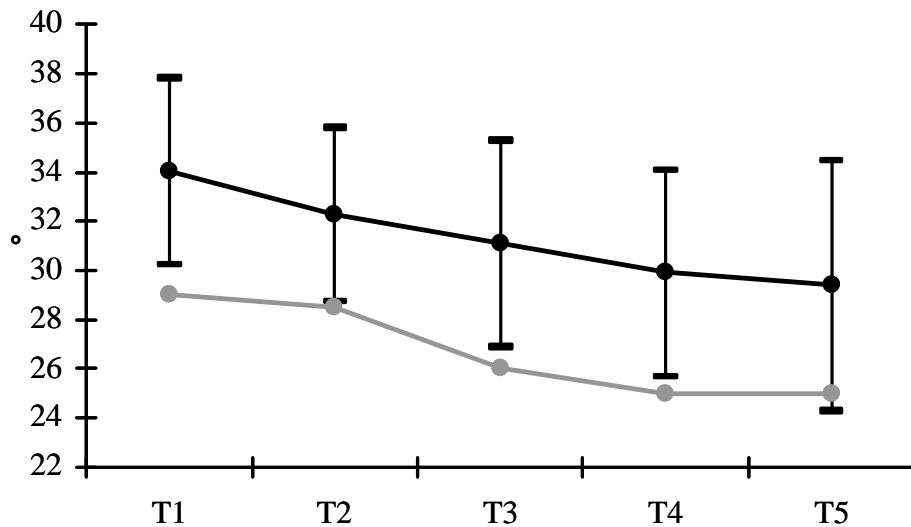


Abb. 23: Entwicklung des ML-NL-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 23 ist der graphische Verlauf des ML-NL-Winkels zu den verschiedenen Beobachtungszeiträumen aufgetragen. Hier wird deutlich, dass sich der Mittelwert mit zunehmenden Alter um insgesamt 4,6 % verkleinert. Auffällig hierbei ist, dass die Abnahme des Winkels mit zunehmender Zeit geringer ausgeprägt ist. Die Veränderung der Werte sind hoch signifikant ($p < 0,001$). Unter Berücksichtigung des Alters ist die Verkleinerung der Werte noch knapp signifikant ($p = 0,041$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.7 ML-NSL-Winkel

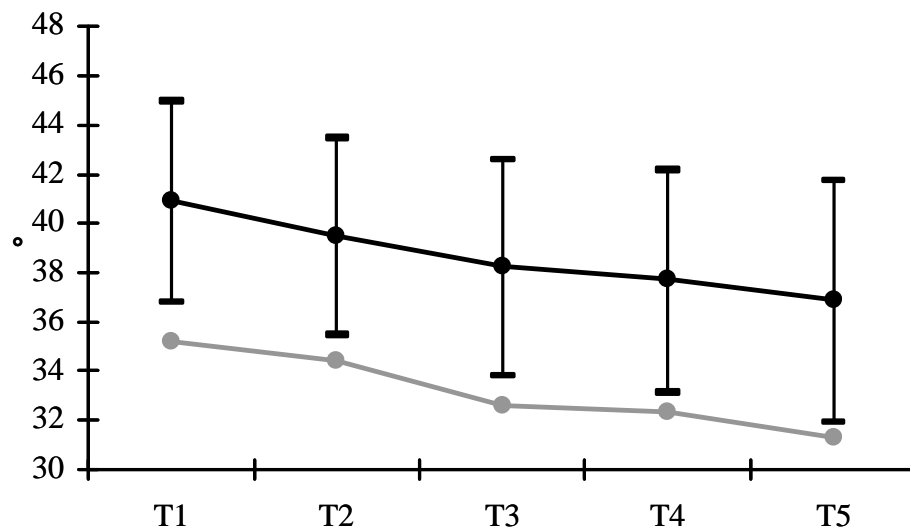


Abb. 24: Entwicklung des ML-NSL-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Der graphische Verlauf in Abb. 24 zeigt die Entwicklung des ML-NSL-Winkels mit zunehmendem Alter. Es ist erkennbar, dass sich der Winkel mit zunehmendem Alter und zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten kontinuierlich verkleinert. Auffällig ist hierbei, dass zwischen T1, T2 und T3 eine größerer Abnahme des Winkels zu beobachten ist als zwischen T3, T4 und T5. Insgesamt sind die Veränderungen hoch signifikant ($p < 0,001$), unter Berücksichtigung des Alters ist insgesamt keine Signifikanz mehr zu beobachten ($p = 0,137$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

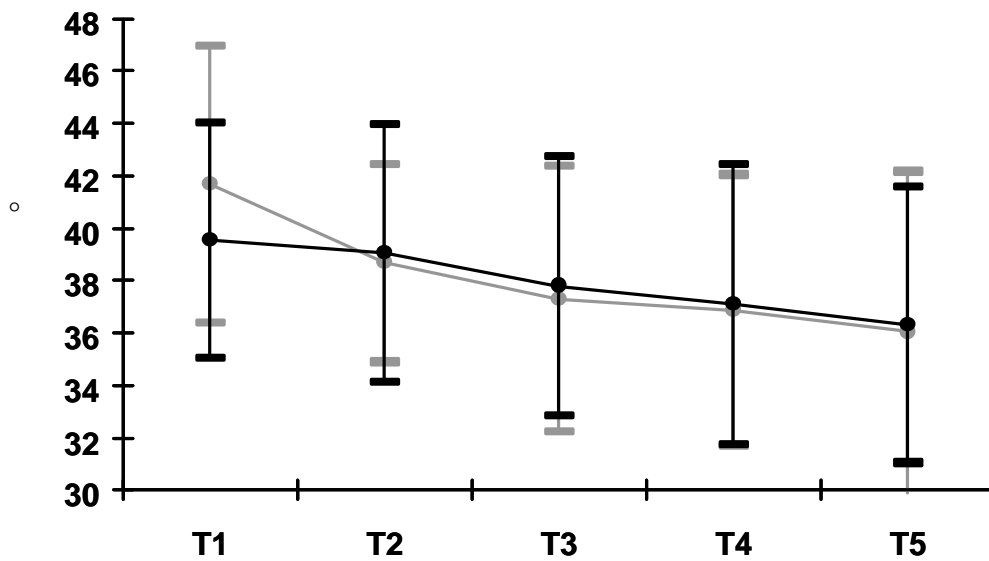


Abb. 25: Entwicklung des ML-NSL-Winkels im Vergleich der einseitigen Collumfrakturen (schwarz) zu den doppelseitigen Collumfrakturen (grau) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 25 ist die Entwicklung des ML-NSL-Winkels für die einseitigen Kiefergelenksfrakturen in schwarz und für die doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen in grau dargestellt. Es ist zu erkennen, dass zum Zeitpunkt der Fraktur der ML-NSL-Winkel bei den einseitigen Collumfrakturen um etwa 2° niedriger liegt als bei den doppelseitigen Collumfrakturen. Im weiteren Untersuchungsverlauf nähern sich die Werte des ML-NSL-Winkels immer weiter an und erreichen zu den letzten beiden Untersuchungszeitpunkten einen identischen Winkelwert.

3.2.8 NL-NSL-Winkel

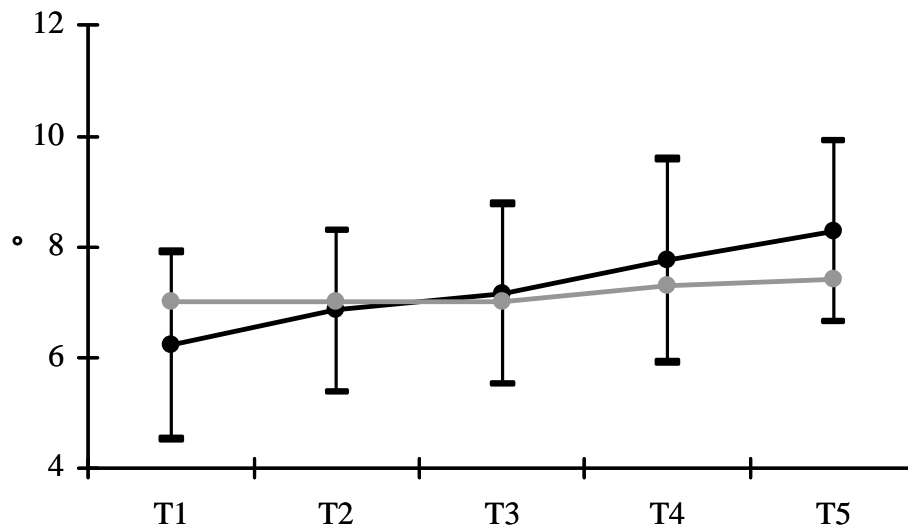


Abb. 26: Entwicklung des NL-NSL-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 26 ist der graphische Verlauf des NL-NSL-Winkels bezüglich der verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufgetragen. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass sich der Mittelwert mit zunehmendem Alter aller Patienten leicht vergrößert. Es ist zu erkennen, dass es sich hierbei um eine kontinuierliche Steigerung von etwa 0,4% zwischen den einzelnen Beobachtungszeitpunkten handelt. Die Vergrößerung der Werte sind hoch signifikant ($p < 0,001$). Nach Berechnung des Alterseffekts mittels multivariater Analyse zeigte die Entwicklung des Gonionwinkels keine signifikante Vergrößerung der Werte ($p = 0,137$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.9 Gonion-Winkel

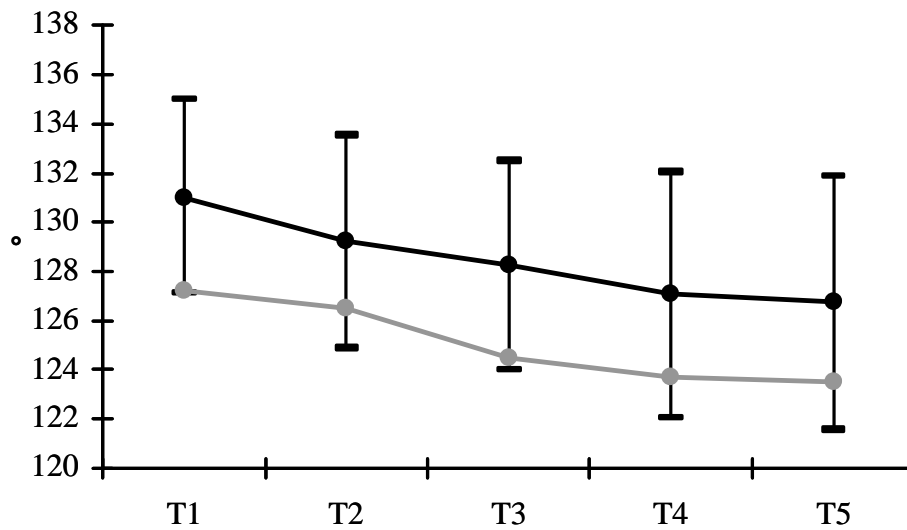


Abb. 27: Entwicklung des Gonion-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Die graphische Darstellung der Mittelwerte in Abb. 27 zeigt den Gonion-Winkel zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten. Aus der Graphik geht hervor, dass sich der Mittelwert des Gonion-Winkels stetig um 1-1,5% verkleinert. Hieraus ergibt sich für die Veränderungen eine hohe Signifikanz ($p < 0,001$). Nach Berechnung des Alterseffekts mittels multivariater Analyse zeigte die Entwicklung des Gonionwinkels ebenfalls eine signifikante Verkleinerung der Werte ($p = 0,017$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.10 NS-Ba-Winkel

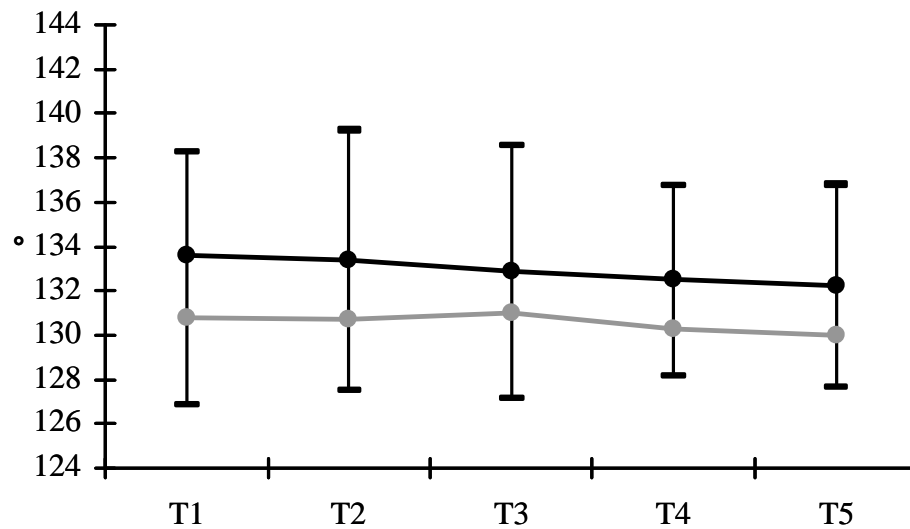


Abb. 28: Entwicklung des NS-Ba-Winkels zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Die graphische Darstellung der Mittelwerte in Abb. 28 zeigt die Entwicklung des NS-Ba-Winkels in Abhängigkeit zu den verschiedenen Beobachtungszeitpunkten. In dieser Abbildung wird ersichtlich, dass der NS-Ba-Winkel mit zunehmendem Alter relativ stabil bleibt und insgesamt eine Verkleinerung des Winkels um 1% zu beobachten ist. Nach Berechnung des Alterseffektes mittels multivariater Analysen zeigte die Entwicklung des NS-Ba-Winkels auch unter Berücksichtigung des Alters keine signifikanten Unterschiede ($p=0,40$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.11 Go-Me-Strecke

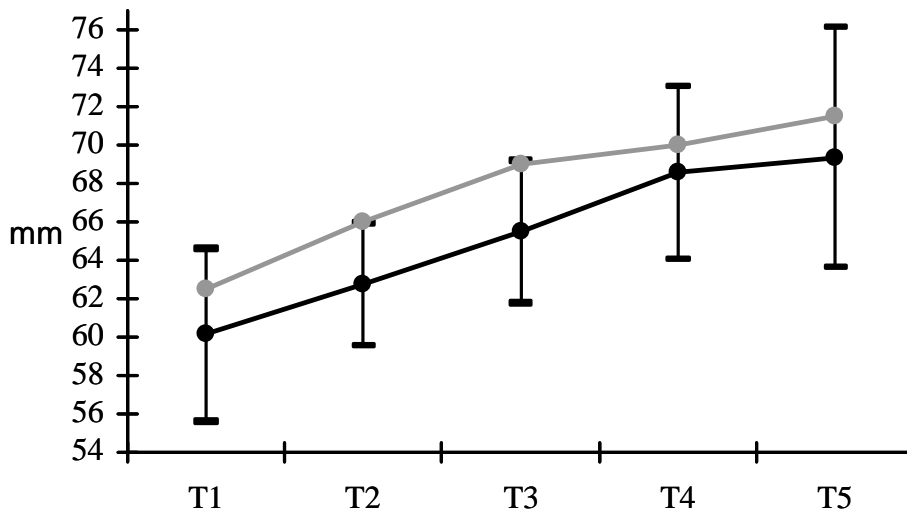


Abb. 29: Entwicklung der Go-Me-Strecke zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 29 sind die Mittelwerte der Strecke Go-Me zu den Untersuchungszeitpunkten aufgetragen. Im gesamten Untersuchungszeitraum wird eine Streckenzunahme von mehr als 9 mm ersichtlich, wobei auffällig ist, dass zwischen T1, T2, T3 und T4 die größte Streckenzunahme und im letzten Untersuchungsintervall zwischen T4 und T5 nur noch eine sehr geringe Vergrößerung zu erkennen ist. Die Veränderung der Werte ist hoch signifikant ($p < 0,001$), auch unter Berechnung des Alterseffektes mittels multivariater Analysen zeigte die Entwicklung der Strecke Go-Me ebenfalls eine signifikante Zunahme ($p = 0,055$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

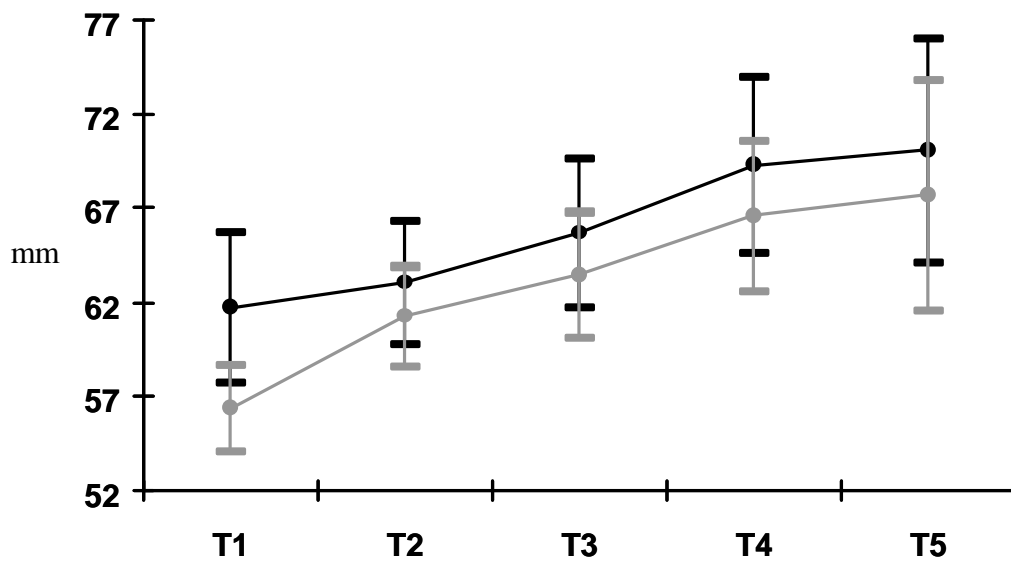


Abb. 30: Entwicklung der Strecke Go-Me im Vergleich der einseitigen Collumfrakturen (schwarz) und der doppelseitigen Collumfrakturen (grau) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 30 ist die Entwicklung der Strecke Go-Me für die einseitigen Kiefergelenksfrakturen in schwarz und für die doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen in grau zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass beide Gruppen eine gleiche Entwicklung zeigen, wobei die Gruppe der einseitigen Collumfrakturen aber initial höhere Werte um etwa 2,5 mm zeigt. Weiterhin ist zu beobachten, dass zwischen ersten und zweiten Untersuchungszeitpunkt bei den doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen eine stärkere Vergrößerung der Strecke vorgelegen hat. Bei den nachfolgenden Untersuchungszeitpunkten steigen beide Graphen in gleicher Weise an.

3.2.12 S-N-Strecke

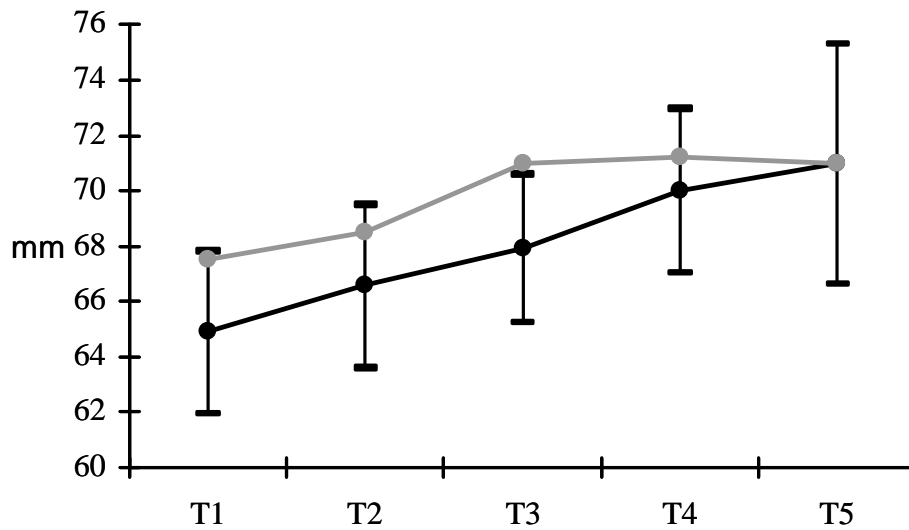


Abb. 31: Entwicklung der Nasion-Sella-Linie zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

In Abb. 31 wird die Entwicklung der Strecke N-S unter Berücksichtigung der Untersuchungszeitpunkte ersichtlich. Es ist eine kontinuierliche Zunahme der Mittelwerte mit zunehmendem Alter zu erkennen. Auffällig ist die große Streckenzunahme zwischen T3 und T4 von über 2 mm. Die Vergrößerung der Werte ist insgesamt hoch signifikant ($p < 0,001$), auch unter Berücksichtigung des Alters ($p = 0,004$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.13 Fazialkonvexität

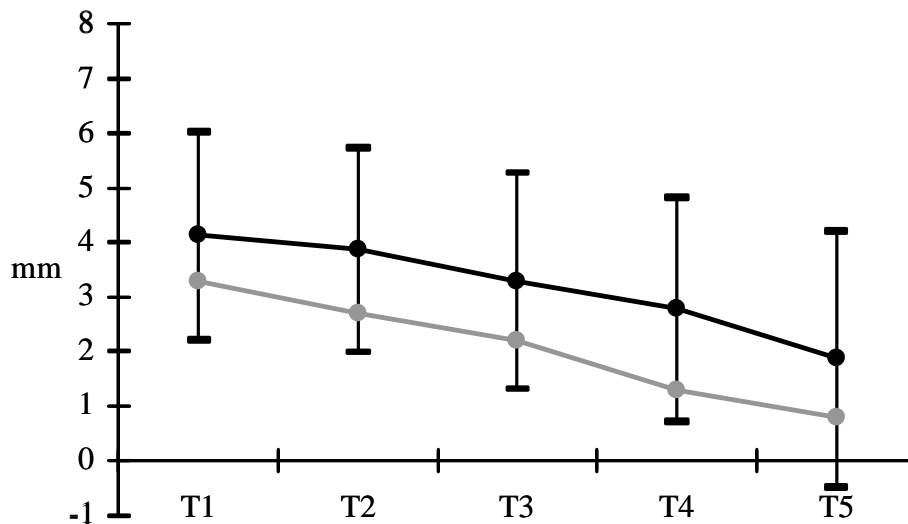


Abb. 32: Entwicklung der Fazialkonvexität zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (T1-T5) (schwarz) im Vergleich zu den Werten eines Probandenkollektivs ohne Fraktur (grau) [Gilbert-Bresler 2000]

Die Entwicklung der Fazialkonvexität ist in Abb. 32 zu den verschiedenen Beobachtungszeitpunkten aufgetragen. In dieser Graphik ist zu erkennen, dass sich der Mittelwert mit zunehmendem Alter um mehr als die Hälfte verkleinert. Die Veränderungen sind insgesamt hoch signifikant ($p \leq 0,001$). Nach Berechnung des Alterseffektes mittels multivariater Analysen zeigte die Entwicklung der Fazialkonvexität jedoch keine signifikante Verkleinerung mehr ($p=0,10$).

Die grau unterlegten Werte eines Probandenkollektivs ohne Fraktur wurden ebenfalls zu ähnlichen Alterszeitpunkten wie das Durchschnittsalter bei den vorliegenden Untersuchungszeitpunkten genommen (T1-T5).

3.2.14 Condylion-Pogonion-Strecke

	Condyl.-Pog. nach Fraktur (mm)	Condyl.-Pog. bei Abschlussuntersuchung (mm)
MW	99,1	115,3
SD	7,4	7,5
Min	86	107
Max	120	129

Tab. 2: Veränderung der Strecke Condylion-Pogonion zwischen der Fraktur und der Abschlussuntersuchung (T5)

Die Strecke Condylion-Pogonion wurde nur zum Zeitpunkt nach der Fraktur und bei der Abschlussuntersuchung bestimmt (Tab. 2). Hierbei zeigte sich eine statistisch signifikante Vergrößerung des Parameters über den Untersuchungszeitraum von 99,1 mm auf 115,3 mm mit einer deutlichen Abnahme der Streuung ($p < 0,001$).

3.2.15 Condylion-Gonion-Strecke

	Condyl.-Gonion nach Fraktur (mm)	Condyl.-Gonion bei Abschlussuntersuchung (mm)
MW	52,6	61,6
SD	5,4	6,3
Min	43	48
Max	68	75

Tab. 3: Veränderung der Strecke Condylion-Gonion zwischen der Fraktur und der Abschlussuntersuchung (T5)

Eine ebenfalls signifikante Erhöhung zeigte die Strecke Condylion-Gonion ($p < 0,001$) von 52,6 mm auf 61,6 mm. Es zeigte sich eine geringfügige Abnahme der Streuung (Tab. 3). Die Werte der Strecke Condylion-Gonion wurde zum Zeitpunkt der Fraktur und nach Abschluss der Untersuchung gemessen.

3.2.16 Condylion-Gnathion-Strecke

	Condyl.-Gnathion nach Fraktur (mm)	Condyl.-Gnathion bei Abschlussuntersuchung (mm)
MW	100,4	113,3
SD	7,2	8,4
Min	87	102
Max	121	136

Tab. 4: Veränderung der Strecke Condylion-Gnathion zwischen der Fraktur und der Abschlussuntersuchung (T5)

Die Strecke Condylion-Gnathion wurde nur zum Zeitpunkt der Fraktur und bei der Abschlussuntersuchung bestimmt (Tab. 4). Hierbei zeigte sich über den Untersuchungszeitraum eine statistisch signifikante Vergrößerung des Parameters von durchschnittlich 100,4 mm auf 113,3 mm ($p < 0,001$).

3.3 Klinische Funktionsanalyse

3.3.1 Maximale Schneidekantendistanz

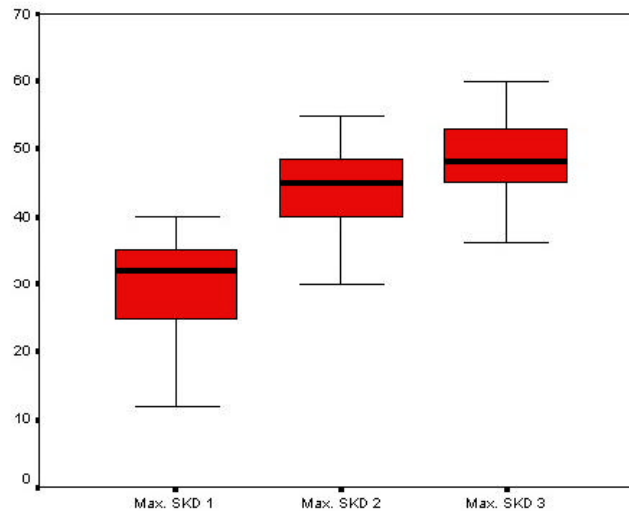


Abb. 33: Maximale Schneidekantendistanz zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 33 ist die maximale Schneidekantendistanz (SKD) zu 3 verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufgetragen. Die max. SKD 1 gibt den Zeitpunkt unmittelbar nach Fraktur an, die max. SKD 2 wurde zum Zeitpunkt einer Untersuchung etwa ein Jahr nach Fraktur bei allen Patienten erhoben und die max. SKD 3 wurde bei Abschluss der Behandlung nach Wachstumsende erhoben. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass sich die maximale Schneidekantendistanz von der ersten zur letzten Messung stark vergrößert. Hierbei ist zu beobachten, dass zwischen der 1. und 2. Messung ein sehr großer Anstieg der Werte, jedoch zwischen der 2. und 3. Nur noch eine geringfügigere Zunahme erkennbar ist, was einem Verhältnis von 4:1 gleichkommt. Auffällig ist weiterhin bei der maximalen SKD 1 die starke Streuung der Werte und damit verbunden die gesamte Verschiebung des Boxplots. Die Veränderung der Werte der maximalen Schneidekantendistanz ist hoch signifikant ($p < 0,001$).

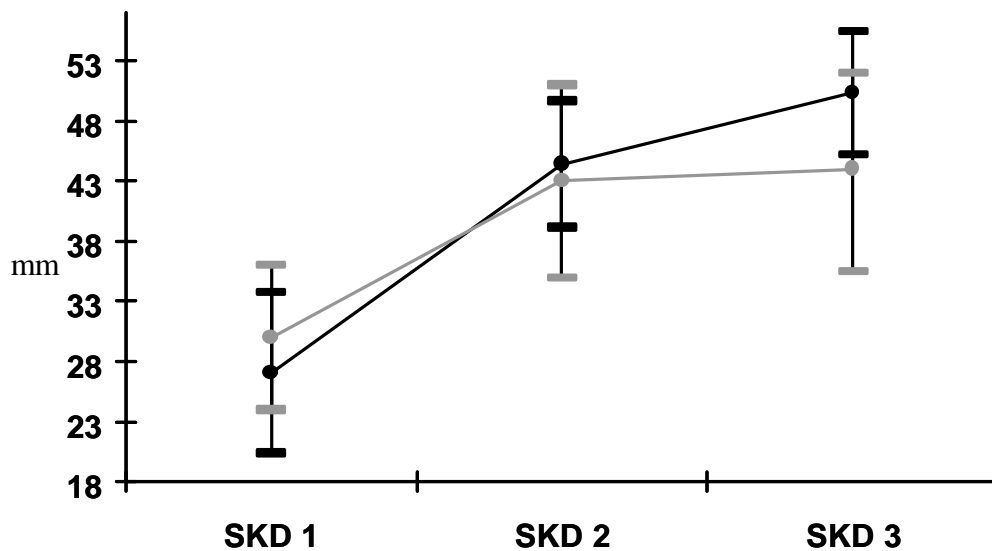


Abb. 34: Entwicklung der maximalen Schneidekantendistanz bei den einseitigen Collumfrakturen (schwarz) und bei den doppelseitigen Collumfrakturen (grau) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 34 ist die maximale Schneidekantendistanz für die einseitigen Collumfrakturen in schwarz und für die doppelseitigen Collumfrakturen in grau dargestellt. Es ist zu erkennen, dass zum Frakturzeitpunkt die Gruppe der einseitigen Collumfrakturen eine um 2 mm geringere Mundöffnung im Vergleich zur doppelseitigen aufwies. Zum Zeitpunkt der zweiten Messung nach etwa einem Jahr haben beide Gruppen die gleiche maximale Mundöffnung. Bei der Abschlussuntersuchung liegen starke Abweichungen zwischen beiden Patientengruppen vor. Während bei den einseitigen Kiefergelenksfrakturen eine weitere Steigerung der maximalen Schneidekantendistanz von 43 mm bei der zweiten Untersuchung auf 50 mm bei der Abschlussuntersuchung zu beobachten ist, kann bei den doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen keine Steigerung zwischen dem zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt mehr beobachtet werden. Hier liegt die maximale Schneidekantendistanz zum Abschluss der Behandlung bei etwa 43mm.

3.3.2 Unterkiefer-Mitte in Okklusion

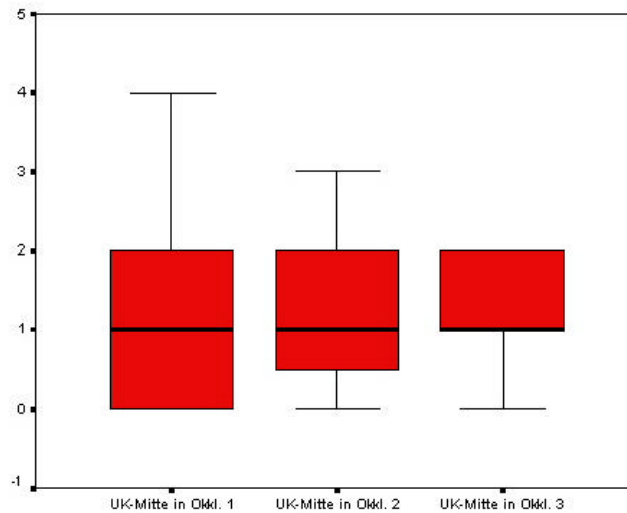


Abb. 35: Unterkiefer-Mitte in Okklusion zu den versch. Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 35 ist die Unterkiefer-Mitte in Okklusion zu 3 verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufgetragen. Die UK-Mitte in Okkl. 1 gibt den Zeitpunkt der Fraktur, UK-Mitte in Okkl. 2 bei etwa einjähriger Untersuchung und UK-Mitte in Okkl. 3 nach Abschluss der Behandlung bei Wachstumsende wieder. Aus dieser Abbildung geht hervor, dass sich die Werte der einzelnen Beobachtungszeitpunkte nicht groß verändern. Im Mittel ist die UK-Mitte in Okklusion um 1,2 mm in allen 3 Messungen verschoben. Auffällig sind jeweils nur die starken Streuungen, die bei allen 3 Untersuchungszeitpunkten auftreten und in allen Boxplots zu einer erheblichen Verschiebung beitragen. Insgesamt sind die Veränderungen nicht signifikant ($p=0,70$).

3.3.3 Unterkiefer-Mitte in Ruhe

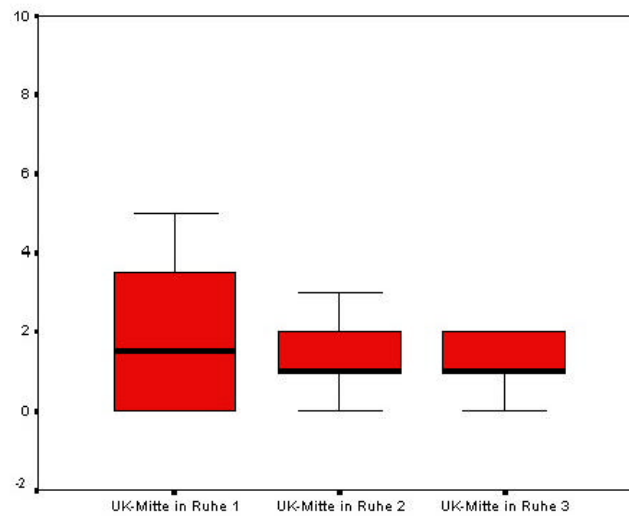


Abb. 36: Unterkiefer-Mitte in Ruhe zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Abb. 36 ist die Abweichung der UK-Mitte in Ruhe zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten zu erkennen, wobei die UK-Mitte in Ruhe 1 zum Zeitpunkt der Fraktur, die UK-Mitte in Ruhe 2 nach etwa einem Jahr und die UK-Mitte in Ruhe 3 nach Abschluss der Behandlung bei Wachstumsende ermittelt wurden. Aus der Graphik wird ersichtlich, dass keine wesentlichen Veränderungen der Mittelwerte im gesamten Beobachtungszeitraum vorliegen. Die Veränderung der Werte hat insgesamt keine Signifikanz ($p=0,715$).

3.3.4 Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Okklusion

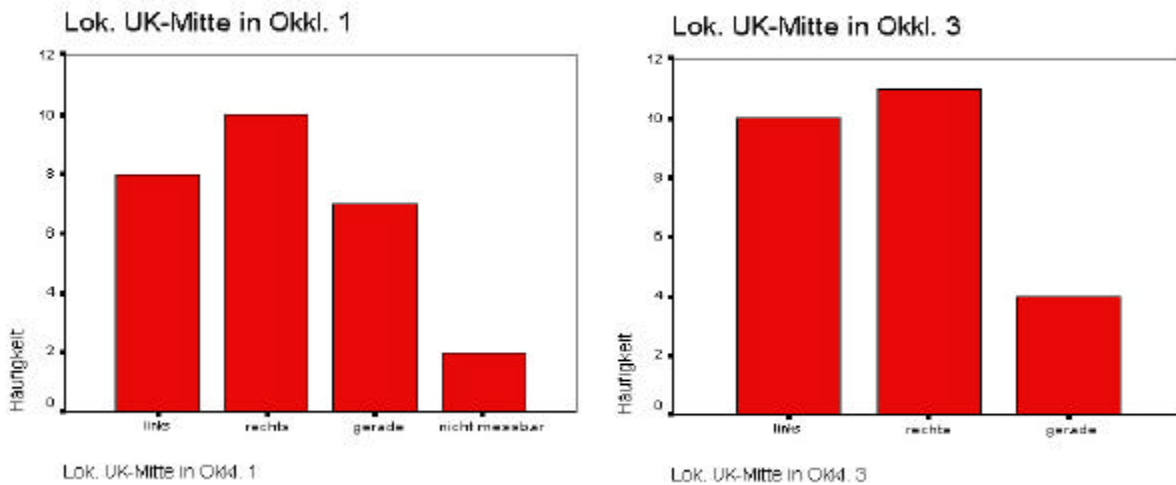


Abb. 37a+b: Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Okklusion zum Zeitpunkt der Fraktur und nach Abschluss der Behandlung (T5)

In Abb. 37a ist die Lokalisation der UK-Mitte in Okklusion zum Zeitpunkt der Fraktur aufgezeigt. In dieser Graphik wird deutlich, dass die Häufigkeitsverteilung zwischen einer nach links oder rechts verschobenen UK-Mitte in Okklusion und einer geraden UK-Mitte relativ konstant zueinander sind, mit einem leichten Übergewicht der nach rechts verschobenen UK-Mitte. Bei einem kleinen prozentualen Anteil von 7,1% ist zum Zeitpunkt der Fraktur die Lokalisation der UK-Mitte in Okklusion nicht messbar.

In Abb. 37b ist die Lokalisation der UK-Mitte in Okklusion zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung nach Wachstumsende aufgezeigt. Hier wird deutlich, dass die Häufigkeitsverteilung zwischen links und rechts verschobener UK-Mitte in Okklusion relativ gleich ist. Der prozentuale Anteil der geraden nicht verschobenen UK-Mitte in Okklusion ist mit 14,3% wesentlich geringer als der Anteil, der nach links/rechts verschobenen UK-Mitte.

Im Vergleich der beiden Diagramme ist auffällig, dass sich der Anteil der geraden UK-Mitte in Okklusion zu Gunsten der nach links und rechts verschobenen UK-Mitte nach Abschluss der Behandlung verkleinert hat. Weiter auffällig ist, dass bei der Abschlussuntersuchung alle Werte messbar waren.

			Lok. UK-Mitte in Okkl. nach Fraktur			gesamt
			links	rechts	gerade	
Lok. UK-Mitte in Okkl. bei Abschlussuntersuchung	links	n	6	2	1	9
		%	25,0%	8,3%	4,2%	37,5%
	rechts	n	0	7	4	11
		%	0%	29,2%	16,7%	45,8%
	gerade	n	1	1	2	4
		%	4,2%	4,2%	8,3%	16,7%
gesamt	n	7	10	7	24	
	%	29,2	41,7%	29,2%	100%	

Tab. 5: Veränderung der Lokalisation der UK-Mitte in Okklusion nach Fraktur und Lokalisation der UK-Mitte in Okklusion bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In Tab. 5 ist die Veränderung der Werte zwischen der Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Okklusion nach Fraktur und bei der Abschlussuntersuchung dargestellt. Hieraus wird ersichtlich, dass von den 7 Patienten, die bei Fraktur eine nach links lokalisierte Unterkiefer-Mitte in Okklusion hatten, bei Abschluss der Behandlung nur noch 6 Patienten dieser Gruppe zuzuordnen waren. In einem Fall wurde bei der Abschlussuntersuchung eine gerade Unterkiefer-Mitte in Okklusion diagnostiziert. Bei 10 Patienten lag zu Beginn der Behandlung eine nach rechts verschobene Unterkiefer-Mitte in Okklusion vor, von denen 7 Patienten auch nach Ende der Behandlung eine Rechtsverschiebung vorweisen konnten. Von 7 zu Beginn der Behandlung geraden Unterkiefer-Mitten in Okklusion, gab es nach Wachstumsende nur noch 2 Patienten, die die gerade UK-Mitte in Okklusion beibehielten. 4 der hierbei Untersuchten hatten zu Abschluss der Behandlung eine Verlagerung der Unterkiefer-Mitte in Okklusion nach rechts, in einem Fall wurde eine Verlagerung nach links festgestellt.

Es fällt auf, dass das Verhältnis der Verlagerungen zum Frakturzeitpunkt sehr uneinheitlich ist. Allerdings zeigt sich eine, wenn auch geringe Stabilität zwischen der Lokalisation der Mitte nach Fraktur und bei der Abschlussuntersuchung. Die Verteilung der Lokalisation ist signifikant ($p < 0,002$).

3.3.5 Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Ruhelage

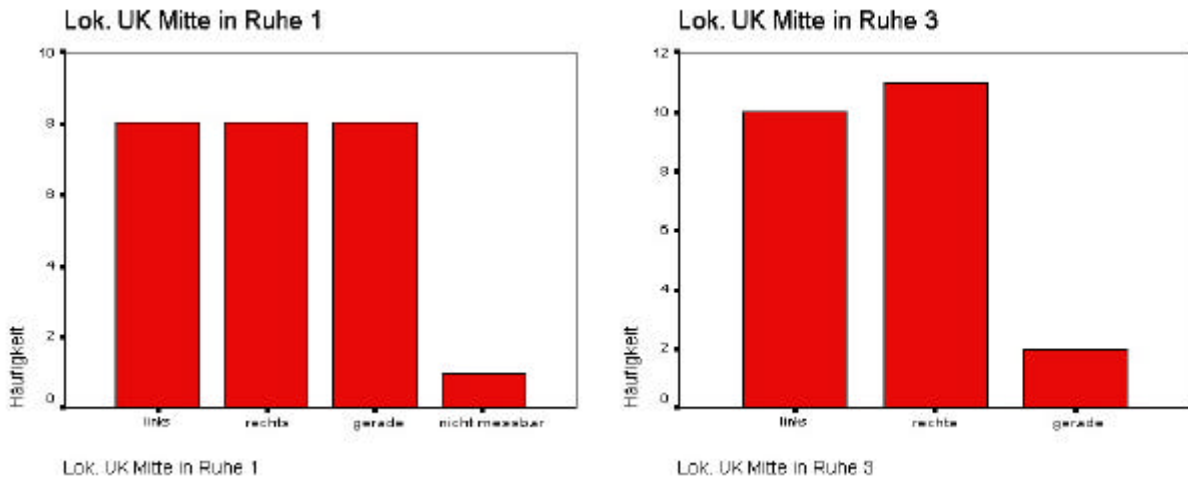


Abb. 38a+b: Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Ruhelage zum Zeitpunkt der Fraktur und nach Abschluss der Behandlung (T5)

In Abb. 38a ist die Lokalisation der UK-Mitte in Ruhelage zum Zeitpunkt der Fraktur aufgezeigt. In dieser Graphik wird deutlich, dass das Häufigkeitsverhältnis zwischen einer nach links oder rechts verschobenen UK-Mitte in Ruhelage und einer geraden UK-Mitte in Ruhelage in gleicher Relation zueinander steht und jeweils einen prozentualen Anteil von 28,6% ausmacht. Bei einem geringen Anteil von Patienten waren die Werte nicht messbar (n=1).

In Abb. 38b ist die Lokalisation der UK-Mitte in Ruhelage zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung aufgezeigt. In dieser Graphik wird deutlich, dass die Häufigkeitsverteilung zwischen links und rechts verschobener UK-Mitte in Ruhelage relativ gleich ist. Der prozentuale Anteil der geraden nicht verschobenen UK-Mitte in Ruhelage ist mit 7,1% um das fünffache geringer als der Anteil, der nach links/rechts verschobenen UK-Mitte.

Im Vergleich der beiden Diagramme ist auffällig, dass der Anteil der geraden UK-Mitte in Ruhelage zu Gunsten der nach links und rechts verschobenen UK-Mitte nach Abschluss der Behandlung stark verkleinert ist. Bei der Abschlussuntersuchung waren alle Werte messbar.

			Lok. UK-Mitte in Ruhe nach Fraktur			gesamt
			links	rechts	gerade	
Lok. UK-Mitte in Ruhe bei Abschlussuntersuchung	links	n	5	1	3	9
		%	25,0%	5,0%	15,0%	45,0%
	rechts	n	1	4	4	9
		%	5,0%	20,0%	20,0%	45,0%
	gerade	n	1	1	0	2
		%	5,0%	5,0%	0,0%	10,0%
gesamt		n	7	6	7	20
		%	35,0%	30,0%	35,0%	100%

Tab. 6: Veränderung der Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Ruhelage nach Fraktur und Lokalisation der Unterkiefer-Mitte in Ruhelage bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In Tab. 6 ist die Veränderung der Werte zwischen der Lokalisation der UK-Mitte in Ruhelage nach Fraktur und bei der Abschlussuntersuchung dargestellt. Daraus ergibt sich, dass von den zu Anfang 7 nach links verlagerten Unterkiefer-Mitten in Ruhelage bei Abschluss der Behandlung nur noch 5 zu dieser Seite verlagert waren. Jeweils ein Fall der zu Beginn der Behandlung nach links verschoben war, wies nach Wachstumsende eine nach rechts verlagerte oder gerade Unterkiefer-Mitte in Ruhelage auf. Von den 6 nach Fraktur verlagerten Unterkiefer-Mitten nach rechts sind zum Ende der Behandlung nur noch 4 nach rechts verschoben. Auch hier ist jeweils ein Fall, der zuvor nach rechts verlagerten Unterkiefer-Mitten, zur Abschlussuntersuchung nach links verlagert bzw. wies eine gerade Unterkiefer-Mitte auf. Von den 7 Patienten, die bei Fraktur eine gerade Unterkiefer-Mitte hatten, wurde zur Abschlussuntersuchung kein Patient mehr mit einer geraden Unterkiefer-Mitte beobachtet. 4 Patienten aus dieser Gruppe wiesen nach Wachstumsende eine nach rechts verlagerte Unterkiefer-Mitte in Ruhelage auf, die weiteren 3 Patienten hatten eine Linksverlagerung.

Auffällig ist, dass sich das Verhältnis der Verlagerungen zu Beginn der Behandlung und damit direkt nach der Fraktur als relativ ausgewogen darstellt. Nach Wachstumsende haben jedoch alle Patienten, die zuvor eine gerade UK-Mitte in Ruhelage hatten, eine nach links oder rechts verschobene UK-Mitte in Ruhelage. Andererseits weist nur jeweils ein Patient mit einer Links-/Rechtsverlagerung bei Fraktur zum Abschluss eine gerade UK-Mitte in Ruhelage auf. Bei Wachstumsende liegt das Verhältnis zugunsten der Links-/Rechtsverschiebung der Unterkiefermitte in Ruhelage (90%). Beim Ver-

gleich der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte zeigt sich keine Signifikanz ($p=0,023$).

3.3.6 Führung bei Protrusion

			Führung bei Protr. nach Fraktur über			gesamt
			Seitenzähne	Front	nicht mögl.	
Führung bei Protr. bei Abschlussuntersuchung über	Seitenzähne	n	0	1	0	1
		%	0,0%	4,8%	0,0%	4,8%
	Front	n	1	11	6	18
		%	4,8%	52,4%	28,6%	85,7%
	Front u. Eckzahn	n	0	1	1	2
		%	0,0%	4,8%	4,8%	9,5%
gesamt		n	1	13	7	21
		%	4,8%	61,9%	33,3%	100%

Tab. 7: Veränderung der Führung bei Protrusion nach Fraktur und Führung bei Protrusion bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In Tab. 7 sind die Werte der Führung bei Protrusion über die entsprechenden Zähne zum Frakturzeitpunkt gegen die Werte zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung gegeneinander aufgetragen. Es wird sichtbar, dass die Führung bei Protrusion zum Zeitpunkt der Fraktur nur über 2 "Zahngruppen", und zwar über die Front und über die Seitenzähne möglich war. Bei einer weiteren Gruppe von 7 Patienten konnte zum Frakturzeitpunkt keine Protrusion durchgeführt werden. In der Abschlussuntersuchung werden dann 3 "Zahngruppen" aufgeführt. Es wurde die Protrusion über die Front, die Seitenzähne und die Kombination von Front- und Eckzahn beobachtet. Zu diesem Zeitpunkt konnten alle Untersuchten eine Protrusion durchführen. Die kleinste Gruppe bildet die Führung bei Protrusion über die Seitenzähne mit einem Fall bei Beginn der Behandlung und zur Abschlussuntersuchung. Relativ konstant ist auch das Ergebnis der zum Frakturzeitpunkt über die Front protrudierenden Patienten. Von anfangs 13 Patienten protrudieren nach Wachstumsende immer noch 11 Patienten über die Front. Insgesamt führen nach Abschluss der Behandlung über 85% über die Front. 10 von 11 Patienten, bei denen zum Zeitpunkt der Fraktur keine Protrusion möglich war, zeigen bei der Abschlussuntersuchung eine Führung über die Frontzähne. Die Veränderungen zwischen den Untersuchungszeitpunkten ist nicht signifikant ($p=0,91$).

3.3.7 Maximale Protrusion und Laterotrusion

	Min (mm)	Max (mm)	MW	SD
max. Protrusion nach Fraktur	0	5	1,32	1,82
max Protrusion nach 1 Jahr	0	8	4,00	2,58
max. Protrusion bei der Abschlussuntersuchung	2	9	5,85	2,41

Tab. 8: Veränderung der maximalen Protrusion zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Tab. 8: sind die Werte der maximal durchführbaren Protrusion zum Zeitpunkt der Fraktur, nach einem Jahr und zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung angegeben. Es wird ersichtlich, dass zum Frakturzeitpunkt eine maximale Protrusion von 5 mm erreicht werden konnte, die sich nach einem Jahr auf 8 mm und zum Abschluss der Behandlung auf 9 mm steigerte. Ein Minimum von 0 mm bei der maximalen Protrusion bedeutet, dass eine Protrusion hier nicht möglich war. Zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung war bei allen Patienten eine minimale Protrusion von mindestens 2 mm möglich. Die Veränderungen zwischen den Untersuchungszeitpunkten sind hoch signifikant ($p=0,004$).

	Min (mm)	Max (mm)	MW	SD
max. Laterotrusion links nach Fraktur	0	7	2,13	2,55
max. Laterotrusion links nach 1 Jahr	1	10	4,53	2,39
max. Laterotrusion links bei der Abschlussuntersuchung	2	9	5,80	1,94

Tab. 9: Veränderung der maximalen Laterotrusion links zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Tab. 9 sind die Werte der maximal durchführbaren Laterotrusion links zum Frakturzeitpunkt, bei der ersten Untersuchung nach einem Jahr und bei der Abschlussuntersuchung dargestellt. Es ist zu erkennen, dass zum Zeitpunkt der Fraktur eine maximale Laterotrusion nach links bis zu 7 mm möglich war. Das Minimum lag bei 0 mm, das heißt, dass zu diesem Zeitpunkt keine Führung durchgeführt werden konnte. Nach einem Jahr konnten alle Patienten eine minimale Laterotrusion von 1 mm durchführen. Die maximale Laterotrusion nach links lag bei 10 mm. Bei Abschluss der Behandlung konnten das gesamte Patientengut eine Laterotrusion nach links von mindestens 2 mm durchführen. Die maximale Laterotrusion lag bei 9 mm. Die Veränderungen zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten sind hoch signifikant ($p < 0,001$).

	Min (mm)	Max (mm)	MW	SD
max. Laterotrusion rechts nach Fraktur	0	6	2,44	2,55
max. Laterotrusion rechts nach 1 Jahr	0	9	4,62	2,52
max. Laterotrusion rechts bei der Abschlussuntersuchung	1	9	5,67	2,02

Tab. 10: Veränderung der maximalen Laterotrusion rechts zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In Tab. 10 sind die Werte der maximalen Laterotrusion nach rechts zum Zeitpunkt der Fraktur, nach einem Jahr und bei der Abschlussuntersuchung angegeben. Zum Zeitpunkt der Fraktur war eine maximale Laterotrusion nach rechts bis zu 6 mm möglich. Beim zweiten Untersuchungszeitpunkt wurde beim Patientengut eine maximale Laterotrusion nach rechts bis zu 9 mm beobachtet. Beim ersten wie beim zweiten Untersuchungszeitpunkt gab es Patienten bei denen keine Führung nach rechts möglich war. Bei der Abschlussuntersuchung konnten alle Patienten eine minimale Laterotrusion nach rechts von mindestens 1 mm durchführen. Die maximale Laterotrusion nach rechts lag bei 9 mm. Die Veränderungen zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten waren hoch signifikant ($p < 0,004$).

3.3.8 Kondylusschmerzhaftigkeit

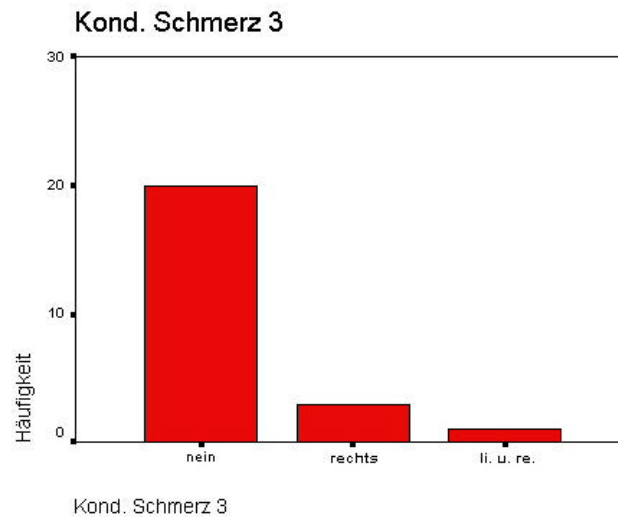
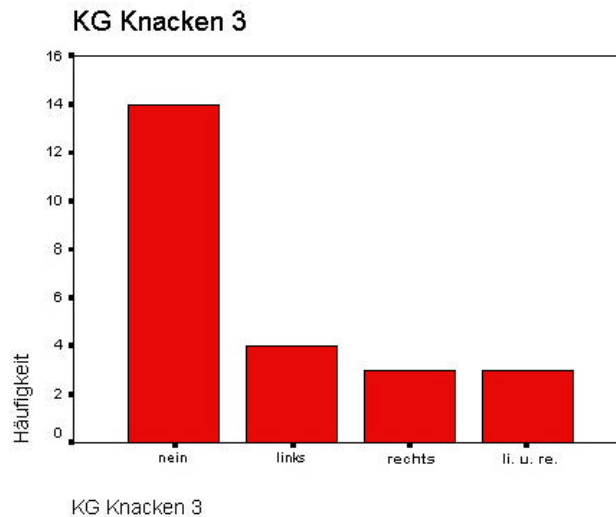


Abb. 39: Verteilung der Kondylusschmerzhaftigkeit bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In der Abb. 39 wird die Verteilung der Kondylusschmerzhaftigkeit bei der Abschlussuntersuchung und damit nach Ende des Wachstums aufgetragen. Es wird ersichtlich, dass über 70% der Patienten subjektiv keine Kondylusschmerzen angeben. Ein geringer Anteil von 10% gibt subjektiv Beschwerden im rechten Kondylus an, nur knapp 4% der Patienten haben subjektiv eine Schmerzhaftigkeit in beiden Kondylen.

3.3.9 Kiefergelenksknacken

Abb. 40: Seitenverteilung des Kiefergelenksknacken



KG Knacken 3
bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In der Abb. 40 wird die Seitenverteilung des Kiefergelenksknacken bei der Abschlussuntersuchung und damit nach Ende des Wachstums aufgezeigt. Es ist zu erkennen, dass 50% der Patienten kein Knacken in den Kiefergelenken haben. Die restlichen 50% verteilen sich zu fast gleichen Teilen auf das linke Kiefergelenk, das rechte Kiefergelenk und auf ein Knacken, was in beiden Gelenken festgestellt wurde.

3.3.10 Druckdolenz der Kaumuskulatur

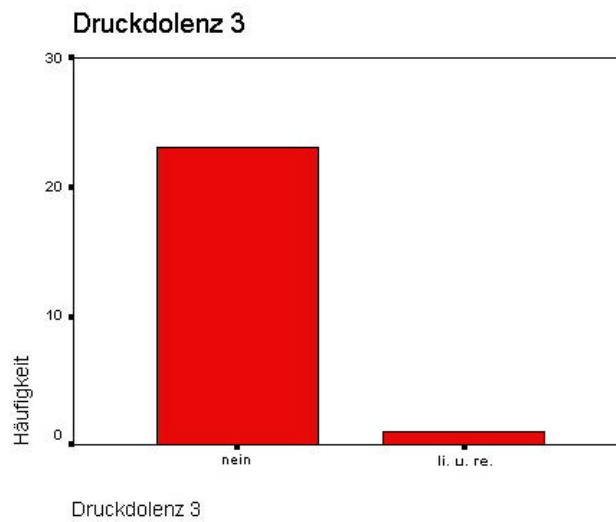


Abb. 41: Verteilung der Druckdolenz der Kaumuskulatur bei der Abschlussuntersuchung (T5)

In Abb. 41 wird die Verteilung der Druckdolenz der Kaumuskulatur bei der Abschlussuntersuchung und somit nach Ende des Wachstums dargestellt. In dem Diagramm wird ersichtlich, dass weit über 80% der Patienten subjektiv keine Druckschmerzhaftigkeit der Kaumuskulatur empfinden. Nur ein geringer Prozentsatz der Patienten gibt eine Druckdolenz der Kaumuskulatur an, die dann auf beiden Kopf- und Gesichtshälften lokalisiert ist. Eine einseitige Druckdolenz wurde nicht beobachtet.

4 Diskussion

In der vorliegenden Studie wird die Funktionsanalyse und die kephalometrische Auswertung von lateralen Fernröntgenbildern von Patienten nach präpubertären Collumfrakturen unter funktionskieferorthopädischer Behandlung mit einem Bionator anhand einer Langzeitbeobachtung beschrieben. Von den anfangs 33 ausgewählten Patienten, die in die Untersuchungsreihe mit aufgenommen werden sollten, lagen nur von 28 Patienten vollständige Unterlagen vor. 3 der schriftlich einbestellte Patienten erschienen nicht zum Nachuntersuchungstermin. Bei weiteren 2 Patienten, die nach dem Behandlungsbeginn in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg bei niedergelassenen Kieferorthopäden weiterbehandelt wurden, lag die Behandlung über 10 Jahre zurück. Die Nachweispflicht war somit schon überschritten und die Unterlagen konnten nicht mehr ermittelt werden. Von der Untersuchung ausgeschlossen wurden 2 Patienten, die nachträglich aufgrund einer Ankylose im Kiefergelenk operiert worden waren.

4.1 Demographie

In der vorliegenden Untersuchung zeigte die Geschlechterverteilung mit 60,7% (n=17) einen starken weiblichen Anteil, der in keiner vergleichbaren Studie zu beobachten war. Im Verhältnis erleiden kindliche und jugendliche Jungen in größerem Maße eine Collumfraktur als die gleichaltrigen Mädchen. In der Literatur werden 60-80% der erlittenen Kiefergelenkfortsatzfrakturen beim männlichen Geschlecht gefunden (Birchler-Argyros & Chausse 1987; Gilhuus-Moe 1970; Kellenberger *et al.* 1994). Ein Grund für das starke weibliche Aufkommen in dieser Untersuchung konnte nicht weiter eruiert werden.

Untersucht wurden in dieser Studie ausschließlich Patienten, die sich zum Frakturzeitpunkt im präpubertären Alter befanden, das heißt, dass alle Patienten nicht älter als 14 Jahre waren. Das Durchschnittsalter lag bei 8,9 Jahren. Aufgrund der speziellen Fragestellung, wie sich das Wachstum des Unterkiefers nach einer Collumfraktur im präpubertären Alter verhält, fiel ein weiterer Anteil, der in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg mit einer Collumfraktur behandelten Patienten aus der Studie

heraus. Das Durchschnittsalter lag bei vergleichbarer Untersuchungen mit einem ähnlichen Patientengut bei 6,9 bis 10,8 Jahren (Kellenberger *et al.* 1994;Hardt & Von Arx 1989;Birchler-Argyros & Chausse 1987;Spitzer & Zschiesche 1986). Es lässt sich somit feststellen, dass die Altersangaben der in der Literatur angegebenen Werte eine relativ große Varianz aufweisen. Das Durchschnittsalter der vorliegenden Untersuchung liegt in einem mittleren Alter der angegebenen Studien. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum lag bei 11,4 Jahren. Die unterschiedlichen Beobachtungszeiträume in der Literatur belaufen sich zwischen 1,3 Jahren bis zu 15 Jahren (Gilhuus-Moe 1970;Härtel *et al.* 1994;Stoll *et al.* 1994).

In der hier vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass bei der Frakturursache das Fahrrad als häufigste Unfallart angegeben wurde, gefolgt vom Auto- und Sportunfall zu gleichen Teilen und einem geringen Anteil von Stürzen im Haus. Bestätigt wurden diese Reihenfolge der Hauptunfallursachen durch die Studien von Birchler-Argyros und Kristen (Birchler-Argyros & Chausse 1987;Kristen & Singer 1976). Auch Schröder und Schwenzer sehen ab dem 3. Lebensjahr den Verkehr im weiteren Sinne als Hauptunfallursache (Schröder & Schwenzer 1989). Erst bei Studien mit älterem Patientengut treten die für die jugendliche Heranwachsenden charakteristischen Rohheitsdelikte als mögliche Unfallart in den Vordergrund (Härtel *et al.* 1994).

In der vorliegenden Studie wurden die Patienten ausschließlich konservativ behandelt. Bei knapp der Hälfte der Patienten kam der Bionator als alleinige Therapie zum Einsatz, bei der anderen Hälfte wurde der funktionskieferorthopädischen Therapie eine intermaxilläre Verschnürung oder bei sehr kleinen Kindern, die noch nicht intermaxillär verschnürt werden konnten, eine KopfKinnKappe als zusätzliche Maßnahme vorangestellt. In der Literatur finden sich eine Vielzahl von verschiedenen Behandlungsmaßnahmen. Jacobs beschreibt ein ähnliches Vorgehen bei Kiefergelenksfortsatzfrakturen. In seiner Studie wurde ausschließlich mit einem Aktivator behandelt, nur bei stärkeren Dislokationen/Luxationen wurde der Therapie eine intermaxilläre Fixation vorangesetzt. Er erhielt damit ähnlich gute Ergebnisse bei der funktionellen Therapie wie es in der vorliegenden Untersuchung zu beobachten war (Jacobs *et al.* 1977). Auch Kristen arbeitete mit dem Aktivator und einer vorherigen intermaxillären Fixation für 14 Tage als alleinige Therapieform. Die KopfKinnKappe kam hier in 1% der Fälle bei sehr kleinen Kindern zum Einsatz (Kristen 1970). Andere Autoren beschreiben eine funktionskieferor-

thopädische Therapie mittels eines Monoblocks (Spitzer & Zschesche 1986). Die klinische Funktionsanalyse zeigte auch bei dieser Behandlungsart gute Ergebnisse in Hinblick auf Schmerzsymptomatik, maximaler Schneidekantendistanz und Einschränkungen bei Laterotrusion und Protrusion. Wichtig scheint hier auch noch die Frage zu sein, ob der konservativen oder der chirurgischen Behandlung von kindlichen Collumfrakturen der Vorzug gegeben werden sollte. Eckelt führte eine Nachuntersuchung von 102 Patienten mit einer Collumfraktur durch, die operativ mit einer Zugschraubenostheo-synthese behandelt wurden und kam aufgrund seiner Ergebnisse zu dem Schluss, dass Kiefergelenksfrakturen im Kindesalter einer konservativ-funktionellen Therapie unterliegen sollten (Eckelt 1991). Steinhardt schreibt das jeder operative Eingriff regenerationsfähige Knorpelzellen schädigt, die als "Knorpelzellstraße" von Gelenkkopf bis zum Kieferwinkel ziehen und ein Restzustand der enchondralen Ossifikation sind" (Steinhardt 1966). Der hohen Wachstumsaktivität des kindlichen Knochens wird eher durch eine funktionskieferorthopädische Therapie gerecht, als durch eine chirurgische Behandlungsmaßnahme. Ob die Therapie mit einem Bionator, Aktivator oder Monoblock erfolgt, scheint nicht ausschlaggebend für den Behandlungserfolg zu sein. Wichtig ist allein die Tatsache, dass funktionskieferorthopädische Apparate durch ein schnelles Wiederherstellen der Kiefergelenksfunktion Wachstumsstörungen entgegenwirken und zu einem ästhetisch und funktionell gutem Ergebnis führen (Kirchner 1958;Reichenbach 1958).

Bei der Seitenverteilung der Collumfrakturen findet sich in der vorliegenden Untersuchung ein Gleichgewicht zwischen einseitigen und doppelseitigen Frakturen. In der vergleichbaren Literatur werden zum größten Teil andere Werte angegeben. Hier sind die unilateralen Kiefergelenksfrakturen mit 60-85% wesentlich stärker vertreten als die beidseitigen Kiefergelenksfrakturen (Lammers *et al.* 1983;Kellenberger *et al.* 1994;Härtel *et al.* 1994;Gilhuus-Moe 1970). Einen Grund für das starke Aufkommen bilateraler Collumfrakturen konnte nicht gefunden werden.

4.2 Klinische Funktionsanalyse

Ziel der Erhebung der klinischen Funktionsanalyse war es, die Häufigkeit von funktionellen Beschwerden bei Patienten, die im Kindes- und Jugendalter eine Collumfraktur erlitten hatten, zu ermitteln und zu objektivieren.

In der vorliegenden Studie wurde die maximale Schneidekantendistanz zu 3 verschiedenen Untersuchungszeitpunkten gemessen. Zum Zeitpunkt der Fraktur wurde ein Mittelwert von 30,68 mm ermittelt, der nach einem Jahr auf 44,11 mm anstieg und nach Abschluss der Behandlung, also zu einem Zeitpunkt, wo kein weiteres Wachstum mehr erwartet wurde, einen Mittelwert von 48,80 mm zeigte. Nach der Definition von Helkimo würde die maximale Mundöffnung direkt nach Fraktur als eingeschränkt, die beiden folgenden Mittelwerte auf eine uneingeschränkte Mundöffnung hindeuten (Helkimo 1985). Nach den Angaben von Solberg, liegen die Werte für die maximale SKD bei jungen Männer bei 54,4 mm und Frauen bei 50,9 mm (Solberg *et al.* 1979). Damit liegen die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte auch zum Abschluss der Behandlung noch unter den von Solberg ermittelten Werten. Zu erwähnen wäre auch noch die starke Breite von Minimum und Maximum bei der vorliegenden Arbeit. Schon bei der Erstuntersuchung wurden maximale SKD-Werte von 12- 50 mm gefunden. Hier wird deutlich wie unterschiedlich eine Fraktur die Öffnungsbeweglichkeit des Unterkiefers einschränken bzw. bei Werten von 50 mm fast uneingeschränkt lassen kann. In keinem Fall wurde eine eingeschränkte Mundöffnung unter 30 mm nach Abschluss der Behandlung gefunden. In der Literatur beschrieben eine eingeschränkte Mundöffnung unter 30 mm unter anderem Härtel mit 3,6% und Rahn mit 4,3% (Härtel *et al.* 1994; Rahn *et al.* 1989). Altmann und Gundlach fanden bei Nachuntersuchungen von Patienten im Wachstumsalter bei der maximalen Mundöffnung klinisch unbefriedigende Spätergebnisse bei 20% der Luxationsfrakturen (Altmann & Gundlach 1992). Kellenberger fand bei seiner Nachuntersuchung hingegen keine Einschränkung der maximalen Mundöffnung bei Patienten nach Kiefergelenkfortsatzfrakturen. Alle Patienten wiesen eine maximale SKD von mehr als 35 mm auf (Kellenberger *et al.* 1994). In der Literatur wird häufig noch zwischen einseitigen und doppelseitigen Collumfrakturen unterschieden. Knobloch beobachtet bei den einseitigen Gelenkfortsatzfrakturen eine durchschnittliche maximale Mundöffnung von 51,2 mm und 43,9 mm bei den doppelseitigen Frakturen

(Knobloch 1980). Bei Härtel betrug die durchschnittliche maximale Mundöffnungsweite bei den einseitigen Collumfrakturen 45,9 mm und bei den beidseitigen 40,9 mm (Härtel *et al.* 1994). Bestätigt wurden diese Angaben durch Ruppik, der für die einseitigen Frakturen Werte von 50,6 mm und für die doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen 43,4 mm beobachtete (Ruppik 1989). Auch in der vorliegenden Untersuchung lag die maximale Schneidekantendistanz zum Abschluss der Behandlung bei den doppelseitigen Gelenkfortsatzfrakturen mit 43,0 mm deutlich niedriger als bei den einseitigen Frakturen mit 50,0 mm. Erstaunlich war der Verlauf vom Zeitpunkt der Fraktur bis zum Abschluss der Behandlung. Anfangs waren die Patienten mit einer doppelseitigen Fraktur zu einer stärkeren Mundöffnung in der Lage als die Patienten mit einer einseitigen Fraktur. Die Ergebnisse nach einem Jahr waren nahezu gleich bis sich zum durchschnittlichen Untersuchungszeitraum von 11,4 Jahren eine weitere Steigerung der maximalen SKD bei den einseitigen Collumfrakturen zeigte, während die durchschnittliche maximale SKD bei den doppelseitigen nicht weiter anstieg.

In der vorliegenden Studie konnte eine maximale Protrusionbewegung zum Zeitpunkt der Fraktur von durchschnittlich 1,3 mm durchgeführt werden, nach einem Jahr war eine mittlere protrudierende Bewegung von 4,0 mm möglich, was sich nach Abschluss der Behandlung noch auf einen Mittelwert von 5,9 mm steigerte. Dahlström beobachtet in seiner 15-Jahres-Studie kindlicher Collumfrakturen mit einer maximale Protrusion von 8,9 mm deutlich höhere Werte als die in der vorliegenden Studie ermittelten Durchschnittswerte (Dahlström *et al.* 1989). Weiter wird in der Literatur von maximalen Protrusionswerten bis zu 6 mm berichtet (Thoren *et al.* 2001). Silvenmoinen, der die Protrusion 3, 6 und 12 Monate nach unilateralen Collumfrakturen kontrollierte, fand eine stetige Steigerung von anfangs durchschnittlich 7,1 mm über 8,1 mm bis abschließend 9,1 mm (Silvenmoinen *et al.* 1998). Die in der vorliegenden Studie ermittelten Durchschnittswerte für die Protrusion liegen deutlich unter den in der Literatur angegebenen Werten. Einzig die Werte von Thoren lagen ebenso niedrig wie in dieser Studie. Bei der Betrachtung des minimalsten und maximalsten Wertes in dieser Studie, fällt in allen 3 Untersuchungen die große Varianz in der Durchführung der Protrusionsbewegung auf. In den ersten beiden Untersuchungen konnte ein Minimum von 0 mm bei einem Maximum von 5 mm/8 mm beobachtet werden, das heißt, das nach einem Jahr mindestens ein Patient noch immer keine Protrusion durchführen konnte, wobei andere

Patienten einen regelrechten Vorschub des Unterkiefers zeigen konnten. Bei der Abschlussuntersuchung lag die minimalste protrudierende Bewegung bei 7% der Patienten bei 2 mm und die Maximalste bei 9 mm. Auch Härtel ermittelte eine eingeschränkte Protrusion bei 6,4% seiner nachuntersuchten Fälle (Härtel *et al.* 1994). Kellenberger beobachtete eine Einschränkung bei 17% seiner Patienten (Kellenberger *et al.* 1994). Nach reinen Luxationsfrakturen beobachteten Pape und Altfeld bei insgesamt 62,2% eine Einschränkung in der Vorschubbewegung (Pape & Altfeld 1973). Die in der vorliegenden Studie ermittelten Durchschnittswerte für die Protrusion fallen im Vergleich mit der Literatur eher niedrig aus. Auffällig ist, dass nicht nur die Werte für den Vorschub sondern auch die maximale Schneidekantendistanz und die Laterotrusion eher niedriger ausfallen.

Bei der maximal durchführbaren Laterotrusion fand sich in dieser Studie zum Frakturzeitpunkt eine durchschnittliche Seitwärtsbewegung links von 2,1 mm und rechts von 2,4 mm. Bei der weiteren Betrachtung wurde ersichtlich, dass ein kleiner Anteil von 5 Patienten zu diesem Zeitpunkt keine Laterotrusion durchführen konnte. 7 Patienten wiesen schon eine maximale Lateralbewegung von 6 mm bis 7 mm auf. Nach einem Jahr steigerte sich die maximal durchführbare Laterotrusion auf durchschnittlich 4,5 mm links und 4,6 mm rechts. Das Minimum lag hier bei 0 mm, das heißt, dass immer noch 2 Patienten keine Lateralbewegung zu diesem Zeitpunkt durchführen konnte. Hier ist zu erwähnen, dass das erreichte Maximum von 10 mm ein Ausreißer war und nur von einem Patienten durchgeführt werden konnte, der auch insgesamt einen weiten Vorschub und eine große SKD vorweisen konnte. Nach Abschluss der Behandlung konnte links eine durchschnittliche Laterotrusion von 5,8 mm und rechts von 5,7 mm durchgeführt werden. Die maximale Lateralbewegung lag links wie rechts bei 9 mm. 3 Patienten hatten eine eingeschränkte seitliche Bewegung des Unterkiefers jeweils nach links und rechts von 1 mm. Nach Helkimo wird eine uneingeschränkte Laterotrusion bei 7 mm festgelegt, so dass die in der vorliegenden Studie ermittelten Durchschnittswerte etwas unter diesen durchschnittlichen Werten liegen (Helkimo 1985). Härtel stellte eine eingeschränkte Seitwärtsbewegung bei 12,1% seiner Patienten fest. Bei Thoren lag die durchschnittliche Lateralbewegung bei 6 mm, wovon 11,1% der Patienten nur eine reduzierte Laterotrusion durchführen konnten (Thoren *et al.* 2001). Thoren zeigt damit ähnlich niedrige Werte wie sie in der vorliegenden Studie zu beobachten waren. Silvenmoinen

unterscheidet in seiner Studie die Lateralbewegung zur frakturierten und nicht-frakturierten Seite und findet dabei heraus, dass die Laterotrusion zur frakturierten Seite um 1,6 mm vergrößert ist (Silvenmoinen *et al.* 1998). Die etwas kleiner ausgefallenen Durchschnittswerte in dieser Studie hinsichtlich der Laterotrusion und auch bezüglich der gesamten funktionellen Analyse mit Protrusion und maximaler Schneidekantendistanz kann durch ähnlich kleine Werte bei der Studie von Thoren über die funktionelle Bewegung nach kindlichen Collumfrakturen bestätigt werden.

In der hier vorliegenden Studie fand sich zum Abschluss der Behandlung, nach Wachstumsende, in über 70% der Fälle keine palpatorische Kondylusschmerzhaftigkeit. 10,3% hatten im rechten, 3,6% in beiden Kiefergelenken subjektiv eine Druckschmerzhaftigkeit. Die Gründe für die Dominanz der auf der rechten Seite angegebenen Druckschmerzhaftigkeit bei gleicher Seitenverteilung von rechts- und linksseitigen Collumfrakturen könnte durch den Untersucher begründet sein, der mit der rechten Hand bei der Untersuchung einen ungewollt stärkeren Druck auf das Kiefergelenk ausübt. Härtel fand bei seiner klinischen Nachuntersuchung von Kiefergelenkfortsatzfrakturen in nur 4,3% seiner Fälle einen Palpationsschmerz im Bereich der Kiefergelenke (Härtel *et al.* 1994). Stegmeyer beobachtete bei Frakturpatienten diese Symptomatik in 11,9% der Fälle (Stegmeyer 1977). Vergleicht man diese Werte nun mit der Querschnittsstudie von Zietz über die Symptome der sogenannten Kiefergelenkserkrankungen bei 1240 Patienten einer zahnärztlichen Landpraxis wird ersichtlich, dass durchschnittlich 12,8% der deutschen Bevölkerung an Palpationsschmerzen im Bereich der Kiefergelenke klagen, ohne je einen Unfall im Gesichtsbereich erlitten zu haben (Zietz 1968). Die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte der Druckschmerzhaftigkeit der Kiefergelenke sind vergleichbar mit den Werten von Stegmeyer und Zietz. Die sehr niedrigen Werte für die Druckschmerzhaftigkeit der Kondylen, die von Härtel ermittelt wurden, konnten in keiner weiteren Untersuchung so gefunden werden. Motsch stellt gar die Reproduzierbarkeit und Objektivierbarkeit solcher anamnestischer Erhebungen in Frage, da solche klinischen Funktionsanalysen methodisch und auch vom Umfang her unterschiedlich durchgeführt werden (Motsch 1985).

In vorliegender Untersuchung hatten objektiv 50% der Patienten ein Knacken in den Kiefergelenken, wobei eine Verteilung zu gleichen Teilen auf das linke, rechte und auf ein beidseitiges Knacken zu beobachten war. Lammers fand in seiner Nachuntersu-

chung über Spätergebnisse kindlicher Collumfrakturen nach konservativ-funktioneller Therapie in 30% Kiefergelenksknacken oder Reibegeräusche (Lammers *et al.* 1983). In 34,2% der nachuntersuchten Patienten beobachtete Kristen ein knackendes Kiefergelenk (Kristen & Singer 1976). Vergleicht man die Werte von Zietz, bei denen 41,4% der Durchschnittsbevölkerung ohne vorherige Fraktur ein objektives Knacken in den Kiefergelenken hatten, so lässt sich keine eindeutige Aussage darüber machen, ob ein Kiefergelenksknacken nur aufgrund der vorangegangenen Kiefergelenksfraktur vorliegt (Zietz 1968).

Die Problematik der Objektivierbarkeit von Gelenkschmerzen gilt natürlich im gleichen Maße bei der Palpation der Kaumuskulatur. In der vorliegenden Studie fanden sich in über 80% der Fälle nach Wachstumsende keine Druckdolenz der Kaumuskulatur. Ein geringer Anteil von Patienten verspürte subjektiv beidseits eine Druckschmerzhaftigkeit. Eine einseitige Schmerzhaftigkeit wurde nicht beobachtet. Die in dieser Studie gefundenen Zahlen sind weit unter den epidemiologischen Werten, die an Durchschnittskollektiven gefunden wurden. So findet Motsch in der Literatur Angaben von palpablen Kaumuskeln zwischen 37-52,5% (Motsch 1985). Solberg beobachtete in seinen Untersuchungen in 34,2% der Fälle einen Palpationsschmerz (Solberg *et al.* 1979). In einer 1-Jahres-Studie von Silvenmoinen über Kiefergelenksbeschwerden nach unilateralen Collumfrakturen empfanden jeweils 1,4 bzw. 1,5% der Patienten auf der nicht frakturierten/frakturierten Seite einen Palpationsschmerz der Kaumuskulatur (Silvenmoinen *et al.* 1998). Thoren ermittelte bei 5,6% der Patienten mit einer Kiefergelenksfraktur subjektiv palpable Kaumuskeln (Thoren *et al.* 2001). Zu erkennen ist eine deutliche Variation der Höhe der palpabler Kaumuskelschmerzhaftigkeit, die einen Vergleich untereinander sehr schwierig macht.

4.3 Kephalometrische Analyse

Das laterale Fernröntgenbild unterliegt in seiner Auswertung und Analyse verschiedenen Fehlerquellen. Da alle Fernröntgenseitenbilder durch ein und den selben Untersucher ausgewertet wurden, konnte hier eine mögliche Fehlerquelle durch unterschiedliche Betrachtungsweisen ausgeschlossen werden. Es bleibt allerdings die Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Messpunkte, die durch Stabrun und Danielsen beschrieben wurden (Stabrun & Danielsen 1982). Eine eindeutige Punktidentifikation ist oftmals sehr schwierig (Altuna *et al.* 1971; Sekiguchi & Savara 1972; Schmuth 1971). Veränderungen und Umbauvorgänge an knöchernen Strukturen können zu fehlerhafter Positionierung der Messpunkte führen, ebenso entstehen radiographisch bedingte Fehler, die durch eine ungenaue Projektion hervorgerufen werden und zu einer fehlerhaften Beurteilung anatomischer Strukturen führen. Eine Überlagerung verschiedener knöcherner Strukturen wie zum Beispiel der Basion-Punkt und die Wurzelspitzen der Unterkieferinzisivi führen zu solchen Identifikationsfehlern. Die Qualität eines jeden Fernröntgenbildes ist ebenfalls von großer Wichtigkeit. Ein unscharfes oder leicht verwackeltes Bild lässt keine eindeutige Positionierung der Messpunkte zu. Bei einem leicht verwackelten Bild kann es zu Doppelprojektionen kommen.

Ziel der Analyse und Auswertung des Fernröntgenseitenbildes war es in dieser Langzeitstudie über durchschnittlich 11,4 Jahre, skelettale Veränderungen nach präpubertären Collumfrakturen zu erfassen. Dabei stand im Mittelpunkt wie sich die einzelnen kephalometrischen Werte zu den in der Literatur gefundenen Werten der Durchschnittskollektive annähern. Wichtig sei hier zu erwähnen, dass ein definiertes Normkollektiv nicht existieren kann, da oftmals bei der Auswahl verschiedener Durchschnittskollektive keine einheitlichen Kriterien verwendet wurden. Aus diesem Grund wurde auf eine Dissertation zurückgegriffen, die als Thema eine kephalometrische Querschnittsstudie von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten im Alter von 6-30 Jahren mit verschiedenen Fehlbildungen behandelte und hierzu Ergebnisse von Fernröntgenbildern auswertete (Gilbert-Bresler 2000). Beide Studien untersuchten ein unterfränkisches Patientengut in der selben Altersgruppe.

Die Relation PFH:AFH beschreibt das Verhältnis von hinterer und vorderer Gesichtshöhe. In der hier vorliegenden Studie zeigte das Verhältnis PFH:AFH im Mittel einen stetigen Anstieg um 1,5% zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten und erreicht bei Abschluss der Behandlung einen durchschnittlichen Prozentwert von 62,9%. In der Studie von Gilbert-Bresler vergrößern sich ebenfalls die Mittelwerte des Verhältnisses von PFH:AFH mit zunehmenden Alter. Der Mittelwert aller Probanden liegt hier bei 65,7% und ist damit um einen geringen Anteil größer als in der vorliegenden Arbeit (Gilbert-Bresler 2000). Zur genaueren Betrachtung wurden die Verhältnisse von PFH:AFH noch einmal in die Gruppen der uni- und bilateralen Collumfrakturen unterteilt. Bei den doppelseitigen Kiefergelenksfrakturen besteht insgesamt ein leicht höheres Verhältnis zwischen hinterer und vorderer Gesichtshöhe als bei den einseitigen Kiefergelenksfrakturen.

Die Facialachse wird auch als Wachstumsachse bezeichnet und dient der Bestimmung der Wachstumsrichtung des Kinns und des skelettalen Typs bei Erwachsenen. In der vorliegenden Studie bleiben die Mittelwerte der Facialachse über den gesamten Untersuchungszeitraum stabil und unterliegen keiner Veränderung. Der Mittelwert lag bei der letzten Untersuchung bei $87,0^\circ$. Die Entwicklung des Winkel zeigte sich von der Fraktur als auch vom Alter unabhängig. Auch in der Arbeit von Gilbert-Bresler wurde der Winkel "Facialachse" als altersunabhängig eingestuft. Der Mittelwert der Probandengruppe liegt in ihrer Studie bei $88,3^\circ$ und ist somit geringfügig größer als in der vorliegenden Arbeit (Gilbert-Bresler 2000). Ricketts gibt als Normwert $90,0^\circ \pm 3,0^\circ$ an (Senior & Langford 1979). Eine Klassifizierung unterteilt die große Breite des Wertes. Ein horizontalen Wachstumstyp liegt bei einem Winkel der größer als $90,0^\circ$ ist vor. Bei einem kleinen Winkeln unter $90,0^\circ$ ist ein vertikales Wachstumsmuster zu beobachten. Die durchschnittlichen Werte in der vorliegenden Studie wie auch in der Studie von Gilbert-Bresler deuten auf ein vertikales Wachstumsmuster hin. Da der Winkel vom Zeitpunkt der Fraktur bis zur Abschlussuntersuchung in dieser Studie nahezu wachstumsstabil geblieben ist, kann vermutet werden, dass der Winkel durch eine präpubertäre Collumfraktur nicht wesentlich beeinträchtigt worden ist.

Der SNA-Winkel beschreibt die sagittale Lage des Oberkiefers bezüglich der Nasion-Sella-Linie. Der Mittelwert des SNA-Winkel zeigt in vorliegender Studie keine größeren Veränderungen im Wachstumsverlauf und liegt zwischen $78,6^\circ$ und $79,0^\circ$. Einzig

zwischen den beiden letzten Untersuchungen lässt sich eine leichte Größenabnahme von 0,9% beobachten. Laut Hasund weist der SNA-Winkel eine große Variation innerhalb der einzelnen ethnischen Gruppen auf (Hasund 1973). Im Zusammenhang mit dieser starken Variationsbreite wird häufig der Begriff der Prognathie-Grade verwendet. Es erfolgt eine Größenunterteilung des SNA-Winkels. Bei großen Werten des SNA-Winkels über $85,0^\circ$ wird die anteriore- posteriore Position der Maxilla als prognath, bei Werten zwischen $79,0^\circ$ und $85,0^\circ$ als orthognath und bei Werten unter $79,0^\circ$ als retrognath bezeichnet. Folgt man nun dieser Einteilung, so weist das durchschnittliche Patientengut der vorliegenden Untersuchung eine retrognathe Position der Maxilla auf. Bei der Betrachtung der Mittelwerte von Gilbert-Bresler, die ebenfalls eine unterfränkische Probandengruppe hatte, lässt sich feststellen, dass hier der Mittelwert des SNA-Winkels aller Probanden bei $80,4^\circ$ liegt und damit nur um $1,4^\circ$ größer ist als in der vorliegenden Arbeit. Es ist somit davon auszugehen, dass das unterfränkische Patientenkollektiv insgesamt einen kleinen SNA-Winkel vorzuweisen hat, auch wenn die untersuchte Gruppe von Gilbert-Bresler knapp in die Gruppe der orthognathen Maxilla-Position fällt. Des Weiteren wird hier die kaum veränderliche Größe des SNA-Winkels mit zunehmendem Alter bestätigt (Gilbert-Bresler 2000).

Der SNB-Winkel beschreibt die sagittale Lage des Unterkiefers in Bezug zur Nasion-Sella-Linie und nimmt eine besondere Stellung bei der kephalometrischen Beurteilung von Wachstumsveränderungen bei Collumfrakturen ein. In vorliegender Studie ist beim SNB-Winkel ein leichter Anstieg der Mittelwerte mit zunehmendem Alter zu verzeichnen, der zwischen den beiden letzten Untersuchungen nicht weiter ansteigt. Die Mittelwerte steigen von $74,9^\circ$ auf $75,9^\circ$ an. Hasund beobachtet beim SNB-Winkel eine breite Streuung der Mittelwerte (Hasund 1973). Auf Grund dessen wird die anteriore-posteriore Position der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelbasis wieder klassifiziert. Bei Werten über $83,0^\circ$ wird von einer prognathen Lage der Mandibula ausgegangen, bei Werten zwischen $83,0^\circ$ und $77,0^\circ$ liegt eine orthognathe und bei Werten unter $77,0^\circ$ eine retrognathe Position vor. Das vorliegende Patientengut ist gemäß dieser Klassifizierung der retrognathen Gruppe zuzuordnen. Bei der Betrachtung des Probandenkollektivs von Gilbert-Bresler liegt der durchschnittliche Mittelwert aller Probanden mit $77,3^\circ$ nur leicht höher als der zuletzt gemessene Mittelwert in der vorliegenden Studie. Sie beobachtet auch einen leichten Anstieg des durchschnittlichen Mittelwertes mit

zunehmenden Alter (Gilbert-Bresler 2000). Die Bestätigung des klein ausgefallenen SNA- wie auch SNB-Winkels in beiden Studien ist eher auf ein gleiches regionsspezifisches Patientenkollektiv zurückzuführen, als auf die Tatsache, dass in der hier vorliegenden Untersuchung Kiefergelenksfrakturen zu Grunde gelegen haben. Im Vergleich der einseitigen Collumfrakturen mit den Doppelseitigen in Bezug auf den SNB-Winkel sind keine klinisch relevanten Unterschiede beobachtet worden.

Der SN-Pg-Winkel gibt, wie auch schon der SNB-Winkel, Aussage über die sagittale Position der Mandibula. Das Pogonion beschreibt als ventralster Punkt der Symphyse die Lage des Kinns. Wie auch schon der SNB-Winkel ist der SN-Pg-Winkel ebenfalls einer ähnlich starken Streuung, wenn auch im geringeren Umfang, unterlegen. In der vorliegenden Studie zeigt der SN-Pg-Winkel einen konstanten Anstieg im Wachstumsverlauf um durchschnittlich 1° und zwischen den letzten beiden Untersuchungszeitpunkten um $0,5^\circ$. Nach Abschluss des Wachstums hat sich der Winkel auf einen Wert von $77,5^\circ$ vergrößert. In der Untersuchung von Gilbert-Bresler liegt der Mittelwert aller Probanden bei $78,6^\circ$ und ist damit gut ein Prozent größer (Gilbert-Bresler 2000). Der SN-Pg-Winkel vergrößert sich auch in ihrer Studie mit zunehmendem Alter. Der in der Literatur angegebene Mittelwert für den SN-Pg-Winkel liegt bei $81,0^\circ$ und ist damit deutlich größer als der in vorliegender Untersuchung ermittelte Durchschnittswert (Hasund 1973). Im Vergleich zwischen SNB- und SN-Pg-Winkel soll die Differenz bei einem orthognathen Gesicht im Mittel $1,2^\circ$ betragen. In vorliegenden Studie liegt die Differenz zwischen den beiden Werten durchschnittlich bei $1,6^\circ$. Hasund stellte für solche höher ausfallenden Differenzen eine alveoläre Retrusion fest, wie sie häufig bei Angle Klasse II/2 zu finden ist (Hasund 1973).

Der ML-NL-Winkel beschreibt den Neigungswinkel der Mandibula relativ zur Oberkieferbasis und drückt damit die Divergenz der beiden Kieferbasen aus. In der vorliegenden Studie wird ersichtlich, dass der Winkel mit zunehmendem Alter kleiner wird. Auffällig ist die stärkere Abnahme des Wertes zum Zeitpunkt der ersten Untersuchungen nach der Fraktur und ein allmähliches Einpendeln auf einen Winkel um die $29,0^\circ$. Insgesamt wurde eine deutliche Verkleinerung des Winkels um $4,6^\circ$ beobachtet. In der Studie von Gilbert-Bresler wurde ein durchschnittlicher Mittelwert aller Probanden von $26,0^\circ$ ermittelt. Weiter wurde eine geringfügige Abnahme des Mittelwerte mit zunehmendem Alter beobachtet (Gilbert-Bresler 2000). In beiden Studien ist eine Verkleine-

zung des Winkels zu beobachten, obwohl das Ausmaß der Verringerung in der vorliegenden Studie sehr viel höher ausfällt. Diese Tatsache, dass der Winkel NL-ML auch nach Wachstumsende noch größer als in der Vergleichsstudie ist, lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass es aufgrund der vorrausgegangenen Collumfraktur zu einer dorsal-kranial Verlagerung des Unterkiefergelenks und einer Rotation des Unterkieferkörpers nach caudal gekommen ist, die nur partiell ausgeglichen werden konnte. Die starke Verkleinerung des Winkels zu Beginn der Therapie und damit nach der Fraktur könnte auf eine schnelles Wiederaufrichten des Gelenkköpfchens und auf eine stabilere Gelenksituation hindeuten.

Der Winkel ML-NSL gibt die Neigung der Mandibula bezüglich der anterioren Schädelbasis wieder. Die Entwicklung des Wertes in der vorliegenden Studie zeigt mit zunehmendem Alter eine kontinuierliche Verkleinerung. Die Neigung der Mandibula wird damit im Wachstumsverlauf geringer. Zu beobachten ist eine stärkere Winkelabnahme zwischen den ersten 3 Untersuchungszeiträumen und eine geringere Abnahme zwischen den beiden letzten Beobachtungszeitpunkten. Bei der letzten Untersuchung, und damit nach Wachstumsende lag der Mittelwert des ML-NSL-Winkels bei $36,8^\circ$. Bei Behandlungsbeginn, direkt nach der Fraktur lagen die Werte noch um gut $4,0^\circ$ höher bei $40,9^\circ$. In der Studie von Gilbert-Bresler lag der Durchschnittswert des ML-NSL-Winkels aller Probanden bei $33,4^\circ$ und war damit um $3,4^\circ$ kleiner als in der vorliegenden Studie (Gilbert-Bresler 2000). Auch in ihrer Studie wird eine deutliche Verkleinerung des Winkels mit zunehmendem Alter gefunden, der nach dem 18. Lebensjahr eine Stabilisierung erfährt, die wiederum auch in der vorliegenden Studie zu beobachten war. Hasund definierte für den Winkel ML-NSL einen Mittelwert von $28,0^\circ$ und legte fest, dass höhere Mittelwerte als posteriore Neigung, niedrigere Mittelwerte als anteriore Neigung bezeichnet werden (Hasund 1973). Björk fand in seinen Untersuchungen Mittelwerte von $32,0^\circ$. Hier wird erkennbar, dass eine starke Variation der Mittelwerte für den ML-NSL-Winkel angegeben werden. In der vorliegende Studie wie auch in der Studie von Gilbert-Bresler finden sich Mittelwerte, die über $28,0^\circ$ liegen und damit einer posterioren Neigung zugeordnet werden können. Zum einen könnte vermutet werden, dass diese in beiden Studien relativ hohen Mittelwerte für den ML-NSL-Winkel regionalspezifisch sind. Zum anderen ist der noch einmal etwas höher ausgefallenen Durchschnittswert in der vorliegenden Untersuchung vermutlich als eine Folge der präpubertären Col-

lumfraktur anzusehen, ähnlich wie es bei den erhöhten Mittelwerten des NL-ML-Winkels zu beobachten war. Bei der weiteren Differenzierung zwischen unilateralen und bilateralen Kiefergelenksfrakturen in der vorliegenden Untersuchung ergab sich direkt nach der Fraktur ein um 2° höherer Mittelwert für den ML-NSL-Winkel der bilateralen Frakturen, der sich im Laufe der weiteren Untersuchungszeitpunkte den Mittelwerten der unilateralen Collumfrakturen anglich. Die höheren Werte der Patientengruppe mit bilateralen Collumfrakturen deutet auf ein stärkeres dorsal-kraniales Abgleiten mit Rotation des Unterkiefers bei doppelseitigen Frakturen hin, da bei einseitiger Collumfraktur durch die gesunde Seite die Position der Mandibula stabilisiert wird.

Der NL-NSL-Winkel gibt den Neigungsgrad der Maxilla bezüglich der anterioren Schädelbasis an. Hasund weist auch hier wieder auf eine starke Variationsbreite der Mittelwerte hin. Als durchschnittlichen Winkelwert gibt er $8,1^\circ$ an (Hasund 1973). Wie auch schon bei dem ML-NSL-Winkel werden die Begriffe posteriore und anteriore Neigung verwendet. Posteriore Neigung gilt für größere Mittelwerte über $8,1^\circ$, anteriore dementsprechend für kleinere Mittelwerte. In der vorliegenden Arbeit ist eine altersabhängige Zunahme des durchschnittlichen Wertes zu beobachten. Es handelt sich hierbei um eine leichte aber kontinuierliche Steigerung zwischen den einzelnen Untersuchungen von $0,4^\circ$ und findet ein Maximum bei der letzten Untersuchung im Mittel von $8,3^\circ$ und wird somit der Kategorie der posterioren Neigung zugeordnet. In der Untersuchung von Gilbert-Bresler findet sich für den NL-NSL-Winkel ein Mittelwert von $7,4^\circ$ (Gilbert-Bresler 2000), der damit um gut 1° größer als in der vorliegenden Arbeit ausfällt und einer anterioren Neigung zuzuordnen ist. Sie beobachtet im Gegensatz zu der vorliegenden Untersuchung keine altersabhängigen Veränderung. Da eine Beeinflussung des NL-NSL-Winkels durch präpubertäre Collumfrakturen unwahrscheinlich ist, lassen sich die in dieser Studie gefundenen Unterschiede in der altersabhängigen Entwicklung nicht erklären.

Der Gonionwinkel wird als Winkel zwischen dem aufsteigenden Unterkieferast und dem horizontalen Unterkieferkörper gemessen. Er beschreibt die Form des Unterkiefers. In der vorliegenden Studie konnte eine altersabhängige Verkleinerung des Winkels von durchschnittlich $131,0^\circ$ direkt nach der Fraktur auf $126,7^\circ$ nach Wachstumsende beobachtet werden. Die Mittelwerte des Gonionwinkels in der Studie von Gilbert-Bresler betrug für das gesamte Probandengut $125,2^\circ$. Charakteristisch war ebenfalls eine alters-

bedingten Verkleinerung des Winkels (Gilbert-Bresler 2000). Der Kieferwinkel übernimmt eine wesentliche Rolle bei der Wachstumsprognose, da er stark von der Wachstumsrichtung der Kondylen abhängig ist. Hasund gibt als durchschnittlichen Mittelwert des Gonionwinkels einen Wert von $121,8^\circ$ an (Hasund 1973), weiter in der Literatur genannte Mittelwerte liegen bei 130° . Es gilt, dass ein großer Gonionwinkel für ein posteriore Rotation des Unterkiefers spricht, ein kleiner Winkelwerte eher für ein vertikal bzw. anterior gerichtetes Wachstum der Condylen verantwortlich ist. Das Patientengut weist in der vorliegenden Studie auf ein eher posterior gerichtetes Wachstum der Condylen hin.

Der NS-Ba-Winkel, auch Schädelbasiswinkel genannt, beschreibt die Relation des Clivus zur vorderen Schädelbasis. In der vorliegenden Arbeit ist dieser Winkel als altersunabhängig einzustufen. Er bleibt während des gesamten Beobachtungszeitraum bei einem Mittelwert um die $130,3^\circ$ relativ stabil. In der Untersuchungsgruppe von Gilbert-Bresler lag der durchschnittliche Schädelbasiswinkel bei $131,0^\circ$ (Gilbert-Bresler 2000). Auch sie beobachtete keine Zusammenhänge mit dem Alter. In der Untersuchungsgruppe von Hasund wurde ein durchschnittlicher Winkelwert von $131,7^\circ$ ermittelt (Hasund 1973). Auch bei diesem NS-Ba-Winkel werden einem größeren Winkel über 130° eine posteriore Neigung des Clivus zugeordnet, während kleine Werte unter 130° eine anteriore Neigung des Clivus beschreiben.

Die Strecke Gonion- Menton (Go-Me) beschreibt die Länge der horizontalen Unterkieferbasis. In vorliegender Studie verlängert sich der Unterkieferast vom Zeitpunkt der Fraktur bis zum Wachstumsende um 9 mm und ist damit stark alterabhängig. Zwischen den beiden letzten Untersuchungszeitpunkten tritt nur noch eine unwesentliche Streckenzunahme ein. Bei Abschluss der Behandlung liegt der Durchschnittswert für die Strecke Go-Me bei 69,3 mm. Auch Gilbert-Bresler ermittelte in ihrem Probandenkollektiv einen ähnlich hohen Mittelwert von 68,1 mm (Gilbert-Bresler 2000). Sie stellte weiterhin fest, dass die Strecke Go-Me den größten Wachstumsschub im Alter zwischen 12 und 14 Jahren erfährt. Die in etwa gleich gelagerten Mittelwerte für die Strecke Go-Me in beiden Studien deuten darauf hin, dass die Längenzunahme des Unterkiefers offensichtlich unbeeinträchtigt von der Kiefergelenksfraktur abgelaufen ist. In der vorliegenden Studie wurde noch einmal die unterschiedliche Entwicklung der Strecke Go-Me bei der unilateralen und bei der doppelseitigen Kiefergelenksfraktur getrennt voneinan-

der betrachtet. Hierbei zeigten zwar beide Gruppen eine ähnliche Entwicklung, initial zeigte aber die Gruppe der einseitigen Collumfrakturen höhere Werte. Vermutlich könnte die etwas kürzere horizontale Unterkieferbasis bei den doppelseitigen Collumfrakturen auf ein leicht verzögertes Wachstum im Vergleich zur einseitigen Fraktur hindeuten.

Die Strecke S-N gibt die anteriore Schädelbasislänge an. In vorliegender Untersuchung ist eine kontinuierliche Zunahme der Mittelwerte mit zunehmendem Alter zu erkennen. Eine größere Streckenzunahme von über 2 mm ist zwischen den beiden letzten Untersuchungszeitpunkten zu beobachten. Der anfängliche Mittelwert von 64,9 mm direkt nach der Collumfraktur stieg bis zum Wachstumsende auf 71,0 mm an. Auch in der Studie von Gilbert-Bresler vergrößert sich die anteriore Schädelbasislänge altersabhängig (Gilbert-Bresler 2000). Der Mittelwert aller Probanden lag in ihrer Studie bei 69,1 mm und ist damit geringfügig kleiner als in der vorliegenden Untersuchung. Standardwerte in der Literatur geben einen durchschnittlichen Wert von 68,4 mm \pm 2,1 mm für die Strecke S-N an (Hasund 1973). Die anteriore Schädelbasislänge ist somit wie erwartet, unbeeinflusst von der vorangegangenen Kiefergelenksfraktur gewachsen.

Die Facialkonvexität beschreibt die Gesichtshöhe. In der vorliegenden Studie ist eine kontinuierliche alterabhängige Abnahme der Mittelwerte um mehr als die Hälfte von anfangs 4,1 mm direkt nach der Collumfraktur auf 1,9 mm zum Abschluss der Betrachtung (Wachstumsende) zu beobachten. Auch in der Arbeit von Gilbert-Bresler kam es zu einer gleichmäßigen Verkleinerung der Facialkonvexität mit zunehmendem Alter (Gilbert-Bresler 2000). Der Mittelwert lag in ihrem Probandengut bei der Erwachsenen-Gruppe bei 1,7 mm und war damit um 0,2 mm niedriger als in der vorliegenden Studie. Auch dieser Wert bleibt, obwohl vom Unterkiefer abhängig, von einer vorausgegangenen Kiefergelenksfraktur unbeeinträchtigt und liegt im Normbereich der in der Literatur angegebenen Durchschnittswerte von 4,5 mm \pm 2,2 mm (Hasund 1973).

Die Strecke Condylion-Pogonion wird auch als relative mandibuläre Länge bezeichnet. Dieser linearer Wert ist naturgemäß stark altersabhängig und zeigt auch in der Geschlechtsverteilung große Unterschiede. Hier sei zu erwähnen, dass gerade bei der Bestimmung des Condylions besondere Schwierigkeiten auftreten, die zu unterschiedlich Werten führen können. Perillo beschreibt in seiner Studie die Schwierigkeit der Identifizierung des linken und rechten Condylus durch die aufnahmetechnisch bedingte Ver-

größerung des linken, filmnäher gelegenen Condyluskopfes im Gegensatz zum schlecht zu bewertenden rechten Condylions bei der lateralen Fernröntgenaufnahme (Perillo *et al.* 2000). Ghafari ließ in einer Studie Zahnärzte, Kieferorthopäden und einen Radiologen die Strecke Condylion-Pogonion anhand eines lateralen Fernröntgenbildes mit geschlossenem Mund und eines mit geöffnetem Mund bestimmen. Die größere Übereinstimmung lag hier bei der Identifizierung des linken Condylions bei der lateralen Fernröntgenaufnahme mit geöffnetem Mund (35,3%) (Ghafari *et al.* 1996; Forsberg & Odenrick 1986). Die korrekte Lokalisation des Condylions bei geschlossenem Mund wurde als schwieriger eingestuft, da der Schatten des Clivus und das Os temporale die Konturen des Condylions überdecken (Ghafari *et al.* 1996). Moore hingegen konnte keinen signifikanten Unterschied bei der Bestimmung des Punktes Co hinsichtlich der Mandibularposition (geöffneter/geschlossener Mund) finden (Moore *et al.* 1989). In der vorliegenden Studie wurde direkt nach der Kiefergelenksfraktur ein durchschnittlicher Wert von 99,1 mm ermittelt. Das Minimum lag bei 86,0 mm und das Maximum bei 120 mm. Zum Abschluss der Behandlung wurde eine durchschnittlich Länge von 115,3 mm gemessen. Das Minimum lag jetzt bei 107,0 mm und das Maximum bei 129,0 mm. In der Literatur wird für diese Strecke zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht unterschieden. Bei weiblichen Erwachsenen liegt der durchschnittliche Wert bei 121,0 mm und bei männlichen Erwachsenen bei 131,0 mm (Senior & Langford 1979). Love ermittelte in einer Studie bei 20jährigen Jungen für die Strecke Co-Pog einen Mittelwert von 129,0 mm (Love *et al.* 1990). Bei 20jährigen Frauen fand Foley einen durchschnittlichen Mittelwert von 118,6 mm für die Strecke Co-Pog (Foley & Mamandras 1992). Die ermittelten Werte in dieser Studie liegen durchschnittlich niedriger als in der Literatur beschrieben. Eine Ursache für die niedrigeren Werte in dieser Studie kann durch das starke Aufkommen weibliche Patienten von über 60% begründet sein. Des weiteren kann die verkürzte mandibuläre Länge auch auf die präpubertäre Collumfraktur und ein gemindertes Wachstum zu dieser Zeit hindeuten, obwohl in der Unterkieferlänge, in der sagittalen Position (SNB-Winkel) und Fazialkonvexität keine so deutliche Wachstumsrücktrendenz nachweisbar war.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden laterale Fernröntgenbilder und Funktionsanalysen von 28 Patienten ausgewertet, die sich aufgrund einer Kiefergelenkfortsatzfraktur zwischen 1973 und 1995 in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg vorgestellt haben und ausschließlich konservativ mittels funktionskieferorthopädischer Apparate behandelt wurden. Von den 28 kontrollierten Patienten waren 11 männlich und 17 weiblich. Alle Patienten befanden sich zum Zeitpunkt der Collumfraktur im präpubertären Alter und wurden durchschnittlich 11,2 Jahre bis zum Wachstumsende weiter nachuntersucht. 8 Patienten, die nicht bis zum Wachstumsende in routinemäßiger Nachsorge waren, wurden zwischen Oktober 2001 und Februar 2002 noch einmal schriftlich einbestellt. Abschließend wurden bei diesen Patienten noch einmal die fehlenden Fernröntgenseitenbilder und Funktionsanalysen angefertigt und ausgewertet. Bei allen lateralen Fernröntgenbildern erfolgte die Auswertung standardisiert durch eine Person. Die einzelnen Messpunkte wurden einerseits durch Digitalisierung mit einem Digitizers gewonnen, andererseits konnten die digital angefertigten Bilder durch das Einscannen auf den Computer mit dem Programm "Sidexis" direkt ausgewertet werden.

Untersucht wurde in dieser Studie, wie sich das Wachstum des Unterkiefers von Patienten mit einer präpubertären Collumfraktur unter der konservativen funktionskieferorthopädischen Therapie mit einem Bionator verhält und wie sich dieses anhand skelettaler kephalometrischer Parameter objektivieren lässt. In diesem Zusammenhang wurden die ermittelten kephalometrischen Werte mit denen eines unbehandelten kieferorthopädischen Patientenkollektives verglichen. Zugleich konnte durch die Anfertigung von klinischen Funktionsanalysen der funktionelle Status der Patienten direkt nach der Kiefergelenkfortsatzfraktur, während der Behandlung und zum Abschluss des Wachstums bei der Nachuntersuchung ermittelt und miteinander verglichen werden.

Bei der klinischen Nachuntersuchung fand sich in keinem Fall eine Einschränkung der maximalen Mundöffnung von unter 30 mm nach Abschluss der Behandlung. Die maximale Schneidekantendistanz betrug zum Ende der Behandlung und des Wachstums 48,8 mm. Bei den untersuchten Personen wiesen jeweils 7% (n=2) eine eingeschränkte Protrusion oder Laterotrusion auf. Bei den palpatorischen Gelenkbefunden wurde bei

10,3% der Patienten eine einseitige, bei 3,6% eine beidseitige Druckschmerzhaftigkeit der Kondylen gefunden. Bei 50% (n=14) der Patienten konnte objektiv ein Kiefergelenksknacken beobachtet werden. Über 80% der Patienten hatten bei der Palpation der Kaumuskulatur keine Druckschmerzhaftigkeit. Der in dieser Studie ermittelte funktionelle Status von Patienten mit einer präpubertären Collumfraktur erwies sich somit mit wenigen Ausnahmen bei der Protrusion und Laterotrusion als uneingeschränkt. Die Schmerzsymptomatik von Kaumuskulatur und Kiefergelenk und das Vorliegen von Kiefergelenksgeräuschen wurde als sehr gering eingestuft und lag weit unter den epidemiologischen Werten, die an Durchschnittskollektiven in der Literatur beschrieben wurden.

Die kephalometrische Analyse wurde zu 5 verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, direkt nach der Fraktur bis zum Wachstumsende, ermittelt und ausgewertet. Hierzu wurden die Wachstumsverläufe der einzelnen Parameter graphisch dargestellt. Zur genaueren Beurteilung wurden die ermittelten kephalometrischen Parameter mit den Durchschnittswerten unbehandelter Probanden in der gleichen Altersstufe verglichen.

Ausgewertet wurden die wachstumsabhängigen Parameter PFH:AFH, die Winkel SNB, SN-Pg, ML-NL, ML-NSL, NL-NSL, Gonion, Fazialkonvexität und die wachstumsabhängigen Strecken Gonion-Menton, Sella-Nasion, Condylion-Pogonion. Des Weiteren wurden die wachstumsstabilen Winkel Facialachse, SNA, NS-Ba ausgewertet und mit den Werten unbehandelter Probanden verglichen. Die wachstumsabhängigen Parameter PFH:AFH, SNB, SN-Pg zeigen in ihrer Entwicklung ein gleiches Verhalten zur Annäherung an Werte unbehandelter Probanden, erreichen aber nach Abschluss von Behandlung und Wachstum nicht vollständig deren Durchschnittswerte. Die altersabhängigen Winkel ML-NL, ML-NSL, NL-NSL und auch der Gonionwinkel zeigen zum Wachstumsende größere Durchschnittswerte als in der Literatur angegeben. Es kann aufgrund der vorausgegangenen Collumfraktur zu einer dorsal-kranial Verlagerung mit Rotation des Unterkiefers gekommen sein, die nur partiell ausgeglichen werden konnte. Die wachstumsstabilen Winkel Facialachse, SNA, NS-Ba zeigen keine altersabhängigen Veränderungen. Die Durchschnittswerte fallen etwas kleiner als bei Vergleichskollektiven aus. Besonders hervorzuheben ist, dass die wachstumsabhängigen Strecken Go-Me und S-N exakt die Werte des unbehandelten, gesunden Probandenkollektivs erreicht,

was darauf hindeutet, dass das Wachstum des horizontalen Unterkieferkörpers nach einer Collumfraktur nicht beeinträchtigt ist.

Die Beurteilung hinsichtlich der funktionellen und kephalometrischen Analyse fällt insgesamt positiv aus. Es ist zu erkennen, dass Patienten mit einer präpubertären Collumfraktur durch eine konservativ-funktionskieferorthopädische Behandlung mit einem Bionator nach Wachstumsende in der Funktion uneingeschränkt sind und auch die Auswertung der kephalometrischen Analyse zeigt eine Annäherung an die normalen Wachstumveränderungen bei unbehandelten Probanden.

6 Literatur

- Altmann I. S. & Gundlach K. K. H. (1992) Kiefergelenksfortsatzfrakturen im Kindesalter - klinisch-röntgenologische Nachuntersuchungen. *Dtsch Zahn-Mund- Kieferheilkd* 80: 269-273.
- Altuna C., Clar E., Freisfeld M., & Schmuth G. (1971) Errors in determination of landmarks in connection with methodological problems in roentgenographic growth studies. *Transactions of the European Orthodontics Society* 373-394.
- Birchler-Argyros U. B. & Chausse J. M. (1987) Nachuntersuchungen konservativ behandelte kindlicher Gelenkfortsatzfrakturen. *Zahn- Mund- Kieferheilkd* 75: 572-577.
- Bradley P. (1985) Injuries of the condylar and coronoid process. *Maxillofacial injuries* 1.2: 337-362.
- Brown T. & Reade P. S. (1963) Kiefergelenke (Teil 1), Biologische Faktoren in ihrer Beziehung zu den Unterkieferbewegungen und Positionen. *Austr Dent J* 8: 213.
- Dahan J. (1972) Die Fernröntgenstereotometrie, ein zuverlässiges Verfahren zur dreidimensionalen Auswertung des Schädels. *Fortschr Kieferorthop* 33: 305-329.
- Dahlström L., Kahnberg K. E., & Lindahl L. (1989) 15 years follow-up on condylar fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 18: 18-23.
- Eckelt U. (1991) Zugschraubenosteosynthese bei Unterkiefergelenkfortsatzfrakturen. *Dtsch Z Mund-, Kiefer- u. Gesichtschirur.* 15: 51-57.
- Feifel H., Risse G., Opheys A., Bauer W., & Reineke T. (1994) Konservative versus operative Therapie unilateraler Frakturen des Collum mandibulae - anatomische und funktionelle Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der computergestützten dreidimensionalen axiographischen Registrierung der Kondylenbahnen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 41: 124-127.
- Foley T. & Mamandras A. H. (1992) Facial growth in females 14 to 20 years of age. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101: 248-254.
- Forsberg C.-M. & Odenrick L. (1986) Identification of the cephalometric reference point condylion on lateral head films. *Angle Orthodontist* 59: 123-130.
- Ghafari J., Jacobsen-Hunt U., Higgins-Barber K., Beideman R. W., Shofer F. S., & Laster L. L. (1996) Identification of condylar anatomy affects the evaluation of man-

- dibular growth: Guidelines for accurate reporting and research. *Am Orthod Dentofac Orthop* 107: 645-654.
- Gilbert-Bresler C. (2000) Eine kephalometrische Querschnittsstudie von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten im Alter von 6-30 Jahren mit verschiedenen Fehlbildungen - Ergebnisse einer Fernröntgenstudie. Med Diss Würzburg.
- Gilhuus-Moe O. (1970) Fractures of the Mandibular Condyle: A clinical and radiographic examination of 62 patients injured in the growth period. In: (ed R. V. Walker) pp. 121-130. E&S, Livingstone.
- Hardt N. & Von Arx T. (1989) Unterkieferfrakturen im Kindesalter. *Schweizer Monatsschrift Zahnmedizin* 99: 808-816.
- Hasund A. (1973) Klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik. Kieferorthopädische Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Universität Bergen; Bergen, Norwegen.
- Härtel J., Janenz C., & Mielke C. (1994) Klinische Funktionsanalyse nach der Behandlung von Gelenkfortsatzfrakturen des Unterkiefers. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 18: 224-227.
- Helkimo M. (1985) Epidemiologische Untersuchungen der Funktionsstörungen des Kausystems, 2 edn. Berlin.
- Hofrath H. (1931) Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr Orthodontie* 1: 232-238.
- Holtgrave E., Roesli A., & Spiessl B. (1975) Die Behandlung der Kollumfrakturen im Kindesalter- Klinische und röntgenologische Ergebnisse. *Dtsch Zahnaerztl Z* 30: 213-220.
- Horch H.-H. & Herzog M. (1990) Traumatologie im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich. In: *Praxis der Zahnheilkunde* (eds H. Horch, L. Hupfauf, W. Ketterl, and G. Schmuth) pp. 82-86. Urban und Schwarzenberg, München-Wien.
- Hotz R. P. (1978) Functional jaw orthopedics in the treatment of condylar fractures. *Am J Orthodont* 73: 365-377.
- Jacobs H. G., Jacobs-Mueller C., & Mueller G. H. (1977) Die Bedeutung der klinischen und röntgenologischen Diagnostik von Kiefergelenkfortsatz-Frakturen für das therapeutische Vorgehen. *Fortschr Kieferorthop* 38: 133-147.
- Jung D., Schwarze C. W., & Tsutsumi S. (1984) Profil- und skelettale Analyse - ein Vergleich verschiedener Auswertungsverfahren. *Fortschr Kieferorthop* 45: 304-323.

- Jung T. (1965) Was leistet das Fernröntgenbild für die Kephalmetrie? *Dtsch Zahnärztl Z* 20: 49-54.
- Kellenberger M., von Arx T., & Hardt N. (1994) Kiefergelenkfrakturen bei Kindern. Eine klinische und radiologische Nachuntersuchung bei 30 Patienten. *Schweizer Monatsschrift Zahnmedizin* 104: 1482-1488.
- Kirchner L. (1958) Die funktionskieferorthopädische Behandlung der Kiefergelenksfrakturen. *Fortschr Kieferorthop* 19: 60-71.
- Knobloch E. (1980) Spätergebnisse nach Collumfrakturen bei Kindern. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 25: 101-106.
- Krause H.-R. & Bremerich A. (1992) Spätergebnisse konservativ behandelte Frakturen des Unterkiefergelenkfortsatzes. *Dtsch Zahn-Mund- Kieferheilkd* 80: 93-96.
- Kristen K. (1970) Wie sind Behandlungen und Erfolgsaussichten bei Kiefergelenkfortsatzbrüchen? *Therapiewoche* 44: 2785-2788.
- Kristen K. & Singer R. (1976) Therapie und Prognose der Luxationsfrakturen des Kiefergelenks beim Jugendlichen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 22: 314-315.
- Krough-Poulsen W. (1966) Die Bewegungsanalyse. *Dtsch Zahnärztl Z* 21: 877-881.
- Krüger E. (1974) Lehrbuch der Chirurgischen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, 2 edn. Quintessenz, Berlin.
- Lammers E., Schwipper V., & Fuhrmann A. (1983) Spätergebnisse kindlicher Collumfrakturen nach konservativ-funktioneller Therapie. *Dtsch Zahnärztl Z* 38: 437-439.
- Lindahl L. & Hollender L. (1977) Condylar fractures of the mandible. Radiographic study of remodelling process in the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg* 6: 153-165.
- Love R. J., Murray J. M., & Mamandras A. H. (1990) Facial growth in males 16 to 20 years of age. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 97: 200-206.
- Moore R. N., Dubois L. M., Boice P. A., & Igel K. A. (1989) The accuracy of measuring condylion location. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 95: 344-347.
- Motsch A. (1985) Epidemiologie funktioneller Störungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 40: 147-155.
- Pape H.-D. & Altfeld F. (1973) Die Kiefergelenksfunktion nach Luxationsfrakturen. Ergebnisse funktioneller Behandlungen in den Jahren 1961-1970. *Dtsch Zahnärztl Z* 498-502.

- Pape H.-D., Hauenstein H., & Gerlach K. L. (1980) Chirurgische Versorgung der Gelenkfortsatzfrakturen mit Miniplatten. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 15: 81-83.
- Perillo M. A., Beideman R. W., Shofer F. S., Jacobsen-Hunt U., Higgins-Barber K., Laster L. L., & Ghafari J. G. (2000) Effect of landmark identification on cephalometric measurements: guidelines for cephalometric analyses. *Clin Orthod Res* 3: 29-36.
- Rahn R., Thomaidis G., Frenkel P., & Kinner U. (1989) Spätergebnisse der konservativen Behandlung von Kiefergelenkfrakturen. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 13: 197-202.
- Reichenbach E. (1958) Probleme der Frakturbehandlung beim wachsenden Schädel. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 4: 213-219.
- Richardson A. (1966) An investigation into the reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis. *Am J Orthodont* 52: 637-651.
- Ricketts R. M. (1960) A foundation for cephalometric communications. *Am J Orthodont* 46: 330-357.
- Riediger D. (1980) Zur Ätiologie und Pathogenese der Kiefergelenksankylose. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 15: 106-109.
- Riolo M. L., McNamara E., & Moyers R. E. (1974) An atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the University School Growth Study.
- Roethler G., Strobl H., Strobl V., Norer B., & Waldhart E. (1994) Kiefergelenkfortsatzfrakturen im Kindesalter- eine Langzeitstudie im Orthopantomogramm. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 41: 146-147.
- Ruhland A. (1967) Die Variationsbreite von Fernröntgen-Durchzeichnungen. *Fortschr Kieferorthop* 30: 67-71.
- Ruppik T. (1989) Funktionsdynamische und röntgenologische Spätfunde nach Kiefergelenkfrakturen. Med Diss Tübingen.
- Sahm G. & Witt E. (1989) Long-term results after childhood condylar fractures -A computer-tomographic study. *Europ J Orthod* 11: 154-160.
- Schienbein H. (1977) Treatment of temporomandibular fractures with an activator. *Quintessenz Int* 6: 13.
- Schmuth G. (1971) Befunderhebung und Systematic. In: *Praxis der Zahnheilkunde* Urban und Schwarzenberg.

- Schmuth G. P. F. & Altuna G. (1971) Wie genau sind röntgenkephalometrische Befunde? *Österr Z Stomatol* 68: 370-381.
- Schroeder F. & Schwenzer N. (1972) Kiefer-, Gesichtsverletzungen im Kindesalter und Primärversorgung unter Berücksichtigung des Wachstums. *Z Kinderchir* 11: 399-407.
- Schröder F. & Schwenzer N. (1989) Kiefer-, Gesichtsverletzungen im Kindesalter und Primärversorgung unter Berücksichtigung des Wachstums. In: *Fortschr Kiefer Gesichtschirurg XI* 399-406.
- Sekiguchi T. & Savara B. S. (1972) Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. *Am J Orthodont* 61: 604-609.
- Senior W. B. & Langford L. F. (1979) Die bioprogressive Therapie nach Ricketts. *Kurs-Skript*.
- Silvenmoinen A. M., Linqvist K., Raustica C., & Oikarinen K. (1998) Occlusal and temporomandibular joint in patients with unilateral condylar fracture - a prospective one-year study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 280-285.
- Slavicek R. & Mack H. (1979) Funktionsanalytische Maßnahmen im stomatognathem System. *Zahnärztliche Praxis* 30: 259-264.
- Solberg W. K., Woo M. W., & Houston J. B. (1979) Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. *J Am Dent Assoc* 98: 25-34.
- Spießl B. & Schroll K. (1995) Gesichtsschädel. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Spitzer W. J. & Zschesche S. (1986) Ergebnisse funktionskieferorthopädischer Behandlung von Kiefergelenkfortsatzfrakturen im Wachstumsalter. *Dtsch Zahnärztl Z* 41: 174-178.
- Stabrun A. E. & Danielsen K. (1982) Precision in cephalometric landmark identification. *Europ J Orthod* 4: 185-196.
- Stegmeyer K. H. (1977) Untersuchungen über die Unterkieferbeweglichkeit nach Gelenkfortsatzfrakturen. Med Diss München.
- Steinhardt G. (1966) Komplikationen bei Kiefergelenkfrakturen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir XII* 11.
- Stoll P., Waechter R., Schlotthauer U., Tuerp J., & Arbor A. (1994) Spätergebnisse bei 15 Jahre und länger zurückliegenden Kiefergelenkfortsatzfrakturen. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 41: 127-130.

Thoren H., Hallikainen D., Iizuka T., & Lindqvist C. (2001) Condylar process fractures in children: a follow-up study of fractures with total dislocation of the condyle from the glenoid fossa. *J Oral Maxillofac Surg* 59: 768-774.

Worsaae N. & Thorn J. J. (1994) Surgical versus nonsurgical treatment of unilateral dislocated low subcondylar fractures: a clinical Study of 52 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 52: 353-360.

Zietz F. (1968) Statistik über Symptome der sogenannten Kiefergelenkserkrankung bei 1240 Patienten einer zahärztlichen Landpraxis mit besonderer Bezugnahme auf Knacken und Reiben der Kiefergelenke. Med Diss.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. E. Witt für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Übernahme des Referats.

Herrn Prof. Dr. B. Klaiber danke ich für die Übernahme der mündlichen Prüfung.

Herrn Prof. R. Koch danke ich für die Übernahme des Korreferat.

Besondere Unterstützung und Betreuung bei der wissenschaftlichen Ausarbeitung der Promotion erhielt ich von Dr. Jochen Tunkel, bei dem ich mich an dieser Stelle für seine große Mühe ganz herzlich bedanken möchte.

Für die große Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse danke ich Herrn Dr. A. Bartsch.

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Name Carolin Sagebiel
Geburtsdatum 30.Dezember 1975
Geburtsort Hameln/Niedersachsen
Eltern Heinz Jürgen Sagebiel, Dipl.Ing.
Astrid Sagebiel, technische Zeichnerin
Familienstand ledig
Anschrift: Kettelerstraße 17, 48147 Münster

Schulausbildung:

1982-1986 Besuch der Grundschule Hohes Feld / Hameln
1986-1988 Besuch der Orientierungsstufe Nord / Hameln
1988-1995 Besuch des Albert Einstein Gymnasiums / Hameln
15. Mai 1995 Ablegung der allgemeinen Hochschulreife

Studium:

01.November 1995 Immatrikulation an der Bayerischen Julius-Maximilians-
Universität Würzburg, Studiengang Zahnmedizin
20. Oktober 1996 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
18. Oktober 1998 Zahnärztliche Vorprüfung
27. Juni 1998 Zahnärztliche Prüfung
11. Juli 2001 Approbation als Zahnarzt

Bisherige Tätigkeiten:

März 2002 bis April 2003 Ausbildungsassistentin in der Gemeinschaftspraxis Dr. Dettmer /
Stöcklein /Dr.Lehnert in Lünen
seit April 2003 Weiterbildungsassistentin in der kieferorthopädischen Fachpraxis
Dr. Gabriele Schmidt in Brilon

Münster, den 11. Januar 2004

Carolin Sagebiel