

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Tübingen

Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. G. Göz

**Die Effizienz der kieferorthopädischen
Frühbehandlung:
Eine Literaturübersicht über die letzten 25 Jahre**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Katja Wittenberger
aus
Stuttgart

2006

Dekan: Professor Dr. C.D. Claussen

1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. G. Göz

2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Gomez-Román

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Überblick	1
1.2. Definition	2
1.3. Indikation	3
1.4. Zielsetzung	7
2. Material und Methodik	12
3. Ergebnisse	18
3.1. Sagittale Anomalien	18
3.1.1. Klasse I	18
3.1.2. Klasse II	20
3.1.2.1. Studien mit Headgear-Anwendung	23
3.1.2.2. Studien ohne Headgear-Anwendung	37
3.1.3. Klasse III	48
3.1.3.1. Behandlungsbeginn im Milchgebiss	52
3.1.3.1.1. Behandlung mit Kinnkappe	52
3.1.3.1.2. Behandlung mit Gesichtsmaske	53
3.1.3.1.3. Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Apparaturen	56
3.1.3.2. Behandlungsbeginn im Wechselgebiss	60
3.1.3.2.1. Behandlung mit Kinnkappe	60
3.1.3.2.2. Behandlung mit Gesichtsmaske	69
3.1.3.2.3. Festsitzende Behandlung	89
3.2. Transversale Anomalien	93
3.2.1. Behandlungsbeginn im Milchgebiss	95
3.2.2. Behandlungsbeginn im Wechselgebiss	103
3.3. Vertikale Anomalien	111
3.4. Frühdiagnostik und Voraussagemodelle	115
3.4.1. Frühdiagnostik	115

3.4.1.1.	Klasse I	115
3.4.1.2.	Klasse II	115
3.4.1.3.	Klasse III	116
3.4.2.	Voraussagemodelle	120
3.4.2.1.	Klasse I	120
3.4.2.2.	Klasse II	120
3.4.2.3.	Klasse III	121
4.	Diskussion	126
4.1.	Sagittale Anomalien	132
4.1.1.	Klasse I	132
4.1.2.	Klasse II	134
4.1.3.	Klasse III	156
4.2.	Transversale Anomalien	174
4.3.	Vertikale Anomalien	185
4.4.	Frühdiagnostik und Voraussagemodelle	186
4.4.1.	Frühdiagnostik	186
4.4.2.	Voraussagemodelle	189
4.5.	Psychologische Fragestellungen	194
4.6.	Funktionsstörungen	201
5.	Zusammenfassung	207
6.	Literaturverzeichnis	217
7.	Anhang	291
7.1.	Danksagung	291
7.2.	Lebenslauf	292

1. Einleitung

1.1. Überblick

Analysen von Schädelmaterial zeigen, dass große Okklusionsstörungen während der längsten Zeit der Menschheitsgeschichte sehr selten waren (Wittenberger 1999) und dass erst in den letzten wenigen Jahrhunderten die Zahlen auf den heutigen Stand angestiegen sind. So stieg die Häufigkeit der Distalbisslage von 10-15 % in den zwanziger Jahren auf 20-25 % in den sechziger Jahren. Die Zunahme der Veränderungen bezieht sich nicht nur auf dentale, sondern ebenso auf skelettale Beziehungen und ist in den meisten Populationen mit dem Wechsel zu einem modernen, industrialisierten Lebensstandard eng verknüpft (Corruccini 1984). Innerhalb jeder gegebenen Population gibt es eine große Variabilität bezüglich der skelettalen und dentalen Entwicklung (Arvystas 1998).

Anfänglich befasste sich die Kieferorthopädie mit symptomatischer Behandlung im fast oder vollständig ausgereiften bleibenden Gebiss. Von theoretischem und praktischem Interesse war die Frage, ob eine unerwünschte Entwicklung gestoppt und anschließend ein normales Wachstum gewährleistet werden könnte. Lehrbücher (Graber u. Swain 1985, Graber et al. 1985, Moyers 1988, Profitt 1993) maßen der Frühbehandlung lediglich ein sehr begrenztes Potenzial bei, lediglich in 15-20 % der Behandlungsfälle sei sie von Vorteil. Einwände gegen die Frühbehandlung waren die Wiederkehr der Dysgnathien und eine ungenügende Kosten-Nutzen Rechnung (Ricketts 2000).

Im Jahre 1947 wurde bis auf die Reihenextraktion die Frühbehandlung abgelehnt, weil der damalige Stand der Wissenschaft aussagte, dass skelettale Veränderungen unmöglich wären und die Dominanz genetischer Muster so überragend wäre, dass sie auch unveränderliche muskuläre Muster schaffte (Ricketts 2000).

Die Entwicklung neuer genetischer Methoden in den 70er Jahren ermöglichte eine annehmbare Trennung von genetischen und Umwelteinflüssen (Christian 1979). Trotz hoher genetischer Variabilität ist die Vererbbarkeit okklusaler

Störungen mit etwa 30 % recht gering (Townsend et al. 1988). Im Milchgebiss sind bei 30-50 % der Kleinkinder Dysgnathien zu beobachten (Rakosi 1969, Taatz 1976), wobei nur ein geringer Teil der Anomalien erblich bedingt ist.

Eine longitudinale Zwillingsstudie folgerte, dass fast alle okklusalen Variabilitäten eher erworben als vererbt werden (Harris u. Johnson 1991). Die meisten Okklusionsstörungen sind umweltbedingt und zumindest in der Theorie somit vermeidbar (Varrela u. Alanen 1995).

Drei Haupthypothesen wurden entwickelt, um den Einfluss der Umwelt auf die Veränderungen im Gebiss zu erklären. Die eine befasst sich mit Veränderungen der Nahrung und Abweichungen der mastikatorischen Aktivität, die zweite mit der Zunahme von Allergien und Atemwegserkrankungen, die die normale Atmung behindern und die dritte mit anormalen Lutschgewohnheiten (Varrela u. Alanen 1995). Histologische Studien belegen, dass die Aktivität der Kaumuskeln die Entwicklung des Gehirn- und Gesichtsschädels regulieren, indem sie das sutturale und appositionelle Wachstum beeinflussen (Kiliaridis 1986). Vig und Vig betonen 1995, dass die Okklusionsstörung keine Krankheit ist, nicht durch einen Idealstandard definiert werden kann, kein biologisch unnatürlicher Zustand ist und nicht zwangsläufig gesundheitliche Konsequenzen nach sich zieht (Vig u. Vig 1995).

1.2. Definition

Der Behandlungsbeginn einer kieferorthopädischen Behandlung sollte so gewählt werden, dass eine kurze Behandlungsdauer erzielt wird, wobei höchste Wirksamkeit der Behandlung und das bestmögliche Endergebnis angestrebt werden (Van der Linden u. Boersma 1988).

Nach der Behandlungszeit werden vier verschiedene Behandlungsperioden unterschieden, die auch ineinander übergehen können. Die Frühbehandlung, die von der Normalbehandlung im späten Wechselgebiss abzugrenzen ist, lässt sich zeitlich weiter unterteilen in Frühbehandlung im Säuglingsalter, im

Milchgebiss und im frühen Wechselgebiss. Die Spätbehandlung wird in der Endphase des späten Wechselgebisses sowie im bleibenden Gebiss bei Jugendlichen durchgeführt, während die Erwachsenenbehandlung, auch Ultraspätbehandlung, im Erwachsenenengebiss durchgeführt wird (Schopf 2003, Van der Linden u. Boersma 1988).

Platzerhalt, Platzgewinn und Ausrichtung in Stellung und Okklusion ohne Serienextraktion von Milch- und bleibenden Zähnen sind präventive und interzeptive kieferorthopädische Behandlungen, Serienextraktionen können zur Frühbehandlung gezählt werden (Ghafari 1984).

Von früher orthodontischer Behandlung spricht man vor dem 9. Lebensjahr (Dibbets 2000). Auf dem Workshop 1997 in Quebec City wurde folgender Konsens erarbeitet (Bishara et al. 1998): Frühbehandlung wird entweder im Milchgebiss oder im Wechselgebiss begonnen. Ihr Zweck ist das Beheben einer Okklusionsstörung und die Reduktion des Bedarfs an Behandlungszeit im bleibenden Gebiss.

1.3. Indikation

Eine Malokklusion, wie eine Klasse II–, oder eine Klasse III–Verzahnung, oder ein Kreuzbiss, verbessert sich selten ohne kieferorthopädische Behandlung (Brodie 1941, Buchanan et al. 1996, McNamara 1972, Moorrees 1959, Moyers et al. 1976, Salzmann 1969, Summers 1966).

Die Behandlung im Säuglingsalter ist indiziert bei Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten, Down-Syndrom und anderen Syndromen mit Fehlbildungen des kraniofazialen Komplexes. Im Milchgebiss werden extreme Anomalien behandelt wie Anomalien des progenen Formenkreises, Retrogenien mit sehr ausgeprägter sagittaler Stufe und extrem offene Bisse. Ausgeprägte Anomalien mit progredienter Tendenz werden im frühen Wechselgebiss behandelt, unter Umständen auch als Interzeptivbehandlung, als kurzfristige, intensive

kieferorthopädische Behandlung, um progrediente Entwicklungen zu verhindern (Schopf 2003, Van der Linden u. Boersma 1988).

Indikationen für kieferorthopädische Behandlung sind im Milchgebiss nach Hensel die Progenie und Dysgnathien, die funktionelle Störungen im Weichteilmilieu oder im Kiefergelenkbereich verursachen, wie frontal offene Bisse, vergrößerte sagittale Schneidezahnstufen und Kreuzbisse (Hensel 1991).

Neben der Behandlung von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und anderen angeborenen Syndromen ergeben sich vier Hauptindikationen für eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milchgebiss: Der vorzeitige Milchzahnverlust, die Laterookklusion oder funktioneller Kreuzbiss, die Anomalien des progenen Formenkreises und alle erworbenen Dysgnathien, die durch Dyskinesien entstanden sind (Ngan u. Fields 1995, Schopf 2003, Steegmayer u. Komposch 1993).

Viazis schlägt die Behandlung von Habits im Milchgebiss und des Kreuzbisses im frühen Wechselgebiss vor (Viazis 1995). Kreuzbiss, Overjet über 8 mm, maxilläre Mittelgesichtsdefizienz, moderate Engstände, nichtangelegte Zähne, überzählige Zähne und einige Mittelliniendiskrepanzen und Habits würden von der Frühbehandlung profitieren (Nelson 1997).

Indikationen sind nach White Kreuzbiss im Front- und Seitenzahnbereich, ankylosierte Zähne, ausgeprägte Protrusion und Diastema, ernster frontal oder lateral offener Biss, ektope Molaren, Gaumenspalten, Pseudoklasse III und Klasse III (White 1998).

Einige Indikationen zur Frühbehandlung sind nach Dugoni dentale und/oder skelettale Klasse II oder Klasse III, Kreuzbisse im Front- und/oder Seitenzahnbereich, Overjet >6 mm, maxilläre Mittelgesichtsdefizienz, mäßiger frontaler Engstand, Engstände mit ektopischem Durchtritt oder parodontaler Gefährdung, schwerer frontal offener Biss >3 mm, schwerer Tiefbiss mit palatinalen Einbiss, Habits, Mittellinienverschiebungen, nicht angelegte Zähne, überzählige Zähne und kraniofaziale Anomalien (Dugoni 1998).

Die Diagnose sollte auf drei Ebenen basieren: Die skelettale Lagebeziehungen der Kiefer zueinander einschließlich des Gesichtsprofils, dentale Platzprobleme wegen der apikalen Basis und die Funktion. Besondere Bedeutung kommt der Verbesserung der Diagnostik zu, denn im Gegensatz zur Therapie kann sie nicht delegiert werden.

Die Analyse auf diesen drei Ebenen zeigt, dass nur eine begrenzte Anzahl von Situationen eine Frühbehandlung benötigen, wie z.B. ein negativer Overjet, ein Kreuzbiss und manchmal ein Platzverlust nach Milchmolarenverlust. Besondere Aufmerksamkeit verdienen Frontzähne, die nach einem frühen Trauma ankylosieren (Dibbets 2000).

Hinz et al. kommen anhand einer Studie an 2479 Kindergartenkindern im Jahr 1989 zu dem Ergebnis, dass ca. 20 % der Kinder zwischen dem 4. und dem 6. Lebensjahr mit individuell hergestellten Apparaten behandlungswürdig sind. Weitere 30 % der Kinder in derselben Altersgruppe zeigen Habits mit teilweise schon geringen Anomalien und sollten nicht-apparativ einer kieferorthopädischen Prophylaxe zugeführt werden (Hinz et al. 1989). Etwa 30-50 % der kieferorthopädischen Patienten bräuchten eine Frühbehandlung nach Schätzung der Workshopteilnehmer aus Quebec (Bishara et al. 1998).

Eine Studie mittels Fragebogen an 335 praktizierende Kieferorthopäden befragte sie nach dem besten Zeitpunkt für den Behandlungsbeginn für 41 verschiedene Arten von okklusalen Störungen. 137 Fragebögen wurden zurückgeschickt und ausgewertet. Unter den 41 Okklusionsstörungen würden die Kieferorthopäden 21 im frühen Wechselgebiss behandeln, vor allem frontalen Kreuzbiss (> 76 %), 13 im späten Wechselgebiss, vor allem Tiefbiss (> 60 %), nur 2 Störungen würden zu einem späteren Zeitpunkt behandelt: Oberkiefer-Diastema 43 % und nichtangelegte Zähne 39 %. Früh behandeln würden das Daumen- oder Fingerlutschen fast 90 %, Sprachprobleme 73 %, abnorme Zungenlage und Schluckprobleme 63 %, Mundatmung und schlechte Unterlippenlage ungefähr 50 %. Patientenabhängige Variablen, die die Behandlung ausschließen, waren Verhalten (98 %) und Compliance (96 %) und schlechte Oralhygiene (94 %), Finanzen mit 76 % und familiäre Probleme mit

57 % waren weniger wichtig. Die Ergebnisse dieser Studie lassen vermuten, dass Frühbehandlung die Norm ist (Yang u. Kiyak 1998).

Pietila et. al. fanden 1992 in einer Studie über 260 Kinder zwischen 7 und 8 Jahren mit funktionellen, okklusalen und kranio-mandibulären Abweichungen, dass die häufigste Indikation für Frühbehandlung Klasse II-Verzahnung, Kreuzbiss im Seitenzahnbereich und Engstände waren (Pietila et al. 1992).

Anomalien der Zahnentwicklung und Funktionsstörungen werden eher im Wechselgebiss behandelt, während die endgültige Behandlung bis zum späten Wechselgebiss zur Maximierung des Wachstumspotenzials und der Patientencompliance aufgeschoben wird (DiBiase 2002).

Eine Stellungnahme zum Thema kieferorthopädische Frühbehandlung wurde von der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie verfasst.

Zahnärztliche und kieferorthopädische Prophylaxe ist sinnvoll bereits vom Säuglingsalter an, um die regelrechte Gebissentwicklung zu fördern. Sie ist indiziert im Milchgebiss bei ausgeprägten skelettalen Dysgnathien, die zur Progredienz neigen, eine Wachstumshemmung zur Folge haben können oder deren Behandlung zu einem späteren Zeitpunkt eindeutig erschwert bzw. unmöglich scheint und die sich durch prophylaktische Maßnahmen allein nicht entscheidend beeinflussen lassen. Beispiele dafür wären die Progenie, Retrogenie, lateraler Kreuzbiss, ausgeprägte Formen des Zwangsbisses, extreme Formen des frontal offenen Bisses, traumatisch bedingte Kieferanomalien, Fehlentwicklungen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten bzw. syndromalen Erkrankungen.

Die Behandlung wird in den meisten Fällen nicht vor dem 4. Lebensjahr begonnen und bedarf angemessener Befundunterlagen. Anamnese, extra- und intraoraler klinischer Befund, Feststellung von Funktionsstörungen und Modellbefund werden in diesem Alter als Standard erachtet. Röntgenaufnahmen des Schädels können in Einzelfällen aus differentialdiagnostischen Gründen indiziert sein. Als Behandlungsgeräte kommen im allgemeinen individuell hergestellte herausnehmbare Apparaturen, seltener festsitzende bzw. extraorale Geräte in Frage (DGKfo 1996).

1.4. Zielsetzung

Präventionsmaßnahmen sollten die normale Funktion der orofazialen Muskulatur sicherstellen und sie während des Wachstums aufrechterhalten. Gelegenheiten zur präventiven orthodontischen Behandlung von Kindern ergeben sich während aller Phasen des Wachstums und der Entwicklung. Es liegt im besten Interesse des Kindes, einen Zustand der Normalität in den neuromuskulären, skelettalen und dentalen Strukturen zu erreichen (Carapezza 2000b).

Jacobson kommt zu dem Schluss, dass vom biologischen Standpunkt aus Okklusionsstörungen, sobald sie bemerkt würden, korrigiert werden sollten. Die persönlichen Umstände des Patienten, wie Schwere und Art der Okklusionsstörung, Veranlagung, Temperament, physische und psychische Entwicklung sollten genau betrachtet und eingeschätzt werden, bevor mit der Behandlung begonnen wird, um den Bedürfnissen und Möglichkeiten des einzelnen Patienten Rechnung zu tragen (Jacobson 1979).

Eine Okklusionsstörung sollte sobald wie möglich, wenn die Aufschiebung der Behandlung zu ernsten funktionellen oder ästhetischen Beeinträchtigungen führen würde, therapeutisch angegangen werden. Das Ziel jeder Behandlung vor dem Durchtritt aller bleibenden Zähne ist die Korrektur skelettaler Diskrepanzen zwischen den Kiefern und die Verbesserung der Funktion und Ästhetik, indem eine normale Entwicklung ermöglicht wird (Viazis 1995).

Man erhofft sich durch die frühzeitige Korrektur jeglicher ausgeprägter skelettaler Dysgnathien eine Vermeidung der Progredienz mit einhergehender Wachstumshemmung (Sadowsky 1998, Schmidt 1996, Steegmeyer u. Komposch 1993, White 1998). Es ist wichtig, sagittale skelettale Diskrepanzen zu diagnostizieren und sie so früh wie möglich zu verbessern (Kajiyama et al. 2000).

Die Frühbehandlung könnte das Verschlechtern einer Malokklusion verhindern (Pangrazio 1999). Frühbehandlung soll vorhandene Probleme korrigieren, sich entwickelnde Probleme verhindern, vorhandene Probleme an ihrer Verschlimmerung hindern (DeVincenzo 1991).

Die Frühbehandlung ist gerechtfertigt, wenn entweder eine bestimmte Aufhebung oder eine bedeutende Reduktion des Schweregrades der Dysgnathie erreicht wird, was dem Ergebnis, der Länge oder dem Aufwand der Folgebehandlung zugute kommt (Ghafari 1998, Mohlin et al. 2002).

Die Frühbehandlung kann nicht nur die Okklusion korrigieren, sondern kann auch die normale Entwicklung gewährleisten. Richtig ausgeformte Zahnbögen und richtige dentale Beziehungen vermindern den Bedarf an zusätzlicher kieferorthopädischer Behandlung (Rankine 1992).

Die Prinzipien der Frühbehandlung sind die Diagnostik von Okklusionsstörungen im Milchgebiss im Alter von 5-6 Jahren, die Einleitung der Behandlung mit dem Durchtritt des ersten bleibenden Molaren oder sogar früher und das Lenken des Wachstums der Kiefer mit kieferorthopädischen Geräten, um die hohe Anpassungsfähigkeit des Schädels junger Kinder auszunützen (Varrela u. Alanen 1995).

Die kieferorthopädische Frühbehandlung im Milchgebiss hat die Aufgabe, die skelettale Manifestation ausgeprägter Anomalien zu verhindern. Frontal offene Bisse, vergrößerte sagittale Frontzahnstufen, seitliche Kreuzbisse und progene Verzahnungen im Frontbereich können sich auf das bleibende Gebiss übertragen. Bei frühzeitigem Erkennen der Anomalien und ihrer Ursachen lässt sich durch Abstellen von Dyskinesien und mit Hilfe einfacher Apparaturen eine normale Okklusion und eine physiologische Weiterentwicklung des Gebisses erreichen (Steegmayer u. Komposch 1993).

Das Ziel der Frühbehandlung ist die Schaffung eines günstigeren Umfeldes für die zukünftige dentofaziale Entwicklung. Die interzeptive Behandlung kann das Ausmaß dentaler Kompensation bei skelettaler Diskrepanz reduzieren (Joondeph 1993).

Die Frühbehandlung könnte auch einen Kompromiss darstellen zwischen Prävention und später Behandlung. Es liegt ein eindeutiger Bedarf an Forschung über frühe okklusale und kraniofaziale Entwicklungen bezüglich der Prävention und Frühbehandlung vor. Die Kieferorthopädie könnte dadurch einen grundlegenden Wandel erfahren zum Vorteil der allgemeinen Zahngesundheit (Varrela u. Alanen 1995).

Die Frühbehandlung bei Diskrepanzen der Zahnbogenlänge kann die spätere Prämolarenextraktion unnötig machen. Bedeutende Verbesserungen der sagittalen, transversalen und vertikalen Beziehungen können routinemäßig durch die Frühbehandlung erreicht werden. Wachstum und Zeit sind die wichtigsten Verbündeten des Behandlers (Arvystas 1998).

Drei Prinzipien der Frühbehandlung sind erstens die Eliminierung primärer ätiologischer Faktoren, zweitens wenn möglich, Eliminierung okklusaler Diskrepanzen, wie einseitiger oder beidseitiger Kreuzbiss im Seitenzahnbereich, Kreuzbiss im Frontzahnbereich und drittens die Korrektur skelettaler Dysplasien. Das Entscheidende der Frühbehandlung ist das Timing. Warum sollte man anormale Funktionen und Gewohnheiten bestehen lassen und sich zu ernststen Okklusionsstörungen und Dysgnathien entwickeln lassen? Viel vernünftiger und logischer ist eine zwei- oder gar dreiphasige Behandlung (Arvystas 1998).

Zusammenfassend lassen sich nach Ricketts 5 Hauptziele der Frühbehandlung benennen:

1. Erzielung einer strukturellen skelettalen Veränderung
2. Schaffung der Möglichkeit einer funktionellen Veränderung
3. Ausnutzung des individuellen Wachstums für die angestrebte Korrektur
4. Eliminierung von Habits
5. Ausnutzen der Kräfte okklusaler Entwicklung im Hinblick auf die angestrebte Korrektur (Ricketts 2000)

Dugoni trifft folgende Empfehlungen: Der Behandlungsbeginn sollte im Alter von etwa 7-8 Jahren erfolgen, wenn die ersten Molaren und Schneidezähne durchtreten.

Die Phase I-Behandlung sollte die skelettale und dentale Malokklusion in einem frühen Alter innerhalb von 12-18 Monaten korrigieren. Danach schließt sich eine Beobachtungsphase von 18-30 Monaten an, um das Ergebnis sicherzustellen und den Durchtritt der anderen Zähne zu überwachen. Das gute Management des Patienten in dieser Beobachtungsphase ist der Schlüssel, um den Erfolg der Phase I zu sichern und die Phase II-Behandlung zu minimalisieren. Falls

nötig schließt sich eine zweite Behandlungsphase von etwa 6-18 Monaten an, in Abhängigkeit von der Malokklusion, der Kooperation und dem Wachstumsmuster. Reduzierung skelettaler Klasse II, des ausgeprägten Overjet und Korrektur von Engständen im Unterkiefer können in der ersten Phase erfolgreich erreicht werden und bleiben stabil während der Beobachtungsphase (Dugoni 1998).

Vorteile der Frühbehandlung für den Patienten seien aus der Sicht der Workshopteilnehmer aus Quebec größere Zufriedenheit des Patienten und seiner Eltern mit dem Aussehen, größere Möglichkeit, das Wachstum zu verändern, früheres Eingreifen und Korrektur einer sich entwickelnden Okklusionsstörung und höhere Qualität der Behandlung bei geringerer Gefahr iatrogener Schäden.

Vorteile der Frühbehandlung für den Kieferorthopäden seien die Bereitstellung von mehr Spielraum bei der Behandlungsplanung, bessere Nutzung des Wachstumspotenzials und bessere Behandlungsergebnisse bei kürzerer Behandlungsdauer im bleibenden Gebiss.

Die Frühbehandlung nach Bishara et al. 1998 besteht aus drei Phasen: Einer ersten Phase mit genau definiertem Behandlungsziel, einem Beobachtungsstadium und einer späten Phase der Behandlung im bleibenden Gebiss. Übereinstimmend war die Gesamtbehandlungszeit länger bei besserem Endergebnis, wenn die Beobachtungszeit zur Behandlungszeit hinzuaddiert würde. Offen bliebe die Frage, wie das Gesundheitssystem wirtschaftlich mit der Frühbehandlung umgehen werde.

Vorteile der Frühbehandlung sind nach Dugoni geringere Inzidenz von Prämolarenextraktionen, geringere Dauer oder mögliche Elimination der zweiten Behandlungsphase, geringerer Bedarf an kieferorthopädischer Chirurgie, vergrößerte Stabilität in transversaler und sagittaler Richtung, vergrößerte Langzeitstabilität der Ausrichtung der unteren Inzisivi (Nelson 1997), geringere Inzidenz von Wurzelresorptionen (Dugoni et al. 1995), geringere Inzidenz mukogingivaler Probleme, geringere Inzidenz ektopischen Durchtritts, bessere Patientenkooperation.

Nachteil der Behandlung im Milchgebiss ist nach Dugoni, dass sich die Behandlung über eine Dauer von 10 Jahren und drei verschiedenen Phasen erstrecken und zum Burnout der Patienten und Eltern führen kann (Dugoni 1998).

Bei zutreffender Diagnose ist der Nutzen der Frühbehandlung offensichtlich: Optimale Gesundheit und Funktion, bessere Gesichtsästhetik, weniger Extraktionen, eine Reduzierung der Dauer und Schwierigkeit der nachfolgenden Therapie, geringere Behandlungsrisiken, beständige und voraussagbare Ergebnisse und verbessertes Selbstbewusstsein (Ahn et al. 2001).

Jede Behandlung sollte aus zwei Perspektiven betrachtet werden. Die erste ist die Effektivität, d.h. wie gut sie wirkt und wie erfolgreich sie ist in der Lösung der Probleme des Patienten. Die zweite ist die Effizienz, d.h. wie viel Nutzen der Patient im Verhältnis zu den Kosten und Risiken der Behandlung erhält (Proffit 2002). Die Schlüsselfrage für die Klinik, Patienten und Eltern ist es, ob mit einer zweiphasigen Methode signifikant bessere Ergebnisse zu erzielen sind als mit einer einphasigen (King et al. 2003). Für die Bewertung kieferorthopädischer Frühbehandlung spielen das Ausmaß der Verbesserung der initialen Disharmonie, die Unterscheidung zwischen dentoalveolären und skelettalen Veränderungen und die Effizienz des Behandlungsergebnisses in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer eine Rolle (Baccetti et al. 2001). Andererseits kann ungeeignete Frühbehandlung schädlich sein und die Behandlungszeit verlängern (Ahn et al. 2001). Die kontroverse Diskussion über die Frühbehandlung wird nur durch gut geleitete und korrekt durchgeführte Studien entschieden (Kalha 2004).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, durch ein ausführliches Literaturstudium herauszufinden, ob die Frühbehandlung effizienter ist als die Beobachtung im vorjugendlichen Alter mit sich später anschließender Behandlung, in welchem Ausmaß skelettale und dentale Veränderungen im Rahmen der Frühbehandlung zum Behandlungsergebnis beitragen und ob das Wachstumsmuster durch die Frühbehandlung beeinflusst werden kann.

2. Material und Methodik

Die vorliegenden Literaturquellen wurden aus den Datenbanken „Medline“ und „Biosis“ recherchiert. Sie decken den Wissensstand der letzten 25 Jahre ab und lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: Klinische Studien und theoretische Literaturarbeiten. Die klinischen Studien mit ihren Ergebnissen und Schlussfolgerungen wurden in den Ergebnisteil übernommen, die theoretischen Literaturarbeiten und die daraus gewonnenen Resultate flossen in die Diskussion ein.

Zur Sichtung des vorhandenen Studienmaterials wurden verschiedene mit dem Thema assoziierte Suchbegriffe verwendet (Tab. 1) und bei einer Anzahl der Treffer von mehr als 100.000 durch Kombination verschiedener Suchbegriffe die Auswahl eingeschränkt (Tab. 2).

Tab. 1: Alphabetische Ordnung der verwendeten Suchbegriffe und Anzahl der Treffer

Suchbegriffe	Anzahl der Treffer
class I	83292
class II	93978
class III	23203
crossbite	868
crowding	9100
deciduous	17374
early treatment	20308
mixed dentition	1203
orthodontic	25541
primary dentition	1347
treatment timing	677

Tab. 2: Alphabetische Ordnung der Kombination von Suchbegriffen und Anzahl der Treffer

Suchbegriffe	Suchbegriffe	Anzahl der Treffer
class	treatment timing	44
early treatment	class I	341
early treatment	class II	393
early treatment	class III	195
early treatment	crossbite	40
early treatment	crowding	80
early treatment	deciduous	56
early treatment	mixed dentition	73
early treatment	orthodontic	233
early treatment	primary dentition	27

Beinhaltete eine Studie verschiedene Dysgnathieformen, wurde sie im Ergebnisteil unter der zahlenmäßig am stärksten vertretenen Dysgnathieform eingereiht (Abb. 1).

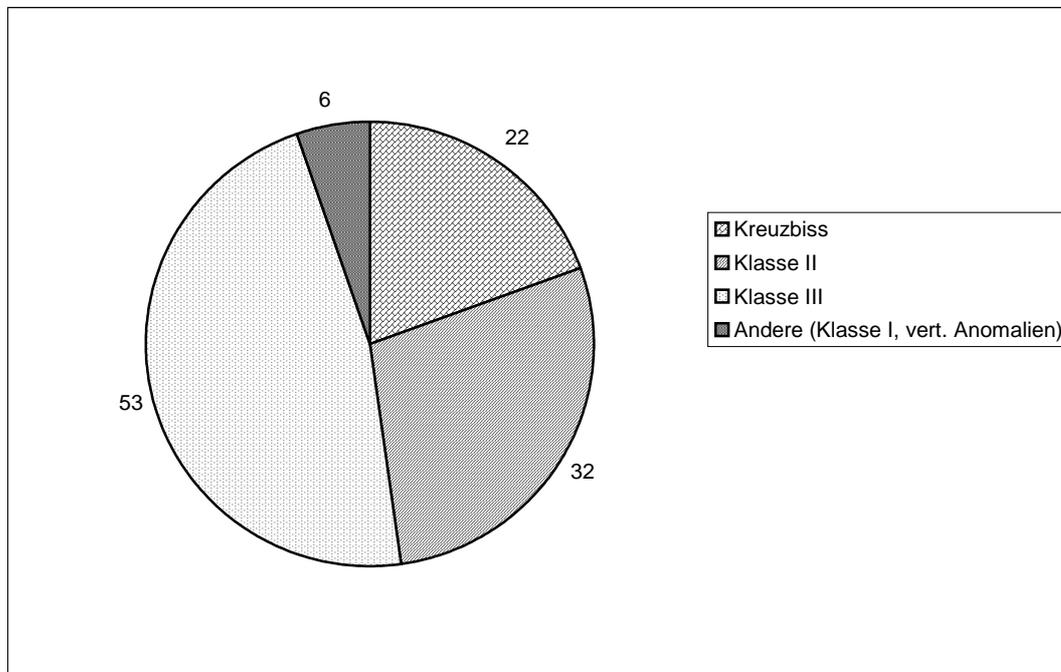


Abb. 1: Verteilung der Studien auf die unterschiedlichen Dysgnathieformen

Zur Auswahl kamen Studien, die als Volltext oder Abstracts erhältlich waren und quantitative Daten über das Ergebnis lieferten. Kasuistiken wurden nicht berücksichtigt. Um das zunehmende Interesse an der Frühbehandlung darzustellen, können die Studien nach dem Jahr ihrer Veröffentlichung gegliedert werden (Abb. 2)

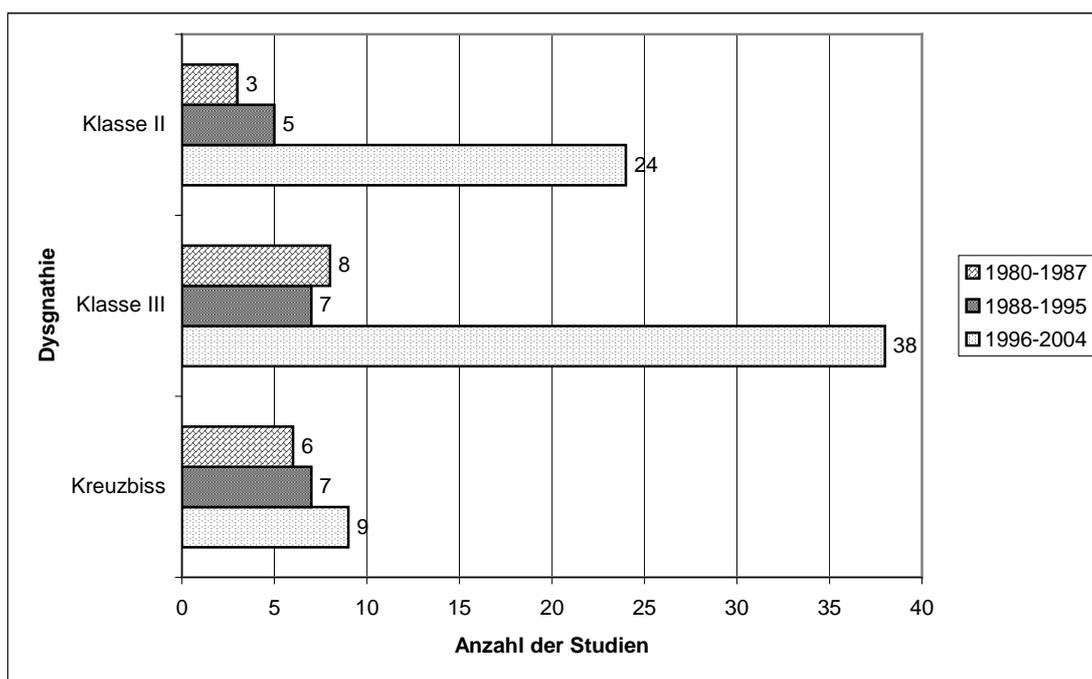


Abb. 2: Verteilung der Studien nach dem Jahr ihrer Veröffentlichung

Es lassen sich inhaltlich drei Arten von Studien unterscheiden: Altersstufenvergleich-, Therapievergleich- und Verlaufstudien (Abb. 3). Bei Altersstufenvergleichstudien werden Gruppen verschiedener Alterstufen mit derselben Apparatur behandelt, oder einphasig behandelte Kinder mit zweiphasig behandelten verglichen und das Behandlungsergebnis in Abhängigkeit vom Alter, bzw. von der Behandlungsdauer dokumentiert. Bei Therapievergleichsstudien werden Gruppen von Kindern desselben Alters mit unterschiedlichen Apparaturen behandelt und das Behandlungsergebnis in Abhängigkeit vom Therapiemittel, bzw. von der Behandlungsdauer

dokumentiert. Die Verlaufstudien dokumentieren bei Kindern derselben Alterstufe nach Einsatz eines oder auch mehrerer Behandlungsmittel die erzielte Behandlungswirkung. Jede dieser Studienarten kann vom Studiendesign als prospektive und randomisierte, oder auch als retrospektive Studie klassifiziert werden. Nach der Beobachtungszeitdauer kann sie noch zusätzlich als longitudinal bezeichnet werden, wobei unter diesem Begriff longitudinale und Follow-up-Studien zusammengefasst werden (Abb. 4).

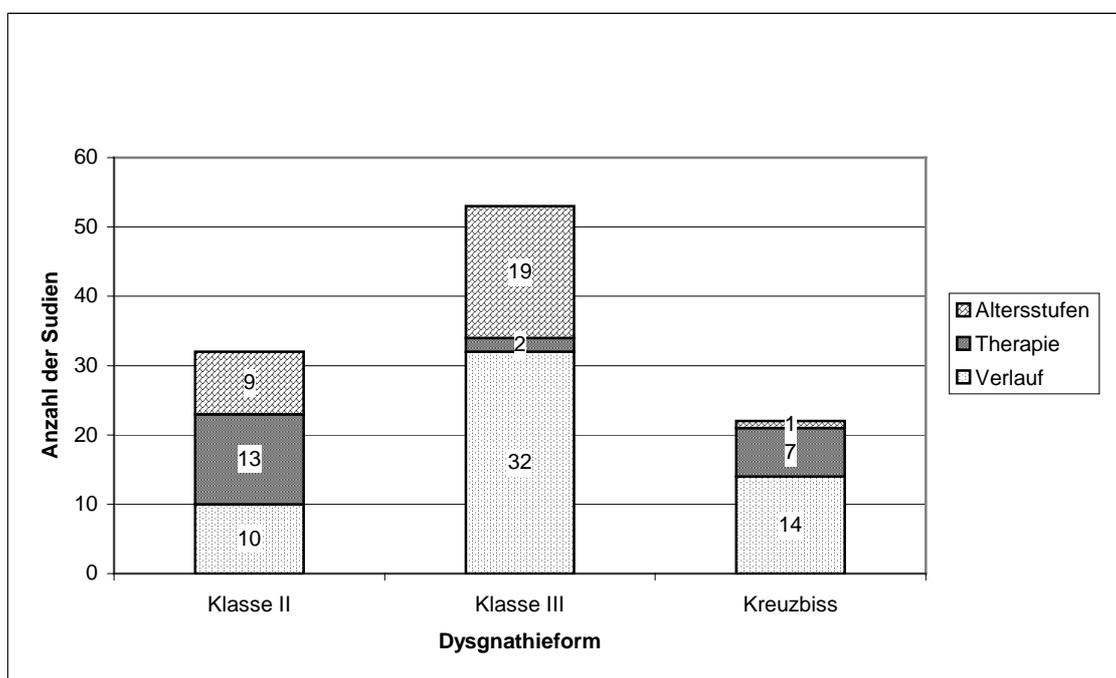


Abb. 3: Einteilung der Studien nach Kategorien

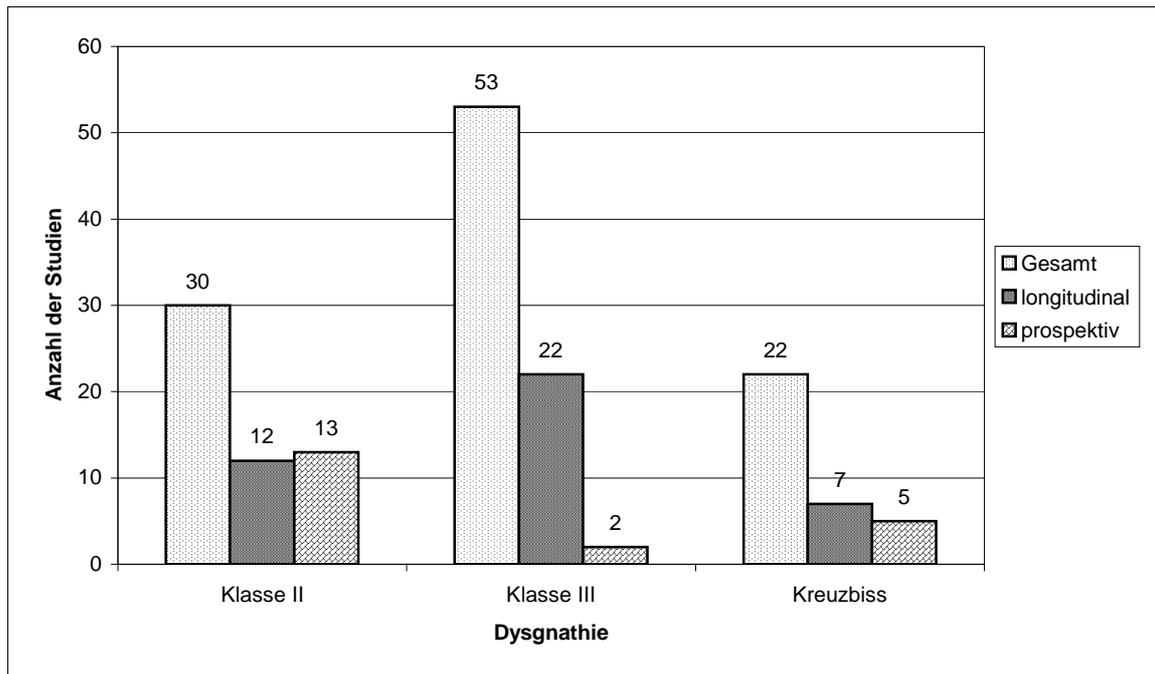


Abb. 4: Verteilung der Studien nach Design

Tab. 3: Art und Anzahl der in den Studien verwendeten Therapiemittel

Therapiemittel	Anzahl	Therapiemittel	Anzahl
extraoral	69	Gesichtsmaske	34
		Headgear	17
		Kinnkappe	18
intraoral	119	feststehend	26
		feststehende Dehnung	38
		funktionell	37
		Platten	18
non-apparativ	8		

Bei der tabellarischen Erfassung der Verteilung der Studien kommen unterschiedliche Zahlen in der Gesamtzahl der Studien dadurch zustande, dass manche Studien zwei oder mehr Therapiemittel untersuchen und sie bei dem jeweiligen Therapiemittel als Studie aufgeführt werden (Tab. 3).

Die Studien können auch hinsichtlich des Zeitpunktes des Therapiebeginns unterteilt werden, um den unterschiedlichen Behandlungsbeginn der Frühbehandlung bei den verschiedenen Autoren bezüglich der Dysgnathieformen darzustellen (Abb. 5).

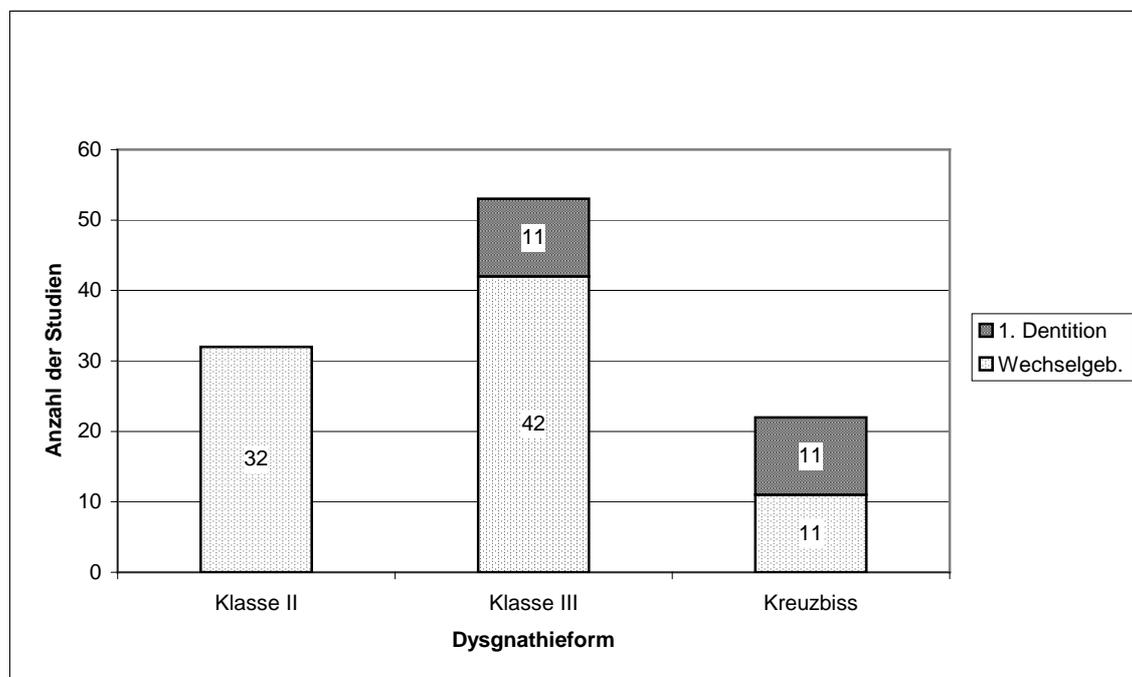


Abb. 5: Anzahl der Studien bezogen auf den Zeitpunkt des Therapiebeginns

Methodologische Anforderungen an Studien sind das Vorhandensein von behandelten und wenn möglich unbehandelten homologen Gruppen, ein Bezugssystem zur langfristigen Bewertung skelettaler und dentaler Veränderungen, eine Methode zur Quantifizierung der Form- und Größenveränderung skelettaler Strukturen und die effektive Messung der Behandlungswirkung auf diese Strukturen.

3. Ergebnisse

3.1. Sagittale Anomalien

3.1.1. Klasse I

Dugoni et al. untersuchten 1995 Stabilität und Rezidiv der Behandlung im frühen Wechselgebiss nach Retention.

Im frühen Wechselgebiss wurden 25 Patienten mittleren Alters von 8,2 Jahren, 13 von ihnen Klasse I und 12 Klasse II, mit einem herausnehmbaren passiven Lingualbogen wegen frontaler Engstände behandelt. Nach erfolgreichem Behandlungsabschluss wurde ein festsitzender Retainer zwischen 5 und 10 Jahren getragen bis nach Entfernung der Weisheitszähne. Nach einer durchschnittlichen Postretentionszeit von 9,5 Jahren erfolgte eine erneute Bewertung.

Während der Frühbehandlung nahmen der interkanine und intermolare Abstand signifikant zu, Overjet und Overbite signifikant ab.

Nach der Retention zeigten 76 % im Unterkiefer klinisch befriedigende Ergebnisse, der interkanine Abstand nahm in 72 % der Fälle ab und die Zahnbogenlänge in 100 %. Die intermolare Breite vergrößerte sich bei 72 % während der Behandlung und blieb stabil bei 68 %. Es wurden keine Beziehungen oder Voraussagemöglichkeiten gefunden für die Langzeitprognose. Es wäre interessant, eine Reevaluation nach einem Minimum von 10 Jahren Postretentionszeit durchzuführen (Dugoni et al. 1995).

Kinzinger et al. untersuchten 2003 die Kombinationsbehandlung mit Pendel- und Lingualbogenapparaturen bei Klasse I-Patienten mit Einengung der Stützzonen und frontalen Engständen.

Eine Gruppe von 10 Kindern mittleren Alters von 9,5 Jahren im frühen Wechselgebissstadium wurden mit einer Gruppe von 10 Kindern mittleren Alters von 12,3 Jahren im bleibenden Gebiss verglichen.

In der frühen Gruppe wurden die Oberkiefermolaren im Mittel um 4,0 mm distalisiert und um 6,1° distal gekippt. Die Front wurde um 1,08 mm nach anterior bewegt und um 7,65° protrudiert. In der späten Gruppe betrug die Molarendistalisation 2,86 mm, die Molarenkipfung 4,25°, die Mesialisierung der Front 1,62 mm und die Protrusion 3,8°.

Das Ausmaß der Molarendistalisation an der Gesamtbewegung betrug im frühen Wechselgebiss 79,83 % gegenüber 60,71 % im bleibenden Gebiss.

In der frühen Gruppe wurden die Unterkiefermolaren im Mittel um 2,4° nach distal und die Front um 5,0° nach labial gekippt. In der späten Gruppe war die Molarenkipfung schwächer ausgeprägt und das Ausmaß der frontalen Protrusion mit 2,75° signifikant geringer.

Die Kombinationsbehandlung mit den beiden kooperationsunabhängigen Apparaturen ist bereits im frühen Wechselgebiss sinnvoll (Kinzinger et al. 2003).

3.1.2. Klasse II

In den 32 Klasse II-Studien kommen insgesamt 55 Apparaturen zum Einsatz, wobei deren genaue Verteilung auf die Kategorien weiter aufgeschlüsselt werden kann (Tab. 4).

Tab. 4: Verteilung der Studien nach Therapiemittel in Abhängigkeit von Kategorien

	A	T	V
Headgear	3	10	3
Bionator	5	6	
Fränkel		4	2
Twin-Block	1		2
Doppelvorschub	1		1
andere funktionelle	1	5	1
Herbst	2		2
Multiband	2	2	1
andere feststehend		1	
Gesamt	15	28	12

Kategorien: Altersstufenvergleichsstudien (A), Therapievergleichsstudien (T), Verlaufstudien (V)

In den Jahren 1984 bis 2004 erschienen 16 relevante Studien zur Klasse II-Behandlung mit Headgear-Anwendung. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter stellen die Tabellen 5 und 6 dar.

Tab. 5: Klasse II-Studienübersicht bei Behandlung mit Headgear-Anwendung

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Beh. in Monaten	Ret. in Monaten	Beob. in J.
Wieslander	1984	Intensive H-HE Kombi- nationsbehandlung	V		24 12	H - HE Ku	8,7	5	6	4
Wieslander	1993	Langzeitergebnis H-HE	V		24 12	H - HE Ku	8,7	5	36 - 60	8
Cook et al.	1994	Vertikale Dimension	T		30 30 30	Hz/fe Hz Ku	9,7 8,6 9,1	16,6 19		18
Ghafari et al.	1994	Zahnbogenbreite	T	p, r	21 22	H F	7 - 13 7 - 13	22 22		
Cura et al.	1996	Therapievergleich	T		20 27 17	H - fu Ba fu	9,8 12 9,9	18 6,9 18		
Kirjavainen et al.	1997	Zahnbogenbreite	V		40 Lit	Hz Kn	9,3 9 - 10	22		
Tulloch et al.	1997a	Wirkung, Phase 1	T	l, p, r	52 53 61	Hz B Ku	9,4 9,4 9,4	15 15		1,3
Tulloch et al.	1997b	Einflüsse auf das Ergebnis, Phase 1	T	l, p, r	52 53 61	Hz B Ku	9,4 9,4 9,4	15 15		1,3
Ghafari et al.	1998	Therapievergleich	T	p, r	35 28	H F	7 - 13 7 - 13	24 24		

Kategorie der Studie: Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (l), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Bass-Apparatur (Ba), Bionator (B), Fränkel-Funktionsregler (F), Headgear (H), zervikaler Headgear (Hz), Herbst-Apparatur (HE), andere festsitzende Apparaturen (fe), normale Kontrollen (Kn), unbehandelte Kontrollen (Ku)

Effekt: skelettal Oberkiefer (S), skelettal Unterkiefer (s), dental Oberkiefer (D), dental Unterkiefer (d), untersucht, aber kein Effekt im Oberkiefer (0), bzw. Unterkiefer (o), Effekt in Klammern bedeutet, dass diese Behandlung effektiver ist als die Alternative

Tab. 6: Klasse II-Studienübersicht bei Behandlung mit Headgear-Anwendung (Fortsetzung von Tab. 5)

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Beh. in Monaten	Ret. in J.	Beob. in J.	Effekt
Ghafari	1998	Einfluss des Zahndurchtritts	T	p	40 44	H F	7 - 13 7 - 13				SoDd 0sDd
Keeling et al.	1998	Therapievergleich	T	l, p, r	90 78 81	Hz/Hh B Ku	9,6 9,6 9,6	24 24	6 6	0,5 0,5	0sDo 0s0o
Tulloch et al.	1998	Nutzen der Frühbeh., Erfassung durch PAR, Phase 2	T	l, p, r	49 40 49	Hz, M B, M M	9,9 9,9 9,9	27 26 37			SsDd SsDd SsDd
Wheeler et al.	2002	Effektivität	T	l, p, r	90 79 79	H B Ku	9,7 9,7 9,7	24 24	6 6	0,5 0,5	0sDo 0s0o
King et al.	2003	Vergleich mittels PAR, einphasig-zweiphasig	A	l, p, r	72 66 70	Hz/Hh, M B, M M	9,5 9,5 9,5		6 6		Dd Dd Dd
Koroluk et al.	2003	Frontzahntrauma	A	l, p, r	50 52 61	Hz, M B, M M	9,8 9,8 9,8	15 15			17 18 40
Tulloch et al.	2004	Abschluss Phase 2	A	l, p, r	47 37 51	Hz, M B, M M	9,9 9,9 9,9	42 41 37			SsDd SsDd SsDd

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Therapiemittelvergleich (T)

Design der Studie: longitudinal (l), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Bionator (B), Fränkel-Funktionsregler (F), Headgear (H), High-pull-Headgear (Hh), zervikaler Headgear (Hz), Multiband (M), normale Kontrollen (Kn), unbehandelte Kontrollen (Ku)

Effekt: skelettal Oberkiefer (S), skelettal Unterkiefer (s), dental Oberkiefer (D), dental Unterkiefer (d), untersucht, aber kein Effekt im Oberkiefer (0), bzw. Unterkiefer (o)
bei Koroluk et al. 2003 Zunahme der Traumawahrscheinlichkeit in %

3.1.2.1. Studien mit Headgear-Anwendung

Die intensive Behandlung schwerer Fälle durch eine Headgear-Herbst-Kombination wurde von Wieslander 1984 untersucht.

Mittels einer speziellen Headgear-Herbst-Apparatur wurden Kinder im sehr frühen Wechselgebiss 5 Monate kurz und intensiv behandelt und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe verglichen.

Die Gesamtwirkung in der Sagittalen zwischen Ober- und Unterkiefer betrug 7,5 mm. Die Wirkung von 3,1 mm auf den Oberkiefer nach posterior ließ sich auf eine Kombination der Distalbewegung des Zahnbogens und einer posterioren Verlagerung der Oberkieferbasis zurückführen. Die Wirkung von 4,4 mm auf den Unterkiefer nach anterior beruhte hauptsächlich auf der Vorverlagerung der Unterkieferbasis mit einem geringen Anteil einer Vorverlagerung der Unterkieferschneidezähne.

Nach einer zehnmonatigen Beobachtungszeit, während der ein Aktivator in den ersten sechs Monaten zur Retention getragen wurde, fand ein erneuter Vergleich der beiden Gruppen statt.

Wachstum fand in beiden Gruppen im selben Ausmaß statt, jedoch wurde eine Tendenz zum Rezidiv von 2,3 mm beobachtet.

Falls die Ergebnisse auf lange Sicht stabil blieben, könnte eine kurze interzeptive Behandlung im sehr frühen Wechselgebiss indiziert sein, um skelettale Abweichungen zu korrigieren und eine normale Beziehung zwischen den beiden Kiefern herzustellen. Falls nötig können dentoalveoläre Einstellungen nach einer Zeit ohne Tragen von Apparaturen im bleibenden Gebiss durchgeführt werden (Wieslander 1984).

Die Langzeitergebnisse einer Behandlung mit Headgear-Herbst-Kombination im frühen Wechselgebiss wurde von Wieslander 1993 anhand des Patientenkollektivs von 1984 nachuntersucht.

Es wurden 24 Kinder mittleren Alters von 8,7 Jahren 5 Monate intensiv behandelt, danach schloss sich eine Retentionszeit durch einen Aktivator von

anfänglich 6 Monaten bis zu 3 Jahren an und danach wurden sie mit einer Gruppe von 12 unbehandelten Kindern verglichen.

Im Vergleich mit der Kontrollgruppe nahm die durchschnittliche Protrusion der Mandibula von 3,9 mm am Ende der Behandlung auf unsignifikante 1,5 mm ab am Ende des Beobachtungszeitraumes. Jedoch verstärkte sich die posteriore Wirkung von 1,5 mm auf den Oberkiefer am Ende der Behandlung während der Beobachtungszeit auf 2,3 mm. Dieser Effekt kompensierte teilweise die Rezidivneigung des Unterkiefers, so dass von 5,4 mm nach der Behandlung 3,8 mm blieben.

Die Remodellierung des Oberkiefers könnte langfristig eher auf die Behandlung ansprechen als das mandibuläre Kondylarwachstum. Eine verlängerte Retentionsphase mittels Aktivator über mehrere Jahre ist nötig, um nach Herbst-Behandlung das Rezidiv zu minimalisieren (Wieslander 1993).

Cook et al. untersuchten 1994 die vertikale Dimension bei Anwendung eines zervikalen Headgear und eines unteren Utility-Bogen.

Drei Gruppen zu jeweils 30 Kindern wurden gebildet. Die erste Gruppe wurde mit Headgear und unterem Utility-Bogen behandelt (mittleres Alter 9,7 Jahre, mittlere Behandlungszeit 1,4 Jahre), die zweite nur mit zervikalem Headgear (mittleres Alter 8,6 Jahre, mittlere Behandlungszeit 1,6 Jahre) und die dritte diente als unbehandelte Kontrollgruppe (mittleres Alter 9,1 Jahre, mittlere Beobachtungszeit 1,5 Jahre).

Bei beiden behandelten Gruppen wurde eine signifikante Reduktion der maxillären Protrusion an Punkt A festgestellt, während in der unbehandelten Gruppe ein Vorwärtswachstum an diesem Punkt stattfand.

Die zweite Gruppe wies eine signifikant größere Abwärtsrotation des Palatinalplanums auf verglichen mit der unbehandelten Gruppe.

Der mittlere Oberkieferinzisivus wurde in Gruppe 1 signifikant prokliniert und in Gruppe 2 signifikant rekliniert im Vergleich der beiden Gruppen miteinander.

Die oberen ersten Molaren zeigten eine signifikante Distalisierung in beiden behandelten Gruppen ohne eine über das normale Wachstum hinausgehende Extrusion.

Die mandibulären skelettalen Parameter zeigten keine signifikanten Veränderungen nach der Behandlung im Vergleich der Gruppen miteinander. Der untere erste Molar wurde in der ersten Gruppe signifikant distalisiert, während er in den beiden anderen Gruppen signifikant mesialisiert wurde. Keiner der allgemein üblichen Parameter, wie z.B. die Y-Achse, sagt genau die Rotation der Mandibula voraus (Cook et al. 1994).

In einer prospektiven randomisierten klinischen Studie wurden 1994 von Ghafari et al. die Veränderungen der Zahnbogenbreite in der Frühbehandlung der Klasse II,1 mit Headgear und Funktionsregler in Abhängigkeit vom Schweregrad untersucht.

Es wurden 43 Kinder im Alter von 7-13 Jahren zufällig auf die beiden Gruppen Headgear (21 Kinder) und Funktionsregler (22 Kinder) verteilt bei einer Behandlungszeit von bis zu 22 Monaten.

Es wurde kein Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Dysgnathie und der Behandlung festgestellt.

Beim Headgear entsteht eine mesiobukkale Rotation der Molaren während der Behandlung. Bereits nach 4 Monaten ist der durchschnittliche interkanine Abstand beim Headgear signifikant höher, während es beim Funktionsregler der intermolare Abstand ist.

Diese beiden Ergebnisse belegen den unterschiedlichen Abschirmeffekt der Apparaturen auf die Weichteile und dokumentieren den Einfluss der Wangen- und Lippenmuskulatur auf die Zahnstellung (Ghafari et al. 1994).

Cura et al. verglichen 1996 die Wirkungsweise dreier unterschiedlicher funktioneller Apparaturen bei Klasse II.

Es wurden 27 Kinder mittleren Alters von 12 Jahren durchschnittlich 0,6 Jahre mit der Bass-Apparatur, 20 Kinder mittleren Alters von 9,8 Jahren durchschnittlich 1,5 Jahre mit der Aktivator-Headgear-Kombination und 17 Kinder mittleren Alters von 9,9 Jahren durchschnittlich 1,5 Jahre mit dem Aktivator behandelt.

Der SNA-Winkel verringerte sich signifikant, in der Bass-Gruppe um $-0,72^\circ$ und in der Aktivator-Headgear-Gruppe um $-0,88^\circ$; keine Veränderung gab es in der Aktivator-Gruppe. Der Overjet nahm in der Bass-Gruppe um 5,85 mm, in der Aktivator-Headgear-Gruppe um 4,82 mm und in der Aktivator-Gruppe um 5,88 mm ab. Die Verbesserung der Bisslage von 5,8 mm in der Bass-Gruppe war größer als 3,22 mm in der Aktivator-Headgear-Gruppe und als 2,76 mm in der Aktivator-Gruppe.

Es wurden größere skelettale Verbesserungen in sagittaler Richtung in der Bass- und in der Aktivator-Headgear-Gruppe im Vergleich zur Aktivator-Gruppe erreicht. Die Bass-Apparatur war wirkungsvoller zur Kontrolle von unerwünschten Nebenwirkungen wie der Proklination der Unterkieferschneidezähne und Reklination der Oberkieferschneidezähne. Eine unerwünschte Labialkipfung der Unterkieferschneidezähne wurde auch von der Aktivator-Headgear-Kombination verhindert. Die langfristige Stabilität der Ergebnisse bliebe noch zu erforschen (Cura et al. 1996).

Die Veränderungen des Zahnbogens durch einen Headgear mit zervikalem Zug und gedehntem Innenbogen zur Korrektur der Klasse II wurden von Kirjavainen et al. in einer Follow-up-Studie 1997 untersucht. Es wurden 40 Kinder mittleren Alters von 9,3 Jahren im Schnitt 1,8 Jahre behandelt, wobei bei allen eine Klasse I-Verzahnung erreicht wurde.

Der durchschnittliche Overjet nahm um 2,2 mm signifikant ab, der Overbite veränderte sich kaum. Engstände im Oberkiefer hatten 20 % der Kinder, von denen 88 % korrigiert wurden.

Der annualisierte Zuwachs im interkaninen und intermolaren Bereich war bis auf den interkaninen Abstand im Unterkiefer bei Jungen signifikant höher als bei normalen unbehandelten Kontrollen (Huggare et al. 1993). Mit zunehmender Behandlungszeit nahm der intermolare Abstand signifikant zu. Die Zahnbogenlängen im Oberkiefer waren auch signifikant erhöht, die des Unterkiefers aber nicht.

Die Behandlung durch den Headgear mit zervikalem Zug verursacht nicht mehr Extrusion der Oberkiefermolaren als bei normalem Wachstum. Die

Verbreiterung des Oberkiefers wird von einer spontanen Verbreiterung des Unterkiefers begleitet (Kirjavainen et al. 1997).

Die Wirkung der Frühbehandlung auf skelettale Muster der Klasse II wurde von Tulloch et al. 1997 in einer prospektiven randomisierten klinischen Studie untersucht.

Es wurden 52 Kinder mit Headgear, 53 Kinder mit Bionator behandelt und untereinander und mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe von 61 Kindern verglichen. Das durchschnittliche Alter betrug in allen Gruppen 9,4 Jahre.

Nach 15 Monaten Frühbehandlungszeit in der Phase I wurden die erzielten Ergebnisse der Gruppen miteinander verglichen, wobei sich nach Bedarf eine Weiterbehandlung im bleibenden Gebiss (Phase II) mit anschließender Retention (Phase III) anschließen konnte.

Etwa 80 % (Headgear 76 %, Bionator 93 %) der behandelten Kinder zeigten eine günstige Antwort gegenüber 31 % der Kontrollgruppe bei einer großen individuellen Variabilität in allen Gruppen. Beide Geräte reduzierten in ähnlichem Ausmaß den skelettalen Schweregrad der Klasse II, aber der Wirkungsmechanismus war unterschiedlich. In der Headgear-Gruppe zeigte sich eine beschränkte Vorwärtsbewegung des Oberkiefers und in der Bionator-Gruppe eine größere Zunahme der Länge und eine Vorwärtspositionierung des Unterkiefers. Ob diese Veränderungen erhalten werden können und ob sie Einfluss haben auf das endgültige Ergebnis, bleibt noch zu untersuchen (Tulloch et al. 1997a).

Die Einflüsse auf das Ergebnis der Frühbehandlung der Klasse II wie initialer Schweregrad, Alter, Wachstumsmuster und Compliance wurden 1997 von Tulloch et al. in einer prospektiven, randomisierten Studie anhand der annualisierten Reduzierung des ANB-Winkels untersucht.

Es ließ sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den möglichen Einflussfaktoren und der Veränderung des ANB-Winkels nachweisen. Die Antwort auf die Frühbehandlung unterscheidet sich signifikant

vom Wachstum unbehandelter Kinder mit Klasse II. Die weite Variation unterstreicht die Wichtigkeit gut kontrollierter Studien, um die Kinder mit der größten Wahrscheinlichkeit einer günstigen Antwort auszuwählen (Tulloch et al. 1997b).

In der Frühbehandlung der Klasse II,1 wurde von Ghafari et al. 1998 in einer randomisierten prospektiven klinischen Studie die Wirkung des Headgears mit der des Fränkel-Funktionsreglers verglichen.

Von anfänglich 84 Kindern im Alter von 7-14 Jahren wurden 21 wegen fehlender Kooperation ausgeschlossen, 35 Kinder wurden mit einem Headgear und 28 Kinder mit einem Funktionsregler durchschnittlich 2 Jahre behandelt.

Skelettale Wirkung: Die Reduktion des ANB-Winkels war mit dem Headgear fast doppelt so hoch, der mittlere Winkel zwischen dem Mandibularplanum und der Schädelbasis nahm signifikant zu.

Dentale Wirkung: Verbesserungen der Molaren- und Eckzahnbeziehungen Richtung Neutralokklusion war beim Headgear signifikant höher, ebenso der interkanine Abstand und der Raumgewinn in der Front im Oberkiefer.

Headgear und Funktionsregler sind beide zur Behandlung gleichermaßen geeignet, haben aber unterschiedliche Wirkung. Beide Apparaturen stimulieren das Unterkieferwachstum. Der Funktionsregler schränkt das Oberkieferwachstum ein, rekliniert die Oberkieferinzisivi, prokliniert die Unterkieferinzisivi und positioniert den Unterkiefer vorwärts. Der Headgear distalisiert die Maxilla und die Molaren, aber nicht die Inzisivi.

Die Behandlung in später Kindheit ist genauso effektiv wie im mittlerem Kindesalter, die optimale Behandlungszeit läge im späten Wechselgebiss, jedoch könnte im Einzelfall früheres Eingreifen nötig sein, wie beim Kreuzbiss im Seitenzahnbereich, bei Gefahr des Frontzahntraumas, bei vorzeitigem Zahnverlust oder bei Gefahr einer parodontalen Schädigung. Im Fall einer schweren Distalbisslage könnte eine komplette dentoalveoläre Korrektur bei der Behandlung im späten Wechselgebiss nicht garantiert werden (Ghafari et al. 1998a).

Ghafari untersuchte 1998 prospektiv und randomisiert den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des Erscheinens der bleibenden Zähne und Veränderungen in der sagittalen Okklusion anhand des Patientenkollektivs von Ghafari et al. 1998a.

Der Durchtritt eines bleibenden Zahnes wurde auf einer Skala von 1 bis 3 bewertet.

Der Durchtritt der zweiten Prämolaren und der zweiten Molaren hatte bei beiden Gruppen keinen Einfluss auf die Einstellung einer Klasse I. Die Verbesserung der Klasse II zur Neutralokklusion wird nicht vom Zeitpunkt des Erscheinens dieser Zähne beeinflusst (Ghafari 1998).

Sagittale skelettale und dentale Veränderungen nach früher Klasse II-Behandlung mit Headgear/Bissplatte oder Bionator wurden in einer prospektiven longitudinalen randomisierten Studie von Keeling et al. 1998 untersucht.

Die Zielsetzung bestand darin zu erforschen, ob das Wachstum beeinflusst werden kann und falls ja, ob das normale Wachstum die Wirkung zunichte machen würde, ob eher dentale oder skelettale Rezidive sich ereignen und ob Retention benötigt wird.

Mit dem Headgear wurden 90 Kinder und dem Bionator 78 Kinder behandelt, beide Gruppen jeweils mit einem mittleren Alter von 9,7 Jahren und mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe von 81 Kindern verglichen. Der variablen Behandlungszeit schloss sich eine sechsmonatige Retentions- bzw. Nichtretentionsphase und eine sechsmonatige Folgezeit an.

Es wurde kein Unterschied festgestellt bezüglich des Alters, des Geschlechtes, der Rasse, des initialen Schweregrades und des Winkels des Mandibularplanums zwischen den beiden behandelten Gruppen.

Sowohl der Bionator als auch der Headgear reduzierten signifikant den Overjet und bewegten die Oberkieferzähne nach posterior, beide verbesserten dental und skelettal die Klasse II-Beziehungen, wobei die Zahnbewegungen der Headgear-Gruppe mit und ohne Retention und der Bionator-Gruppe ohne Retention signifikant öfter rezidierten.

Die skelettalen Veränderung in beiden Gruppen waren 1 Jahr nach Behandlungsende stabil, während Zahnbewegungen rezidierten. Beide Apparaturen vergrößerten das mandibuläre Wachstum ohne Rezidiv.

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den mit oder ohne Retention behandelten Gruppen, möglicherweise sollte eine andere Art der Retention in Betracht gezogen werden. Wichtig ist, dass die Retention nicht benötigt wird, um ein skelettales Rezidiv zu verhindern, sondern nur zur Verhinderung des dentalen (Keeling et al. 1998).

Im Jahre 1998 untersuchten Tulloch et al. den Nutzen früher Klasse II- Behandlung in einer prospektiven zweiphasigen randomisierten Studie. Sie gingen der Frage nach, ob das Wachstumsmuster verändert werden kann und wenn dies der Fall wäre, ob es letztendlich einen signifikanten Unterschied ausmachen würde.

In der ersten Phase wurden 166 Kinder mit einem mehr als 7 mm großen Overjet im mittleren Alter von 9,9 Jahren zufällig auf die drei Gruppen Headgear (52 Kinder), Bionator (53 Kinder) und unbehandelte Kontrollgruppe (61 Kinder) verteilt. Dabei wurde die Frühbehandlung mit unterschiedlichen Apparaturen und mit unbehandelten Kontrollen verglichen. Die mittlere Behandlungszeit betrug 15 Monate.

In der zweiten Phase wurden davon 147 Kinder festsitzend behandelt und die Ergebnisse zweiphasiger Behandlung mit denen einphasiger verglichen.

In der ersten Phase wiesen beide Gruppen eine signifikante Reduzierung des ANB-Winkels auf, in der Headgear-Gruppe durch Veränderung im Oberkiefer und in der funktionellen Gruppe durch mandibuläres Wachstum. Bei einer hohen individuellen Variabilität zeigten 75 % der frühbehandelten Kinder eine günstige skelettale Antwort.

Die Behandlungszeit mit festsitzenden Geräten war kürzer für die frühbehandelten Kinder, bei einer deutlich längeren Gesamtbehandlungszeit. Es korrelierte weder der initiale Schweregrad mit der Dauer der festsitzenden Behandlung, noch die Dauer der Behandlung mit dem erzielten Ergebnis. Der

mittlere PAR-Index war am Ende der Phase 2 bei den frühbehandelten Kindern ähnlich wie bei den spät behandelten.

Die skelettale Wirkung der Frühbehandlung wird wahrscheinlich nicht erhalten. Möglicherweise beeinflusst die Frühbehandlung die Extraktions- und Chirurgierate in der späteren Behandlungsphase. Engere Indikationen wären hilfreich, um ganz gezielt Patienten auswählen zu können, die besonders gut auf die Frühbehandlung ansprechen (Tulloch et al. 1998).

Die Effektivität der Frühbehandlung mittels Headgear/Bissplatte bzw. Bionator und der Einfluss verschiedener Faktoren auf das Behandlungsergebnis wurden von Wheeler et al. 2002 in einer prospektiven, longitudinalen, randomisierten klinischen Studie untersucht am Patientenkollektiv von Keeling et al. 1998.

Mit dem Bionator wurden 79 Kinder und dem Headgear 90 Kinder behandelt, beide Gruppen jeweils mit einem mittleren Alter von 9,7 Jahren und mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe von 79 Kindern verglichen. Als Behandlungserfolg wurde eine Klasse I-Verzahnung definiert. Drei initiale Schweregrade wurden in Prämolarenbreite (Pb) festgelegt: Leicht (beidseitig 0,5 Pb), mittel (einseitig 0,75 Pb) und schwer (einseitig 1 Pb) Distalbisslage.

Der variablen Behandlungszeit schloss sich eine sechsmonatige Retentions- bzw. Nichtretentionsphase und eine sechsmonatige Folgezeit an.

Erreichen des Behandlungsziels der behandelten Kinder in Abhängigkeit vom initialen Schweregrad war festzustellen bei 65 % der leichten, 49 % der mittleren und 29 % der schweren Ausprägung, bei der unbehandelten Kontrollgruppe waren es 30 % der leichten, 10 % der mittleren und 3 % der schweren Ausprägung.

Die Retention schien nur wenig erfolgreich zu sein, ein Rezidiv trat bei 32 % der Kinder mit Retention auf gegenüber 42 % der Kinder ohne Retention.

Eine hohe Korrelation zwischen dem erreichten Behandlungsergebnis und der Compliance war in beiden behandelten Gruppen festzustellen, ebenso korrelierte das Behandlungsergebnis mit einem initial niedrigeren Overjet und dem skelettalen Alter.

Ein Jahr nach Behandlungsende waren skelettale Veränderungen stabil, während dentale Veränderungen eher rezidierten. Vier signifikante Variablen sagen im mathematischen Modell ein Rezidiv voraus: Der Behandlungserfolg, die Rassenzugehörigkeit, das Behandlungsziel und die Geschlechtszugehörigkeit.

Das Erreichen des Behandlungsziels von weniger als $\frac{3}{4}$ Prämolarenbreite Distalbisslage auf jeder Seite war median bei 83 % der Bionator-Gruppe gegeben, bei 100 % der Headgear-Gruppe und nur bei 14 % der unbehandelten Kontrollgruppe, das Erreichen einer regelrechten Verzahnung in den einzelnen Gruppen lag bei 44 % in der Bionator-Gruppe, bei 62 % in der Headgear-Gruppe und bei 8 % in der unbehandelten Kontrollgruppe.

Beide Geräte sind erfolgreich in der Klasse II-Frühbehandlung, der Headgear stellt sich als dem Bionator überlegen heraus (Wheeler et al. 2002).

Die dentoalveolären Veränderungen nach einphasiger Behandlung wurden von King et al. 2003 mittels des PAR-Indexes mit den Ergebnissen nach zweiphasiger Behandlung am Patientenkollektiv von Keeling et al. 1998 verglichen.

Es gab zwischen den einzelnen Gruppen keine signifikanten Unterschiede bezüglich des PAR-Wertes am Anfang (21,5, bzw. 20,5 und 21,9) und am Ende der Behandlung (5,3, bzw. 6 und 6), was einer Veränderung gegenüber dem Ausgangswert von 72,9 %, 67 %, bzw. 69,3 % entspricht. Vor Behandlungsbeginn der Phase 2 wiesen die beiden frühbehandelten Gruppen statistisch signifikant niedrigere PAR- Werte auf (16,3, bzw. 17,7) als die einphasige noch unbehandelte Gruppe (22). Die sechsmonatige Retention nach der Frühbehandlung hatte keinen Einfluss auf das Ergebnis. Es gab signifikante Unterschiede in den PAR-Werten vor und nach der Phase 2 bezüglich des initialen Schweregrades mit größeren Verbesserungen bei den leichteren initialen Schweregraden. Das vertikale Wachstumsmuster korrelierte weder bei den zweiphasigen noch bei der einphasigen Gruppe mit dem PAR-Wert am Ende der Behandlung.

Diese Ergebnisse unterstützen nicht die Hypothese, dass unterschiedliche dentoalveoläre Ergebnisse erzielt werden bei zweiphasiger und einphasiger Behandlung (King et al. 2003).

In einer prospektiven randomisierten longitudinalen Studie wurde das Frontzahntrauma bei Kindern mit einem Overjet von 7 mm oder mehr im Wechselgebiss von Koroluk et al. 2003 untersucht.

Die Kinder wurden in drei Gruppen eingeteilt: Headgear, modifizierter Bionator und eine später behandelte Kontrollgruppe.

Zu Studienbeginn wiesen bereits 29,1 % der Kinder ein Frontzahntrauma auf, was nicht signifikant mit dem dentalen Alter korrelierte. Während der Phase 1 gab es eine Zunahme von Traumata in allen drei Gruppen (Headgear 4 Fälle, Bionator 3 Fälle und unbehandelte Kontrolle 9 Fälle), aber die Zunahme war in der Gruppe, in der die Behandlung aufgeschoben worden war, nicht signifikant größer als in den beiden anderen, jedoch wiesen die Headgear-Gruppe und die unbehandelte Kontrollgruppe signifikant höhere Werte auf als zu Beginn der Behandlung. Während der zweiten Phase kamen in der Headgear-Gruppe 4, in der Bionator-Gruppe 5 und in der ehemals unbehandelten Kontrollgruppe 12 neue Trauma dazu. Der Zuwachs an Traumata während der Phase 2 erreicht nur in der ehemals unbehandelten Kontrollgruppe signifikante Werte, aber nicht im Vergleich der drei Gruppen miteinander.

Die Wahrscheinlichkeit, ein Trauma zu erleiden während der beiden Behandlungsphasen, beträgt in der Headgear-Gruppe 16,7 %, in der funktionellen Gruppe 17,7 % und in der einphasigen Kontrollgruppe 40,2 %.

Die Verletzungen waren jedoch gering und die Kosten der Behandlung des Traumas waren geringer, verglichen mit den Kosten einer zweiphasigen kieferorthopädischen Behandlung.

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass eine Behandlung, die auf die Reduktion des Traumas abzielt, sehr bald nach dem Durchtritt der Oberkieferschneidezähne beginnen sollte. (Koroluk et al. 2003).

Tulloch et al. untersuchten 2004 die Unterschiede zwischen zweiphasiger und einphasiger Behandlung nach Abschluss der Phase 2 am Patientenkollektiv von Tulloch et al. 1997a.

Günstige Veränderungen des Wachstums waren bei etwa 75 % der behandelten Kinder festzustellen. Die Frühbehandlung hatte eine nur geringe Wirkung auf das Ergebnis nach der Folgebehandlung wie skelettale Veränderungen, Stellung oder Okklusion der Zähne und die Komplexität der Folgebehandlung. Während der Phase 2 ging der durch die Frühbehandlung erzielte Vorsprung aus Phase 1 verloren und am Ende der festsitzenden Behandlung gab es zwischen den drei Gruppen keine signifikanten Unterschiede bezüglich sagittaler und vertikaler skelettaler und dentaler Parameter.

Es scheint, dass die zweiphasige Behandlung, die im Wechselgebiss begonnen wird, klinisch nicht effizienter ist, als die einphasige Behandlung, die im frühen bleibenden Gebiss begonnen wird, da sie keine Reduzierung der zweiten, festsitzenden Phase erzielt und auch nicht den Anteil komplexerer Behandlung wie Extraktionen oder Kieferchirurgie vermindert (Tulloch et al. 2004).

Im Zeitraum von 1983 bis 2003 erschienen zur Klasse II-Behandlung ohne Headgear-Anwendung 16 relevante Studien. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter liefern die Tabellen 7 und 8.

Tab. 7: Klasse II-Studienübersicht bei Behandlung ohne Headgear-Anwendung

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Beh. in Mon.	Beob. in J.	Effekt
Owen	1983	Zahnbogenbreite	V		27	F	9,6	21,5	5	SsDd
					20	Ku	9 - 10		5	
Owen	1986	Weichgewebsprofil	T		50	F	9,2	21,5		SoDo
					50	M	11,5	27,5		(S)oDo
Pancherz	1994	Stabilität - Rezidiv	A	l	31	HE	v PWG	6 - 8	5 - 10	Dd
					24	HE	n PWG	6 - 8	5 - 10	(Dd)
Livieratos u. Johnston	1995	Einphasig-zweiphasig, funktionelle Behandl.	A		25	B, M	10,4	50		SsDo
					28	M	11,4	31		SsDo
McKnight et al.	1998	Zweiphasig, PAR	V	l	27	fu, M			9	Dd
Mills u. McCulloch	1998	Twin Block	V		28	T	9,1	14		SsDd
					28	Ku	9,1		1,1	
Ehmer et al.	1999	Internat. Vergleich, Phase 1	T	p, r		fu	9,5	15		0s
						fu	9,8	15		0s
						Ku	9,5			
Pangrazio-Kulbersh et al.	1999	Erfassung durch PAR	V		66		9,8			Dd

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (l), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Bionator (B), Fränkel-Funktionsregler (F), andere funktionelle Geräte (fu), Herbst-Apparatur (HE), Multiband (M), Twin-Block (T), unbehandelte Kontrollen (Ku)

Mittleres Alter: vor dem pubertären Wachstumsgipfel (v PWG), nach dem pubertären Wachstumsgipfel (n PWG)

Effekt: skelettal Oberkiefer (S), skelettal Unterkiefer (s), dental Oberkiefer (D), dental Unterkiefer (d), untersucht, aber kein Effekt im Oberkiefer (0), bzw. Unterkiefer (o), Effekt in Klammern bedeutet, dass diese Behandlung effektiver ist als die Alternative

Tab. 8: Klasse II-Studienübersicht bei Behandlung ohne Headgear-Anwendung (Fortsetzung von Tab. 7)

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Beh. in Mon.	Beob. in J.	Effekt
Baccetti et al.	2000	Zeitpunkt, frühes -	A		21	T	9	14		0sDd
		spätes Wechselgebiss			16	Ku	9,1		1,3	
					15	T	12,9	15		0(sDd)
					14	Ku	13,6		1,3	
Rodrigues et al.	2002a	Bionator-Fränkell	T		22	B	10,7	16		0sDd
		Fränkell - Wirkung	V		22	F	9	17		0sDd
						22	Ku	8,6		1,1
von Bremen u. Pancherz	2002	Effizienz	A		54	fu/HE	fr Wg	57		Dd
		Vergleich mittels PAR,			104	fu/HE/M	sp Wg	33		Dd
		einphasig-zweiphasig			46	HE/M	bl G	21		(Dd)
Lisson u. Tränkmann	2002	Effektivität DVP	V	I	40	DV	10	53		SsDd
					80	Kn	9 - 11			
Faltin et al.	2003	Langzeiteffektivität	A	I	13	B, M	9,7	22	5,8	0o0d
		Bionator			11	Ku	9,4		7	
					10	B, M	10,8	28	6	0(s)0(d)
					10	Ku	11,2		6,1	
Lisson u. Tränkmann	2003	Zeitpunkt, frühes -	A		43	DV	9,3	53		
		spätes Wechselgebiss			26	DV	11,7			
O'Brien et al.	2003	Effektivität Twin Block	V	p, r	89	T	9,7	15		SsDd
					84	Ku	9,8			

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Bionator (B), Doppelvorschubplatte (DV), Fränkell-Funktionsregler (F), andere funktionelle Geräte (fu), Herbst-Apparatur (HE), Multiband (M), Twin-Block (T), normale Kontrollen (Kn), unbehandelte Kontrollen (Ku)

Mittleres Alter: frühes Wechselgebiss (fr Wg), spätes Wechselgebiss (sp Wg), bleibendes Gebiss (bl G)

Effekt: skelettal Oberkiefer (S), skelettal Unterkiefer (s), dental Oberkiefer (D), dental Unterkiefer (d),

untersucht, aber kein Effekt im Oberkiefer (0), bzw. Unterkiefer (o),

Effekt in Klammern bedeutet, dass diese Behandlung effektiver ist als die Alternative

3.1.2.2. Studien ohne Headgear-Anwendung

Owen untersuchte 1983 die morphologischen Veränderungen in transversaler Richtung bei der Behandlung mit dem Fränkel-Funktionsregler. Es wurden 50 Patienten mittleren Alters von 9,6 Jahren, von denen 21 zur Klasse I gehörten, 27 zur Klasse II und 2 Patienten zur Klasse III, wegen Engstand, ausgeprägtem Overjet, Overbite oder offenem Biss behandelt bei einer mittleren Behandlungszeit von 21,5 Monaten. Als Kontrolle dienten 40 Kinder im Alter zwischen 8 und 13 Jahren, 20 wiesen eine Klasse I und 20 eine Klasse II auf.

Die signifikante transversale Dehnung blieb nicht nur auf die dentoalveolären Bereiche der beiden Kiefer beschränkt, sondern umfasste auch die Nasenöffnung, die Oberkiefer- und Unterkieferbreite. Als Gründe dafür wurden die verstärkte Nasenatmung, der Durchtritt der bleibenden Zähne lateral der Milchzähne und die Regulation der perioralen Muskulatur und des M. buccinator zu einem normalen Tonus angeführt.

Der Fränkel-Funktionsregler eröffnet durch die Dehnung des Zahnbogens in transversaler Richtung die Möglichkeit der Frühbehandlung und ermöglicht eine begrenzte aber signifikante Zunahme der Zahnbogenlänge, deren Stabilität noch zu untersuchen wäre. Es könnte die Häufigkeit der Extraktionen von bleibenden Zähnen reduziert werden, die Kooperation des Patienten würde der Schlüssel zur erfolgreichen Behandlung bleiben (Owen 1983).

Owen verglich 1986 zwei Gruppen von jeweils 50 Patienten, die einen wurden mit dem Fränkel-Funktionsregler behandelt, die anderen mit einer Edgewise-Apparatur.

In der Fränkel- (bzw. Edgewise-Gruppe) betrug der mittlere Overjet 7,5 (8,0) mm, das mittlere Alter 9,2 (11,5) Jahre bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 22 (28) Monaten.

Die mittlere Nettoerduzierung des Overjet betrug 5,2 (5,6) mm. Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant. Durchschnittlich wurden die Inzisivi um 1,9 (4,9) mm, der Punkt A um 0,8 (3,0) mm, retrahiert, die Oberlippe um 0,1 mm protrahiert (2,4 mm retrahiert), der Oberlippenwinkel um 1,2° (9,0°)

reduziert, der Nasolabialwinkel nahm um $4,1^\circ$ ab ($2,8^\circ$ zu), Die Gesamtretraktion der Oberkieferinzisivi war 2,7 (7,9) mm. Diese Unterschiede waren hochsignifikant.

Die Edgewise-Apparatur ist effektiver bei der Retrusion des Oberkiefers und der Kontrolle der Torque der Inzisivi, der Funktionsregler bewirkt weniger unerwünschte Lippenretraktion. Bei akzeptabler Lippenästhetik im Oberkiefer könnte der Fränkel-Funktionsregler das Mittel der Wahl sein, bei Patienten mit protrusiver Lippe wäre die Retrusion des Oberkiefers sinnvoll (Owen 1986).

Die Langzeiteffekte der Herbst-Apparatur wurden 1994 von Pancherz bei 31 Patienten mit Frühbehandlung vor dem Gipfel des pubertären Wachstumsschubes und 24 Patienten mit Spätbehandlung nach dem Gipfel des pubertären Wachstumsschubes analysiert.

Die aktive Behandlungszeit betrug 6-8 Monate, eine Reevaluation erfolgte 5-10 Jahre später, wobei stabile und rezidierte Fälle miteinander verglichen wurden. Bei der Nachuntersuchung 5-10 Jahre nach Behandlungsabschluss rezidierte der Overjet bei 36 % der frühen und 8 % der späten Fälle. Bezüglich der Bisslage waren Rezidive bei 29 % der frühen, jedoch bei keinem der späten Fälle festzustellen. Die Hauptursache des Rezidivs scheint sich aus der im Wechselgebiss instabilen Okklusion abzuleiten sowie aus dem Fortbestehen einer Lippen-Zungendysfunktion. Geringeren Einfluss hatte ein ungünstiges Wachstumsmuster.

Instabile okklusale Verhältnisse waren bei 67 % der Molaren Rezidivfälle und bei 38 % der Rezidive des Overjet zu verzeichnen, während in keinem der stabilen Fälle eine instabile Okklusion vorhanden war. Bei stabiler Klasse I-Interkuspitation übertragen die Oberkieferzähne maxilläre Wachstumskräfte auf den Unterkiefer und umgekehrt.

In Bezug auf die posttherapeutische Stabilität ist der günstigste Zeitpunkt für die Herbst-Behandlung die Periode des bleibenden Gebisses und eine skelettale Reife jenseits des pubertären Wachstumsgipfels. Eine stabile funktionelle Okklusion nach einer kieferorthopädischen Behandlung könnte eine größere

Bedeutung für das Endergebnis haben als der posttherapeutische Wachstumsverlauf (Pancherz 1994).

Livieratos und Johnston verglichen 1995 die Ergebnisse einer zweiphasigen Behandlung mit Bionator und Edgewise mit denen einer einphasigen konventionellen Behandlungsmethode.

Es wurden 25 Kinder mittleren Alters von 10,4 Jahren im Durchschnitt 50 Monate behandelt und mit 28 Kindern mittleren Alters von 11,4 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 31 Monaten verglichen. Bei der Auswertung wurden die Ausreißer nicht berücksichtigt, es wurden die mittleren 75 % ausgewertet.

Am Ende der Behandlungszeit bestand kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. In beiden Gruppen waren die skelettalen Veränderungen verantwortlich für die Korrektur der Bisslage und des Overjet. Die einphasige Edgewise-Behandlung erwies sich als effizienter.

Bei der zweiphasigen Behandlung erfolgt der größte Teil der Bisslagenkorrektur durch die funktionelle Apparatur, die sonstigen Behandlungseffekte verteilen sich annähernd gleichmäßig über beide Phasen (Livieratos u. Johnston 1995).

McKnight et al. untersuchten 1998 das Langzeitergebnis einer zweiphasigen funktionell-festsitzenden Behandlung mittels des PAR-Index.

Nachuntersucht wurden 9 Jahren nach Behandlungsabschluss 27 Patienten und diese Ergebnisse mit den Ergebnissen während der Behandlung verglichen.

Die größten Abnahmen des PAR-Index ereigneten sich während der funktionellen Phase mit 50 %, am Ende der zweiten Phase war der PAR-Index um 83 % niedriger als zu Behandlungsbeginn. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatten die PAR-Werte um 20 % gegenüber dem Ausgangswert signifikant zugenommen, was sich hauptsächlich auf das Rezidiv des Overjet zurückführen ließ.

Diese Ergebnisse stellen die frühe, zweiphasige Behandlung in Frage (McKnight et al. 1998).

Mills und McCulloch untersuchten 1998 die Ergebnisse der Behandlung mittels Twin-Block an 28 Kindern mittleren Alters von 9,1 Jahren, die im Schnitt 14 Monate behandelt wurden und verglichen sie mit unbehandelten altersentsprechenden Kontrollen.

In der behandelten Gruppe betrug die mittlere Längenzunahme des Unterkiefers 6,5 mm und war 4,2 mm größer als in der Kontrollgruppe. Etwa zwei Drittel dieses Effektes war das Ergebnis einer Zunahme der Ramushöhe von 4,1 mm gegenüber 1,2 mm bei der unbehandelten Gruppe. Sowohl die vordere als auch die hintere Gesichtshöhe nahmen während der Behandlung hochsignifikant zu (5,6 mm, bzw. 4,3 mm).

Die Hälfte der Bisslagenkorrektur wurde skelettal durch den Unterkiefer erbracht, die andere Hälfte durch dentoalveoläre Veränderungen beider Kiefer. Dentoalveoläre Effekte trugen in beiden Kiefern auch zur Reduktion des Overjet um insgesamt 5,6 mm bei, wobei sich etwa zwei Drittel davon auf das Vorwärtswachstum des Unterkiefers gründeten (Mills u. McCulloch 1998).

Ein internationaler Vergleich zur Frühbehandlung von Klasse II,1-Dysgnathien mit zwei verschiedenen funktionskieferorthopädischen Apparaturen wurde von Ehmer et al. 1999 als randomisierte Studie im Rahmen einer internationalen Kooperation der Universität von North Carolina und der Universität Münster erstellt.

Selektionskriterien für die Patienten waren eine negative sagittale Frontzahnstufe größer als 7 mm, erste Molaren und Frontzähne durchgebrochen und mehr als 1 Jahr vor dem pubertären Wachstumsgipfel.

Zur deutschen Gruppe gehörten 26 Kinder mittleren Alters von 9,8 Jahren, die mit einem U-Bügel-Aktivator behandelt wurden, zur amerikanischen 53 Kinder mittleren Alters von 9,5 Jahren, die mit einem Balters-Aktivator behandelt wurden und 61 Kinder desselben Alters als unbehandelte Kontrollgruppe. Die mittlere Behandlungsdauer betrug 15 Monate. Zwischen den Gruppen bestanden initial keine signifikanten Unterschiede.

Generell resultierten für beide Therapiegruppen im Vergleich zur nichtbehandelten Kontrollgruppe signifikante Reduktionen der skelettalen mandibulären Klasse II-Parameter.

Die Effekte zweier verschiedener funktioneller Geräte unterschiedlicher Behandler führen zu überraschend gleichen Ergebnissen, internationale Kooperation bei prospektiven, randomisierten Studien ist gut möglich. Erhebliche individuelle Schwankungen sind von großer klinischer Relevanz (Ehmer et al. 1999).

Eine Bewertung des Behandlungsergebnisses der Frühbehandlung durch den PAR-Index wurde von Pangrazio-Kulbersh et al. 1999 unternommen.

Vor und nach der Behandlung wurden 103 Patienten mittleren Alters von 9,8 Jahren, 33 von ihnen Klasse I, 66 Klasse II und 4 Klasse III bewertet.

Der mittlere PAR-Index wurde durch die Behandlung signifikant reduziert. Ihren PAR-Index verbesserten 48 % der Patienten um mindestens 30 %, 20 % verbesserten ihn um 70 %, 32 % gelang es nicht, ihn um mehr als 30 % zu verbessern. Die Klasse I-Patienten reduzierten ihren PAR-Index um durchschnittlich 20 %, die dentale Klasse II um 28 % und die skelettale Klasse II um 26 %.

Es gibt keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Reduzierung des PAR-Index und den Behandlungsmodalitäten (Pangrazio-Kulbersh et al. 1999).

Baccetti et al. untersuchten 2000 die skelettalen und dentoalveolären Veränderungen der Behandlung mit dem Twin-Block in zwei unterschiedlichen Altersstufen, deren Alter mittels Halswirbelreife bestimmt wurden.

Eine frühe Gruppe von 21 Kindern mittleren Alters von 9,0 Jahren mit 1,2 Jahren mittlerer Behandlungszeit wurde mit einer späten Gruppe von 15 Kindern mittleren Alters von 12,9 Jahren mit 1,4 Jahren mittlerer Behandlungszeit verglichen und jeweils auch mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppen.

In der frühen Gruppe wurde eine Verbesserung des Overjet von 4,6 mm und der Bisslage von 4,7 mm erzielt im Vergleich mit der unbehandelten Kontrollgruppe. Der skelettale Anteil der Overjetkorrektur überwog mit 55 % und ließ sich vollständig auf Veränderungen im Unterkiefer zurückführen, der dentale beruhte signifikant auf die Stellungsänderung der Unterkieferschneidezähne. Zur Korrektur der Bisslage waren der skelettale und dentale Anteil annähernd gleich, wobei der Unterkiefer allein für die skelettalen Veränderungen verantwortlich war, während sich die dentalen Veränderungen gleichmäßig auf beide Kiefer verteilten.

In der späten Gruppe wurde eine Verbesserung des Overjet von 5,8 mm und der Bisslage von 4,8 mm erzielt im Vergleich mit der unbehandelten Kontrollgruppe. Der skelettale Anteil der Overjetkorrektur überwog mit 54 % und ließ sich vollständig auf Veränderungen im Unterkiefer zurückführen, der dentale beruhte signifikant überwiegend auf die Stellungsänderung der Unterkieferschneidezähne. Zur Korrektur der Bisslage überwogen die skelettalen Beiträge mit 67 %, wobei sich die Veränderungen größtenteils im Unterkiefer ereigneten, bei dem dentalen Anteil überwogen wieder die Änderungen im Unterkiefer.

Der optimale Zeitpunkt für die Twin-Block-Behandlung ist während oder kurz nach dem Einsetzen des pubertalen Wachstumsschubes. Die späte Behandlung produziert eine günstigere Wirkung wie größeren skelettalen Anteil an der Korrektur der Bisslage, größere Zunahme der Unterkieferlänge und der Unterkieferasthöhe und eine rückwärtigere Ausrichtung des Kondylarwachstums. Die Bedeutung der individuellen Bestimmung der skelettalen Reife und des Einsetzens des pubertären Wachstumsschubes wird als ein fundamentales diagnostisches Mittel zur Entscheidungsfindung bei der Behandlungsplanung betont (Baccetti et al. 2000a).

Rodrigues de Almeida et al. untersuchten 2002 die skelettalen und dentoalveolären Veränderungen der Klasse II bei Anwendung des Fränkel-Funktionsreglers und des Bionators.

Mit dem Fränkel-Funktionsregler wurden 22 Kinder mittleren Alters von 9 Jahren durchschnittlich 17 Monate und mit dem Bionator 22 Kinder mittleren Alters von 10,7 Jahren durchschnittlich 16 Monate behandelt und mit 22 unbehandelten Klasse II-Kindern mittleren Alters von 8,6 Jahren, die durchschnittlich 13 Monate beobachtet wurden, verglichen.

Keine der beiden Apparaturen hemmte signifikant das Oberkieferwachstum oder veränderte signifikant das Wachstumsmuster. Beide Apparaturen zeigten signifikante Zunahmen des Unterkieferwachstums und der Unterkiefervorwärtsbewegung, wobei die Zunahmen in der Bionator-Gruppe größer waren. Beide behandelten Gruppen zeigten eine Verbesserung der Bisslage. In der Bionator-Gruppe war eine verstärkte Zunahme der hinteren Gesichtshöhe festzustellen. Beide Geräte bewirkten eine ähnliche Labialkipfung und Protrusion der Unterkieferschneidezähne, Lingualneigung und Retrusion der Oberkieferschneidezähne und eine signifikante Zunahme der unteren hinteren dentoalveolären Höhe.

Die Hauptwirkung des Fränkel-Funktionsreglers und des Bionators sind dentoalveolär, mit einer kleinen, aber signifikanten skelettalen Wirkung. Die Klasse II-Korrektur kann mit jedem dieser Geräte erreicht werden (Rodrigues de Almeida et al. 2002a).

Eine Bewertung dentoalveolärer und skelettaler Veränderungen durch den Fränkel-Funktionsregler wurde von Rodrigues de Almeida et al. 2002 am Patientenkollektiv von Rodrigues de Almeida et al. 2002a durchgeführt.

Der Fränkel-Funktionsregler verursachte eine signifikante Zunahme der Unterkieferlänge, aber keine signifikanten Veränderungen des Oberkieferwachstums. Die unteren Inzisivi wurden nach labial gekippt, die oberen nach palatinal bei einer signifikanten Zunahme der hinteren dentoalveolären Höhe der Mandibula. In beiden Gruppen zeigte sich eine leichte Abwärtsrotation des Palatinalplanums.

Die Hauptwirkung des Fränkel-Funktionsreglers erfolgt dentoalveolär mit einem kleinen aber signifikanten skelettalen Effekt auf die Mandibula (Rodrigues de Almeida et al. 2002b).

Von Bremen und Pancherz verglichen 2002 die Effizienz früher und später Klasse II-Behandlung, wobei sie Effizienz definierten als kürzere Behandlung bei einem besseren Ergebnis.

Mit einem anfänglichen mittlerem PAR-Wert von 29 verteilten sich 204 Patienten auf 3 Gruppen: 54 wurden im frühen Wechselgebiss (DS 2), 104 im späten Wechselgebiss (DS 3) und 46 im bleibenden Gebiss (DS 4) behandelt. Insgesamt wurde eine durchschnittlichen PAR-Reduzierung von 21 Punkten (73 %) erreicht. Mit zunehmender Zahnentwicklung erhöhten sich die anfänglichen PAR-Werte: DS 2 (26 Punkte), DS 3 (29 Punkte), DS 4 (32 Punkte). Die Behandlungsdauer nahm mit zunehmender Zahnentwicklung ab: DS 2 (57 Monate), DS 3 (33 Monate) und DS 4 (21 Monate). Patienten die ausschließlich mit festsitzenden Apparaturen behandelt wurden, hatten eine kürzere Behandlungsdauer (Herbst 19 Monate, Multiband 24 Monate) als Patienten mit funktionellen Apparaturen (38 Monate) oder einer Kombination (49 Monate).

Die Verbesserung des PAR-Wertes nahm mit zunehmender dentaler Entwicklung zu: DS 2 (17 Punkte, 64 %), DS 3 (19 Punkte, 73 %) und DS 4 (24 Punkte, 77 %). Statistisch signifikant ist nur der Unterschied zwischen DS 2 und DS 4.

Patienten, die ausschließlich mit festsitzenden Apparaturen behandelt wurden, hatten eine größere Verbesserung des PAR-Wertes (77 %) als Patienten mit funktionellen Apparaturen (60 %) oder einer Kombination (71 %). Diese Unterschiede sind nicht statistisch signifikant.

Als Schlussfolgerung ist die Behandlung der Klasse II,1, sowohl was die Dauer als auch das Ergebnis anbelangt, effizienter im bleibenden Gebiss als im frühen Wechselgebiss (von Bremen u. Pancherz 2002).

Die Behandlungseffekte mit Doppelvorschubplatte wurden von Lisson und Tränkmann 2002 in einer longitudinalen Studie untersucht.

Es wurden 40 Kinder mittleren Alters von 10 Jahren im Mittel 53 Monate einschließlich Retention behandelt und mit einer altersentsprechenden normalen Kontrollgruppe von 80 Kindern verglichen.

Es kam zur signifikanten Verkleinerung der sagittalen und vertikalen Frontzahnstufe, zu einer signifikanten Verkleinerung des SNA-Winkels, des ANB-Winkels und zu einer signifikanten Vergrößerung des SNB-Winkels. Der Behandlungseffekt war auf den Oberkiefer größer als auf den Unterkiefer. Die Schneidezähne des Oberkiefers wurden signifikant retrudiert, die des Unterkiefers signifikant protrudiert.

Die mittleren Veränderungen unterscheiden sich nur wenig von dem, was an physiologischem Wachstum zu erwarten gewesen wäre. Vermutlich löst die durch die Doppelvorschubplatte übertragene Kraft eine reine Wachstumshemmung des Oberkiefers aus anstelle einer Stimulation des Unterkieferlängenwachstums. Daraus ergibt sich eine strenge Indikation für die Anwendung (Lisson u. Tränkmann 2002).

Faltin et al. untersuchten 2003 die Langzeiteffekte und den optimalen Zeitpunkt der Bionator-Behandlung vor und während des pubertalen Wachstumsschubes. Eine frühe Gruppe mittleren Alters von 9,7 Jahren und eine späte Gruppe mittleren Alters von 10,8 Jahren wurden jeweils 22 bzw. 28 Monate behandelt und dann sowohl direkt nach der Behandlung, als auch nach einer Beobachtungszeit von etwa 6 Jahren nach Behandlungsabschluss mit unbehandelten altersentsprechenden Kontrollen verglichen.

In der frühen Gruppe ergab sich eine signifikante Verbesserung des Overjet um 3,2 mm und eine Bisslagenkorrektur von 2,6 mm verglichen mit den unbehandelten Kontrollen direkt nach der Behandlung und veränderten sich während des Beobachtungszeitraumes nicht signifikant. Insgesamt erbrachte die Behandlung langfristig eine Korrektur des Overjet von 1,6 mm und eine Bisslagenkorrektur von 2,2 mm verglichen mit den frühen Kontrollen.

In der späten Gruppe ergab sich eine signifikante Verbesserung des Overjet um 4,4 mm und eine Bisslagenkorrektur von 1,8 mm verglichen mit den unbehandelten Kontrollen direkt nach der Behandlung und blieben fast unverändert während des Beobachtungszeitraumes.

Eine signifikante Mesialbewegung der Unterkieferbezahnung war festzustellen. Die Unterkieferlänge und die Höhe des Unterkieferastes nahmen um 4,3 mm

zu. Insgesamt erbrachte die Behandlung langfristig eine Korrektur des Overjet von 4,2 mm und eine Bisslagenkorrektur von 2,1 mm verglichen mit den späten Kontrollen.

Langfristig beträgt die signifikante Längenzunahme des Unterkiefers 5,1 mm und die signifikante Höhenzunahme des Unterkieferastes 4,8 mm mehr als bei den unbehandelten Kontrollen und gehen mit einer Rückwärtsrichtung des Kondylarwachstums einher und einer signifikanten Öffnung des Gonion-Winkels. Keiner der skelettalen Parameter zeigte eine Rezidivneigung nach der aktiven Behandlung. Langfristig erfolgte keine signifikante Bewegung der Zähne in einer der beiden Gruppen.

Die von festsitzenden Geräten gefolgte Bionator-Therapie ist effektiver und stabiler, wenn sie während des pubertalen Wachstumsschubes durchgeführt wird (Faltin et al. 2003).

Lisson und Tränkmann untersuchten 2003 inwieweit der Behandlungseffekt mit Doppelvorschubplatten im frühen bzw. späten Wechselgebiss vom Zeitpunkt des Behandlungsbeginns abhängt.

Es wurden 43 Kinder mittleren Alters von 9,3 Jahren mit 26 Kindern mittleren Alters von 11,7 Jahren verglichen und im Mittel 53 Monate einschließlich Retention behandelt.

In beiden Gruppen ergab sich eine hochsignifikante Verkleinerung von Overjet und Overbite gegenüber dem Ausgangsbefund und vom SNA- und ANB-Winkel. Bei frühem Behandlungsbeginn erfuhren die Oberkiefer- und Unterkieferschneidezähne hochsignifikante Änderungen, bei spätem Behandlungsbeginn nur die Unterkieferschneidezähne. Zum Ende des Untersuchungszeitraumes bestand nur bei der Unterkieferschneidezahnneigung ein gering signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Dentoalveoläre Effekte sind umso kleiner, je später mit der Behandlung begonnen wird. Die Verkleinerung von Overjet und Overbite und die Veränderungen in der Sagittalen führen unabhängig vom Behandlungsbeginn zu vergleichbaren Behandlungsergebnissen. Ein Behandlungsbeginn im späten Wechselgebiss bringt weder bei der Änderung der dentoalveolären noch der

skelettalen Parameter gegenüber einem Behandlungsbeginn im frühen Wechselgebiss Nachteile mit sich (Lisson u. Tränkmann 2003).

O'Brien et al. untersuchten 2003 in einer prospektiven randomisierten Studie die Effizienz der Frühbehandlung mittels Twin-Block-Apparatur.

Es wurden 89 Kinder mittleren Alters von 9,7 Jahren 15 Monate behandelt und mit 84 unbehandelten Kindern mittleren Alters von 9,8 Jahren verglichen.

Die Overjetkorrektur von insgesamt 6,93 mm beruhte zu 1,88 mm (27 %) auf skelettalen und 5,05 mm (73 %) auf dentalen Veränderungen. Von den skelettalen Veränderungen entfielen 0,88 mm auf den Oberkiefer (13 %), 1,0 mm auf den Unterkiefer (14 %), von den dentalen 3,03 mm auf die Oberkieferschneidezähne (44 %) und 2,03 mm auf die Unterkieferschneidezähne (29 %).

Die Korrektur der Bisslage von insgesamt 4,59 mm beruhte zu 1,88 mm (41 %) auf skelettalen und 2,71 mm (59 %) auf dentalen Veränderungen. Von den skelettalen Veränderungen entfielen 0,88 mm auf den Oberkiefer (19 %), 1,0 mm auf den Unterkiefer (22 %), 1,19 mm auf die Oberkieferschneidezähne (26 %) und 1,52 mm auf die Unterkieferschneidezähne (33 %).

Die mittleren PAR-Werte vor der Behandlung waren 31,15 für die behandelte und 32,72 für die unbehandelte Gruppe. Nach der Behandlung erfuhren die behandelten Kinder eine mittlere Reduktion der PAR-Werte um 42 % gegenüber einem Zuwachs von 9 % bei der unbehandelten Kontrollgruppe.

Die Behandlung führte zur Reduzierung des Overjet, Korrektur der Bisslage und Reduzierung des Schweregrades. Die Behandlungswirkung beruhte größtenteils auf dentoalveolären Veränderungen, aber teilweise auch auf günstigen skelettalen Veränderungen.

In der Regressionsanalyse korrelierte das Ergebnis mit dem Ausgangsbefund. Es scheint, dass die Behandlung zur Reduktion der Diskrepanz beiträgt, sie aber nicht vollständig beseitigt.

Die Frühbehandlung mittels Twin-Block-Apparatur ist effektiv, wobei die skelettalen Veränderungen zwar statistisch signifikant, aber nicht als klinisch bedeutsam angesehen werden können (O'Brien et al. 2003a).

3.1.3. Klasse III

Von den 53 Klasse III-Studien beginnen 11 mit der Behandlung im Milch- und 42 im Wechselgebiss (Tab. 9), wobei 18 bzw. 78 Apparaturen angewandt werden (Tab. 10), die sich weiter auf die Studienkategorien aufteilen lassen (Tab. 11).

Tab. 9: Verteilung der Studien nach Kategorien in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns

	1. Dent.	Wechselg.	Gesamt
Altersstufenvergleich	7	12	19
Therapievergleich		2	2
Verlauf	4	28	32
Gesamt	11	42	53

Tab. 10: Verteilung der Studien nach Therapiemittel in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns

	1. Dent.	Wechselg.	Gesamt
Kinnkappe	3	14	17
Gesichtsmaske	4	30	34
feste Dehnung	4	20	24
2x4		4	4
funktionell	5	2	7
Multiband		3	3
andere festsitz.		1	1
Plattenapparatur	2	4	6
Gesamt	18	78	96

Tab. 11: Verteilung der Studien nach Therapiemittel in Abhängigkeit von Kategorien

	A	T	V
Kinnkappe	6	2	9
Gesichtsmaske	12	2	20
feste Dehnung	11		13
2x4			4
funktionell	3		4
Multiband	2		1
andere feststz.	1		
Plattenapparat	2	1	3
Gesamt	37	5	54

Kategorien: Altersstufenvergleichsstudien (A), Therapievergleichsstudien (T), Verlaufstudien (V)

Zur Evaluierung der aktuellen Auffassung zur kieferorthopädischen Frühbehandlung wurden 2001 Fragebögen, von denen 677 statistisch auswertbar waren, an alle kieferorthopädischen Praxen innerhalb Deutschlands verschickt mit Fragen zur Indikationsstellung, Apparaturen zur frühen Klasse III-Behandlung, Umfang der diagnostischen Unterlagen, Zeitrahmen der Interzeptivbehandlung und Auswirkungen auf die Gesamtbehandlung. Häufigste Frühbehandlung war die Überstellung des frontalen Kreuzbisses (48,2 %), transversale Missverhältnisse (16,7 %) und Habits (7,5 %).

Eine zwingende Indikation zur Frühbehandlung sehen 92,6 % der Kieferorthopäden in der Klasse III. Ausgeprägte Engstände, Diastema, Klasse II, Tiefbiss, vergrößerte sagittale Stufe und Schneidezahnverlagerung wurden mehrheitlich als nicht behandlungsbedürftig abgelehnt.

Zur Korrektur der Klasse III werden von 67,5 % funktionskieferorthopädische Geräte, vor allem der Fränkel-Funktionsregler III (47,3 %) eingesetzt, 33,8 % aktive Platten. Als Anfangsunterlagen werden standardmäßig Orthopantomogramm (85 %), laterales Fernröntgenbild (66 %), Fotos (60 %) und Modelle (96,9 %) angefertigt.

Der Zeitraum der Frühbehandlung beträgt weniger als 1,5 Jahre in 73,3 % der Praxen, bei weiteren 15,4 % 2 Jahre. Zwischen Frühbehandlung und eigentlicher kieferorthopädischer Behandlung wird das Ergebnis der Frühbehandlung in regelmäßigen Abständen nonapparativ zusammen überwacht (55,7 %), durch Retention bei 15,2 % und fließend in 7,4 %.

Der Einsatz extraoraler Geräte ist in der Praxis vergleichsweise gering, wird aber von 45,2 % der Befragten befürwortet.

Die durch diese Studie vermittelte Meinung zeigt die strenge Indikationsstellung zur Frühbehandlung unter den deutschen Kieferorthopäden (Korbmacher et al. 2000).

In den Jahren 1981 bis 2001 wurden 11 relevante Studien zur Klasse III-Behandlung mit Behandlungsbeginn im Milchgebiss veröffentlicht. Eine allgemeine Übersicht der Studien und Ihrer Parameter zeigt Tabelle 12.

Tab. 12: Klasse III-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Milchgebiss

Autoren der Studie	Jahr	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Behandlungsbeginn im				Therapiemit.		Beob in J	Effekt
					MG	Fr WG	Sp Wg	Bleib G	extra-	intra-		
					Behandlungsdauer in J				oral			
Kinnkappe												
Sakamoto	1981	Zeitpunkt	A		2,3	2	2,5		K			S
Wilhelm-Nold u. Droschl	1990	Progenie	A	I	0,9	0,9			K	F	8	Sd
Hou et al.	2000	Frontaler Kreuzbiss	A		0,7	0,9	1,1	1,7	K	P		D
Gesichtsmaske												
Kapust et al.	1998	Zephalometr. Effekte	A		0,8	0,8	0,8		G	Df		SD
da Silva Filho et al.	1998	Rasche OK-Dehnung	V		0,7				G	Df		S
Deguchi et al.	1999	Sehr frühe Therapie	V	I	3,3				G		3,6	SD
Saadia u. Torres	2000	Sagittale Veränderungen	A	I	0,5	0,8	1		G	Ha, Hy		S
Funktionell												
Tollaro et al.	1995	Skel. Veränd. des UK	V		2,5					RMR		S
Tollaro et al.	1996	Kraniofaziale Veränd.	V	I	2,8					RMR		S
Baccetti u. Tollaro	1998	Funkt. Behandlung	A		1,8	1,8				RMR	0,5	Sd
Tränkmann et al.	2001	Früh oder spät	A		0,5	1,8				fu, P		SD

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I)

Therapiemittel: andere funktionelle (fu), festsitzende Dehnapparatur (Df), Fränkel-Funktionsregler (F), Gesichtsmaske (G), Haas-Apparatur (Ha), herausnehmbarer Unterkieferretractor (RMR), Hyrax-Apparatur (Hy), Kinnkappe (K), Plattenapparatur (P)

Effekt: skelettal Frühbehandlung effektiv (S), dental Frühbehandlung effektiv (D), dental Frühbehandlung ineffektiv (d)

3.1.3.1. Behandlungsbeginn im Milchgebiss

3.1.3.1.1. Behandlung mit Kinnkappe

Sakamoto bestimmte 1981 in einer Studie den effektivsten Zeitpunkt der Behandlung der skelettalen Klasse III mit der Kinnkappe.

In drei Altersgruppen wurden 61 Kinder eingeteilt, von 3-5 Jahren 17 Kinder, von 6-8 Jahren 30 Kinder und von 9-12 Jahren 14 Kinder bei einer mittleren Behandlungszeit von jeweils 2,3, bzw. 2 und 2,5 Jahren.

Obwohl der umgekehrte Überbiss in allen Fällen korrigiert wurde, waren die Werte an den Punkten A und B von dem Alter zu Behandlungsbeginn und dem Schweregrad der Dysgnathie vor Behandlungsbeginn abhängig. Das Endergebnis zeigte eine deutlichere Verbesserung in der jüngeren Gruppe und in der Gruppe mit leichterem Schweregrad (Sakamoto 1981).

Die Frühbehandlung der Progenie mittels Kinnkappe und/oder Fränkel-Funktionsregler im Milchgebiss im Vergleich zur Behandlung im Wechselgebiss wurde 1990 von Wilhelm-Nold und Droschl an insgesamt 30 Kindern untersucht.

Eine frühe Gruppe mittleren Alters von 5,3 Jahren bei einer Behandlungsdauer zwischen 9 und 12 Monaten und einer mittleren Beobachtungsdauer von insgesamt 7,2 Jahren und eine spätere Gruppe mittleren Alters von 8,8 Jahren bei einer Behandlungsdauer zwischen 9 und 12 Monaten bei einer mittleren Beobachtungsdauer von insgesamt 10,5 Jahren wurden jeweils miteinander und mit unbehandelten altersentsprechenden Kontrollgruppen der Klasse I verglichen.

Die frühe Gruppe konnte besser skelettal beeinflusst werden. Bei Behandlungsbeginn zeigte die späte Gruppe „progenere“ Werte wegen des bereits stärker ausgeprägten progenen Wachstumsmusters. Eine dentale Kompensation zeigte sich bei beiden Gruppen, wobei sie bei der späten Gruppe ausgeprägter war, da kaum mehr skelettale Beeinflussung möglich war.

Skelettale Veränderungen waren bei der frühen Behandlung vor dem Durchtritt der bleibenden Inzisivi zu erreichen.

Über die Langzeitstabilität der Behandlungsergebnisse konnten keine exakten Angaben gemacht werden (Wilhelm-Nold u. Droschl 1990).

Die Wirkung der Behandlung mit Kinnkappe bei frühem frontalen Kreuzbiss wurde 2000 von Hou et al. untersucht.

In vier Altersgruppen wurden 136 Kinder zwischen 3 und 14 Jahren mit Klasse III und frontalem Kreuzbiss eingeteilt, 3-5 Jahre, 6-8 Jahre, 9-11 Jahre und 12-14 Jahre, und mit einer Kinnkappe durchschnittlich 8,9, bzw. 10,5, bzw. 13,1 und 20,5 Monate behandelt. Die meisten Kinder trugen zusätzlich noch eine herausnehmbare Apparatur.

Der erhaltene Abstand des Unterkiefers bezüglich der Oberkieferposition betrug in den einzelnen Gruppen durchschnittlich 3,27 mm, 4,62 mm, 4,43 mm und 2,63 mm, was einer Veränderung von 0,37 mm, 0,44 mm, 0,34 mm und 0,13 mm pro Monat entspricht.

Die Wirkung bei der Behandlung von frühem anterioren Kreuzbiss und skelettaler Klasse III mittels Kinnkappe ist vor allem in der Altersstufe von 3-5 Jahren bemerkenswert (Hou et al. 2000).

3.1.3.1.2. Behandlung mit Gesichtsmaske

Die Studie von Kapust et al. 1998 beschäftigte sich mit der Feststellung skelettaler, dentaler und Weichgewebsveränderungen bei der Therapie mit Gesichtsmaske und Dehnung in drei unterschiedlichen Alterstufen. Drei Gruppen wurden gebildet mit einer mittleren Behandlungsdauer von 9 Monaten, die erste von 4-7 Jahren mit 15 Kindern, die zweite von 7-10 Jahren mit 32 Kindern und die dritte von 10-14 Jahren mit 16 Kindern und mit jeweils altersentsprechende unbehandelten Kontrollgruppen verglichen.

In allen behandelten Gruppen wurden signifikante Hart- und Weichgewebsveränderungen, anteriore und vertikale Bewegung der Maxilla, Vorwärts- und Abwärtsbewegung der Oberkieferzähne und eine Abnahme des Interinzisalwinkels, Vorwärtsbewegung der Oberlippe und Rückwärtsbewegung der Unterlippe festgestellt verglichen mit den Kontrollen. Die Summe der Behandlungseffekte auf die apikale Basis und die Molarenstellung war signifikant höher in den jüngeren Altersstufen beim Vergleich der behandelten Gruppen miteinander.

Die Frühbehandlung scheint am effektivsten zu sein, wobei die Behandlung mit der Gesichtsmaske auch für ältere Kinder einen gangbaren Weg darstellt. Das erzielte Behandlungsergebnis basiert auf einem Verhältnis von orthopädischen zu orthodontischen Effekten von 2 zu 1 bei den jüngeren Kindern, während es bei den älteren 3 zu 2 beträgt (Kapust et al. 1998).

In der Studie von da Silva Filho wurden 1998 31 Kinder im Alter von 5-11 Jahren mittels rascher Dehnung des Oberkiefers und mit der Delaire-Gesichtsmaske bei einer mittleren Behandlungsdauer von 8 Monaten behandelt.

Eine signifikante Vorwärtsbewegung des Oberkiefers und die Rotation des Unterkiefers nach hinten und unten belegen, dass diese Therapie sehr wirksam zu sein scheint. Wenn die Möglichkeit besteht, muss die Behandlung im Milchgebiss im Alter von 5 Jahren beginnen, aber auch im Wechselgebiss ergibt sie einen günstigen orthopädischen Effekt (da Silva Filho et al. 1998).

Die sehr frühe Behandlung mit der Gesichtsmaske bei Kindern mit Klasse III wurde von Deguchi et al. 1999 untersucht.

Es wurden 40 japanische Mädchen mittleren Alters von 4,2 Jahren nach einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 3,3 Jahren (T1), davon durchschnittlich 6 Monate Gesichtsmaske und einer Nachkontrollzeit von weiteren 3,6 Jahren (T2), während der 1 Jahr lang ein herausnehmbarer Retainer getragen wurde, mit 28 unbehandelten Klasse III-Mädchen verglichen.

Der frontale Kreuzbiss wurde durchschnittlich 6 Monate nach Behandlungsbeginn korrigiert.

Bei T1 zeigte sich eine signifikante Vorwärtsbewegung der Maxilla, eine Rückwärtsrotation der Mandibula ohne vergrößerte untere vordere Gesichtshöhe und eine verbesserte Frontzahnbeziehung. Bei T1 zeigten 75 % der unbehandelten Mädchen eine Spontankorrektur des frontalen Kreuzbisses, wiesen aber weiterhin zahlreiche weitere Kennzeichen der Klasse III auf. Von T1 nach T2 zeigte sich keine Zunahme des SNA-Winkels in der behandelten Gruppe. Bei T2 war der Unterkiefer in der behandelten Gruppe signifikant weniger nach vorne gewachsen im Vergleich mit der unbehandelten. Rezidierte Individuen behielten ihre ursprünglichen Habits bei.

Es zeigt sich, dass das genetische Wachstumsmuster bei dieser Studie über japanische Klasse III-Kinder über die durch die kieferorthopädische Behandlung erzielten Effekte vorherrschend bleibt (Deguchi et al. 1999).

Die sagittalen Veränderungen nach Oberkiefer-Protraktion und Dehnung bei Klasse III-Patienten im Milch-, Wechsel- und späten Wechselgebiss wurden in einer longitudinalen retrospektiven Studie von Saadia und Torres 2000 an 112 Patienten untersucht.

Diese wurden nach Geschlechtern in drei Altersgruppen von 3-6 Jahren 38 Kinder, von 6-9 Jahren 55 Kinder und von 9-12 Jahren 19 Kinder eingeteilt und durchschnittlich 6, 9 und 12 Monate mit einer Gesichtsmaske behandelt.

Größere signifikante zephalometrische Veränderungen wurden insbesondere im Milch- und im frühen Wechselgebiss erreicht. Die Mädchen zeigten größere signifikante Veränderungen in allen linearen und Winkelwerten im Alter von 3-6 Jahren verglichen mit gleichaltrigen Jungen.

Keine signifikante Behandlungswirkung wurde zwischen Jungen und Mädchen in unterschiedlichen Altersgruppen gefunden, mit Ausnahme der vorderen kranialen Länge, der SN-Linie und der Unterkieferlänge bei den 9-12-Jährigen.

Der SNA-Winkel, die Oberkiefertiefe und der Gesichtskonvexitätswinkel zeigten signifikante Veränderungen in allen Altersstufen und waren bei den Mädchen stärker als bei den Jungen.

Der SNB-Winkel zeigte keine signifikante Veränderung mit Ausnahme bei den 3-6-jährigen Jungen. Beim Vergleich der drei Altersstufen miteinander sind keine Unterschiede der Parameter feststellbar.

Eine Korrektur kann in allen Gruppen erreicht werden. Es empfiehlt sich ein frühestmöglicher Behandlungsbeginn direkt nach der Diagnosestellung, wenn es die Kooperation des Patienten erlaubt. Junge Patienten zeigen größere und schnellere Ergebnisse in kürzerer Zeit. Die Ästhetik und die Compliance verbessern sich, mögliche psycho-soziale Beeinträchtigungen können stark vermindert werden (Saadia u. Torres 2000).

3.1.3.1.3. Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Apparaturen

Tollaro et al. untersuchten 1995 in einer Studie die Wirkung früher funktioneller Klasse III-Behandlung auf skelettale Veränderungen der Mandibula. Eine Gruppe von 18 Kindern im mittleren Alter von 5,5 Jahren bei Behandlungsbeginn wurde mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe nach einer mittleren Behandlungsdauer von 2,5 Jahren verglichen.

Die Gesamtrotation des Unterkiefers blieb durch die Behandlung unbeeinflusst. Es ergab sich eine signifikante auf- und vorwärts gerichtete Änderung des Kondylarwachstums bei der behandelten Gruppe, was einen Kompensationsmechanismus bei übermäßigem Unterkieferwachstum darstellt. Weitere Forschungen sollten die Stabilität der erzielten okklusalen und skelettalen Veränderungen untersuchen (Tollaro et al. 1995).

Eine longitudinale zephalometrische Studie von Tollaro et al. 1996 beschäftigte sich mit den kraniofazialen Veränderungen durch frühe funktionelle Behandlung der Klasse III. Es wurden 30 Kinder mittleren Alters von 5,6 Jahren bei der Erstuntersuchung und 8,4 Jahren bei der Zweituntersuchung mit einer Gruppe

von 30 unbehandelten Klasse III-Kindern mittleren Alters von 6,1 Jahren nach durchschnittlich 2,4 Jahren Beobachtungszeit verglichen.

Signifikante Ergebnisse in der behandelten Gruppe waren eine anteriore morphogenetische Rotation des Unterkiefers als Ergebnis einer Aufwärts-Vorwärtsrichtung des Kondylarwachstums, eine vertikalere Orientierung des Ramus, ein reduzierter Gonionwinkel, reduzierte mandibuläre Protrusion und Gesamtlänge, vergrößerte maxilläre Protrusion, vergrößerte maxilläre dentoalveoläre Protrusion, reduzierte mandibuläre dentoalveoläre Protrusion und ein günstigeres sagittales Wachstum der Maxilla.

Es wurden keine signifikanten Veränderungen in vertikaler Richtung und bei den Winkeln der Schädelbasis festgestellt (Tollaro et al. 1996a).

Baccetti und Franchi untersuchten 1997 am Patientenkollektiv von Tollaro et al. 1996a skelettale Veränderungen bei funktioneller Klasse III-Behandlung mittels Formkoordinatenanalyse.

Die funktionelle Behandlung bewirkt ein signifikant höheres Wachstum des Oberkiefers mit einer stärkeren ab- und vorwärtsgerichteten Bewegung des Punktes A und einer signifikant weiteren Auf- und Vorwärtsrichtung des Kondylarwachstums (Baccetti u. Franchi 1997).

Ein retrospektiver Vergleich funktioneller Behandlung der Klasse III im Milch- und Wechselgebiss wurde 1998 von Baccetti und Tollaro durchgeführt, um den optimalen Behandlungszeitpunkt anhand des Vergleichs kraniofazialer Veränderungen festzulegen. Eine frühe Gruppe von 20 Kindern mittleren Alters von 5,1 Jahren bei einer mittleren Behandlungsdauer von 1,9 Jahren wurde mit einer späten Gruppe von 18 Kindern mittleren Alters von 8,2 Jahren bei einer mittleren Behandlungsdauer von 1,8 Jahren verglichen und jede der behandelten Gruppen mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe.

Die Behandlung im Milchgebiss erbrachte eine signifikantere anteriore Rotation der Mandibula aufgrund eines auf- und vorwärtsgerichteten Kondylarwachstums und eine geringere Zunahme der Gesamtlänge der Mandibula. Bei der

Behandlung im Wechselgebiss ist die induzierte maxilläre dento-alveoläre Protrusion höher. Der optimale Zeitpunkt, skelettale Beziehungen durch funktionelle Behandlung zu verbessern, scheint im Milchgebiss zu liegen (Baccetti u. Tollaro 1998).

Tränkmann et al. untersuchten 2001 die Behandlungseffekte bei Klasse III-Patienten in Anhängigkeit vom Behandlungsbeginn an 14 Kindern, von denen jeweils 7 im Milch- und 7 im frühen Wechselgebiss im Durchschnittsalter von 5,3 bzw. 8,0 Jahren mit Aktivator und aktiven Platten behandelt wurden.

In beiden Behandlungsgruppen wurden die Schneidezähne in beiden Kiefern signifikant protrudiert und der Gonionwinkel reduziert.

Bei Behandlung im Milchgebiss war der Behandlungsverlauf kontinuierlicher, es wurde nur eine einfache Behandlungsapparatur gebraucht und die mittlere Behandlungsdauer von 5,4 Monaten war signifikant kürzer als die Zeit von 21,1 Monaten bei Behandlungsbeginn im frühen Wechselgebiss. Die Frühbehandlung im Milchgebiss ergibt bessere dentoalveoläre Ergebnisse (Tränkmann et al. 2001).

Zwischen 1983 und 2000 erschienen 12 relevante Studien zur Klasse III-Behandlung bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit Kinnkappe als Therapiemittel. Zur allgemeinen Übersicht der Studien und ihrer Parameter dient Tabelle 13.

Tab. 13: Klasse III-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit Kinnkappe als Therapiemittel

Autoren der Studie	Jahr	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Behandlungsbeginn im			Therapiemittel		Beob. Dauer in J.	Effekt
					Fr WG	Sp Wg	Bleib G	extra-	intra-		
					Behandlungsdauer in J.			oral			
Campbell	1983	Früh oder Spät	V		0,8			K,G	P		SD
Sakamoto et al.	1984	Unterkieferwachstum	V		2,7			K		2	S
Wendell et al.	1985	Unterkieferwachstum	V	I	3,1			K		6,2	S
Mitani u. Fukazawa	1986	Unterkieferwachstum	V		5			K			0
Ritucci u. Nanda	1986	Schädelbasis, M.gesicht	V	I	kA (7,6)			K		7,2	S
Ishi et al.	1987	Protraktion von 4 oder 6	T			1,3		G/K			
Sugawara et al.	1990	Skelettales Profil	A	I	5,2 (7)	4,3 (9)	4,1 (11)	K		3,5	0
Allen et al.	1993	Frontzahnbeziehung	V		1,4			K	P		SD
Üner et al.	1995	Skelettale Wirkung	V		1			K			o
Abu Alhaija u. Richardson	1999	Hart- u. Weichgewebe	V	I	3			K	P	3,3	0D
Yoshida et al.	1999	Kombinationstherapie	V	I		1,3		G/K		3,8	SD
Ücüncü et al.	2000	Skelettale Klasse III	T			0,9		G/K	P		SD

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I)

Behandlungsbeginn: keine Angabe (kA)

Therapiemittel: Gesichtsmaske (G), Kinnkappe (K), Plattenapparatur (P)

Effekt: skelettal Frühbehandlung effektiv (S), dental Frühbehandlung effektiv (D), skelettal kein Unterschied (0), dental kein Unterschied (o)

3.1.3.2. Behandlungsbeginn im Wechselgebiss

3.1.3.2.1. Behandlung mit Kinnkappe

Campbell behandelte 1983 14 Kinder durchschnittlichen Alters von 9,9 Jahren mit Kinnkappe und manche zusätzlich mit palatinaler Dehnung bei mindestens 6-12 Monaten Behandlungszeit.

Eine messbare Vorwärtsbewegung des Oberkiefers um 1-4 mm zeigten 7 von 11 Patienten.

Eine Lingualkipfung der Unterkieferinzisivi wurde bei allen 14 Patienten beobachtet, eine Labialkipfung der Oberkieferinzisivi bei 12 von 14. Eine geringe Vorwärtsbewegung der ersten Oberkiefermolaren wurden bei 10 von 11 Patienten zwischen 0,5 und 3 mm festgestellt.

Eine positive Veränderung des ANB-Winkels wurde bei 11 von 14 Patienten, eine negative bei einem und eine Rotation des Unterkiefers bei 6 von 14 Patienten beobachtet. Nichtanlagen im Oberkiefer wiesen 4 von 14 Patienten auf.

Frühbehandlung der Klasse III sollte bei allen Patienten versucht werden (Campbell 1983).

Sakamoto et al. untersuchten 1984 an 26 japanischen Mädchen mittleren Alters von 7,2 Jahren die skelettalen Veränderungen während und nach der Behandlung mit der Kinnkappe über 2,7 Jahre und weiteren 2 Jahren Beobachtungszeit.

Während der Behandlung wurde das erwartete Unterkieferwachstum reduziert, die Unterkieferform verändert und der Unterkiefer nach hinten verlagert, während sich Schädel und Oberkiefer nicht veränderten. Nach der Behandlung kam es weder zu einer Beschleunigung, noch zu einer Verlangsamung des erwarteten Wachstums, der Unterkiefer bewegte sich nach vorne.

Das Wachstum war ähnlich wie in der unbehandelten Kontrollgruppe während der Beobachtungszeit, aber nahm eine andere Richtung während der Behandlung (Sakamoto et al. 1984).

Die Wirkung der Kinnkappe auf den Unterkiefer wurde in einer Longitudinalstudie von Wendell et al. 1985 untersucht.

Es wurden 10 Kinder mittleren Alters von 8,1 Jahren durchschnittlich 3,1 Jahre behandelt und mit 7 Klasse I-Kindern und mit 7 unbehandelten Klasse III-Kindern nach der Behandlung und nach 6,2 Jahren miteinander verglichen.

Alle Zuwachsraten der Unterkieferlänge wurden um 60-68 % im Vergleich mit den unbehandelten Kontrollen reduziert. Der Unterkiefer zeigte weniger Abwärtsbewegung. Das skelettale Profil verbesserte sich.

Die Therapie mit der Kinnkappe kann ein brauchbarer Behandlungsansatz für den vorjugendlichen und jugendlichen Patienten mit mandibulärer Prognathie sein (Wendell et al. 1985).

Mitani und Fukazawa untersuchten 1986 an einer Gruppe von 21 japanischen Mädchen die Wirkung der Kinnkappe im Vergleich zu einer normalen altersentsprechenden Kontrollgruppe während dreier Altersstufen: Vor, während und nach dem pubertären Wachstumsgipfel. Die Behandlungszeit mit der Kinnkappe lag zwischen 4 und 6 Jahren. Die meisten Mädchen wurden anschließend festsitzend behandelt.

Die Zeitdauer der täglichen Krafteinwirkung zwischen 6 und 15 Stunden spielte keine signifikante Rolle. In allen drei Alterskategorien fand eine Zunahme der Unterkieferlänge statt, am höchsten während des pubertären Wachstumsgipfels. Die Dicke der mandibulären Symphyse nahm während der Behandlung ab. Orthopädische Kräfte verändern nicht den Grundzeitplan des Unterkieferwachstums. Eine vollständige Hemmung des Unterkieferwachstums ist schwer zu erreichen, die Reaktion auf die Kinnkappe variiert individuell (Mitani u. Fukazawa 1986).

Ritucci und Nanda untersuchten die Wirkung der Kinnkappe als alleiniges Therapiemittel auf das Mittelgesicht und die Schädelbasis an 10 behandelten Klasse III-Mädchen im Vergleich zu 7 unbehandelten Klasse III und 7 normalen Mädchen.

Die Änderungen des Mittelgesichtswachstums scheinen Anpassungsvorgänge an das Unterkieferwachstum zu sein.

Das vertikale Abwärtswachstum des Mittelgesichts wird durch das Tragen der Kinnkappe signifikant gehemmt, aber sie hat keine Wirkung auf das sagittale Wachstum des Mittelgesichts.

Die posteriore wird stärker als die anteriore vertikale Entwicklung gehemmt, woraus eine Rotation des Oberkiefers und des Mittelgesichts im Uhrzeigersinn resultiert.

Die Oberkiefermolaren wanderten in der behandelten Gruppe stärker nach mesial als in der Kontrollgruppe, wurden aber in ihrem Durchtritt nicht beeinflusst (Ritucci u. Nanda 1986).

Ishii et al. bewerteten 1987 die kombinierte Wirkung der Oberkiefer-Protraktion mit der Kinnkappe und die Wirkung in Abhängigkeit vom Angriffspunkt der Zugkraft.

Es wurden 27 Kinder mittleren Alters von 10,3 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 15,9 Monaten mit Protraktion im Molarenbereich mit 36 Kindern mittleren Alters von 11,1 Jahren und einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 15,7 Monate mit Protraktion im ersten Prämolarenbereich verglichen.

Der Oberkiefer bewegte sich signifikant vorwärts im Mittel von 2,1 mm mit einer Rotation des Nasenbodens im Uhrzeigersinn, während der Unterkiefer sich im Mittel um 2,0 mm rückwärts und abwärts bewegte. Beide Kiefer trugen gleichermaßen zur Verbesserung der sagittalen Kieferbeziehungen zueinander bei (Ishii et al. 1987).

Sugawara et al. beschäftigten sich 1990 mit der Langzeitwirkung der Kinnkappe in drei verschiedenen Altersstufen bei 63 japanischen Mädchen mit skelettaler Klasse III im Alter von 7, bzw. 9 und 11 Jahren, die durchschnittlich jeweils 5,2, bzw. 4,3 und 4,1 Jahre behandelt und mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollen verglichen wurden. Die Hälfte wurde später auch mit einer Edgewise-Apparatur behandelt.

Der Unterkiefer zeigte in der Anfangsphase kein signifikantes Vorwärtswachstum in den drei Gruppen. Patienten der Altersstufen 1 und 2 zeigten eine Art Nachholwachstum des Unterkiefers nach vorne und unten, bevor das Wachstum abgeschlossen wurde. Es gab keinen signifikanten Unterschied des skelettalen Profils zum Ende der Behandlung zwischen der frühen und der späten Gruppe. Das skelettale Profil verbesserte sich signifikant in der Anfangsphase der Behandlung, aber diese Veränderungen blieben häufig nicht erhalten.

Die Kinnkappe garantiert nicht unbedingt eine Verbesserung des skelettalen Profils nach Abschluss des Wachstums. Kliniker sollten nicht die Wirkung der Kinnkappe auf die Korrektur des skelettalen Gesichtsprofil überschätzen. Die Kinnkappe sollte innerhalb enger Grenzen auf der Basis klarer Diagnosestellung und Behandlungszielen eingesetzt werden. Für Patienten mit skelettaler Klasse III mit sagittalem Defizit im Oberkiefer wäre die Kinnkappe nicht anzuraten (Sugawara et al. 1990).

Allen et al. untersuchten 1993 die Frühbehandlung der Klasse III-Frontzahnbeziehung mit Kinnkappe und einer herausnehmbaren Apparatur im Oberkiefer.

Es wurden 23 Kinder im mittleren Alter von 8,2 Jahren mit einer unbehandelten altersentsprechenden Kontrollgruppe verglichen nach einer mittleren Behandlungsdauer von 1,4 Jahren.

Signifikante Veränderungen ergaben sich bei der Proklination der Oberkiefer-, Reklination und Rückwärtsbewegung der Unterkieferinzisivi, Abwärtsbewegung der Mandibula, und es ergab sich eine dramatische Verbesserung des Profils durch die Rückwärtspositionierung der Unterlippe. Der ANB-Winkel änderte sich nicht merklich.

Die Kinnkappe kann rasche Verbesserungen der Klasse III-Frontzahnbeziehungen bewirken, wenn sie bald nach dem Durchtritt der bleibenden Schneidezähne angewandt wird. Die typische Indikation wäre ein Kind mit verringerter unterer Gesichtshöhe, proklinierten Unterkieferinzisivi und

nicht proklinierten Oberkieferinzisivi. Die Wirkung der Kinnkappe auf die sagittalen Kieferbeziehungen ist unklar (Allen et al. 1993).

Die skelettalen Veränderungen während und nach der Therapie mit der Kinnkappe wurden 1995 durch Üner et al. an 27 Kindern mittleren Alters von 9,3 Jahren, die durchschnittlich 12 Monate behandelt wurden, untersucht. Einen frontalen Kreuzbiss mit skelettaler Klasse III wiesen 15 dieser Kinder auf, einen frontalen Kreuzbiss mit skelettaler Klasse I 12 der Kinder.

Das notwendige Verhältnis zwischen Overjet und Overbite, das man in beiden Gruppen durch erfolgreiches Behandeln mit der Kinnkappe erhalten hatte, tendierte dazu, nach Entfernung der Kinnkappe zu den ursprünglichen Werten zurückzukehren (Üner et al. 1995).

Die Langzeitwirkung auf das Hart- und Weichgewebe bei Therapie mit der Kinnkappe in Kombination mit einer herausnehmbaren Apparatur zur Proklination der Oberkieferschneidezähne wurde von Abu Alhaija und Richardson 1999 an 23 Kindern mittleren Alters von 8,1 Jahren bei einer mittleren Behandlungszeit von 3,1 Jahren untersucht und mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 3,1 Jahren verglichen.

Der Überbiss wurde korrigiert. Es gab keinen Beweis dafür, dass die Kinnkappe das Unterkieferwachstum verzögert.

Über den gesamten Zeitraum zeigte sich bei der behandelten Gruppe eine signifikant höhere Zunahme der Gesichtshöhe und der Unterkieferlänge, eine größere Reklination der Unterkiefer- und eine Proklination der Oberkieferschneidezähne. Die Weichgewebsveränderungen folgten den dentalen und skelettalen Veränderungen. Es gab keinen signifikanten Hart- oder Weichgewebsunterschied zwischen der behandelten und der Kontrollgruppe am Ende des Beobachtungszeitraumes außer beim Overjet und Overbite.

Die Wachstumsrichtung des Kinns wird nach der Behandlung wie die Veränderungen der Schneidezahnneigung erhalten, wenn auch in einer verminderten Form (Abu Alhaija u. Richardson 1999).

Die kombinierte Anwendung von Protraktion und Kinnkappe bei japanischen Mädchen wurde von Yoshida et al. 1999 untersucht.

Es wurden 28 Mädchen mittleren Alters von 10,3 Jahren im Durchschnitt 15 Monate mit Protraktion und Kinnkappe, manche danach noch festsetzend, behandelt und mit altersentsprechenden normalen Kontrollen nach der Behandlung und nach 3,8 Jahren Beobachtungszeit verglichen.

Während der Behandlung nahm der SNA-Winkel signifikant um $2,6^\circ$ zu, der Oberkiefer bewegte sich nach vorne und rotierte gegen den Uhrzeigersinn. Die Behandlungswirkung auf den Oberkiefer betrug insgesamt 2,4 mm vorwärts, was einem 2,6-fachem Wachstum gegenüber normalen und einem 3-4-fach stärkeren Wachstum gegenüber Klasse III-Kindern entspricht.

Der SNB-Winkel nahm signifikant um $1,31^\circ$ ab, der Unterkiefer bewegte sich rück- und abwärts mit einer Rotation im Uhrzeigersinn und blieb im Wachstum zurück. Signifikante dentale Wirkungen waren nach der Behandlung in beiden Kiefern feststellbar.

Nach der Beobachtungszeit nahm der SNA-Winkel um $0,89^\circ$ ab, der SNB-Winkel um $0,41^\circ$ zu, was einem Rezidiv von etwa 35 % entspricht. Der Unterkiefer behielt seine verbesserte Position bei, aber zeigte exzessives Wachstum.

Die Kombination von Protraktion mit Kinnkappe ist wirksam bei der Verbesserung der skelettalen Klasse III (Yoshida et al. 1999).

Ucüncü et al. verglichen 2000 die Therapie mit Kinnkappe mit der der Oberkiefer-Protraktion bei skelettaler Klasse III.

Es wurden 12 Kinder mittleren Alters von 11 Jahren durchschnittlich 10 Monate mit Kinnkappe und Aufbissplatte im Unterkiefer behandelt und mit 12 Kindern mittleren Alters von 10,7 Jahren, die durchschnittlich 11,7 Monate mit der

Delaire-Gesichtsmaske und herausnehmbarer Plattenapparatur behandelt wurden, verglichen.

Beide Apparaturen waren erfolgreich bei der Klasse III-Behandlung. In beiden Gruppen verbesserten sich sowohl der ANB-Winkel, in der Protraktions-Gruppe durch Verbesserung des SNA-Winkels, in der Kinnkappen-Gruppe durch Verbesserung des SNB-Winkels, als auch die Bisslage und der Overjet signifikant. Die Oberlippenlänge nahm in beiden Gruppen signifikant zu.

Beim Vergleich beider Gruppen verbesserten sich die sagittale Lage des Oberkiefers und die Bisslage signifikant stärker in der Gruppe mit Protraktion, der Nasolabialwinkel nahm in der Kinnkappen-Gruppe signifikant ab.

Die Winkel und Strecken der Unterkieferschneidezähne und des Nasolabialwinkels zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen (Ücüncü et al. 2000).

Im Zeitraum von 1987 bis 2004 erschienen 25 relevante Studien zur Klasse III-Behandlung bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit Gesichtsmaske als Therapiemittel. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter stellen die Tabellen 14 und 15 dar.

Tab. 14: Klasse III-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit Gesichtsmaske als Therapiemittel

Autoren der Studie	Jahr	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Behandlungsbeginn im			Therapiemittel		Beob. Dauer in J.	Effekt
					Fr WG	Sp Wg	Bleib G	extra-	intra-		
					Behandlungsdauer in J.			oral			
Wisth et al.	1987	FZB u. Gesichtsmorph.	V	I	0,6			G	Q	2,3	SD
Ngan et al.	1992	Behandlungswirkung	V		0,5			G	Df		S
Takada et al.	1993	Dentofaz. Morphologie	A		1,1	1	1,4	G			S
Chong et al.	1996	Zephalometr. Wirkung	V	I	0,6			G		3,6	SD
Ngan et al.	1996	Dehnung u. Protraktion	V	p	0,5			G	Hy		SD
Ngan et al.	1996	Weichg., dent. skel. Profil	V		0,5			G	Df		SD
Merwin et al.	1997	Zeitpunkt	A		0,5	0,5		G	Hy		0o
Williams et al.	1997	Dehnung u. Protraktion	V	p, I	0,7			G	Df	2,5	SD
Baccetti et al.	1998	Skelettale Wirkung	A		0,9	0,8		G	Df		S
Franchi et al.	1998	Formkoordinatenanalyse	A		0,9	0,9		G	Df		S
Gallagher et al.	1998	Behandlungswirkung	V	I	0,8			G	Df	1,4	SD
Nartallo-Turley u. Turley	1998	Zephalometr. Wirkung	V		0,9			G	Df		SD
Sung u. Baik	1998	Skelett. u. dent. Wirkung	A		0,8	0,8		G, K	Df		SD

Thema: Frontzahnbeziehung und Gesichtsmorphologie (FZB u. Gesichtsmorph.), Weichgewebe, dentales und skelettales Profil (Weichg., dent. skel. Profil)

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I), prospektiv (p)

Therapiemittel: festsitzende Dehnapparatur (Df), Gesichtsmaske (G), Hyrax (Hy), Kinnkappe (K), Quadhelix (Q)

Effekt: skelettal Frühbehandlung effektiv (S), dental Frühbehandlung effektiv (D), skelettal kein Unterschied (0), dental kein Unterschied (o)

Tab. 15: Klasse III-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit Gesichtsmaske als Therapiemittel (Fortsetzung von Tab. 14)

Autoren der Studie	Jahr	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Behandlungsbeginn im			Therapiemittel		Beob. Dauer in J.	Effekt
					Fr WG	Sp WG	Bleib G	extra-oral	intra-oral		
MacDonald et al.	1999	Zephalometr. Wirkung	V	I	0,7			G	Df	2	SD
Baccetti et al.	2000	Kraniofaz. Veränderungen	A	I	0,8	0,8		G	Df	1,3	SD
Kajiyama et al.	2000	Retrudierter Oberkiefer	V		0,9			G			SD
Ngan u. Yiu	2000	PAR-Index-Bewertung	V	I	0,7			G	Df	1	D
Suda et al.	2000	Knochenalter	A		1			G,K	fe		S
Yuksel et al.	2001	Früh oder Spät	A			0,6	0,6	G			0o
Cha	2003	Skelett. Veränderungen	A		(v) 1,2	(m) 1,1	(n) 1,1	G	Df		Sd
Hägg et al.	2003	Stabilität	V	I	0,8			G	Df	8	0D
Hegmann u. Rütther	2003	Grummons-Ges.maske	V		5 b 9			G	Df, B		SD
Westwood et al.	2003	Langzeitwirkung	V	I	0,8			G	Df,E	5,8	S
Cozza et al.	2004	Behandlungswirkung	V		0,7			G	B		So
Franchi et al.	2004	Zeitpunkt	A		7,2	4,5		G	Df,E		So

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I)

Behandlungsbeginn: vor dem (v), mitten im (m), nach dem (n) pubertären Wachstumsgipfel

Therapiemittel: andere festsitzende (fe), Bionator (B), Edgewise-Apparatur (E), festsitzende Dehnapparatur (Df), Gesichtsmaske (G), Kinnkappe (K)

Effekt: skelettal Frühbehandlung effektiv (S), dental Frühbehandlung effektiv (D), dental Frühbehandlung ineffektiv (d), skelettal kein Unterschied (0), dental kein Unterschied (o)

3.1.3.2.2. Behandlung mit Gesichtsmaske

Wisth et al. verglichen eine Gruppe von 22 Klasse III-Kindern zwischen 5 und 10 Jahren, die mit einer Gesichtsmaske und Quadhelix zwischen 3-12 Monaten behandelt wurden mit einer altersentsprechenden Kontrollgruppe mit Normalokklusion vor, nach der Behandlung und nach einer Beobachtungszeit von 0,5-4 Jahren. Die Ergebnisse bei 18 Kindern waren klein, aber zeigten eine signifikante Abnahme der mandibulären Prognathie und eine Korrektur des Overjet durch Reklination der Unterkieferinzisivi. Die Veränderungen während der Retentionsphase waren denen der Kontrollgruppe ähnlich.

Die Vorverlagerung des Oberkiefers hat einen normalisierenden Einfluss nicht nur auf den Overjet, sondern auch auf die Gesichtsmorphologie (Wisth et al. 1987).

Ngan et al. untersuchten 1992 die Wirkung der Protraktion und rascher Oberkieferdehnung an 10 Kindern mit skelettaler Klasse III mittleren Alters von 8,1 Jahren, die 6 Monate behandelt wurden und verglichen sie mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollen.

Signifikante Veränderungen waren bereits nach 6 Monaten festzustellen. Der Oberkiefer bewegte sich vor- und abwärts, der Unterkiefer rotierte abwärts. Die Oberkiefermolaren und Schneidezähne bewegten sich vorwärts. Signifikante vertikale Veränderungen waren feststellbar (Ngan et al. 1992).

Die Veränderungen der dentofazialen Morphologie bei skelettaler Klasse III bei Therapie mit Protraktion im Oberkiefer-Eckzahnbereich und einer Kinnkappe wurden von Takada et al. 1993 in einer longitudinalen Studie in drei verschiedenen Altersstufen untersucht.

Es wurden 20 Mädchen mittleren Alters von 7,8 Jahren in eine vorpubertäre, 22 Mädchen mittleren Alters von 10,3 Jahren in eine mittpubertäre und 19 Mädchen mittleren Alters von 12 Jahren in eine spätpubertäre Gruppe eingeteilt, durchschnittlich 1,1, bzw. 1,0 und 1,4 Jahre behandelt und mit normalen altersentsprechenden Kontrollen verglichen.

Alle drei Gruppen zeigten einen kleineren Oberkiefer, einen größeren Unterkiefer mit reklinierten Inzisivi im Vergleich mit den Kontrollen.

Die vor- und mittpubertäre Gruppe zeigte signifikante Zunahmen sowohl des SNA-Winkels als auch der Oberkieferlänge und eine Vorverlagerung des Oberkiefers, während die spätpubertäre Gruppe nur eine signifikante Zunahme des SNA-Winkels aufwies.

Die rück- und abwärtsgerichtete Rotation des Unterkiefers resultierte in einer Abnahme des SNB-Winkels und einer Zunahme des ANB-Winkels in der frühen und mittleren Gruppe, bei beiden Gruppen war eine signifikante Zunahme der Gesamtgesichtshöhe und der unteren Gesichtshöhe festzustellen.

Die Ergebnisse lassen einen orthopädischen Effekt bei Anwendung vor oder während des pubertären Wachstumsschubes vermuten (Takada et al. 1993).

Ngan et al. behandelten Klasse III-Patienten mit Oberkieferdehnung und Protraktion. Ziel der prospektiven Untersuchung war es, einerseits die Beziehung zwischen dem Weichgewebs- und dem dentoskelettalen Profil festzustellen und andererseits festzustellen, welche zephalometrischen Variablen zu einer zutreffenden Voraussage der Behandlungswirkung auf das Weichteilprofil beitragen könnten.

Während 6 Monaten wurden 20 Patienten mittleren Alters von 8,1 Jahren behandelt. Es wurden seitliche Fernröntgenbilder 6 Monate vor Behandlungsbeginn, zu Behandlungsbeginn und 6 Monate danach erstellt, so dass jeder Patient sich selbst als Kontrolle gegenübergestellt werden konnte.

In sechs Monaten wurden der negative Overjet und die Bisslage korrigiert. Die Lippenstellung und der Lippenschluss wurden verbessert. Der Oberkiefer bewegte sich nach vorne und der Unterkiefer rotierte nach hinten. Signifikante Korrelationen zwischen Weich- und Hartgewebe ergaben sich in beiden Kiefern. Der Vorwärtsbewegung des Oberkiefers entsprach eine Vorwärtsbewegung des Weichteilprofils zwischen 50-79 %, der Bewegung des Unterkiefers folgte das Weichgewebsprofil zu 71-81 %. Den Werten des Oberkiefers kommt keine Bedeutung für die Voraussage zu, die Unterkieferwerte besitzen eine einigermaßen hohe Voraussagekraft, die zur Behandlungsplanung eingesetzt

werden könnte. Durch die frühe Behandlung wird eine signifikante Verbesserung des Gesichtsprofils erzielt (Ngan et al. 1996a).

Ngan et al. behandelten 30 Klasse III-Patienten mittleren Alters von 8,4 Jahren 6 Monate mit Protraktion und Oberkieferdehnung und verglichen sie wie in Ngan 1996a mit dem Zustand vor der Behandlung als Kontrolle. Ziel der Studie war es herauszufinden, in welchem Ausmaß dentale und skelettale Veränderungen zum Behandlungsergebnis beitrugen.

Der Overjet wurde durchschnittlich um 6,2 mm, die Bisslage um 4,5 mm verbessert. Dies ließ sich auf 1,8 mm Vorwärtswachstum des Oberkiefers, 2,5 mm Rückwärtsbewegung des Unterkiefers, 1,7 mm Labialbewegung der Oberkiefer- und 0,2 mm Lingualbewegung der Unterkieferinzisivi zurückführen. Die mittlere Overbite-Verbesserung betrug 2,6 mm.

Signifikante Overjet- und Overbite-Korrekturen können in 6 Monaten durch Protraktion mit festsitzender Oberkieferdehnung erreicht werden (Ngan et al. 1996b).

Die Wirkung während und nach früher Behandlung der Klasse III mit Protraktion wurde von Chong et al. 1996 untersucht.

Es wurden 16 Patienten mittleren Alters von 6,8 Jahren bei einer mittleren Behandlungszeit von 0,6 Jahren nach durchschnittlich 3,6 Jahren nach abgeschlossener Behandlung mit 13 unbehandelten entsprechenden Kontrollen verglichen.

Die maxillo-mandibulären Beziehungen und der Overjet wurden signifikant verbessert durch skelettale und dentoalveoläre Veränderungen in beiden Kiefern. Der Hauptbehandlungseffekt war eine Abwärts- und Rückwärtsbewegung des Unterkiefers und eine Reklination der Unterkieferinzisivi.

Keine Unterschiede wurden zwischen den Patienten und den Kontrollen in der Zeit nach Behandlungsabschluss festgestellt.

Signifikante Veränderungen des ANB-Winkels und eine geringere Zunahme der Länge der Mandibula waren nachzuweisen.

Trotz Rezidivneigung zeigten die Patienten zum Ende der Beobachtungszeit eine Nettoverbesserung der Kieferbeziehungen und des Overjet im Vergleich mit den Kontrollen. Überkorrektur des Overjet könnte wichtig sein für den Erhalt der erfolgreichen Korrektur (Chong et al. 1996).

Merwin et al. untersuchten 1997 die Wirkung von Protraktion und Oberkieferdehnung in Abhängigkeit vom Alter.

Es wurden 15 Kinder jeweils in eine frühe Gruppe mittleren Alters von 6,8 Jahren und in eine spätere Gruppe mittleren Alters von 10,2 Jahren eingeteilt und wie bei Ngan et al. 1996 (Ngan et al 196a, Ngan et al. 1996b) mit der Situation vor der Behandlung verglichen. Die Behandlungszeit betrug 6 Monate. Der Overjet verbesserte sich signifikant um 6,1 mm in der frühen, bzw. um 6,5 mm in der späten Gruppe. Zum Anteil der Overjet-Verbesserung trugen mit 52 % skelettale und mit 48 % dentale Veränderungen bei, während es in der späten Gruppe 63 % skelettale, bzw. 37 % dentale Veränderungen waren.

Zwischen den beiden Gruppen war der einzige signifikante Unterschied die Lingualbewegung der Unterkieferinzisivi von 1,4 mm in der frühen gegenüber von 2,7 mm in der späten Gruppe.

In beiden Gruppen nahmen die untere Gesichtshöhe zu und der Overbite ab. In der späteren Gruppe war die Extrusion der Oberkiefermolaren von 1,77 mm signifikant höher als in der frühen Gruppe mit 0,8 mm und die Zunahme der unteren Gesichtshöhe mit 4,1 mm war in der späten Gruppe signifikant höher als in der frühen Gruppe mit 2,4 mm. Dieser Effekt wäre bei Patienten mit vertikalem Wachstum nicht indiziert.

Ähnliche skelettale Wirkung kann erzielt werden, wenn die Behandlung früh, zwischen 5 und 8 Jahren oder später, zwischen 8 und 12 Jahren begonnen wird (Merwin et al. 1997).

In einer prospektiven, longitudinalen Studie untersuchten Williams et al. 1997 28 Kinder mittleren Alters von 8,3 Jahren, die eine kombinierte Behandlung von Gesichtsmaske und rascher Oberkieferdehnung erfuhren. Der Behandlung schloss sich eine etwa 2,5-jährige Beobachtungszeit an.

Zum Behandlungsende hatte sich der Oberkiefer um 1,5 mm nach vorne bewegt und die Oberkieferzähne um 2,7 mm, während sich der Unterkiefer ab- und rückwärts drehte.

Langfristig blieb die Stellung des Oberkiefers erhalten, aber einiges der Klasse III-Korrektur ging durch das Unterkieferwachstum verloren.

Protraktion kombiniert mit rascher Oberkieferdehnung erzeugt eine kleine skelettale und eine mäßige dentoalveoläre Wirkung, die zusammen zur Korrektur der Klasse III beitragen (Williams et al. 1997).

Die skelettalen Effekte der Frühbehandlung mit Gesichtsmaske und maxillärer Dehnung wurden von Baccetti et al. 1998 untersucht, um den optimalen Behandlungszeitpunkt herauszufinden.

Zwei Gruppen von jeweils 23 Kindern, die im frühen Wechselgebiss bei einem mittleren Alter von 6,8 Jahren und einer mittleren Behandlungsdauer von 1 Jahr und im späten Wechselgebiss bei einem mittleren Alter von 10,3 Jahren und einer mittleren Behandlungsdauer von 10 Monaten behandelt wurden, wurden jeweils mit unbehandelten altersentsprechenden Kontrollgruppen verglichen.

Im Vergleich der frühen Gruppe mit der unbehandelten Gruppe waren die signifikante Vorverlagerung der Maxilla und ein signifikant größerer jährlicher Zuwachs der Mittelgesichtslänge festzustellen. Bei beiden behandelten Gruppen war eine signifikant geringere Zunahme der mandibulären Protrusion nachzuweisen.

In der frühen Gruppe stellte sich im Vergleich mit der späten Gruppe eine signifikant geringere Zunahme der Gesamtlänge der Mandibula ein bei einem auf- und vorwärts gerichteten Kondylarwachstum. Im späten Wechselgebiss wurden keine Veränderungen der Maxilla erreicht, die Veränderungen bezogen sich allein auf den dentoalveolären Komplex (Baccetti et al. 1998).

Basierend auf der Studie von Baccetti et al. 1998 untersuchten Franchi et al. 1998 die Behandlungswirkungen mittels Formkoordinatenanalyse.

Sowohl die Oberkiefer- als auch die Unterkiefergröße wurden durch die Behandlung signifikant beeinflusst. Die Behandlung mit Gesichtsmaske und maxillärer Dehnung ist im frühen Wechselgebiss wirksamer als im späten.

Die frühe Behandlung führt im Vergleich mit der unbehandelten Gruppe zu einer signifikanten Vor- und Aufwärtsbewegung des Punktes A und zu einer Verkleinerung des Gonionwinkels.

Bei unbehandelter Klasse III hat das Oberkieferwachstum eine wichtige vertikale Komponente, während das Wachstum des Kondylus nach rück- und aufwärts erfolgt. Dieses unterschiedliche Wachstum in Richtung größerer Unterkieferlänge macht das Problem klinisch schlimmer (Franchi et al. 1998).

Gallagher et al. untersuchten 1998 in einer Follow-up-Studie die Wirkungen der Oberkiefer-Protraktion mit rascher Oberkieferdehnung.

Es wurden 22 Kinder mittleren Alters von 9,8 Jahren durchschnittlich 9 Monate behandelt und mit einer altersentsprechenden normalen Kontrollgruppe nach der Behandlung und 1,4 Jahre später miteinander verglichen.

Der vordere Anteil des Oberkiefers wurde signifikant um 1,6 mm pro Jahr mehr nach vorne gezogen, der hintere Anteil senkte sich ab.

Der Unterkiefer rotierte ab- und rückwärts, während sich die Unterkieferschneidezähne aufrichteten. Die Wirkung auf den Unterkiefer ließ sich auf eine Kinnkappenwirkung der Gesichtsmaske zurückführen.

Nach dem Beobachtungszeitraum rezidierte der Oberkiefer zum Teil, der Unterkiefer zeigte eine normale Wachstumsrichtung und die Unterkieferschneidezähne rezidierten teilweise.

Zwischen dem Patientenalter am Ende der Behandlung und den Veränderungen nach der Behandlung gab es keinen signifikanten Zusammenhang (Gallagher et al. 1998).

Die zephalometrische Wirkung der Kombination von Gesichtsmaske mit Gaumennahterweiterung bei der Klasse III wurde von Nartallo-Turley und Turley 1998 untersucht.

Es wurden 21 Mädchen mittleren Alters von 7,3 Jahren durchschnittlich 11 Monate behandelt.

Es fand eine statistisch signifikante Vorwärtsbewegung der Maxilla mit Zunahme des SNA-Winkels von $2,35^\circ$, der Oberkieferhöhe von 2,22 mm, des ANB-Winkels von $3,66^\circ$ und der Vorwärtsbewegung des Punktes A von 3,34 mm statt. Der Oberkiefer rotierte gegen den Uhrzeigersinn während der Unterkiefer im Uhrzeigersinn rotierte mit einer signifikanten Abwärtsbewegung des Punktes B um 3,85 mm, des Mentons um 4,34 mm und des Pogonions um 4,06 mm.

In vertikaler Richtung erhöhten sich die untere Gesichtshöhe signifikant um $2,07^\circ$ und die Mittelgesichtslänge um 3,53 mm.

Die Veränderungen in beiden Kiefern führten zu einer signifikanten Zunahme des ANB-Winkels von $3,66^\circ$.

Die Verbesserung erfolgte mehr im Oberkiefer (2,35 mm) als im Unterkiefer (-1,88 mm). Die Oberkiefermolaren bewegten sich um 1,7 mm vorwärts, die Inzisivi um 1,75 mm.

Weichgewebsveränderungen waren die Vorwärtsbewegung der Nase um 3,43 mm, des Subnasale um 3,08 mm, der Oberlippe um 3,67 mm und des Mentons nach unten um 3,49 mm.

Alle Werte der Oberkieferposition zeigten signifikante Vorwärtsbewegungen.

Die Verbesserung der Klasse III durch die Behandlung mittels Gesichtsmaske und Oberkieferdehnung erfolgt durch eine Kombination skelettaler und dentaler Veränderungen in sagittaler und vertikaler Richtung. Die Ergebnisse belegen, dass der Großteil der Korrektur skelettaler Natur ist und eine Kombination der Behandlungswirkung und des normalen Wachstums darstellt. Die Wirkungen wären für Patienten ideal mit tiefem Überbiss, sagittaler und vertikaler maxillärer Defizienz und normaler bis leicht prognather Mandibula (Nartallo-Turley u. Turley 1998).

Die Bewertung skelettaler und dentaler Veränderungen durch Oberkiefer-Protraktion bei der Klasse III wurde 1998 von Sung und Baik durchgeführt.

In 6 verschiedene Altersgruppen wurden 129 Kinder im Alter von 7-13 Jahren mit defizitärem Oberkiefer eingeteilt und durchschnittlich 8-9 Monate mit rascher Oberkieferdehnung oder labio-lingualer Apparatur und Delaire-Maske behandelt. Als Kontrolle dienten jeweils 21 altersentsprechende normale Kinder in jeder Altersgruppe. Zusätzlich wurden 22 Kinder zwischen 10 und 12 Jahren, die zur Nachuntersuchung nach Behandlungsabschluss kamen, mit altersentsprechenden normalen Kindern verglichen. Beinahe allen Kindern wurde bis zur Weiterbehandlung mit festsitzender Apparatur das nächtliche Tragen einer Kinnkappe empfohlen.

Es gab keine signifikanten Geschlechtsunterschiede in den verschiedenen Altersstufen.

Eine statistisch signifikante Vorwärtsverschiebung des Oberkiefers und Hemmung des Unterkieferwachstums wurde in der Protraktions-Gruppe im Vergleich zur unbehandelten Gruppe festgestellt.

Die horizontalen Veränderungen des Punktes A in der behandelten Gruppe waren mit 1,7-2,8 mm signifikant höher und zwei bis viermal so groß wie in der Kontrollgruppe.

Die horizontalen Veränderungen des Punktes B in der behandelten Gruppe betrugen zwischen -1,7 bis -2,7 mm gegenüber 0,2-2,2 mm in der Kontrollgruppe.

Die horizontalen Veränderungen der Oberkieferschneidezähne in der behandelten Gruppe waren mit 2,4-4,8 mm größer als in der Kontrollgruppe mit 1,0-1,9 mm. Die Veränderungen der mittleren Oberkieferschneidezähne in der Gruppe der Siebenjährigen war signifikant höher als in jeder anderen Altersgruppe.

Die horizontalen Veränderungen des Punktes A während des ersten Jahres nach der Behandlung verminderten sich um die Hälfte. Eine höhere Zunahme der Oberkieferlänge um 0,9 mm wurde in der Nachbeobachtungszeit beobachtet.

Die Unterkieferlänge in der behandelten Gruppe zeigte nur eine Zunahme von 0,4 mm während der Behandlung, nahm nach der Behandlung um 2,7 mm zu, aber war immer noch geringer als die jährliche Zunahme der altersentsprechenden Kontrollgruppe.

Es wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen Behandlungswirkung und Alter festgestellt. Die Richtung des Oberkieferwachstums war in beiden Gruppen ähnlich.

Die Protraktion hat einen stimulierenden Wachstumseffekt auf den Oberkiefer während der Behandlung. Protraktion im Oberkiefer kann in einer kurzen Zeitspanne einen retrognathen Oberkiefer vorwärts bewegen (Sung u. Baik 1998).

MacDonald et al. untersuchten 1999 die zephalometrischen Veränderungen bei Behandlung von Klasse III-Patienten mit Gesichtsmaske und festsitzender Oberkieferdehnung.

Es wurden 24 Kinder mittleren Alters von 7,4 Jahren durchschnittlich 8 Monate behandelt und mit 24 unbehandelten Kindern mittleren Alters von 8,7 Jahren und 24 normalen Kindern mittleren Alters von 7,2 Jahren verglichen direkt nach Behandlungsabschluss und nach etwa 2 weiteren Jahren.

Die Konvexität des Gesichtsprofils nahm zu durch eine Vorverlagerung und eine Rück- und Abwärtsrotation des Oberkiefers und eine Rotation des Unterkiefers im Uhrzeigersinn. Das Unterkieferwachstum war ähnlich in der Behandlungs- und den Kontrollgruppen.

Die Therapie mit Gesichtsmaske bei Klasse III-Patienten mit defizitärem Oberkiefer und Tiefbiss ist wirksam und führte bei allen zu einem positiven Overjet.

Wachstumsunterschiede wurden zwischen der Klasse I und der Klasse III-Kontrollgruppe gefunden, die eine signifikant geringere Vorwärtsbewegung des Punktes A und eine größere Vorwärtsbewegung des Unterkiefers zeigte.

Nach der Behandlung war das Oberkiefervorwärtswachstum verglichen mit der unbehandelten Kontrollgruppe ähnlich, war aber im Vergleich zur normalen

Kontrollgruppe geringer. Das Unterkieferwachstum war bei allen Gruppen ähnlich.

Der Unterkieferrotation gegen den Uhrzeigersinn folgte eine niedrigere untere Gesichtshöhe.

Die Oberkieferschneidezähne proklinierten, um den verringerten Overjet auszugleichen und traten vertikaler durch als bei der unbehandelten Kontrollgruppe. Die Unterkieferschneidezähne reklinierten während der Behandlung und bewegten sich nach der Behandlung vorwärts. Das Weichteilprofil zeigte keine signifikanten Veränderungen nach Behandlungsende.

Eine Überkorrektur wird empfohlen, um dem Oberkieferwachstumsmangel nach der Behandlung entgegenzuwirken. Ein zeitweiliges Tragen der Gesichtsmaske hängt danach vom individuellen Wachstumsmuster des Patienten ab (MacDonald et al. 1999).

Baccetti et al. untersuchten 2000 die kraniofazialen Veränderungen während und nach der Behandlung mittels rascher Oberkieferdehnung und Gesichtsmaske.

Zur frühen Behandlungsgruppe gehörten 16 Kinder mittleren Alters von 7 Jahren, zur späten Behandlungsgruppe gehörten 13 Kinder mittleren Alters von 8,7 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 10 Monaten ohne anschließende skelettale Retention und einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 1,3 Jahren und wurden mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppen verglichen.

Eine signifikante Zunahme des sagittalen Wachstums der Maxilla sowohl skelettal als auch dentoalveolär wurde nur in der frühen Gruppe im Vergleich mit der Kontrollgruppe festgestellt. Eine hemmende Wirkung auf das Unterkieferwachstum mit einer Aufwärts- und Vorwärtsrichtung des Kondylarwachstums wurde in beiden Gruppen festgestellt. Der Betrag zusätzlichen sagittalen Oberkieferwachstums betrug in der frühen Gruppe 2,3 mm und 0,5 mm in der späten.

Eine Zunahme der vertikalen Kieferbeziehung wurde in der späten Gruppe festgestellt.

Nach der Behandlung setzte das Klasse III-Wachstumsmuster in Abwesenheit skelettaler Retention wieder ein. Die Rezidivtendenz betraf in der frühen Gruppe das sagittale Wachstum des Oberkiefers und in der späten Gruppe die sagittale Position des Unterkiefers.

Die kieferorthopädische Behandlung der Klasse III im frühen Wechselgebiss kann mehr günstige kraniofaziale Veränderungen bewirken als im späten Wechselgebiss (Baccetti et al. 2000b).

Die Wirksamkeit der Behandlung mit modifizierter Protraktion im Oberkiefer bei Klasse III-Patienten im frühen Wechselgebiss mit retrudiertem Oberkiefer wurde 2000 von Kajiyama et al. untersucht.

Es wurden 29 Kinder mittleren Alters von 8,6 Jahren durchschnittlich 10,2 Monate behandelt und mit einer Gruppe von 25 unbehandelten Kindern mittleren Alters von 8,8 Jahren nach einer elfmonatigen Beobachtungszeit verglichen.

Es konnte eine signifikante Vorwärtsbewegung des Oberkiefers und eine Rotation des Unterkiefers im Uhrzeigersinn beobachtet werden. Punkt A bewegte sich 1,2 mm vorwärts und Punkt B um 3,9 mm rückwärts. Die Gesamtlänge der Mandibula veränderte sich nicht. Die untere Gesichtshöhe und die Gesamtgesichtshöhe vergrößerten sich signifikant.

Die Oberkieferschneidezähne kippten nach labial und die Unterkieferschneidezähne nach lingual, der Interinzisalwinkel nahm signifikant ab. Zur vollständigen Korrektur des frontalen Kreuzbisses trugen 70 % skelettale und 30 % dentale Faktoren bei.

Die Behandlung mittels Protraktion im Oberkiefer bei retrudiertem Oberkiefer ist erfolgreich bei der Korrektur des anterioren Kreuzbisses im frühen Wechselgebiss (Kajiyama et al. 2000).

Ngan und Yiu bewerteten in einer Follow-up-Studie von 2000 das Behandlungsergebnis und die Veränderungen nach der Behandlung mit dem PAR-Index.

Die 20 mit festsitzender Oberkieferdehnapparatur und Gesichtsmaske behandelten Kinder mittleren Alters von 8,4 Jahren wiesen eine skelettale und dentale Klasse III-Beziehung mit einer Unterentwicklung des Oberkiefers auf. Die Werte vor der Behandlung, nach der Behandlung mit einer mittleren Dauer von 8,2 Monaten, nach 1 Jahr Retention mit einem funktionskieferorthopädischen Gerät und nach einem weiteren Jahr wurden miteinander verglichen.

Direkt nach der Behandlung hatte der mittlere PAR-Index um 56 % abgenommen, am Ende der Retentionszeit um 70 % und nach einem weiteren Jahr nur noch um 63 % im Vergleich mit dem Ausgangsbefund wegen aufgetretener Rezidive. Insgesamt wiesen 85 % der Patienten eine Verbesserung des PAR-Index von mindestens 30 % auf.

Anfänglich höhere PAR-Werte erfahren eine höhere prozentuale Reduktion, Milchzähne werden durch den PAR-Index ebenso wenig erfasst wie skelettale Veränderungen. Der PAR-Index ist daher nicht das optimale Mittel, um Behandlungserfolge zu bewerten (Ngan u. Yiu 2000).

Ob die Bestimmung des Knochenalters nach Tanner-Whitehouse (Tanner et al. 1983) für die Behandlungsplanung hilfreich sei bei der Behandlung mit Protraktion in Kombination mit Kinnkappe, untersuchten Suda et al. 2000.

Es wurden 30 Mädchen mittleren Alters von 9,4 Jahren und 30 Jungen mittleren Alters von 9,7 Jahren 1 Jahr lang behandelt und jeweils in eine Behandlungsgruppe und eine Kontrollgruppe, die ohne Protraktion im Oberkiefer behandelt wurde, eingeteilt, von denen jede noch einmal unterteilt wurde in eine Gruppe mit chronologischer Altersbestimmung und eine mit Knochenaltersbestimmung.

Die Behandlung führte zu einer signifikanten Vorwärtsbewegung des Punktes A. Die Vorwärtsbewegung des Oberkiefers zeigte signifikante umgekehrte Korrelation mit dem Knochenalter, aber nicht mit dem chronologischen. Das

Knochenalter spiegelt den Unterschied des Behandlungsergebnisses zwischen jüngeren und älteren Jungen deutlicher wieder als das chronologische Alter.

Bei den Mädchen schien es keine Rolle für das Behandlungsergebnis zu spielen, ob das Alter chronologisch oder über die Knochen bestimmt wurde.

In der männlichen Gruppe korrelierten alle Messwerte signifikant mit dem Knochenalter, aber nicht mit dem chronologischen Alter. Bei den Mädchen gab es keine signifikante Korrelation.

Die Bestimmung des Knochenalters ist sinnvoll, um die effektive Behandlung zum optimalen Zeitpunkt bei der Behandlung mit Protraktion festzulegen (Suda et al. 2000).

Ziel einer von Yüksel et al. 2001 durchgeführten Studie war die Feststellung dentaler und skelettaler Effekte der Therapie mit der Delaire-Gesichtsmaske allein und die Bewertung des Einflusses des Alters auf das Ansprechen auf die Behandlung.

Drei Gruppen von jeweils 17 Kindern wurden gebildet. Eine frühe Gruppe mittleren Alters von 9,7 Jahren, die durchschnittlich 7 Monate und eine späte Gruppe mittleren Alters von 12,5 Jahren die durchschnittlich 7 Monate behandelt wurde und aus ethischen Gründen eine Kontrollgruppe lediglich zur frühen Gruppe mit einem mittleren Alters von 9,4 Jahren, die durchschnittlich 9 Monate beobachtet wurde.

Alle 34 Kinder wurden erfolgreich behandelt. In beiden behandelten Gruppen wurden im Vergleich mit der unbehandelten Gruppe folgende signifikante Veränderungen festgestellt: Vorwärtsbewegung der Maxilla und eine Zunahme des Overjet, Extrusion der Oberkiefermolaren und Vorwärtsbewegung der Oberkieferinzisivi und -molaren bei einer Abwärts- und Rückwärtsbewegung des Unterkiefers.

Im Vergleich der frühen mit der späten Gruppe war kein signifikanter Unterschied bei skelettalen und dentalen sagittalen Veränderungen feststellbar, ebenso war kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf das Ansprechen auf die Behandlung zu erkennen (Yüksel et al. 2001).

Die skelettalen Veränderungen durch Oberkiefer-Protraktion und rascher Oberkieferdehnung in Abhängigkeit der skelettalen Reife wurden von Cha 2003 bei 85 Kindern mit skelettaler Oberkieferrücklage untersucht.

Die Einteilung erfolgte in drei Gruppen: 34 Kinder vor dem pubertalen Wachstumsgipfel mittleren Alters von 9,8 Jahren bei durchschnittlich 1,2 Jahren Behandlungszeit, 32 Kinder während des pubertalen Wachstumsgipfels mittleren Alters von 11,3 Jahren bei durchschnittlich 1,1 Jahren Behandlungszeit und 19 Kinder nach dem pubertalen Wachstumsgipfel mittleren Alters von 13,1 Jahren bei durchschnittlich 1,1 Jahren Behandlungszeit.

In allen Gruppen bewegte sich der Oberkiefer vorwärts und das Palatinalplanum rotierte im Uhrzeigersinn.

Der Unterkiefer bewegte sich ab- und rückwärts, die untere Gesichtshöhe nahm zu.

Die Korrektur des Overjet erfolgte in Gruppe 1 um insgesamt 5,62 mm zu 80,1 % skelettal und 19,9 % dentoalveolär, in Gruppe 2 um insgesamt 5,53 mm zu 84 % und 16 % und in Gruppe 3 um insgesamt 4,03 mm zu 63,6 % und 36,3 %. Die Korrektur der Bisslage erfolgte in Gruppe 1 von insgesamt 4,11 mm zu 112,5 % skelettal und -12,5 % dentoalveolär, in Gruppe 2 von insgesamt 5,32 mm zu 86,5 % und 13,5 % und in Gruppe 3 von insgesamt 4,11 mm zu 60 % und 40 %.

Die Vorwärtsbewegung des Oberkiefers trug zur Korrektur des Overjet und der Bisslage mit ungefähr 50 % in den beiden ersten Gruppen bei und unter 25 % in der dritten Gruppe.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bei der Vorwärtspositionierung des Oberkiefers zwischen der vorpubertären und der pubertären Gruppe, aber eine Abnahme in der nachpubertären Gruppe. In der nachpubertären Gruppe zeigte sich eine signifikante Abnahme der skelettalen Oberkiefervorwärtsbewegung bei signifikanter Zunahme der dentoalveolären Wirkung.

Es bestand keine Korrelation der Rück- und Abwärtsdrehung des Unterkiefers, der Zunahme der unteren Gesichtshöhe und dem Durchtritt der Oberkiefermolaren mit dem skelettalen Alter.

Die Bestimmung der skelettalen Reife und des pubertären Wachstumsgipfels jedes einzelnen Patienten ist für die Diagnose und die Behandlungsplanung von Bedeutung (Cha 2003).

Das Langzeitergebnis bei der Frühbehandlung mit Protraktion im Oberkiefer und rascher Oberkieferdehnung wurde von Hägg et al. 2003 in einer prospektiven longitudinalen Studie untersucht.

Es wurden 21 chinesische Kinder mittleren Alters von 8,6 Jahren durchschnittlich 9,2 Monate behandelt und nach 8 Jahren nachuntersucht. Wegen Engstandes erhielten 6 von ihnen zwischenzeitlich eine festsitzende Behandlung und wurden dann in eine stabile und eine rezidierte Gruppe unterteilt.

Das Ergebnis war in sagittaler Richtung direkt nach Behandlungsende in beiden Gruppen gleich, aber in der Rezidivgruppe nahm die untere Gesichtshöhe signifikant stärker zu und der Winkel des Mandibularplanums öffnete sich signifikant mehr.

Während der achtjährigen Beobachtungszeit war die dentale Kompensation in beiden Gruppen ähnlich, aber der Unterkiefer wuchs viermal stärker als der Oberkiefer in der Rezidivgruppe verglichen mit nur zweifach stärkerem Wachstum in der stabilen Gruppe.

Die Frühbehandlung mit Oberkiefer-Protraktion ergibt bei allen Patienten direkt nach der Behandlung einen positiven Overjet, aber auf lange Sicht bleibt er nur in zwei Drittel der Fälle erhalten. Der positive Overjet direkt nach der Behandlung von 5,4 mm in der stabilen Gruppe reduzierte sich auf die Hälfte nach dem Beobachtungszeitraum, in der Rezidivgruppe von 3,7 mm auf -2,6 mm. Ein Drittel der Patienten könnten später wegen eines ungünstigen Wachstumsmusters Kandidaten für einen kieferchirurgisch Eingriff sein (Hägg et al. 2003).

Die Effizienz der Frühbehandlung mit der Grummons-Maske wurde 2003 von Hegmann u. Rüther 2003 an 21 Patienten zwischen 5 und 9 Jahren, die durchschnittlich 8 Monate zuerst durch eine Gaumennahterweiterungsapparatur und anschließender Gesichtsmaske nach Grummons behandelt wurden, untersucht. Der Behandlungszeit folgte eine Retentionsphase von 6-12 Monaten mittels modifiziertem Twin-Block oder Bionator.

Der frontale Überbiss verbesserte sich im Mittel um 3,4 mm, der 6-Jahr-Molar im Oberkiefer bewegte sich im Mittel um 4,1 mm nach mesial. Der SNA-Winkel nahm im Mittel um 2,3°, der ANB-Winkel um 2,1° zu.

Die Behandlungsmethode ist effektiv, nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen. Durch die Behandlung von rascher Oberkieferdehnung und Gesichtsmaske nach Grummons konnten die sagittalen-basalen Relationen entschieden verbessert werden (Hegmann u. Rüther 2003).

Westwood et al. untersuchten 2003 die Langzeitwirkung der Behandlung mit Gesichtsmaske in Kombination mit rascher Oberkieferdehnung.

Es wurden 34 Kinder mittleren Alters von 8,3 Jahren 10 Monate behandelt und während der anschließenden Beobachtungszeit von 5,8 Jahren auch feststehend mit einer Edgewise-Apparatur behandelt und mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollen von 12, 15 und 22 Kindern verglichen.

Während der Behandlung war die Vorwärtsbewegung des Oberkiefers um 1,8 mm größer als die der Kontrollen, die Vorverlagerung des Unterkiefers wurde um fast 3 mm reduziert. Während der Beobachtungszeit wuchsen behandelte Kinder und Kontrollen ähnlich. Die erzielten Verbesserungen beruhten fast gänzlich auf skelettalen Veränderungen.

Am Ende des Beobachtungszeitraumes behielten 76 % der behandelten Kinder einen positiven Overjet. Der Overjet nahm langfristig signifikant um 4,4 mm zu, während sich die Bisslage signifikant um 3,9 mm gegenüber den unbehandelten Kontrollen verbesserte.

In vertikaler Richtung waren langfristig keine klinisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellbar. Das Weichteilprofil verbesserte sich signifikant.

Protraktion und rasche Oberkieferdehnung über 10 Monate führte zu einer signifikanten skelettalen Reaktion in Form einer Vorwärtsbewegung des Oberkiefers und Ab- und Rückwärtsbewegung des Unterkiefers. Die Verbesserung beruhte hauptsächlich auf Veränderungen der Unterkiefer- und weniger auf Veränderungen der Oberkieferposition.

Obwohl kraniofaziale Klasse III-Kennzeichen wiederkehrten, zeigte sich während der Beobachtungszeit kein signifikantes skelettales Rezidiv. Erhalten blieben 93 % der skelettalen Veränderungen.

Die Kombination von Protraktion mit rascher Oberkieferdehnung ist langfristig eine wirksame Klasse III-Behandlung. Die günstige skelettale Wirkung vor dem pubertalem Wachstumsschub führt zur einem positiven Overjet und Overbite. Die okklusalen Beziehungen widerstehen im großen und ganzen dem folgenden Klasse III-Wachstumsmuster bis zum Erreichen der skelettalen Reife. Aggressive Überkorrektur der skelettalen Klasse III von 5-8 mm sogar in Richtung einer Klasse II scheint angeraten, um langfristig das Behandlungsergebnis zu sichern (Westwood et al. 2003).

Cozza et al. untersuchten 2004 die skelettalen, dentalen und Weichteilveränderungen bei der Behandlung mit der Delaire-Gesichtsmaske und dem Klasse III-Bionator.

Es wurden 30 Kinder mittleren Alters von 5,9 Jahren durchschnittlich 8 Monate behandelt und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe von 24 Kindern mittleren Alters von 6 Jahren verglichen.

Der SNA-Winkel nahm signifikant um $2,04^\circ$ zu, während der SNB-Winkel um $1,31^\circ$ abnahm.

Bei allen Patienten wurde eine zufriedenstellende Klasse III-Korrektur durch eine signifikante Vorwärtsbewegung des Oberkiefers und entsprechender günstiger Wirkung auf das Gesichtsprofil und die Weichteile erzielt.

Es wurden keine statistisch signifikanten Veränderungen in der axialen Neigung der oberen und unteren Schneidezähne sowie in den vertikalen Parametern beobachtet.

Das konkave Klasse III-Profil wurde ausgeglichener durch Verbesserung der skelettalen Konvexität.

Die Retention mit dem Klasse III-Bionator verbesserte die sagittale Kieferbeziehung und ergab eine gute Wachstumskontrolle.

Beim Vergleich zwischen den beiden Gruppen zeigte sich eine Verbesserung des skelettalen Klasse III-Musters, das durch eine signifikante Vorwärtsbewegung des Punktes A mit entsprechend günstiger Wirkung auf das Gesichtsprofil in der behandelten Gruppe verursacht wurde.

Die Behandlung der skelettalen Klasse III mit Oberkieferrücklage mit der Delaire-Gesichtsmaske und dem Klasse III-Bionator ist im frühen Wechselgebiss wirksam (Cozza et al. 2004).

Franchi et al. untersuchten 2004, wie sich der Zeitpunkt des Behandlungsbeginns auf den Behandlungserfolg bei der Behandlung mit Protraktion im Oberkiefer und rascher Oberkieferdehnung und anschließender festsitzender Behandlung mit einer Edgewise-Apparatur auswirkt.

Eine frühe Gruppe von 33 Kindern mittleren Alters von 7,5 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 7,2 Jahren und eine späte Gruppe von 17 Kindern mittleren Alters von 10,9 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 4,5 Jahren wurden jeweils mit altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppen verglichen. Die festsitzende Behandlung dauerte durchschnittlich 27 Monate.

Bei der frühbehandelten Gruppe zeigte der Oberkiefer eine signifikante Vorwärtsbewegung um 1,8 mm und der Unterkiefer eine um 5 mm geringere Vorverlagerung verglichen mit den unbehandelten Kontrollen.

Die Bisslage verbesserte sich um 1,7 mm, während sie sich bei den unbehandelten Kontrollen um 5 mm verschlechterte, was einen hochsignifikanten Unterschied von fast 7 mm entspricht. Eine signifikante

Overjetkorrektur von mehr als 7 mm wurde in der frühbehandelten Gruppe erreicht.

Die Frühbehandlung führte zu einer signifikant kleineren Zunahme der Unterkieferlänge von -3,6 mm in etwa 7 Jahren. In der späten Gruppe gab es signifikant geringere Zunahmen der Vorwärtsbewegung des Unterkiefers von 3,6 mm im Vergleich mit den Kontrollen.

Die Bisslage blieb unverändert, verglichen mit den unbehandelten Kontrollen war sie fast 3 mm günstiger. Eine gesamte Overjetkorrektur von 2,1 mm wurde durch dentale Veränderungen erreicht, die unbehandelten Kontrollen wiesen eine Zunahme des negativen Overjet von fast 2 mm auf, was zu einem hochsignifikantem Unterschied von fast 4 mm zwischen den beiden Gruppen führte. Die Behandlung im späten Wechselgebiss führte zu signifikant geringeren Zunahmen der Unterkieferlänge von -4,8 mm in etwa 4,5 Jahren verglichen mit den Kontrollen.

In den vertikalen skelettalen Beziehungen gab es weder in der frühen noch in der späten Gruppe signifikante Unterschiede verglichen mit den Kontrollen.

Die Behandlung war bei frühem Beginn wirksamer, jedoch profitierten die Patienten in einem geringeren Ausmaß auch bei späterer Behandlung.

Die Frühbehandlung verursachte signifikant günstige postpubertale Veränderungen in beiden Kiefern, während die späte Behandlung nur eine signifikante Hemmung des Unterkieferwachstums herbeiführte. Signifikante Veränderungen der Unterkiefergröße gingen nur in der frühen Gruppe mit Veränderungen der Unterkieferform einher. Den Hauptanteil an der Korrektur in beiden Gruppen steuerten hauptsächlich die skelettalen, weniger die dentalen Veränderungen bei (Franchi et al. 2004).

In den Jahren 1999 bis 2004 erschienen 5 relevante Studien zur Klasse III-Behandlung bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit festsitzender Apparatur als Therapiemittel. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter liefert Tabelle 16.

Tab. 16: Klasse III-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit festsitzender Apparatur als Therapiemittel

Autoren der Studie	Jahr	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Behandlungsbeginn im		Therapiemittel		Beob. Dauer in J.	Effekt
					Fr WG	Sp Wg	extra-	intra-		
					Behandlungsdauer in J.		oral			
Rabie u. Gu	1999	Pseudo Klasse III	V	I	0,6			2x4	4	D
Gu u. Rabie	2000	Pseudo Klasse III	V	I	0,7		G	2x4	3	SD
Gu et al.	2000	Frontaler Kreuzbiss	V	I	0,7			2x4	1	D
Baccetti et al.	2001	Zeitpunkt	A	I	0,06	0,06		Ha,E	5	SD
Hägg et al.	2004	Pseudo Klasse III	V	I		0,7		2x4	5	SD

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (I)

Therapiemittel: 2x4-Apparatur (2x4), Gesichtsmaske (G), Haas-Apparatur (Ha), Edgewise-Apparatur (E)

Effekt: skelettal Frühbehandlung effektiv (S), dental Frühbehandlung effektiv (D)

3.1.3.2.3. Festsitzende Behandlung

Rabie und Gu untersuchten 1999 in einer Follow-up-Studie 21 südchinesische Kinder mit Pseudo-Klasse III mittleren Alters von 9,6 Jahren nach einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 7 Monaten mittels festsitzender 2x4-Apparatur 4 Jahre nach Behandlungsende.

Der frontale Kreuzbiss und die mandibuläre Verlagerung bzw. Zwangsführung waren nach der Behandlung beseitigt. Die Angulation der Oberkieferinzisivi nahm signifikant durchschnittlich um $9,5^\circ$ zu, während die der Unterkieferinzisivi signifikant durchschnittlich um $4,9^\circ$ abnahm.

Mit einem einfachen festsitzendem Gerät können Zahnbewegungen der Inzisivi in kurzer Zeit kontrolliert erfolgen und ausreichend Platz für den Durchtritt der bleibenden Zähne in Klasse I-Verzahnung geschaffen werden (Rabie u. Gu 1999).

Die skelettalen und dentalen Veränderungen nach Behandlung mit einer 2x4-Apparatur oder mit Oberkiefer-Protraktion zur Korrektur des frontalen Kreuzbisses bei Pseudo-Klasse III wurden 2000 von Gu et al. miteinander verglichen.

Es wurden 17 Kinder mittleren Alters von 9,7 Jahren durchschnittlich 8,4 Monate mit einer 2x4-Apparatur behandelt und mit 20 Kindern mittleren Alters von 8,5 Jahren, die durchschnittlich 10,6 Monate mit Oberkiefer-Protraktion behandelt wurden, verglichen.

Direkt nach der Behandlung verbesserte sich der Overjet um 5,2 mm, davon -0,8 mm skelettal und 6,0 mm dental in der 2x4-Gruppe, bzw. um 6,5 mm, davon 2,6 mm skelettal und 3,9 mm dental in der Protraktions-Gruppe.

Während des Beobachtungszeitraumes von einem Jahr kam es zu einem signifikant stärkeren Rezidiv des Overjet von 1,2 mm in der Protraktions-Gruppe, während es in der 2x4-Gruppe kein Rezidiv gab.

Nach dem Beobachtungszeitraum verbesserte sich der Overjet verglichen mit dem Anfangsbefund insgesamt um 5,6 mm, davon -2,0 mm skelettal und 7,6

mm dental in der 2x4-Gruppe, bzw. um 5,3 mm, davon -1,2 mm skelettal und 4,1 mm dental in der Protraktions-Gruppe.

Verglichen mit normalem Wachstum bewegte sich der Punkt A während der Behandlung etwa dreimal, während der Beobachtungszeit etwa zweimal stärker als normal nach vorne.

Der Unterkiefer bewegte sich um 2,1 mm signifikant stärker vorwärts in der 2x4-Gruppe, was zu einer signifikant besseren Bisslage in der Protraktions-Gruppe führte.

Skelettale Veränderungen trugen in der 2x4-Gruppe nicht zur Overjet-Korrektur bei, während ihr Anteil in der Protraktions-Gruppe ca. 40 % betrug.

In beiden Gruppen verbesserte sich der Overjet stark, aber ohne einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen am Ende des Beobachtungszeitraumes. Der Overjet blieb am Ende der Beobachtungszeit bei allen Kindern positiv (Gu et al. 2000).

Gu und Rabie untersuchten 2000 die Wirkung einer einfachen festsitzenden 2x4-Apparatur bei der Frühbehandlung von Pseudo-Klasse III-Patienten.

Es wurden 21 Patienten nach der Behandlung und nach 3 Jahren Beobachtung mit einer entsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe von 15 Kindern verglichen.

Frontaler Kreuzbiss und mandibuläre Verlagerung waren nach der Behandlung beseitigt. Der durchschnittliche Raumgewinn betrug 4,7 mm im Oberkiefer, was für den Durchtritt der Eckzähne und Prämolaren ausreichend war, während in der Kontrollgruppe Platzmangel herrschte. Zum Behandlungsergebnis trugen die Proklination der Oberkieferinzisivi, die Reklination der Unterkieferinzisivi, die Ausnutzung des Leeway-Space und die Zahnbogenerweiterung bei (Gu u. Rabie 2000).

Baccetti et al. verglichen 2001 kurz- und langfristige Behandlungswirkungen bei rascher Oberkieferdehnung durch die Haas-Apparatur und anschließender festsitzender Behandlung mit der Edgewise-Apparatur vor und nach dem pubertären Wachstumsgipfel.

Eine frühe Gruppe von 29 Kindern mittleren Alters von 11 Jahren wurde mit einer späten Gruppe von 13 Kindern mittleren Alters von 13,6 Jahren und jeweils mit einer altersentsprechenden unbehandelten Kontrollgruppe verglichen.

Der durchschnittlichen Behandlungszeit für beide Gruppen von 21 Tagen schloss sich eine mittlere Retentionszeit von 65 Tagen und eine Beobachtungszeit von mindestens 5 Jahren nach Abschluss der Edgewise-Behandlung an.

Beide Gruppen zeigten eine signifikante Zunahme der Zahnbogenbreite von 2,7 mm in der frühen Gruppe und 3,5 mm in der späten Gruppe verglichen mit den altersentsprechenden unbehandelten Kontrollen.

Langfristig waren die skelettale Oberkieferbreite, die intermolare Zahnbogenbreite, die lateronasale und die lateroorbitale Breite in der frühen Gruppe signifikant höher. Die späte Gruppe zeigte nur eine signifikante Zunahme der lateronasalen und der intermolaren Ober- und Unterkieferzahnbogenbreite.

Rasche Oberkieferdehnung vor dem pubertalen Wachstumsgipfel kann langfristig ausgeprägtere transversale skelettale Veränderungen bewirken. Nach dem pubertalen Wachstumsgipfel verlagern sich die Veränderungen des Oberkiefers vom skelettalen zum dentalen Bereich (Baccetti et al. 2001).

Hägg et al. untersuchten 2004 in einer Follow-up-Studie die Langzeitergebnisse nach Frühbehandlung mit einer einfachen festsitzenden 2x4-Apparatur bei Pseudo-Klasse III.

Es wurden 25 Patienten mittleren Alters von 10,2 Jahren durchschnittlich 8 Monate behandelt, 5 von ihnen zusätzlich mit einer festsitzenden Apparatur wegen Engstandes, und nach 5 Jahren nachuntersucht. Alle Patienten bewahrten einen positiven Overjet.

Unmittelbar nach Behandlungsende war das Behandlungsergebnis in sagittaler Richtung bei beiden Gruppen gleich, aber in der zusätzlich behandelten Gruppe nahm die untere Gesichtshöhe signifikant stärker zu und der Winkel des Mandibularplanums öffnete sich signifikant mehr.

Die dentale Kompensation und das Kieferwachstum war während der 5 Jahre in beiden Gruppen ähnlich.

Nach der Behandlung gab es eine signifikante Verbesserung des Overjet mit einer signifikanten Vorwärtsbewegung des Oberkiefers, Protrusion der Oberkieferschneidezähne und Retrusion der Unterkieferschneidezähne.

Auf lange Sicht bleiben bei der Frühbehandlung von Pseudo-Klasse III-Patienten mit einer einfachen festsitzenden Apparatur der Overjet und die Behandlungsergebnisse erhalten. Eine Minderheit der Patienten benötigt eine weitere Behandlung mit festsitzenden Apparaturen (Hägg et al. 2004).

3.2. Transversale Anomalien

Von den 22 Kreuzbiss-Studien beginnen 11 mit der Behandlung im Milch- und 11 im Wechselgebiss (Tab. 17), wobei 15 bzw. 18 Apparaturen angewandt werden (Tab. 18), die sich weiter auf die Studienkategorien aufteilen lassen (Tab. 19).

Tab. 17: Verteilung der Studien nach Kategorien in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns

	1. Dent.	Wechselg.	Gesamt
Altersstufenvergleich	1		1
Therapievergleich	1	6	7
Verlauf	9	5	14
Gesamt	11	11	22

Tab. 18: Verteilung der Studien nach Therapiemittel in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Therapiebeginns

	1. Dent.	Wechselg.	Gesamt
Einschleifen	7		7
Kompositaufbauten	1		1
Quadhelix	3	6	9
Dehnplatten	4	8	12
rasche Dehnung		4	4
Gesamt	15	18	33

Tab. 19: Verteilung der Studien nach Therapiemittel in Abhängigkeit von Kategorien

	A	T	V
Einschleifen		1	6
Kompositaufbauten			1
Quadhelix	1	7	1
Dehnplatten		6	6
rasche Dehnung		1	3
Gesamt	1	15	17

Kategorien: Altersstufenvergleichsstudien (A), Therapievergleichsstudien (T), Verlaufstudien (V)

Tab. 20: Kreuzbiss-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Milchgebiss

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Dauer			Erfolg in %
								in Monaten		in J. Beob.	
								Beh.	Ret.		
Admund et al.	1980	Einschleifen	V		20	E	6				70
					20	Ku	6				
Bell u. LeCompte	1981	Rasche OK-Dehnung	A		5	Q	5	1	1,5	0,3	100
					5	Q	8	1	1,5	0,3	100
Thilander et al.	1984	Einschleifen,	V		33	E + D	5	6 - 10	6		79
		Spontankorrektur			28	Ku	4				21
					25	Kn	4				
Kantomaa	1986	Kompositaufbau	V		25	E + K	4 - 7				100
Lindner et al.	1986	Rasche OK-Dehnung	V		29	Q	4,8	1	1	0,3	97
Lindner	1989	Einschleifen,	V	l, r	38	E	4,3			5	50
		Spontankorrektur			38	Ku	4,3			5	17
Kurol u. Berglund	1992	Kosten-Nutzen,	V	l, p	33	E	3 - 5			10	64
		Spontankorrektur			20	Ku	3 - 5			10	45
					171	Kn	3 - 5			10	
Steegmayer u. Komposch	1993	Langsame Dehnung	V		44	D	5,2	13,3	6		83
De Boer u. Steenks	1997	Eins. Zwangskreuzbiss	V	l	27	D	5,9	7	6	8	89
Tsarapatsani et al.	1999	Eins. Zwangskreuzbiss	T	l	15	Q	4	5		15	60
					14	E	4			15	57
Thilander u. Lennartsson	2002	Voraussage,	V	l, p, r	32	E + D	5	6 - 10	6	7	81
		Spontankorrektur			32	Ku	5			7	28
					25	Kn	5			7	

Kategorie der Studie: Altersstufenvergleich (A), Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (l), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Dehnplatte (D), Einschleifen (E), Kompositaufbau (K), Quadhelix (Q), normale Kontrollen (Kn), unbehandelte Kontrollen (Ku)

Im Zeitraum von 1980 bis 2002 erschienen 11 relevante Studien der Kreuzbissbehandlung mit Behandlungsbeginn im Milchgebiss. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter veranschaulicht Tabelle 20.

3.2.1. Behandlungsbeginn im Milchgebiss

Admund et al. verglichen 1980 die Wirkung des Einschleifens beim einseitigen Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit der Häufigkeit von Spontankorrekturen. Durch Einschleifen wurden 20 Kinder mittleren Alters von 6 Jahren in 2 bis 5 Sitzungen behandelt und mit 20 unbehandelten Kindern desselben Alters verglichen.

In der Einschleifgruppe wurden 70 % der Kreuzbisse korrigiert, in der unbehandelten Gruppe wiesen 50 % der Kinder eine Spontankorrektur auf.

Einschleifen sollte vor dem Alter von 5 Jahren durchgeführt werden (Admund et al. 1980).

Die Wirkung der Oberkieferdehnung mittels Quadhelix im Milch- und Wechselgebiss bei Zwangskreuzbiss wurde von Bell und LeCompte 1981 untersucht.

Es wurden 5 Kinder mittleren Alters von 5,3 Jahren im Milch- und 5 Kinder mittleren Alters von 8,2 Jahren im Wechselgebiss bei einer mittleren Behandlungszeit von 30 Tagen behandelt. Danach erfolgte eine sechswöchige Retentionsphase und eine dreimonatige Beobachtungszeit.

Alle Kreuzbisse wurden korrigiert, jedes der 10 Kinder zeigte röntgenologisch eine Öffnung der Gaumennaht während der aktiven Behandlung. Am Ende der Retentionszeit konnte keine offene Sutur mehr nachgewiesen werden.

In der Milchgebissgruppe nahm die durchschnittliche Zahnbogenbreite im Molarenbereich um 5,7 mm, die interkanine um 3,9 mm zu. Am Ende der Beobachtungszeit stellte sich eine mittlere Abnahme um 1,9 mm bzw. 1,6 mm

ein. Die signifikante Breitenzunahme am Ende der Beobachtungszeit betrug 3,9 bzw. 2,3 mm verglichen mit der Situation vor der Behandlung.

In der Wechselgebissgruppe nahm die durchschnittliche Zahnbogenbreite im Molarenbereich um 4,8 mm, die interkanine um 4,4 mm zu. Am Ende der Beobachtungszeit stellte sich eine mittlere Abnahme um 1,2 mm bzw. 2,2 mm ein. Die signifikante Breitenzunahme am Ende der Beobachtungszeit betrug 3,6 bzw. 2,2 mm verglichen mit der Situation vor der Behandlung.

Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen feststellbar.

Das Rückfallpotenzial wurde erfolgreich kompensiert durch eine Überexpansion von 2-3 mm. Die transversalen Änderungen im Unterkiefer hatten keine signifikante Bedeutung (Bell u. LeCompte 1981).

Thilander et al. untersuchten 1984 die Wirkung der Dehnplatte und die Häufigkeit von Spontankorrekturen bei Behandlung im Milchgebiss.

Mit Einschleifen und Dehnplatte wurden 33 Kinder mittleren Alters von 5 Jahren behandelt und mit 28 Kindern mittleren Alters von 4 Jahren als unbehandelte Kontrolle und mit 25 normalen Kindern mittleren Alters von 4 Jahren als Kontrolle verglichen.

Nach Behandlung durch Einschleifen und Dehnplatte (6-10 Monate aktive Behandlung, 6 Monate Retention) betrug die Erfolgsrate 79 %. Spontankorrekturen ereigneten sich bei 21 % der nicht behandelten Kinder (Thilander et al. 1984).

Die Verbesserung des einseitigen Kreuzbisses im Milchgebiss mittels Einschleifen und Aufbau von Kompositführungsflächen an Milcheckzähnen oder ersten oder zweiten Milchmolaren wurde von Kantomaa 1986 an 25 Kindern zwischen 4 und 7 Jahren untersucht.

Alle Kreuzbisse waren nach einem Monat beseitigt. Die Patienten lernten innerhalb eines Monats unter Zuhilfenahme eines Spiegels ein anderes Zubeißen. Der obere Zahnbogen erweiterte sich um 1,4 mm nach 6 Monaten.

Diese Methode ist etwa halb so teuer wie die Therapie mit Geräten, liefert gute Bedingungen für die Spontankorrektur und ist nicht bei Fällen echter mandibulärer Prognathie angezeigt (Kantomaa 1986).

Lindner et al. untersuchten 1986 bei Vorschulkindern mit einseitigem Kreuzbiss die Oberkieferdehnung mittels Quadhelix.

Es wurden 29 Kinder mittleren Alters von 58 Monaten mit Lutschgewohnheiten in der Anamnese, die vor Behandlungsbeginn abgestellt worden waren, klinisch und röntgenologisch untersucht. Nach 4 Wochen Dehnung mit der Quadhelix folgte eine vierwöchige Retentions- und eine zwölfwöchige Postretentionsphase.

Nach 4 Wochen Dehnung war bei 28 Kindern der Kreuzbiss korrigiert. Die durchschnittliche Oberkieferdehnung betrug am Ende der aktiven Behandlung 3,3 mm im Bereich des zweiten Milchmolaren und 1,3 mm im Eckzahnbereich, nahm aber am Ende der Postretentionszeit auf 1,5 mm (46 %) bzw. 1,0 mm (77 %) ab, ohne dass es zu einem Rezidiv gekommen wäre, was immer noch einem hochsignifikanten Nettogewinn entspricht.

Es konnten keine bleibenden signifikanten orthopädischen Ergebnisse festgestellt werden. Die Suture öffnete sich infolge der Behandlung um etwa 0,2 mm, ging aber nach der Retentionszeit auf den Ausgangswert zurück.

Die modifizierte Quadhelix ist zur Korrektur des einseitigen Kreuzbisses im Milchgebiss geeignet und wird von den Kindern gut toleriert. Die Ergebnisse werden hauptsächlich dental bewirkt (Lindner et al. 1986).

Lindner untersuchte 1989 in einer longitudinalen Studie die Auswirkung des Einschleifens und die spontane Ausheilung im Milchgebiss bei 4-jährigen Kindern mit einseitigem Kreuzbiss.

Zwei Gruppen von jeweils 38 Kindern wurden miteinander verglichen, die eine Gruppe wurde durch selektives Einschleifen behandelt, 79 % davon erfolgreich, die andere blieb unbehandelt. Im mittleren Alter von 9 Jahren wurden die Kinder nachuntersucht.

Zu diesem Zeitpunkt wiesen 50 % der Behandelten eine normale transversale Okklusion auf, aber nur 17 % der Unbehandelten. Lindner fand heraus, dass die Zahnbogenbreite im Eckzahnbereich eine zutreffende Voraussage liefert, ob der Kreuzbiss erfolgreich durch Einschleifen im Milchgebiss behandelt werden kann. Er empfahl grundsätzlich die Behandlung einseitigen Kreuzbisses im Milchgebiss, einerseits durch Einschleifen, wenn die Zahnbogenbreite des Oberkiefers im Eckzahnbereich um mindestens 3,3 mm größer sei als im Unterkiefer. Die Therapie der Wahl in den übrigen Fällen sei die transversale Dehnung (Lindner 1989).

Die Wirkung der Frühbehandlung des Kreuzbisses im Seitenzahnbereich im Milchgebiss wurde von Kuroi und Berglund 1992 in einer Longitudinalstudie untersucht.

Es wurden 224 Kinder im Alter von 3-5 Jahren untersucht und nach etwa 10 Jahren im Alter von 13-15 Jahren nachuntersucht. Im Milchgebiss zeigten 23,7 % der Kinder einen Kreuzbiss, (davon 5,7 % einen Kantenbiss). Selektives Einschleifen erfolgte bei 62 % dieser Kinder im Milchgebiss.

Erfolg wurde in 64 % der Fälle festgestellt. Von den 12 Kindern, deren Kreuzbiss durch Einschleifen nicht erfolgreich behandelt wurde, wurden 10 mit Oberkieferdehnung und/oder Gummizügen im späten Wechselgebiss behandelt, in 6 Fällen war die Behandlung erfolgreich.

Eine Spontankorrektur zeigten 45 % der unbehandelten Kinder mit Kreuzbiss. Von den 20 im Milchgebiss unbehandelten Kinder wurden 4 nur im frühen Wechselgebiss, 4 im frühen und späten Wechselgebiss und 2 nur im späten Wechselgebiss mit Oberkieferdehnung und/oder Gummizügen behandelt. Von diesen zeigten 4 Erfolg.

Von den 171 Kindern ohne Kreuzbiss im Milchgebiss entwickelten 8 % einen Kreuzbiss im bleibenden Gebiss.

Von den insgesamt 224 Kindern zeigten 27 einen Kreuz- oder Kantenbiss im bleibenden Gebiss (12 %), 12 Kinder davon nach Behandlung (5,4 %) (Kuroi u. Berglund 1992).

Zwischen 1985 und 1991 wurde von Steegmayer und Komposch bei 75 Kindern mittleren Alters von 5,2 Jahren eine Frühbehandlung im Milchgebiss durchgeführt. Bei 44 Kindern wurde eine Laterookklusion, bei 17 ein Mesialbiss und bei 14 ein frontal offener Biss festgestellt. Drei Modellpaare wurden je Patient ausgewertet: Zu Behandlungsbeginn, nach Korrektur der Anomalie und etwa ein Jahr nach Retention.

Von den 44 Kindern mit Laterookklusion waren nach Behandlung mit Dehnplatten am Ende der Retentionszeit bei 20 Patienten die 1. Molaren im Durchbruch. Rechts zeigte sich 16 mal und links 17 mal eine regelrechte Okklusionsbeziehung der Molaren, dreimal lag ein Kreuzbiss und viermal ein Kopfbiss vor.

Von den 17 Patienten mit progener Verzahnung im Frontzahnbereich konnte bei sechs allein durch eine Kopf-Kinn-Kappe und bei neun in Kombination mit einem Progenieaktivator ein korrekter sagittaler Überbiss erreicht werden.

Bei den 14 Kindern mit frontal offenem Biss verbesserte sich der Overbite signifikant, auch die sagittale Stufe verringerte sich deutlich.

Aufgrund der kleinen Patientenzahl ließ sich kein Zusammenhang zwischen Habits und Overjet und Overbite nachweisen. Ein Einfluss des Lutschens auf die transversale Zahnbogenbreite im Oberkiefer und die Gaumenhöhe konnte ebenfalls nicht bestätigt werden. Auch nach dem Abstellen der Dyskinesien zeigte die Gaumenhöhe keine deutliche Abnahme (Steegmayer u. Komposch 1993).

Die Behandlung einseitigen Zwangskreuzbisses mittels herausnehmbarer Dehnplatte wurde von De Boer und Steenks 1997 bei 27 Kindern mittleren Alters von 5,9 Jahren erforscht und die Kiefergelenkfunktion kurz- und langfristig untersucht. Die durchschnittliche Behandlungszeit war 7 Monate, die von einer mittleren Retentionszeit von 6 Monaten gefolgt wurde, der sich eine achtjährige Beobachtungszeit anschloss. Die langjährige Erfolgsrate der Kreuzbissbehandlung betrug 89 %.

Der Zwangskreuzbiss kann durch frühe kieferorthopädische Behandlung adäquat behandelt werden, jedoch garantiert seine Korrektur nicht das Fehlen

funktioneller Störungen in einem späteren Alter. Der Zwangskreuzbiss sollte früh behandelt werden, um normales Wachstum und normale Entwicklung zu erreichen und nicht um Funktionsstörungen zu verhindern (De Boer u. Steenks 1997).

In einer von Tsarapatsani et al. 1999 erstellten Longitudinalstudie wurde die Frühbehandlung einseitigen Zwangskreuzbisses im Milchgebiss durch Einschleifen und durch Dehnung mittels Quadhelix und mit der Behandlung der Rezidive im späten Wechselgebiss miteinander verglichen.

Insgesamt nahmen 29 Kinder im Alter von 4 Jahren an der Studie teil, 14 von ihnen wurden durch Einschleifen behandelt, 15 durch Dehnung.

Eine erfolgreiche einphasige Behandlung im Milchgebiss war insgesamt in 59 % der Fälle gewährleistet (57 % durch Einschleifen, 60 % durch Dehnung), durch eine Behandlung der Rezidive im späten Wechselgebiss bei einer Erfolgsrate von 91 % ergab sich ein Gesamterfolg von 93 % bezogen auf das Ausgangskollektiv.

Die Zahnbogenbreite bei 4-Jährigen war signifikant unterschiedlich zwischen erfolgreicher und nicht erfolgreicher Behandlung durch Einschleifen.

Mundatmung, Atemwegsbehinderungen und Schnarchen wurden in der Rezidivgruppe gehäuft beobachtet.

Aus Kosten-Nutzen-Überlegungen scheint Einschleifen die Behandlungsmethode der Wahl zu sein bei einseitigem Zwangskreuzbiss im Milchgebiss (Tsarapatsani et al. 1999).

Thilander und Lennartsson untersuchten 2002, ob bei erfolgreich behandelten Kindern einschließlich Spontankorrekturen bereits im Milchgebiss charakteristische okklusale und skelettale Parameter vorliegen im Gegensatz zu anderen Kindern.

Im Milchgebiss wurden 32 Kinder behandelt, weitere 25 im späten Wechselgebiss oder bleibenden Gebiss und dienten als unbehandelte Kontrolle. Eine weitere Kontrollgruppe bestand aus 25 5-jährigen Kindern mit einwandfreier Okklusion.

Allein durch Einschleifen wurde der Kreuzbiss in 28 % korrigiert. Nach Behandlung durch Einschleifen und Dehnplatte (6-10 Monate aktive Behandlung, 6 Monate Retention) betrug die Erfolgsrate 81 %. Spontankorrekturen ereigneten sich bei 28 % der nicht behandelten Kinder. Der Zwangsbiss (72 % in der unbehandelten, 84 % in der behandelten Gruppe) war mit einer mittleren Mittellinienabweichung von 2,2 mm kombiniert und schien das Ergebnis bezüglich der Korrektur nicht zu beeinflussen. Spontankorrektur und Korrektur nach Einschleifen waren unabhängig von der Anzahl der betroffenen Zähne.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe waren Asymmetrien in beiden Zahnbögen festzustellen. Die Kreuzbissseite war im Oberkiefer interkanin und intermolar signifikant schmaler, im Unterkiefer signifikant breiter als die Gegenseite. Die Gaumenhöhe war bei Kreuzbisskindern signifikant größer.

In der unbehandelten Gruppe bestanden hochsignifikante Unterschiede der oberen und unteren Zahnbogenbreiten sowohl interkanin als auch intermolar zwischen spontan korrigierten und unkorrigierten Fällen.

Unterschiede zwischen oberen und unteren Zahnbogenbreiten schienen hinsichtlich einer möglichen Korrektur sowohl bei behandelten als auch bei unbehandelten Kindern von Bedeutung zu sein. Eine schmale Kreuzbissseite im Oberkiefer mit einer breiten Kreuzbissseite im Unterkiefer wurde in beiden Gruppen mit persistierendem Kreuzbiss festgestellt. Bei diesen Kindern war der SNB-Winkel größer und der ANB-Winkel kleiner als in der normalen Kontrollgruppe und in der erfolgreich behandelten Gruppe (Thilander u. Lennartsson 2002).

Zwischen 1985 und 2001 wurden 11 relevante Studien der Kreuzbissbehandlung mit Behandlungsbeginn im Wechselgebiss veröffentlicht. Eine allgemeine Übersicht der Studien und ihrer Parameter zeigt Tabelle 21.

Tab. 21: Kreuzbiss-Studienübersicht bei Behandlungsbeginn im Wechselgebiss

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Dauer			Erfolg in %
								in Monaten		in J.	
								Beh.	Ret.		
Hermanson et al.	1985	Therapievergleich	T	l	27	Q	9,8	8	4 - 5	0,9	96
					17	D	9,5	12	2 - 4	2,5	94
Ranta	1988	Therapievergleich	T		25	Q	8,6	4		0,3	100
					25	D	7,6	22		0,9	100
da Silva et al.	1991	Skelettaler Kreuzbiss	V		30	Ha	8	0,4			100
Boysen et al.	1992	Therapievergleich	T	r	17	Q	8,3	3,4	3	0,3	100
					17	D	8,6	3,8	3	0,3	100
da Silva et al.	1995	Skelettaler Kreuzbiss	V		32	Ha	8	0,4		0,1	100
Brin et al.	1996	Kaumuster	V		25	D	9,5	10	6	0,5	50
					10	Kn	9,8				
Sandikcioglu u. Hazar	1997	Therapievergleich	T		10	D	6,6	5,5	7		100
					10	Q	8,6	1,9	3 - 4		100
					10	Hy	8,9	0,6	3		100
Erdinc et al.	1999	Therapievergleich	T		14	Q	9,7	7			100
					13	D	9,3	14			100
					10	Ku	9,4				
Nerder et al.	1999	Unterkieferführung	V		6	D	8,6	17,3		1	83
Bjerklin	2000	Therapievergleich	T	l	19	Q	9,3	7,7	3 - 5	5,7	84
					19	D	9,2	12,5	3 - 5		95
					19	Kn	8,8				
Pinto et al.	2001	Eins. Zwangskreuzbiss	V	p	15	RME	8,8	1	6	0,5	100

Kategorie der Studie: Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: longitudinal (l), prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: Dehnplatte (D), Haas-Apparatur (Ha), Hyrax-Apparatur (Hy), Quadhelix (Q), rapide maxilläre Expansion (RME), normale Kontrollen (Kn), unbehandelte Kontrollen (Ku)

3.2.2. Behandlungsbeginn im Wechselgebiss

Hermanson et al. verglichen 1985 die Behandlung unilateralen Kreuzbisses im Seitenzahnbereich mit Quadhelix bei 27 Kindern mittleren Alters von 9,8 Jahren und mit herausnehmbaren Platten bei 17 Kindern mittleren Alters von 9,5 Jahren.

Die Behandlungszeit betrug 8 Monate in der Quadhelix-Gruppe gegenüber 12 Monaten in der Platten-Gruppe, die Retentionszeit etwa 4-5 Monate gegenüber 2-4 Monaten. Die Evaluierung erfolgte nach 11 Monaten in der Quadhelix-Gruppe und 30 Monaten in der Platten-Gruppe.

Erfolg war bei 96 % der Kinder in der Quadhelix-Gruppe und 94 % in der Platten-Gruppe zu erzielen. Die am ersten Oberkiefermolaren gemessene Nettodehnung betrug 3,8 bzw. 3,1 mm. Die häufigsten Komplikationen waren gelockerte Bänder in der Quadhelix-Gruppe und schlechter Sitz der Apparatur in der Platten-Gruppe. Die Behandlung mit Platten benötigte 5 zusätzliche Termine und 50 Minuten mehr Zeit am Behandlungsstuhl. Die Behandlung mit Platten war 40 % teurer.

Die Quadhelix sollte bevorzugt vor aktiven Platten bei der Behandlung einseitigen Kreuzbisses im Seitenzahnbereich im Wechselgebiss angewandt werden (Hermanson et al. 1985).

Ranta verglich 1988 die Behandlung mittels Quadhelix mit der Behandlung durch herausnehmbare Dehnplatten hinsichtlich der Wirkung und der Behandlungskosten im Wechselgebiss bei einseitigem Zwangskreuzbiss.

Mit der Quadhelix wurden 25 Kinder mittleren Alters von 8,6 Jahren 3,8 Monate in durchschnittlich 4,6 Sitzungen behandelt. In der Platten-Gruppe wurden 25 Kinder mittleren Alters von 7,6 Jahren 21,6 Monate in durchschnittlich 16 Sitzungen behandelt.

Der Kreuzbiss wurde bei allen Kindern beseitigt. Die Zunahme der Zahnbogenbreite von 3,6 mm, bzw. 3,7 mm war in beiden Gruppen fast gleich. In der Platten-Gruppe war der Durchschnitt der Laborkosten 3 mal, die Anzahl

der Sitzungen 3,5 mal und die Behandlungs- und Retentionszeit 5,7 mal höher als in der Quadhelix-Gruppe.

Die Behandlung mittels Quadhelix ist einfacher, wirkungsvoller und kosteneffizienter als mittels herausnehmbaren Dehnplatten (Ranta 1988).

Die skelettalen Veränderungen durch die rasche Oberkieferdehnung im Milch- und Wechselgebiss wurden von da Silva Filho et al. 1991 anhand von 30 Patienten mittleren Alters von 8 Jahren untersucht.

Alle Kinder wiesen einen Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit skelettaler Beteiligung auf und wurden zwischen 1 und 2 Wochen behandelt. Alle Kinder wurden zufriedenstellend mit einer Haas-Apparatur behandelt, wobei der Overbite um 2-3 mm überkorrigiert wurde.

Der Oberkiefer zeigte keine signifikante Veränderung in sagittaler Richtung.

In vertikaler Richtung erzeugte die rasche Dehnung signifikante Veränderungen in allen Strecken und Winkeln. Der Oberkiefer bewegte sich abwärts mittels einer ab- und rückwärts gerichteten Rotation des Palatinalplanums, wobei die Oberkiefermolaren der Abwärtsbewegung folgten.

Die folgende signifikante Rotation der Mandibula ab- und rückwärts vergrößerte die Neigung des Mandibularplanums und positionierte den Punkt B rückwärtiger. Die Extrusion der oberen Molaren war verantwortlich für die stärkere Rotation des Unterkiefers als die des Oberkiefers.

Die Gesichtshöhen nahmen in Folge der vertikalen Verlagerung des Oberkiefers und der Oberkiefermolaren zu (da Silva Filho et al. 1991).

Boysen et al. untersuchten 1992 die dreidimensionalen dentoskelettalen Veränderungen nach langsamer Oberkieferdehnung.

Sie verglichen 17 Kinder mittleren Alters von 8,3 Jahren, die mit Quadhelix behandelt wurden mit einer Gruppe von 17 Kindern mittleren Alters von 8,6 Jahren, die mit herausnehmbaren Dehnplatten behandelt wurde. Die Behandlung dauerte etwa 3,5 Monate in beiden Gruppen, danach schloss sich eine dreimonatige Retentionsphase an und nach weiteren drei Monaten wurden die Gruppen nachuntersucht.

Die Zahnbögen wurden in beiden Gruppen bei allen Kindern ausreichend erweitert. Die Expansion in der Molarengegend der Quadhelix-Gruppe ließ sich auf bukkale Translation der Zähne zurückführen, während sie in der Dehnplatten-Gruppe auf Bukkalkippung beruhte. Die Expansion der Oberkieferbasis war in beiden Gruppen recht gering (Boysen et al. 1992).

Von da Silva Filho et al. wurden 1995 32 Kinder mittleren Alters von 8 Jahren mit einer modifizierten Haas-Dehnapparatur 1-2 Wochen aktiv behandelt und erfolgreich abgeschlossen.

Es fand eine dreieckige Öffnung des Oberkiefers mit dem Rotationszentrum nahe der frontomaxillären Sutur statt. Im Bereich der Oberkieferinzisivi entstand ein Diastema von durchschnittlich 3 mm koronal, während der Abstand der Wurzeln um durchschnittlich 3,5 mm zunahm. Hier wurde der orthopädische Effekt durch den orthodontischen Effekt etwas abgemildert wegen der parodontalen Fasern. Im Bereich der Sutur wurden durchschnittlich 4,8 mm Breitenzunahme erreicht. Im Molarenbereich addierten sich orthopädische und orthodontische Effekte, der intermolare Abstand erreichte Zunahmen um durchschnittlich 5,5 mm. Die Zunahme des intertuberösen Abstandes war durchschnittlich 2,8 mm, die der Nasenöffnung 2,1 mm. Die maximale Zunahme der Breite der Nasenöffnung betrug 43 % des zugehörigen Alveolarbereichs.

Die rasche Oberkieferdehnung mit der modifizierten Haas-Apparatur ist erfolgreich, es findet ein Raumgewinn in transversaler Richtung und im Durchmesser des Zahnbogens statt mit einem echten Gewinn von Knochen im Bereich der Sutur ohne dauerhafte iatrogene Schäden und mit einer ausgezeichneten Stabilität, solange die ätiologischen Faktoren ausgeschaltet werden (da Silva Filho et al. 1995).

Brin et al. untersuchten 1996 die morphologischen, skelettalen und funktionellen Effekte der Behandlung mit herausnehmbaren Dehnplatten.

Es wurden 24 Kinder mittleren Alters von 9,5 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 10 Monaten und einer Retentionszeit

von mindestens 6 Monaten mit 10 altersentsprechenden Klasse I-Kindern verglichen.

Eine stabile Dehnung des Oberkiefers um mindestens 1,5 mm wurde erreicht, die durchschnittliche Breitenzunahme im Molarenbereich betrug 3,0 mm und erreichte die Werte gesunder Kinder. Der Kreuzbiss wurde nur in 50 % der Fälle eliminiert. Skelettale Parameter des Oberkiefers und des Gesichtes blieben signifikant unter den Werten der Kontrollgruppe. Eine häufige Persistenz einer Klasse II mit einer Mittellinienverschiebung im Unterkiefer war auffallend.

Die Behandlung mit herausnehmbaren Dehnplatten induziert transversales Wachstum der Maxilla. Ein bestimmtes Kaumuster ist für den Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit hoher Prävalenz kennzeichnend und wird durch die Behandlung nicht signifikant verändert (Brin et al. 1996).

Sandikcioglu und Hazar verglichen skelettale und dentale Auswirkungen dreier unterschiedlicher Dehnungstherapien in sagittaler, vertikaler und transversaler Ebene, die Komplikationen und die Rezidivneigung.

Es wurden 10 Kinder mittleren Alters von 8,6 Jahren mit Quadhelix 1,9 Monate zur langsamen Oberkieferdehnung mit 3-4 Monaten anschließender Retentionszeit behandelt, 10 Kinder mittleren Alters von 6,6 Jahren mit herausnehmbaren Dehnplatten 5,5 Monate behandelt mit 7 Monaten anschließender Retentionszeit zur mittelschnellen Oberkieferdehnung und 10 Kinder mittleren Alters von 8,9 Jahren mit einer Hyrax-Apparatur 0,6 Monate behandelt mit 3 Monaten anschließender Retentionszeit zur schnellen Oberkieferdehnung.

In allen drei Gruppen wurden signifikante skelettale und dentale Veränderungen festgestellt. Während der Retentionszeit kam es zu keinem Rezidiv. Die Öffnung der Gaumennaht erfolgte bei allen Kindern in der Hyrax-Gruppe und bei etwa der Hälfte der Kinder in den beiden anderen Gruppen.

Die Quadhelix und die Hyrax-Apparatur scheinen erfolgreicher zu sein, wenn die Behandlungszeiten, Anwendungsmodalitäten, Patientenkooperation, praktische Verwendung, skelettale und dentale Ergebnisse und

kieferorthopädische und medizinische Gründe betrachtet werden (Sandikcioglu u. Hazar 1997).

Erdinc et al. verglichen 1999 die Behandlung mittels Quadhelix und herausnehmbaren Dehnplatten mit den Veränderungen, die sich durch Wachstum und Entwicklung bei unbehandelten Kindern ergeben.

Es wurden 14 Kinder mittleren Alters von 9,7 Jahren 7 Monate mit der Quadhelix, 13 Kinder mittleren Alters von 9,3 Jahren 14 Monate mit herausnehmbaren Dehnplatten behandelt und mit 10 Kindern mittleren Alters von 9,4 Jahren als unbehandelte Kontrollgruppe verglichen.

Ausreichende transversale Dehnung wurde in beiden Gruppen bei allen Kindern erreicht, jedoch war die Behandlungszeit mit der Quadhelix nur halb so lang wie mit herausnehmbaren Dehnplatten. Dafür führte sie zu beträchtlicher Kippung der 1. Molaren des Oberkiefers.

Falls der Quadhelix wegen der deutlich kürzeren Behandlungszeit und der nicht benötigten Patientenkooperation der Vorzug vor herausnehmbaren Dehnplatten gegeben werden sollte, erscheint es angemessener, das Ausmaß der Aktivierung herabzusetzen, um der unerwünschten Bukkalkippung der 1. Molaren vorzubeugen (Erdinc et al. 1999).

Nerder et al. untersuchten 1999 die Führung des Unterkiefers bei einseitigem Kreuzbiss im Seitenzahnbereich und die Umbauvorgänge des Kiefergelenkes in einer Pilotstudie an 6 Kindern mittleren Alters von 8,6 Jahren.

Zuerst wurde die Zwangsführung in der Phase I durch planen Aufbiss aufgehoben (mittlere Dauer 4,3 Monate), danach mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur in der Phase II gedehnt (mittlere Dauer 13 Monate einschließlich Retention) und nach 11,6 Monaten Beobachtungszeit in der Phase III nachuntersucht.

Bei 5 von 6 Kindern wurde der Kreuzbiss beseitigt. Vor der Phase I wich die Mittellinie des Unterkiefers um mehr als 2 mm ab und in der Okklusion nahmen die Kondylen eine zentrale Position in der Gelenkgrube ein. Mit dem Aufbiss wurde der Kondylus der Kreuzbissseite signifikant um 2,4 mm vorwärts

verlagert, während die Position des Kondylus der Gegenseite unverändert blieb. Nach der Phase III war die Mittellinienabweichung beseitigt. Die sagittale Position der Kondylen wich nicht von der normalen zentrischen Position ab. Die Position mit planem Aufbiss sollte eher als die Ruhelage des Unterkiefers zur Bestimmung der therapeutisch korrekten Lage des Unterkiefers herangezogen werden. Die Kiefergelenke passen sich den Verlagerungen des Unterkiefers durch Kondylarwachstum oder Remodellierung der Gelenkflächen an, sowohl bei bestehendem Kreuzbiss als auch nach erfolgreicher Behandlung (Nerder et al. 1999).

In einer Follow-up-Studie von Bjerklin 2000 wurde die Langzeitstabilität der Okklusion nach Behandlung eines seitlichen Kreuzbisses mit Zwangsbiss mit herausnehmbaren Expansionsplatten (19 Kinder mittleren Alters von 9,2 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 12,5 Monaten) oder mit der Quadhelix (19 Kinder mittleren Alters von 9,3 Jahren bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 7,7 Monaten) und die transversale Entwicklung der Kiefer behandelter Kinder mit einer normalen Kontrollgruppe (19 Kinder mittleren Alters von 8,8 Jahren) verglichen. Die Nachuntersuchung erfolgte nach 5,8 Jahren einschließlich 3-5 Monaten Retention.

Die obere Zahnbogenbreite nahm während der Behandlung gemessen zwischen den Zentralfissuren der Molaren in der Platten-Gruppe um durchschnittlich 2,9 mm zu, in der Quadhelix-Gruppe um 3,6 mm, zwischen den Eckzahnsitzen um 2,3 mm bzw. um 1,6 mm zu. Am Ende der Beobachtungszeit hatte die Breite um 3,3 mm in beiden behandelten Gruppen zugenommen und um 1,2 mm in der Kontrollgruppe.

Am Ende der Behandlung war bei allen Kindern der Kreuzbiss überstellt, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug die Erfolgsrate 95 % in der Platten-Gruppe und 84 % in der Quadhelix-Gruppe. Die obere Zahnbogenbreite war bei beiden behandelten Gruppen nach der Behandlung und am Ende der Beobachtungszeit signifikant kleiner als bei der normalen Kontrollgruppe.

Auf lange Sicht könnte den herausnehmbaren Dehnplatten eine bessere Wirkung zugesprochen werden (Bjerklin 2000).

Pinto et al. untersuchten 2001 prospektiv die morphologischen und Stellungsasymmetrien der Mandibula bei Zwangskreuzbiss an 15 Kindern mittleren Alters von 8,8 Jahren nach insgesamt 13 Monaten, davon 1 Monat Dehnung mit einem festsitzenden Gerät, 6 Monaten Retention und 6 Monaten Beobachtungszeit.

Vor der Behandlung war der Unterkiefer auf der Kreuzbissseite, hauptsächlich im Ramus, sowohl am Proc. condylaris als auch am Proc. coronoideus signifikant kürzer, aber nicht im Körper. Der hintere und obere Kiefergelenkspalt war auf der Kreuzbissseite schmaler. Nach der Behandlung und der Retention wies der Unterkiefer keine signifikanten morphologischen Asymmetrien mehr auf. Das kompensatorische Unterkieferwachstum war auf der Kreuzbissseite größer und schien die Stellungs- und skelettalen Asymmetrien zu beseitigen. Die Behandlung normalisierte die Stellung beider Kondylen.

Einseitiger Kreuzbiss im Seitenzahnbereich verursacht bei jungen Kindern morphologische und Stellungsasymmetrien, die durch frühe Dehntherapie weitgehend beseitigt werden können (Pinto et al. 2001).

In den Jahren 1992 bis 2001 erschienen 4 relevante Studien über die Frühbehandlung vertikaler Anomalien. Einer allgemeinen Übersicht der Studien und ihrer Parameter dient Tabelle 22.

Tab. 22: Vertikale Anomalien-Studienübersicht

Autoren der Studie	Jahr der Studie	Thema der Studie	Kat. der Studie	Design der Studie	Anzahl der Kinder	Mittel der Therapie	mittl. Alter in J.	Dauer		Effekt
								in Mon.	in J.	
								Beh.	Beob.	
Sasaki	1992	Zungenparafunktionen	V		15	Z	v PWG			SsDd
Erbay et al.	1995	Skelettal frontal	V	r	20	F, L	8,9	24		SsDd
		offener Biss			20	Ku	8,7		2	
Sankey et al.	2000	Vertikale skelettale	V		38	L,Df, fe, K	8,2	16		SsDd
		Dysplasie				Ku	8,2			
Tran et al.	2001	Skel. Hyperdivergenz	T	p	16	H, fe,	9,3	23		SsDd
		Kaumuskelübungen			15	H, fe, Km	9,3	23		(SsDd)
						Ku				

Kategorie der Studie: Therapiemittelvergleich (T), Verlaufstudie (V)

Design der Studie: prospektiv (p), randomisiert (r)

Therapiemittel: andere festsitzende Apparaturen (fe), festsitzende Dehnapparatur (Df), Fränkel-Funktionsregler (F), High-pull-Headgear (H), Kinnkappe (K), Kaumuskelübungen (Km), Lippenschlussübungen (L), unbehandelte Kontrollen (Ku), Zungengitter (Z)

Mittleres Alter: vor dem pubertären Wachstumsgipfel (v PWG)

Effekt: skelettal Oberkiefer (S), skelettal Unterkiefer (s), dental Oberkiefer (D), dental Unterkiefer (d), untersucht, aber kein Effekt im Oberkiefer (0), untersucht, aber kein Effekt im Unterkiefer (o), Effekt in Klammern bedeutet, dass diese Behandlung effektiver ist als die Alternative

3.3. Vertikale Anomalien

Sasaki untersuchte die morphologischen Veränderungen des dentofazialen Komplexes an 15 Patienten vor dem pubertären Wachstumsschub mit offenem Biss aufgrund von Zungenpressen.

Die Frühbehandlung verstärkte die Wirkung des Zungengitters auf die Knochen des Gesichtsschädels ebenso wie auf den dentoalveolären Komplex, während in der späten Behandlungsphase nur eine Lingualkippung der Schneidezähne erreicht wurde.

Obwohl das Habit in der frühen Behandlungsphase bei allen 15 Patienten abgestellt wurde, rezidierten 3 Patienten in der späten Behandlungsphase.

Die Behandlung mit einem Zungengitter bei Patienten mit Zungenparafunktionen ist effektiver im frühen Wechselgebiss (Sasaki 1992).

Erbay et al. untersuchten 1995 in einer randomisierten Studie die Wirkung des Fränkel-Funktionsreglers bei der Behandlung des skelettal frontal offenen Bisses.

Es wurden 40 Kinder mittleren Alters von 8,8 Jahren zufällig in eine behandelte und eine unbehandelte Gruppe von jeweils 20 Kindern eingeteilt und 2 Jahre in Kombination mit Lippenschlussübungen behandelt bzw. beobachtet.

Signifikante Veränderungen wurden bei 24 von 30 Parametern gefunden.

Ein normaler Overbite wurde bei allen behandelten Patienten erreicht.

Der Overbite verbesserte sich signifikant stärker um 5,0 mm bei der behandelten Gruppe im Vergleich zu 1,4 mm bei der unbehandelten Gruppe.

Die Zunahme der gesamten vorderen Gesichtshöhe von 3,9 mm in der behandelten Gruppe war signifikant geringer als die 7,3 mm in der unbehandelten Kontrolle. Die hintere Gesichtshöhe nahm bei der behandelten Gruppe um 4,5 mm zu im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle mit 3,6 mm.

Das Wachstumsmuster des Unterkiefers wurde verändert. Der Unterkieferkörper der behandelten Gruppe war mit 3,8 mm signifikant weniger gewachsen als in der Kontrollgruppe mit 6,0 mm. Das Ab- und Rückwärtswachstum des Unterkiefers wie es bei der Kontrollgruppe erfolgte,

konnte in eine Auf- und Vorwärtsrichtung durch die Fränkelbehandlung verändert werden.

Durch Aufwärts- und Vorwärtsrotation des Unterkiefers kann der skelettal frontal offene Biss erfolgreich korrigiert werden (Erbay et al. 1995).

Sankey et al. berichteten 2000 in einer zephalometrischen Studie über die Frühbehandlung von Patienten mit vertikaler skelettaler Dysplasie und transversaler maxillärer Konstriktion.

Es wurden 38 Kinder mittleren Alters von 8,2 Jahren im Durchschnitt 1,3 Jahre lang mit Lippenschlussübungen, einer festsitzenden Gaumendehnungs- und einer Lipbumper-Apparatur behandelt und mit einer entsprechenden Kontrollgruppe verglichen. Patienten mit schwacher Kaumuskelkraft trugen eine High-pull-Kinnkappe.

Keine signifikanten Unterschiede bestanden zwischen der Gruppe mit der Kinnkappe und der anderen Gruppe. Die Behandlung verstärkte signifikant das Kondylarwachstum, veränderte es nach vorne und oben und erzeugte eine Rotation des Unterkiefers nach vorne, die 2,7-fach stärker war als in der Kontrollgruppe.

Die hintere Gesichtshöhe nahm zu, die Oberkiefermolaren wurden intrudiert. Pogonion, Gnathion und Menton wanderten um 90 bis 190 % weiter nach vorne als in der Kontrollgruppe, Overbite und Overjet verbesserten sich signifikant.

Diese Art der Behandlung scheint für hyperdivergente Patienten mit skelettalen Diskrepanzen in allen drei Ebenen geeignet zu sein (Sankey et al. 2000).

Tran et al. bewerteten 2001 in einer prospektiven zephalometrischen Studie die Wirkung des High-pull-Headgear in Kombination mit leichten Kaumuskelübungen auf die kraniofaziale Morphologie.

Es wurden 31 Patienten mittleren Alters von 9,3 Jahren mit skelettaler Hyperdivergenz über einen mittleren Zeitraum von 23 Monaten mit einer festsitzenden Gaumendehnungsapparatur, einem High-pull-Headgear und jeweils einem Bogen im Ober- und Unterkiefer behandelt. Danach wurden sie zufällig entweder einer Übungsgruppe, in der sie 5 mal am Tag eine Minute

lang fest auf eine Waffel beißen mussten, oder einer Nichtübungsgruppe zugeordnet und mit einer entsprechenden Kontrollgruppe verglichen.

Der High-pull-Headgear allein schien den Overbite zu vergrößern und hatte eine intrusive Wirkung auf die Oberkiefermolaren, die Beißübungen trugen dazu bei, die vertikale Dimension zu kontrollieren.

Obwohl isometrische Beißübungen die Kaumuskulatur nicht stärken, könnte ihre Wirkung auf die faciale Morphologie beitragen, das übermäßige vertikale Wachstumsmuster zu reduzieren (Tran et al. 2001).

Im Zeitraum von 1986 bis 1997 erschienen 5 relevante Studien zur Frühdiagnostik unterschiedlicher Dysgnathieformen im Milchgebiss. Einer allgemeinen Übersicht der Studien und ihrer Parameter dient Tabelle 23.

Tab. 23: Frühdiagnostik-Studienübersicht

Klasse	Autoren	Jahr	Thema	Design	Anzahl	Anzahl	mittl.	Dauer	Diagn.
	der	der	der	der	der	der	Alter	in J.	Para-
	Studie	Studie	Studie	Studie	Grupp.	Kinder	in J.	Beob.	meter
1	Tollaro et al.	1996	Bewegliche Normen		1	100	5,7		S
2	Baccetti et al.	1997	Dentofaz. Kennzeichen	I	2	47	5,7	2,5	S D
3	Guyer et al.	1986	Kennzeichen		8	144	5 - 15		S D
3	Chang et al.	1992	Kraniofaziales Muster		2	80	im Mg		S D
3	Tollaro et al.	1994	Morphologie, Korrelation		6	129	5		S

Design der Studie: longitudinal (I)
 Anzahl der Gruppen: Verschiedene Gruppen hinsichtlich der Dysgnathieausprägung, des Alters oder Behandlungserfolgs
 Mittleres Alter: im Milchgebiss (im Mg)
 Diagnostische Parameter: Skelettale (S), dentale (D)

3.4. Frühdiagnostik und Voraussagemodelle

3.4.1. Frühdiagnostik

3.4.1.1. Klasse I

Tollaro et al. stellten 1996 bewegliche Normen zur Bestimmung des individuellen kraniofazialen Musters im Milchgebiss auf als konkrete Richtlinie zur frühen Diagnose und Behandlungsplanung anhand von 100 unbehandelten Kindern mittleren Alters von 5,7 Jahren mit Idealokklusion.

Fünf Winkel werden dazu verwendet: SNA, SNB, der Neigungswinkel des Oberkiefers zur Schädelbasis, der Neigungswinkel des Unterkiefers zur Schädelbasis und dem Schädelbasiswinkel. In einer Tabelle angeordnet werden die Werte durch Linien miteinander verbunden, um die graphisch ein Gürtel mit der Breite einer Standardabweichung gelegt wird. Falls die Linie in der Mitte der Tabelle verläuft, wird das Kind als harmonisch und orthognath eingestuft. Liegen die Werte eher im oberen Teil der Tabelle, gilt es als retrognath, liegen sie eher im unteren Bereich, als prognath und liegen sie dabei gleichzeitig innerhalb der Standardabweichung, gilt es als harmonisch. So können bereits frühzeitig ernste Dysgnathien diagnostiziert werden. Für das Wechselgebiss würde sich eine solche Tabelle mit beweglichen Normen auch anbieten (Tollaro et al. 1996b).

3.4.1.2. Klasse II

Von Baccetti et al. wurden 1997 über einen Beobachtungszeitraum von 2,5 Jahren in einer Longitudinalstudie vom Milch- zum Wechselgebiss die frühen dentofazialen Merkmale der Klasse II untersucht.

Eine Klasse II-Gruppe von 25 Kindern mittleren Alters von 5,7 Jahren wurde mit einer altersentsprechenden Gruppe von 22 Kindern mit Idealokklusion verglichen.

Die Klasse II-Kinder besaßen im Milchgebiss eine signifikant engere Oberkiefer-Zahnbogenbreite und einen signifikant höheren Overjet. Während der Beobachtungsdauer persistierten alle im Milchgebiss feststellbaren okklusalen Klasse II-Merkmale oder vergrößerten sich.

Skelettal war ein signifikant retrudierterer und kürzerer Unterkiefer festzustellen bei einer größeren Zunahme des Oberkieferwachstums und der Protrusion und einer geringeren Zunahme des Unterkieferwachstums der Klasse II-Gruppe, was sich auch in einer posterioren Rotation des Unterkiefers äußerte.

Eine rasche Oberkieferdehnung wäre als Therapie sinnvoll und könnte bei leichtem Schweregrad ausreichen, an weiteren Therapien böten sich funktionelle Therapie und schließlich eine Behandlung mittels festsitzender Apparatur an (Baccetti et al. 1997).

3.4.1.3. Klasse III

Guyer et al. untersuchten 1986 in einer Studie die Komponenten der Klasse III bei 144 Kindern und Jugendlichen in vier verschiedenen Altersstufen: 5-7, 8-10, 11-13 und 13-15 Jahre und verglichen sie mit Klasse I-Kindern derselben Alterskategorie. Bestimmte signifikante Kennzeichen bei Klasse III-Kindern waren schon früh vorhanden: Die hintere Schädelbasislänge war länger, der Oberkiefer im allgemeinen retrudiert, die Oberkieferlänge kürzer. Die sagittale Position des Unterkiefers bei Klasse III war prognath, die Unterkieferlänge 3-6 mm länger. Die durchschnittliche Differenz zwischen Oberkiefer- und Unterkieferlänge bei Klasse III war mindestens 6 mm größer als bei Klasse I in allen Altersstufen. Der Gonionwinkel bei Klasse III war größer, ebenso die vertikale untere Gesichtshöhe. Die Oberkieferinzisivi waren protrudiert, die Unterkieferinzisivi rekliniert außer in der jüngsten Altersgruppe.

Die meisten der Kennzeichen sind in allen vier Altersgruppen zu finden. Patienten mit Klasse III zeigen von einem frühen Alter an skelettale und dentale Abweichungen. Obwohl diese Abweichungen mit zunehmendem Alter zunehmen können, beginnen sie in der Regel ihre Entwicklung nicht zu einem späten Zeitpunkt (Guyer et al. 1986).

Eine weitere Studie von Chang et al. 1992 beschäftigte sich mit den morphologischen Kennzeichen des kranio-dentofazialen Komplexes von Klasse III-Kindern im Milchgebiss. Aus Taiwan wurden 40 Klasse III-Kinder mit 40 normalen Kindern verglichen.

Der Winkel zwischen S-N und der Frankfurter Horizontalen war signifikant kleiner, die sagittale Position der Maxilla bezüglich der Schädelbasis war rückwärtiger, die Oberkieferlänge signifikant kleiner. Der gesamte Unterkiefer war signifikant vorwärtspositioniert, die Unterkieferlänge war signifikant größer. Der durchschnittliche Gonionwinkel war $2,7^\circ$ größer. Dental zeigten sich signifikant retrudierte Oberkieferinzisivi und Unterkieferinzisivi mit einem signifikant höherem Interinzisalwinkel. Overbite und Overjet waren signifikant anders.

Da die Klasse III im Milchgebiss gekennzeichnet ist von maxillärer Retrusion, wäre die Therapie mittels Kinnkappe nicht die Behandlung der Wahl. Die Behandlung mittels Gesichtsmaske mit Vorwärtsbewegung der Maxilla und gleichzeitiger Umleitung oder Hemmung des Unterkieferwachstums kann die skelettale Disharmonie der Klasse III am besten abmildern (Chang et al. 1992).

Tollaro et al. untersuchten 1994 in einer Studie über Morphologie und Korrelation der Klasse III-Kennzeichen im Milchgebiss, ob es möglich sei, frühe Kennzeichen skelettaler Klasse III zu erkennen und ob die Klasse III im Milchgebiss ein anderes kraniofaziales Muster als die Klasse I zeige.

Es wurden 69 unbehandelte Klasse III-Kinder mittleren Alters von 5 Jahren mit 60 normalen Klasse I-Kindern desselben Alters verglichen. Zusätzlich wurden 3 Altersstufen von 4, bzw. 5 und 6 Jahren gebildet und gesondert miteinander verglichen.

Frühe Kennzeichen skelettaler Klasse III sind im Milchgebiss vorhanden.

Bezüglich der sagittalen Lage der Kiefer zeigt die Klasse III einen signifikant kleineren SNA-Winkel und einen signifikant größeren SNB-Winkel.

In den Untergruppen ist der SNA-Winkel nur im Alter von 6 signifikant kleiner, während der SNB-Winkel in allen 3 Gruppen signifikant größer ist.

Bezüglich der Schädelbasis sind die Strecken S-N signifikant kleiner und S-Ar signifikant größer in der Klasse III.

Bei den vertikalen Gesichtsproportionen findet sich eine signifikant höhere hintere Gesichtshöhe bei den Klasse III-Kindern.

Im Unterkiefer sind bei der Klasse III die Länge des Astes und des Körpers signifikant größer, der Gelenkwinkel signifikant kleiner.

Die Länge des Astes ist nur in der 6-Jahr-Untergruppe signifikant größer.

In der Klasse I finden sich signifikante Korrelationen zwischen den Strecken S-N und Ar-Go und zwischen den Strecken S-N und Go-Me aber nicht in der Klasse III.

Signifikant längerer Unterkieferkörper, ein signifikant höheres Verhältnis zwischen der vorderen Schädelbasis und der Unterkieferkörperlänge und eine signifikante Vorwärtspositionierung des Unterkiefers wurden in allen 3 Altersstufen der Klasse III-Kinder gefunden.

Unterschiede zwischen Klasse III- und Klasse I-Korrelationskoeffizienten sind statistisch signifikant für die topographischen Korrelationen zwischen Werten der vorderen Schädelbasis und der Position beider Kiefer in sagittaler Richtung, ebenso zwischen vertikalen Gesichtswerten und Wachstumsrichtung.

Die Ergebnisse zeigen, dass das kraniofaziale Klasse III-Muster auf einem biologischen Konzept basiert (Tollaro et al. 1994).

Im Zeitraum von 1991 bis 2004 erschienen 8 relevante Studien über Voraussagemodelle des Behandlungserfolges unterschiedlicher Therapiemittel bei verschiedenen Dysgnathieformen. Einen allgemeinen Überblick über die Studien und ihrer Parameter liefert Tabelle 24.

Tab. 24: Voraussagemodelle-Studienübersicht

Klasse	Autoren	Jahr	Thema	Design	Anzahl	Anzahl	Mittel	mittl.	Dauer		Diagn.	Sicher-
	der	der	der	der	der	der	der	Alter	in J.		Para-	heit in
	Studie	Studie	Studie	Studie	Grupp.	Kinder	Therapie	in J.	Beh.	Beob.	meter	%
1 - 3	Hensel	1991	Dysgnathieentwicklung	I	3	408		4,7			D	35 - 77
2	Ahn et al.	2001	Bionator Voraussage	I	2	40	B	10,4	1,8	2 - 5	S D	
3	Nagahara et al.	1997	Spontankorrektur	I	3	44		3,7		3,9	S D	
3	Franchi et al.	1997	Voraussagevariablen	I	2	45	fu	5,6	9,5		S D	95
3	Tahmina et al.	2000	Stabilität front.Kreuzb.	I	2	56	K, M	9,3	3,8		S	86
3	Nagahara et al.	2001	Spontankorrektur	I	2	44		3		>3	S D	95
3	Zentner et al.	2001	Voraussagevariablen		3	80	G, P, M	10,9	5		S	72 - 81
3	Baccetti et al.	2004	Voraussagevariablen	I	2	42	G, Df, M	8,5	1	5,5	S	83

Design der Studie: longitudinal (I)

Anzahl der Gruppen: Verschiedene Gruppen hinsichtlich der Dysgnathieausprägung, des Alters oder Behandlungserfolgs

Therapiemittel: Bionator (B), festsitzende Dehnapparatur (Df), funktionell (fu), Gesichtsmaske (G), Kinnkappe (K), Multiband (M)
Platten (P)

Diagnostische Parameter: Skelettale (S), dentale (D)

Sicherheit in %: Sicherheitswahrscheinlichkeit der Voraussagen

3.4.2. Voraussagemodelle

3.4.2.1. Klasse I

Hensel untersuchte 1991 longitudinal die individuelle Entwicklung einiger Dysgnathiesymptome vom Milch- zum Wechselgebiss. 408 Kinder wurden im Alter von 4,7 und 8,8 Jahren untersucht.

Ausgehend vom lückig angelegten Milchgebiss ergibt sich bei 34,6 %, ausgehend von lückenloser erster Dentition bei 49,7 % und ausgehend vom engstehendem Milchgebiss bei 76,7 % der Kinder Behandlungsbedürftigkeit im Wechselgebiss.

Auch bei ähnlichem Ausgangsbefund werden unterschiedliche Entwicklungswege realisiert, so dass ausgehend vom Befund in der ersten Dentition keine sichere Prognose der vertikalen Frontzahnbeziehungen in der zweiten Dentition möglich ist (Hensel 1991).

3.4.2.2. Klasse II

Ahn et al. erforschten 2001 die zephalometrischen Voraussagevariablen für gute Behandlungsergebnisse mit dem Bionator.

Es wurden 40 Kinder mittleren Alters von 10,4 Jahren, die mit dem Bionator im Schnitt 20,8 Monate behandelt worden waren, in zwei Gruppen von jeweils 20 Kindern eingeteilt, in eine mit gutem und in eine mit schlechtem Behandlungsergebnis und nach etwa 2-5 Jahren nach Behandlungsabschluss miteinander verglichen.

Die Studie zeigt, dass ein horizontales Wachstumsmuster, eine möglichst normale sagittale Beziehung der Kiefer zueinander, aufrechte Unterkieferschneidezähne und retrudierte Unterlippe, wichtige Voraussagefaktoren darstellen für den Behandlungserfolg, wobei der Unterlippe

die größte Bedeutung zukommt. Zudem sind die Behandlungszeiten bei den Patienten mit diesen günstigen Voraussagefaktoren viel kürzer.

Die Therapie mit dem Bionator kann klinisch stabile und günstige Ergebnisse liefern, wenn die Patienten sorgfältig anhand dieser Voraussagefaktoren ausgewählt werden.

Kein einzelner Faktor hat ausreichend Potenzial, um das Behandlungsergebnis der frühen Bionator-Therapie vorauszusagen. Es sollten soviel Faktoren wie möglich zur Entscheidungsfindung herangezogen werden. Wenn Patienten gemäß dieser diagnostischer Kriterien ausgewählt werden, ist es möglich, das verschiedenartige Ansprechen auf die Behandlung zu reduzieren und passende Fälle für die frühe Bionator-Therapie auszuwählen (Ahn et al. 2001).

3.4.2.3. Klasse III

Nagahara et al. untersuchten 1997 longitudinale Veränderungen im skelettalen Muster des frontalen Kreuzbisses im Milchgebiss. Er teilte 44 Patienten, die zu Beobachtungsbeginn im Mittel 44 Monate alt waren nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 47 Monaten in drei Gruppen ein in Abhängigkeit vom Vorhandensein des Kreuzbisses beim Durchtritt der mittleren Schneidezähne: In der Gruppe N mit 16 Kindern hatte sich der Kreuzbiss korrigiert, in der Gruppe R1 mit 16 Kindern war er gleich geblieben, in der Gruppe R2 hatte er über die Inzisivi hinaus weiter zugenommen.

Die Position des Unterkiefers in Gruppe N war rückwärtiger und die Längen von Pog'-Go und Gn-Cd geringer als in den Gruppen R1 und R2. Die Zahnachsen der unteren Inzisivi in beiden R-Gruppen waren nach lingual geneigt, der Oberkiefer in Gruppe R2 war unterentwickelt. In Gruppe N nahm die Länge des Oberkiefers zu, das Vorwärtswachstum des Unterkiefers war unterdrückt, während die initiale Lage des Oberkiefers in beiden Gruppen R annähernd gleich blieb. Der Unterkiefer war am Ende des Beobachtungszeitraumes immer

noch anterior positioniert im Vergleich mit den Standardwerten von Sakamoto (Sakamoto 1959).

Trotz der Selbstausheilung bleiben die skelettalen Abnormalitäten, so dass weitere Beobachtung nötig wäre (Nagahara et al. 1997).

Franchi et al. erstellten 1997 ein Modell zur Vorhersage des Ergebnisses funktioneller Klasse III-Behandlung im Milchgebiss auf der Basis zephalometrischer und okklusaler Variablen. Insgesamt 45 Kinder mittleren Alters von 5,6 Jahren bei Behandlungsbeginn wurden nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 9,5 Jahren einschließlich Behandlungszeit und Retention in eine erfolgreiche Gruppe von 23 Kindern und eine nicht erfolgreiche Gruppe von 22 Kindern eingeteilt. Es gelang, drei Variablen herauszufiltern, die miteinander kombiniert mit über 95 % Sicherheitswahrscheinlichkeit den Erfolg der Behandlung jedes neuen Patienten voraussagen können: Die Neigung der Kondylarachse bezüglich der stabilen Schädelbasislinie, die Neigung der Nasal- zur Mandibularlinie und die Zahnbogenbreite des Unterkiefers am ersten Milchmolaren. Skelettal offener Biss und extrem breiter Zahnbogen im Unterkiefer sind ungünstig zu prognostizieren. Dieses Modell gilt nicht für die Klasse III-Behandlung bei retrudiertem Oberkiefer mit Gesichtsmaske.

Die Formel lautet: Individueller Wert = $0,20809 \times (\text{Winkel Kondylarachse zu Schädelbasis}) - 0,11904 \times (\text{Winkel Nasallinie zur Mandibularlinie}) - 0,31604 \times (\text{Breite des Unterkieferzahnbogens am ersten Milchmolaren}) + 0,10603$.

Der kritische Wert ist $-0,03661$. Werte darüber lassen mit hoher Sicherheitswahrscheinlichkeit auf einen Behandlungserfolg durch frühe funktionelle Behandlung schließen (Franchi et al. 1997).

Tahmina et al. untersuchten im Jahr 2000 morphologische Kennzeichen kieferorthopädisch behandelter Patienten mit Klasse III und frontalem Kreuzbiss mit stabilen und instabilen Behandlungsergebnissen. Nach Abschluss der Therapie mittels Kinnkappe zusätzlich zu Bögen und Multibrackets wurden 56

Kinder mittleren Alters von 9,3 Jahren bei einer mittleren Behandlungsdauer von 3,8 Jahren in eine stabile und eine instabile Gruppe eingeteilt.

Der Gonionwinkel war signifikant größer bei der instabilen Gruppe zu Behandlungsbeginn und vergrößerte sich mit der Zeit. Der Unterkiefer der instabilen Gruppe rotierte abwärts und rückwärts während der Frühbehandlung und nach der Korrektur des frontalen Kreuzbisses nach oben und vorne. Ein signifikantes Vorwärtswachstum des Unterkiefers wurde in der instabilen Gruppe festgestellt.

Der Gonionwinkel, der Winkel N-A-Pog und der Winkel des aufsteigenden Astes zu S-N stellten sich als signifikante Variablen heraus, um die beiden Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten mit einer Genauigkeit von etwa 80 % zu unterscheiden. Vor Behandlungsbeginn können die beiden Gruppen mit einer Genauigkeit von 85,7 % unterschieden werden.

Auf- und Vorwärtsrotation des Unterkiefers kombiniert mit Vorwärtswachstum und Verlagerung des Unterkiefers geht eng einher mit unbefriedigenden Behandlungsergebnissen nach dem pubertären Wachstum bei Klasse III-Patienten (Tahmina et al. 2000).

Ein weiteres Modell von Nagahara et al. 2001 beschäftigte sich mit der Vorhersage der Situation im bleibenden Gebiss ausgehend von einem frontalen Kreuzbiss im Milchgebiss. Bei dreijährigen Kindern sollte mit Hilfe dieses Modells die Selbstkorrektur vorhergesagt werden, um ganz gezielt nur diejenigen Kinder einer Frühbehandlung zuzuführen, die eine hohe Wahrscheinlichkeit zur Übernahme der Dysgnathie ins bleibende Gebiss aufweisen.

Zwei Gruppen von jeweils 22 Kindern, die im Alter von drei Jahren einen frontalen Kreuzbiss aufwiesen, wurden in der Wechselgebissphase miteinander verglichen. In der einen Gruppe befanden sich Kinder mit einer Selbstkorrektur des frontalen Kreuzbisses, in der anderen Kinder mit persistierendem frontalem Kreuzbiss.

Die Messungen lassen vermuten, dass die Kinder mit Selbstausheilung Pseudo-Klasse III waren, während die anderen zur skelettalen Klasse III zuzurechnen waren.

Es gelang vier Variablen herauszufinden, die mit über 95 % Sicherheitswahrscheinlichkeit die Selbstausheilung, bzw. die Persistenz des frontalen Kreuzbisses vorhersagen können.

Die Formel lautet: $DI = -0,58 \times (\text{anteriore Schädellänge}) + 1,31 \times (\text{hintere Gesichtshöhe}) - 0,76 \times (\text{Lage des Porions}) - 2,02 \times (\text{Wits Schätzung}) - 70,28$

Ein hoher, bzw. positiver DI weist auf dringende Behandlungsbedürftigkeit im Milchgebiss hin, ein niedriger, bzw. negativer DI auf die hohe Wahrscheinlichkeit der Selbstausheilung.

Die Zuverlässigkeit dieser Formel sollte noch an einer unabhängigen Population verifiziert werden (Nagahara et al. 2001).

Zentner et al. schlugen 2001 die apikalen Basen als Voraussageparameter erfolgreicher Klasse III-Behandlung vor. Sie untersuchten 80 Klasse III-Kinder mittleren Alters von 10,9 Jahren, die einschließlich Retentionszeit durchschnittlich 5 Jahre mit herausnehmbaren, festsitzenden Apparaturen, Protraktion und Kombinationen davon behandelt wurden, anhand von 23 zephalometrischen Parametern und bewerteten das Behandlungsergebnis durch den PAR-Index.

Es wurden 10 Fälle der Kategorie schlecht oder kein Unterschied, 30 Fälle der Kategorie verbessert und 40 Fälle der Kategorie stark verbessert zugeordnet. In der ersten Kategorie nahm der mittlere PAR-Wert um 18,8 % zu, in der zweiten Kategorie um 63,6 % und in der dritten um 83,8 % ab.

Die Behandlungserfolge beschränkten sich auf dentoalveoläre Veränderungen. Es wurde keine Verbesserung des skelettalen Klasse III-Musters erreicht.

Lediglich die Relation der apikalen Basen mit 81 %, die Mittelgesichts-Mandibularrelation mit 74 %, das Verhältnis der Ramushöhe zum Unterkieferkörper mit 72 % und der Gonionwinkel korrelierten mit der Veränderung des PAR-Wertes.

Das Größenverhältnis der apikalen Basen des Ober- und Unterkiefers zueinander ist der zutreffendste Voraussageparameter und kann als ein wertvolles zusätzliches diagnostisches Hilfsmittel zur Voraussage erfolgreicher Behandlung dienen (Zentner et al. 2001).

Baccetti et al. untersuchten 2004 zephalometrische Variablen, die das Ergebnis früher Klasse III-Behandlung mit Protraktion und rascher Oberkieferdehnung mit anschließender Edgewise-Apparatur voraussagen können.

Es wurden 42 Kinder mittleren Alters von 8,5 Jahren im Schnitt 1 Jahr behandelt und nach einer mittleren Beobachtungszeit von 6,5 Jahren einschließlich Behandlungs- und Retentionszeit in eine erfolgreiche Gruppe von 30 Kindern und eine nicht erfolgreiche Gruppe von 12 Kindern eingeteilt.

Drei Voraussageparameter wurden gefunden, die bei jedem neuen Patienten mit 83,3 % Sicherheitswahrscheinlichkeit den Erfolg der Behandlung voraussagen können: Die Länge des Unterkieferastes, der Schädelbasiswinkel zum Basion und die Neigung des Mandibularplanums zur Schädelbasis.

Die Formel lautet: Individueller Wert = $0,282 \times (\text{Länge des Unterkieferastes}) + 0,205 \times (\text{Schädelbasiswinkel zum Basion}) + 0,12 \times (\text{Neigung des Mandibularplanums zur Schädelbasis}) - 29,784$.

Der kritische Wert beträgt 0,4065. Werte darunter lassen mit 83,3 % Sicherheitswahrscheinlichkeit auf einen langfristigen Behandlungserfolg durch frühe Behandlung schließen (Baccetti et al. 2004).

4. Diskussion

Es gibt zwei grundsätzliche Möglichkeiten kieferorthopädischer Behandlung. Zum einen die Modifizierung des Wachstums oder zum anderen das Abwarten des Erwachsenenalters und daran anschließende kieferorthopädische Kaschierung oder Chirurgie (Kapust et al. 1998). Veränderungen skelettaler und dentaler Strukturen müssen von einer Veränderung des gesamten intraoralen Umfeldes begleitet werden (Samson u. Hechtkopf 1988).

Petrovic entwickelte die Servosystem-Theorie des kraniofazialen Wachstums: Die Okklusion kann das Wachstum des Kondylus und der Mandibula kontrollieren durch das fortwährende Zusammenspiel und der Lagebeziehung des oberen und unteren Zahnbogens zueinander (Petrovic et al. 1990). Dieser Vergleich der Lage ist der Ursprung der Signale, die die Aktivität des M. pterygoideus lateralis modulieren und damit das Ausmaß und die Richtung des Kondylarwachstums (Graber u. Swain 1985, Graber et al. 1985). Sadowsky fasst zusammen, dass Veränderungen der dentoalveolären Beziehungen eine direkte Auswirkung auf skelettale und dentale Beziehungen haben (Sadowsky 1998). Das tatsächliche Ausmaß orthopädischer Veränderung und ihre Dauerhaftigkeit bleiben noch unbestimmt. Die Frühbehandlung kann skelettale, muskuläre und dentoalveoläre Anomalien vor dem Durchtritt aller bleibender Zähne eliminieren oder modifizieren (McNamara u. Brudon 1993, Moyers 1988).

Die Okklusion der Milchzähne, des Wechselgebisses und der bleibenden Dentition dient als der Schlüssel, der die exakte Position des Unterkiefers bezüglich des Oberkiefers während der Kindheit, der Pubertät und des Erwachsenenalters kontrolliert und festhält. Die Okklusion verändert sich nicht während der aktiven Wachstumsphase des Gesichtes, selbst bei einer Dysgnathie bleibt die Verzahnung eine funktionelle Einheit, die den Unterkiefer in einer Dysgnathie-Position fixiert (Moorrees 1998).

Die Frage, ob die Veränderung des Weichgewebsprofils eng den Veränderungen dentoskelettaler Strukturen folgen, ist noch immer ungelöst

(Owen 1986). Zahlreiche Studien zeigen, dass die Weichgewebe in der Regel die zugrunde liegenden Hartgewebe widerspiegeln und Veränderungen der Hartgewebe eine proportionale Veränderung der entsprechenden Weichgewebe hervorruft (Anderson et al. 1973, Baum 1961, Bloom 1961, Clements 1969, Deiners 1967, Fomon u. Bell 1970, Lo u. Hunter 1982, Reidel 1957, Subtelny 1959). Andere Studien zeigen, dass die Weichgewebe nicht unbedingt den zugrundeliegenden Hartgewebe in einem vorhersagbaren oder wiederholbaren Ausmaß folgen (Burstone 1967, Cox u. Van der Linden 1971, Fields et al. 1982, Garner 1974, Goldmann 1959, Hershey 1972, McNulty 1968, Neger 1959, Oliver 1982, Rains u. Nanda 1982, Roos 1977, Rudee 1964, Subtelny 1961, Waldmann 1982, Wisth 1974).

Wachstumshormone werden pulsierend ausgeschüttet, typischerweise am frühen Abend, wenn das Kind schlafen geht, manchmal auch weitere Ausschüttungen im späteren Schlafzyklus (Born et al. 1988). Fast das gesamte Längenwachstum der Röhrenknochen geschieht in einigen wenigen Nachtstunden, die von einer längeren Periode der Konsolidierung und Vorbereitung für den nächsten Wachstumsschub gefolgt sind (Stevenson et al. 1990). Der Zahndurchtritt bei Menschen folgt diesem Muster, wobei fast alle Durchtritte sich zwischen 20 Uhr und Mitternacht ereignen, gefolgt von einer Intrusion während des frühen Morgens (Lee u. Proffit 1995, Risinger u. Proffit 1996).

Die Beziehung zwischen Wachstum und Tageszeit wurde noch nie in kieferorthopädischen Studien über Wachstumsmodifikation berücksichtigt (Tulloch 1997). Malmgren zeigte, dass Patienten, die eine funktionelle Apparatur nur in der Nacht, aber sehr regelmäßig getragen hatten, ähnliche Ergebnisse erzielten wie Patienten, die sie Tag und Nacht getragen hatten (Malmgren et al. 1987).

In den letzten zehn Jahren hat eine Explosion von Entdeckungen in der Entwicklungsbiologie und Genetik stattgefunden mit direktem Bezug zum Verständnis der Entwicklung, des Wachstums und der Anpassung des kraniofazialen Gewebe (Richman 1995, Richman u. Mitchell 1996, Thesleff

1995). Diese Forschung führt zu bedeutenden Entdeckungen, die relevant sind für das Verständnis und die Vorbeugung gewisser Anomalien (Finnell et al. 1998, Hu u. Helms 1999). Die Zukunft der Kieferorthopädie wird eine zunehmende Bedeutung der Gentherapie in Kombination mit Mechanotherapie erfahren. Der Entwicklungsstand des Patienten wird durch An- oder Abwesenheit und die Charakterisierung genetischen Polymorphismus von Schlüsselmediatoren des Wachstums bestimmt. In fernerer Zukunft werden Methoden zum gezielten Gebrauch molekularer Mediatoren entwickelt, um Entwicklung, Wachstum und Reifung der kraniofazialen Strukturen zu beeinflussen (Carlson 2002).

Das physiologische Alter hat einen beträchtlichen Einfluss auf Diagnosestellung, Behandlungsplanung und Ergebnis der Behandlung (Anderson et al. 1975, Demirjian et al. 1985). Verschiedene biologische Indikatoren kommen neben der chronologischen Alterbestimmung (Baik 1995, Kapust et al. 1998, Merwin et al. 1997, Saadia u. Torres 2000) in Frage: Zunahme der Körpergröße (Björk u. Helm 1967, Hunter 1966, Kurcoda et al. 1969, Nanda 1955), skelettale Reife der Hand und des Handgelenkes (Björk u. Helm 1967, Bowden 1976, Fishman 1982, Greulich u. Pyle 1959, Murata et al. 1993, Tanner et al. 1983, Taranger u. Hägg 1980), Zahnentwicklung und Zahndurchtritt (Baccetti et al. 1998, Baccetti et al. 2000a, Hellman 1923, Lewis u. Garn 1960), Oberkieferentwicklung (Sato et al. 1996), Unterkieferentwicklung (Bergersen 1972, Iwata 1994, Sato et al. 1996), Menarche, Brust und Stimmveränderungen (Tanner 1962) und Reife der Halswirbel (Baccetti et al. 2002, Franchi u. Baccetti 2002, Franchi et al. 2000, Hassel u. Farman 1995, Lamparski 1972, O'Reilly u. Yanniello 1988).

Bei der Frühbehandlung ist es laut Suda et al. nötig, die Geschlechtszugehörigkeit zu berücksichtigen (Suda et al. 2000). Die skelettale Reifung findet bei Mädchen, nach Bowden zwischen 1,8 bis 2,7 Jahren und nach Fishman zwischen 1,0 bis 2,0 Jahren früher als bei Jungen statt (Bowden 1976, Fishman 1982). Es gibt keine signifikanten Geschlechtsunterschiede bei

Guyer et al., Baik, Saadia u. Torres (Baik 1995, Guyer et al. 1986, Saadia u. Torres 2000).

Anfängliche PAR-Durchschnittswerte verschiedener Studien sind 29 (von Bremen u. Pancherz 2002), 27 bis 31 (O'Brien et al. 1993, Hamdan u. Rock 1999, Turbill 1996a, Turbill 1996b). Deutlich niedrigere Werte sind 16 bis 25 (Firestone et al. 1999, Pangrazio 1999). Es wird eine Reduzierung des PAR-Index von mindestens 30 % benötigt, um den Fall als verbessert zu betrachten. Ein hoher Behandlungsstandard wird durch eine PAR-Reduzierung von mindestens 70 % gekennzeichnet, ein Wert von 10 oder weniger ist akzeptabel und ein Wert von 5 oder weniger ist eine Fast-Idealokklusion (Richmond et al. 1992). Younis sieht einen Behandlungsbedarf bei einem PAR-Index von 15, Richmond bei einem PAR-Index von 10 (Richmond et al. 1992, Younis 1995). Anfänglich höhere PAR-Werte neigen zu höherer prozentualer Reduzierung (Buchanan 1996). Anfänglich hohe PAR-Werte wirken sich günstig aus auf ihre Reduzierung (Al Yami et al. 1998, Kerr et al. 1994, Taylor et al. 1996). Ein weiterer Nachteil des PAR-Index ist es, dass die Milchzähne nicht berücksichtigt werden (von Bremen u. Pancherz 2002).

Fox berichtete über eine durchschnittliche Reduzierung von 66 % des PAR-Index mittels festsitzender, herausnehmbarer und funktioneller Behandlung (Fox 1993), Buchanan über 74 % einschließlich festsitzender Apparaturen (Buchanan 1996) und Pangrazio über 38 % (Pangrazio 1999).

Der anfängliche PAR-Wert von 16 deutete bei Pangrazio nicht auf eine ernste Malokklusion hin, was sich durch das junge Durchschnittsalter der Patienten erklären lässt (Pangrazio 1999). Aus dem erreichten PAR-Wert kann angenommen werden, dass sehr wenig oder gar keine Behandlung nötig wäre nach der Frühbehandlung einer Malokklusion (Pangrazio 1999).

Einige Autoren berichten über eine Korrelation zwischen Behandlungsmethode und Ergebnis (Fox 1993, O'Brien et al. 1993, Pickering u. Vig 1975, Richmond et al. 1993). Hingegen finden weder Ahlgren, noch Pangrazio-Kulbersh et al., noch von Bremen und Pancherz einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Apparatur und Behandlungserfolg bei der Bewertung durch den PAR-

Index (Ahlgren 1993, Pangrazio-Kulbersh et al. 1999, von Bremen u. Pancherz 2002).

Mit zunehmender Zahnentwicklung verkürzt sich die aktive Behandlungszeit (Fellner u. Schlömer 1996, Firestone et al. 1999, Gianelly 1995c). Keine Korrelation zwischen Alter und Behandlungsdauer finden sich bei Dyer et al. und Fink u. Smith (Dyer et al. 1991, Fink u. Smith 1992).

Der Zeitpunkt der Behandlung ist nicht so wichtig, solange die gewünschten Ergebnisse über die Zeit stabil bleiben (Tulloch et al. 1997a, Tulloch et al. 1997b). Die Entscheidung, die kieferorthopädische Behandlung früh zu beginnen, oder sie aufzuschieben, sollte sich auf die Vorlieben des Kindes und der Eltern gründen (Yang u. Kiyak 1998). Die Frage des Zeitpunktes ist komplex, weil der Kliniker zahlreiche Faktoren berücksichtigen muss wie psychosoziale Faktoren, finanzielle Faktoren, das Risiko der Schädigung, die Komplexität der Behandlung, ihre Dauer, die Stabilität und das Ergebnis (Klümper et al. 2000).

Frühe Veränderung des Wachstums kann kieferorthopädische Chirurgie vermeiden oder zumindest stark minimalisieren. Der Kliniker hat alles zu gewinnen, aber nichts zu verlieren (Samson u. Hechtkopf 1988). Chirurgische Eingriffe sollten im Milchgebiss nur Patienten mit angeborenen Defekten vorbehalten bleiben und sollten nicht vor Abschluss des pubertären Wachstums erfolgen, von wenigen Ausnahmen wie z.B. Ankylosen in Folge von Trauma oder Infektion, schwere Verletzungen des Kiefergelenks oder ähnliches abgesehen (White u. Proffit 1985). Während nach chirurgischen Eingriffen bis zu 56 % an Rückfällen der skelettalen Beziehungen auftreten, bleibt die dentale Position weitgehend unverändert (Hardy u. Piecuch 1985). Bei Behandlung mit Aktivatoren verschiedener Arten kommt es zu einem Rezidiv, wenn die skelettale Antwort schwach und die dentoalveoläre Kompensation groß ist (Lautrou 2000).

Zur exakten Feststellung der Behandlungswirkung wären Zwillingsstudien ideal, in welcher ein Zwilling behandelt würde und der andere als Kontrolle diente

(Vego 1976). Die meisten Studien bewerten die Effizienz der Behandlung unter idealen Bedingungen und werden als Meilensteine der kieferorthopädischen Forschung betrachtet. Die Ergebnisse müssen für den Routinealltag in der Praxis aber nicht genauso zutreffend sein (O'Brien et al. 2003a). Wie es oft der Fall ist, ist die einzige sichere Schlussfolgerung, dass es noch Bedarf nach weiteren randomisierten Studien gibt, um die methodologischen Beschränkungen zu vermindern (O'Neill 2004).

4.1. Sagittale Anomalien

4.1.1. Klasse I

Einige Formen des frontalen Engstandes sind neuromuskulären oder umweltbedingten Ursprunges und ohne Behandlung teilweise reversibel (Woodside 2000). Umweltbedingte Faktoren für die Entwicklung frontaler Engstände sind die Zungenlage oder Mundatmung (Harvold 1968, Harvold et al. 1972). Kinder mit Schwellung der Nasenschleimhaut haben signifikant mehr Engstände in der Unterkieferfront (Woodside et al. 1991). Eine Normalisierung der Frontzahnstellung erfolgt oft ohne weitere Behandlung nach Adenoidektomie (Linder-Aronson et al. 1993). Frontale Engstände kommen bei vergrößerten kraniozervikalen Winkeln signifikant häufiger vor (Solow u. Sonnesen 1998).

Bei Kindern im Alter von 7, bzw. 9 und 10 Jahren geht eine interkanine Breite von 26 mm mit frontalem Unterkieferengstand einher, bei 28 mm und mehr besteht kein Risiko eines Engstandes (Hagberg 1994).

Engstände waren bei 85 % der Patienten feststellbar von durchschnittlich 4,4 mm. Bei 72 % war der Leeway-Space ausreichend, um den Engstand zu lösen. Von 19 Patienten mit vorzeitigem Milcheckzahnverlust hatten 18 Patienten Engstände und nur 39 % von diesen hatten ausreichend Leeway-Space um den Engstand zu lösen. Während des Übergangs vom Wechsel- zum bleibenden Gebiss gehen ungefähr 4 mm Zahnbogenumfang verloren, was durch einen Lingualbogen verhindert werden kann (Rebellato et al. 1997).

Die Häufigkeit, zu der der Erhalt des Leeway-Space durch einen passiven Lingualbogen zur Lösung frontalen Engstandes führt, wurde anhand von 107 Patienten untersucht. Trotz der Bögen nahm die gesamte Zahnbogenlänge um 0,4 mm ab, während die interkanine Weite um 1,5 mm und intermolare Breite um 0,7 mm zunahm. Bei 68 % der Patienten ergab der Erhalt der Zahnbogenlänge ausreichend Platz, um den Engstand zu lösen, 76 % hatten weniger als 1 mm und 87 % weniger als 2 mm Engstand (Brennan u. Gianelly 2000). Eine ähnliche Zunahme der interkaninen Weite von 1,1 mm findet sich

bei De Baets (De Baets 1995). Die Veränderung des interkaninen Abstandes im Unterkiefer ist entweder nichtexistent (Bell u. LeCompte 1981) oder auf 1 mm beschränkt (Sandstrom et al. 1988).

Innerhalb des Bereiches konservativer und passiver Raumerhaltungsmethoden sind 4-5 mm mandibulären Engstandes lösbar (Arnold 1991, Creekmore 1982, Gianelly 1994, Gianelly 1995a, Gianelly 1995b, Gianelly 1995c, Little 1991, White 1996).

Verfahren im Wechselgebiss, die darauf abzielen, Zahnbögen zu entwickeln, könnten unnötig sein, da der Erhalt der Zahnbogenlänge durch einen passiven Lingualbogen ohne Extraktionstherapie in fast 90 % der Fälle in einer einzigen Phase im späten Wechselgebiss ausreichend ist (Gianelly 1995c, Gianelly 2002). Nur etwa 10 % der Patienten können von einer Frühbehandlung profitieren (Gianelly 1994, Gianelly 1995a, Gianelly 1995b, Gianelly 1995c, White 1996).

Die Differentialdiagnose bei frontalen Engständen in jungem Alter sollte sehr genau die neuromuskulären Faktoren berücksichtigen und die Therapieplanung danach ausrichten. Dieses Konzept benötigt eine veränderte Diagnostik, die sich in den kommenden Jahren entwickeln dürfte (Woodside 2000). Die Handhabung des Leeway-Space und nicht die aktive Expansion könnte einen effizienteren Zugang zur Frühbehandlung darstellen (Bowman 1998).

Die Entwicklung später frontaler Engstände wurde von der Universität von Washington sowohl an kieferorthopädisch behandelten, als auch an unbehandelten Patienten bis zu einem Alter von 40 Jahren dokumentiert, die Universität von Toronto stellte dieses Phänomen bei unbehandelten Individuen mindestens bis zum Alter von 70 Jahren fest (Woodside 2000). Ohne Behandlung wird sich ein zu kurzer Zahnbogen nur verschlimmern, ohne lebenslange Retention wird die Entwicklung des Zahnbogens unakzeptable Ergebnisse liefern (Little 2002).

4.1.2. Klasse II

Craig, Blair und Gilmore fanden geringe Unterschiede in den skelettalen Durchschnittswerten zwischen Individuen mit Klasse I und Klasse II,1 und schlussfolgerten, dass ein hohes Ausmaß an Variabilität in jeder Malokklusion zu finden sei (Blair 1954, Craig 1951, Gilmore 1959). Individuen mit Klasse II,1 variieren morphologisch stark untereinander, sprechen unterschiedlich auf die Behandlung an und weisen ihr eigenes einzigartiges Wachstumsmuster auf (Buschang et al. 1994, Tulloch et al. 1990).

Es gibt sechs mögliche morphologische Variationen der Klasse II nach Fisk: Der Oberkiefer und die Oberkieferzähne sind anterior positioniert im Verhältnis zum Schädel, die Oberkieferzähne sind anterior positioniert im Oberkiefer, der Unterkiefer ist normal, aber posterior positioniert, der Unterkiefer ist unterentwickelt, die Unterkieferzähne sind posterior positioniert in einem normalem Unterkiefer und zahlreiche Kombinationen der fünf vorgenannten Faktoren (Fisk 1953). Die gesamte Unterkieferlänge ist bei 96 % der Klasse II Patienten ähnlich wie bei normalen Patienten desselben Alters (Maj et al. 1960). Im Vergleich von Klasse II,1-Individuen mit Gesunden ist der Unterkiefer meistens normal, während die apikale Basis im Oberkiefer protrusiv ist (Rothstein 1971). Der Unterschied ist nicht das Ergebnis einer anormalen Entwicklung eines bestimmten Teils, sondern eher eine anormale Beziehung der Teile zueinander (Maj et al. 1960). Mandibuläre Retrusion findet sich in mehr als 60 % der Fälle, weniger als 5 % der Oberkiefer sind wirklich prognath. Mandibuläre Retrusion mit dentaler Protrusion im Oberkiefer und übermäßigem vertikalen Wachstum sind die häufigsten Kennzeichen der Klasse II (McNamara 1981).

Nach Rondeau können drei verschiedene Formen der Klasse II entstehen (Rondeau 1994): Jeweils eine Konstriktion des Oberkiefers mit 1. Konstriktion im Unterkiefer, 2. normalem Unterkiefer, 3. retrognathem Unterkiefer.

Folge der Konstriktion im Oberkiefer mit Konstriktion im Unterkiefer sind Engstände in beiden Zahnbögen. Erst nachdem die Dysfunktion beseitigt wird,

sollte als nächster logischer Schritt die Ausformung der Zahnbögen mit Funktionsapparaturen erfolgen.

Die Folge der Konstriktion im Oberkiefer mit normalem Unterkiefer ist der Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit oder ohne Gesichtsymmetrie. Nach Bestehen dieser Situation wird das Kiefergelenk negativ beeinflusst, da ein Kondylus nach vorne verlagert wird und sich verlängert, während der andere nach hinten verlagert wird und sich verkürzt und abflacht, was zu einer bleibenden Gesichtsymmetrie führt. Selbst wenn der Kreuzbiss einseitig zu sein scheint, ist es immer tatsächlich ein bilaterales Problem. Der Kreuzbiss sollte so früh wie möglich korrigiert werden. Die Therapie könnte im Alter von 4 bis 5 Jahren erfolgen, um den Schaden an den Kondylen so gering wie möglich zu halten.

Die Konstriktion im Oberkiefer mit retrognathem Unterkiefer führt zu einer Verlagerung der Kondylen nach hinten und oben mit einer Zunahme von Zeichen und Symptomen von Funktionsstörungen des Kiefergelenkes. Prämolarenextraktion im Oberkiefer und Retrudierung der Maxilla wäre hier völlig unlogisch und würde die Symptomatik der Kiefergelenke nicht verbessern. Die Therapie der Wahl wäre nach Lösung der funktionalen Probleme die Ausformung des Oberkieferzahnbogens in sagittaler und transversaler Richtung (Rondeau 1994). Die Dehnung des Oberkiefers zur Repositionierung des Unterkiefers nach vorne wird auch von McNamara und Brudon vorgeschlagen (McNamara u. Brudon 1993).

Eine Malokklusion ist die Summe einer Vielzahl individueller Abweichungen von denen keine allein bemerkenswert sein muss (Johnston 1986). Es lassen sich unterschiedliche Definition der Klasse II bei verschiedenen Autoren finden, wobei die Zuordnung hauptsächlich aufgrund der Okklusion im Molarenbereich und/oder des Overjet erfolgt. Es besteht die Möglichkeit, dass durch Zufall oder Studiendesign willkürlich nur bestimmte Kennzeichen der Klasse II einheitlich zusammengefasst werden (Bishara 1998). Es findet in den Studien eine Selektion der Patienten mit weniger starker Ausprägung der Klasse II statt, da in den anderen Fällen die Nichtbehandlung ernsthafte ethische Probleme stellt

(Bishara 1998). Warum Kinder mit einem eher vertikalen Wachstum weniger gut auf die Behandlung der Klasse II ansprechen, ist nicht genau bekannt (Tulloch et al. 1997b). Da jede Antwort auf die Behandlung der Klasse II überlagert wird von dem individuellen Wachstumsmuster, das ohne Behandlung stattgefunden hätte, würde man erwarten, dass die behandelten Kinder eine größere Variationsbreite als die unbehandelten aufwiesen. Interessanterweise ist das Gegenteil der Fall (Tulloch et al. 1997b).

Aktuelle Studien im angloamerikanischen Raum bewerten die frühe Therapie der Klasse II als erfolgsversprechend (Ehmer et al. 1999, Ghafari et al. 1998a, Keeling et al. 1998, Tulloch et al. 1997a, Tulloch et al. 1998, Tulloch et al. 1997b). Aus Kelly (Kelly et al. 1973) folgt, dass etwa 25 % der US-Kinder eine Frühbehandlung benötigen (Ghafari 1998). Nach einer Anfrage bezüglich der Frühbehandlung der Klasse II aus dem Jahre 1987 wurden Studien vom Gesundheitsministerium der USA in Auftrag gegeben, was die Wichtigkeit unterstreicht (Ghafari 1998).

Das vordringliche Ziel der Frühbehandlung ist die Korrektur bestehender muskulärer, skelettaler und dentaler Ungleichgewichte vor Durchtritt der bleibenden Zähne. Mit orthopädischen Apparaturen können 80 % der Okklusionsstörungen behandelt werden, die verbliebenen 20 % mit Straight-Wire. Ohne Extraktion und nichtchirurgisch können 95 % der Fälle behandelt werden. Schätzungen zufolge könnten 70 % der Patienten von diesem Behandlungsansatz profitieren (Rondeau 1994).

Zu den Möglichkeiten der Frühbehandlung bestehen zwei grundsätzliche Anschauungen: Zähne zu bewegen, während die Beziehung der Kiefer zueinander unverändert bleibt oder Veränderungen in der Beziehung der Kiefer zueinander, wobei Zahnbewegungen nur eine sehr geringe Komponente darstellen (King et al. 1990).

Die Frühbehandlung der Klasse II führt in den meisten Fällen nicht zu einer Klasse I-Normalokklusion, sondern zu einer Klasse I, die noch weiterer Behandlung bedarf (Ghafari et al. 1998b).

Die Wirkung von Headgear und funktioneller Apparatur zur Frühbehandlung sind ähnlich, beide wirken am besten, wenn das Wachstum die Behandlung begünstigt (Ren 2004). Die Empfehlungen zur Frühbehandlung basieren meistens auf empirischer Bewertung. Die Hauptwirkungen der Therapie mittels Headgear sind der direkte Einfluss auf das Oberkieferwachstum und bzw. oder die Wirkung auf die Zahnstellung. Funktionelle Apparaturen sollen das Unterkieferwachstum verstärken, indem der Unterkiefer nach vorne positioniert wird. Folgende Möglichkeiten werden angeführt: Der Unterkiefer übertrifft sein genetisches Wachstumspotenzial oder das Unterkieferwachstum findet beschleunigt statt. Eine dritte Möglichkeit ist, dass durch die Vorwärtspositionierung des Unterkiefers über die Verzahnung durch das normale Wachstum eine Anpassung an diese Position erfolgt. Es gibt jedoch keine klaren Beweise, dass eine dieser Möglichkeiten sich systematisch oder vorhersagbar in untersuchten Populationen ereignen. (Ghafari 1998).

Aus praktischen Überlegungen heraus kann die Frage über den Beginn der Behandlung auf die Entscheidungen begrenzt werden über die Schwere des Overjet, den Platzbedarf in sagittaler und transversaler Richtung und die Beziehung zwischen dentaler und skelettaler Reifung (Ghafari 1998). Die Behandlung der Dysgnathie im Milchgebiss kann wegen der Compliance der Patienten und der instabilen Ergebnisse nicht enthusiastisch befürwortet werden (Moorrees 1998). Die Kooperation des Patienten ist entscheidend für den Behandlungserfolg (Ghafari et al. 1998b). Funktionelle Apparaturen sind wenig sinnvoll, bevor die ersten bleibenden Molaren durchgebrochen und in Okklusion getreten sind (Moorrees 1998).

Wenn der genaue Zeitpunkt der Behandlung sich den Leeway-Space zunutze machen möchte, könnte die dentale Entwicklung einen anderen Zeitpunkt als die skelettale Entwicklung benötigen. Bei der Anwesenheit von

Okklusionsstörungen, denen eine skelettale Diskrepanz zugrunde liegt, sollten dentales und skelettales Alter sehr sorgfältig bewertet werden (Ghafari 1998). Es besteht ein Zusammenhang zwischen Alter und Antwort auf die Behandlung bei Klasse II: Im frühen Wechselgebiss erreicht die Behandlung mittels Headgear 1 mm mehr pro Jahr als im späten Wechselgebiss (Wieslander 1975). Bei funktioneller Behandlung wird bei der älteren Gruppe 1 mm mehr pro Jahr festgestellt (McNamara et al. 1985). Die einzige Voraussagemöglichkeit des Behandlungserfolges bezüglich des Alters bei einer kombinierten Aktivator-Headgear-Therapie ist die Nähe der Kinder zum pubertären Wachstumsgipfel (Bondevik 1995). Selten tritt der pubertäre Wachstumsgipfel vor dem Verlust des zweiten Milchmolaren auf (Ghafari 1998).

Ein Zeitfenster für den optimalen Zeitpunkt ist durch drei Ereignisse geben: Durch den Durchtritt des zweiten Prämolaren, den Durchtritt des zweiten Molaren und den pubertären Wachstumsgipfel. Auffällig ist die sehr weite Streuung um den Mittelwert (Ghafari 1998). Die Anwesenheit der ersten Prämolaren signalisiert nach Moorrees eine Indikation für die Frühbehandlung der Klasse II, 1 (Moorrees 1998).

Die Behandlung im späten Wechselgebiss ist nach Gianelly die beste Zeit für kieferorthopädische Behandlung aus folgenden Gründen: Der Leeway-Space besteht noch, ohne Extraktion können immer noch 80 % der Patienten behandelt werden, die Behandlung kann in einer Phase erfolgen und der Kieferorthopäde kann immer noch das Wachstum ausnützen (Gianelly 1995c).

Die Frühbehandlung eines schweren Overjet erfolgt hauptsächlich, um die Front vor Trauma zu schützen (Ghafari 1997b). Bei normaler Maxilla und einer retrognathen Mandibula entstehen konkurrierende Interessen. Eine einphasige Behandlung würde sich am besten eignen für leichten bis mäßigen Overjet von 3-5 mm (Ghafari 1998). Ein zweiphasiges Behandlungskonzept der Klasse II, 1, welches so früh wie möglich begonnen werden sollte, sollte auf einer sorgfältigen Diagnose in jedem individuellen Fall basieren (Moorrees 1998).

Die Veränderungen des Unterkiefers durch funktionelle Behandlung beruhen auf der Remodellierung der Mandibula, die Formveränderungen sind das Ergebnis äußerer mechanischer Kräfte und innerer funktioneller Notwendigkeiten in der neuen Position (Vego 1976). Funktionelle Apparaturen „stimulieren“ das Kondylarwachstum und positionieren den Unterkiefer nach vorne (Moorrees 1998). Die „Stimulation“ des Kondylarwachstums durch die Vorverlagerung der Mandibula mit funktionellen Apparaturen ist ein stark vereinfachtes Konzept, welches die wichtigen Remodellierungsprozesse des gesamten Unterkieferastes und -körpers herunterspielt, denn Kondylektomie bei jungen Ratten hat gezeigt, dass das Gesichtswachstum auch ohne Kondylus stattfindet (Gianelly u. Moorrees 1965). Remodellation der Fossa glenoidalis, Änderung der Richtung des Kondylarwachstums und Hemmung oder Änderung des Oberkieferwachstums tragen zur Korrektur der Klasse II bei (Woodside et al. 1987).

Günstiges Unterkieferwachstum wird erwartet nach Vorverlagerung der Mandibula. Die Veränderungen betreffen hauptsächlich den Kondylus, der zusätzliches appositionelles Wachstum zeigt, was sich sowohl im Tierversuch (Charlier et al. 1969, Elgoyhen et al. 1972, Hinton u. McNamara 1984, McNamara 1973, McNamara 1975, McNamara u. Bryan 1987, McNamara u. Carlson 1979, McNamara et al. 1975, McNamara et al. 1982, Petrovic 1972, Petrovic u. Stutzmann 1997, Stöckli u. Willert 1971) als auch beim Menschen (Paulsen 1997, Petrovic et al. 1990, Ruf u. Pancherz 1998) nachweisen lässt. Einer schrittweisen Vorverlagerung des Unterkiefers (Bass 1982, Bass 1983, Cura et al. 1996, Lehmann et al. 1988) wird gegenüber einer einmaligen (Hinton u. McNamara 1984, McNamara 1979, Petrovic et al. 1975, Petrovic 1985, Stöckli u. Willen 1971) der Vorzug gegeben.

Andere Autoren vertreten eine davon unterschiedliche Meinung. Keine Apparatur stimuliert irgendein zusätzliches Unterkieferwachstum, welches nicht ohnehin bei Kindern dieses Alters auftreten würde (Jacobsson 1967, Schulhof u. Engle 1982). Kliniker sollten erkennen, dass reichlich Beweise dafür vorliegen, dass die Größe des Unterkiefers nicht signifikant beeinflusst werden kann (DeVincenzo 1991, Mills 1991, Tulley 1972).

Ein vergrößertes Unterkieferwachstum nach funktionskieferorthopädischer Behandlung wird von einigen Autoren dokumentiert (Bass 1983, Bishara u. Ziaja 1983, Cura et al. 1996, DeVincenzo 1991, Freunthaller 1967, Keeling et al. 1998, Meach 1966, Op Heij et al. 1989, Schuhof 1982). Es gibt wenig Unterstützung in der Literatur für zusätzliches Unterkieferwachstum bei funktioneller Behandlung im Vergleich mit traditionellen Behandlungsmethoden wie mittels Headgear oder festsitzenden Apparaturen (Adenwalla u. Kronman 1985, Creekmore u. Radney 1983, Gianelly et al. 1983, Gianelly et al. 1984, Johnston 1986, Johnston 1994, Righellis 1983, Tulloch et al. 1997a). Wenn die Vorverlagerung des Unterkiefers zusätzliches Wachstum stimulieren würde, würde sich aus einer Pseudo-Klasse III immer eine echte skelettale Klasse III entwickeln (Gianelly et al. 1983).

Bei Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten kann von einer skelettalen Wirkung auf den Oberkiefer in Form einer Wachstumshemmung ausgegangen werden (Derringer 1990, Grimm 1999, Jakobson u. Paulin 1990, Lange et al. 1995, Lisson u. Tränkmann 2003, Pancherz 1984, Righellis 1983, Thüer et al. 1989, Tsamtsouris u. Vedrenne 1983). Dieser Effekt wurde von anderen Autoren nicht bestätigt (Bolmgren u. Moshiri 1986, Courtney et al. 1996, Ghafari et al. 1998b, Hashim 1991, Janson 1977, Janson u. Hasund 1983, Mills 1991, Tulloch et al. 1997a, Tulloch et al. 1998). Die Mehrzahl der Wachstumseffekte bei funktioneller Behandlung scheinen eher vertikal als horizontal zu sein (Nelson et al. 1993) und häufiger eher im Oberkiefer als im Unterkiefer lokalisiert (Livieratos u. Johnston 1995, Pancherz u. Anehus-Pancherz 1993, Pancherz u. Fackel 1990, Wieslander 1993).

In einer Literaturstudie untersuchten Chen et al. 2002, ob funktionelle Geräte das Unterkieferwachstum verstärken. Aus sechs Studien (Cura et al. 1996, Ghafari et al. 1998a, Illing et al. 1998, Nelson et al. 1993, Tulloch et al. 1997a, Webster et al. 1996) wurden 12 klinische Parameter zur Bewertung herangezogen. Funktionelle Geräte scheinen wenig klinisch signifikante Wirkung auf die Unterkieferlänge in horizontaler und vertikaler Richtung zu haben. Die angewandte Apparatur beeinflusst nicht das Ergebnis der Studie. Es

ist schwierig, die Ergebnisse unterschiedlicher Studien miteinander zu vergleichen, wenn sie nicht das skelettale Alter als Grundlage wählen (Chen et al. 2002).

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge an funktionell behandelten Kindern zwischen skelettalen Gesichtsproportionen und dem Behandlungserfolg, der durch den PAR-Index ermittelt wurde, finden sich signifikante positive Korrelationen zwischen der Zunahme der vorderen und hinteren Gesichtshöhe und dem Behandlungserfolg. Negative signifikante Korrelationen finden sich zwischen Abwärtsbewegung des Ober- und Unterkiefers, niedrigerer vorderer Gesichtshöhe und dem Behandlungserfolg. Obwohl die Unterkieferlänge signifikant in der behandelten Gruppe verglichen mit der unbehandelten zunimmt, korreliert sie nicht signifikant mit dem Behandlungserfolg (Webster et al. 1996).

Die Bass-Apparatur bewirkt eine signifikant größere skelettale Wirkung während des Wachstumsschubes als davor (Malmgren et al. 1987). Nach sechs Monaten Behandlung mit der Bass-Apparatur zeigten die behandelten Kinder verglichen mit den unbehandelten statistisch signifikante skelettale Veränderungen in beiden Kiefern, die Reduktion des Overjet und dentale Wirkung im Oberkiefer, aber nicht im Unterkiefer (Cura u. Sarac 1997).

Untersuchungen zeigen, dass die höchste therapeutische Effizienz funktioneller Behandlung mit dem Louisiana-State-University-Aktivator, dem Fränkel-Aktivator und dem Bionator während des pubertalen Wachstumsschubes erreicht wird (Petrovic et al. 1990, Petrovic et al. 1991a, Petrovic et al. 1991b). Der Fränkel-Aktivator ist zur Behandlung von Patienten geeignet mit einem unterentwickelten Unterkiefer bei fast normalem Oberkiefer, während er nicht bei Patienten mit überentwickeltem Oberkiefer oder vertikalem Wachstumsmuster angewandt werden sollte (Lai et al. 1999).

Wenn das Ziel die Retraktion des Oberkiefers ist, scheint die Edgewise-Apparatur die effektivere Möglichkeit im Vergleich zum Fränkel-Funktionsregler zu sein, wenn andererseits die Position des Oberkiefers und der Incisivi

erhalten werden soll, ist der Fränkel-Funktionsregler die effektivste Lösung (Owen 1986). Die Oberlippe scheint sich bei der Behandlung durch den Fränkel-Funktionsregler nach vorne zu bewegen (Owen 1986), selbst wenn die Incisivi retrahiert werden, was wahrscheinlich eher an den myofunktionellen Effekten der Apparatur, als an morphologischen Veränderungen liegt (Remmer et al. 1985). Diese Schlussfolgerungen gelten nicht für andere funktionskieferorthopädischen Geräte (Owen 1986).

Bei Haynes erzielt der Fränkel-Aktivator eine signifikante Retraktion der Oberlippe und des Punktes A (Haynes 1986). Bei der Behandlung von Kindern mit exzessivem Overjet von 11 mm und mehr bewirkt der Fränkel-Aktivator im Vergleich mit der Edgewise-Apparatur ein gefälligeres und ausgeglicheneres Profil mit einer besseren ästhetischen Beziehung der Lippen zueinander (Battagel 1989).

Gianelly verglich die Behandlung der Klasse II mit Lightwire, Edgewise und Fränkel-Apparaturen. Er fand keine signifikanten Unterschiede zwischen den Apparaturen, wohl aber zu den unbehandelten Kontrollen. Keine der Apparaturen führte nur zu einer einzigen Antwort. Extraoraler Zug resultierte nicht nur in Retrusion der Maxilla, der Fränkel-Funktionsregler führte nicht nur zu mandibulärem Wachstum. Die meisten unterschiedlichen Behandlungsansätze beeinflussen das Gesichtswachstum in einer ähnlichen Weise (Gianelly et al. 1984). Bei einem Vergleich von Aktivator, festsitzenden Apparaturen und dem Fränkel-Aktivator war bis auf einen Unterschied von 1,8 mm in der Sagittalposition der Unterlippe zwischen dem Fränkel-Aktivator und der festsitzenden Apparatur kein weiterer signifikanter Unterschied zwischen den Profilen der drei Behandlungsgruppen festzustellen (Remmer et al. 1985).

Die Hauptwirkung des Fränkel-Funktionsreglers bei der Behandlung der Klasse II ist hauptsächlich dentoalveolärer Art auf beide Kiefer (Rodrigues de Almeida et al. 2002b, Yigit u. Akin 1989). Eine Stimulierung zusätzlichen Unterkieferwachstums ist innerhalb des ersten Jahres der Behandlung mit Fränkel-Aktivator nicht erkennbar (Gianelly et al. 1983).

Die skelettale Wirkung ist insgesamt gering in beiden Kiefern, jedoch signifikant im Unterkiefer (Rodrigues de Almeida et al. 2002b). Die skelettale Hauptwirkung des Fränkel II-Aktivators zeigt eine signifikant größere jährliche Zunahme der gesamten Unterkieferlänge und der Ramushöhe (Kerr et al. 1989). Die Veränderung der Neigung der oberen und unteren Schneidezähne durch den Fränkel II-Aktivator trägt zu den günstigen Veränderungen des Overjet bei (Kerr et al. 1989).

Bei Behandlung mit dem Fränkel-Funktionsregler ist eine signifikante Zunahme der Zahnbogenbreite für die Messpunkte in beiden Kiefern, eine geringe Kippung der Oberkieferzähne und eine körperliche Bewegung der Unterkieferzähne festzustellen. Die Zunahme der Zahnbogenbreite ist im Oberkiefer ausgeprägter als im Unterkiefer und findet im Oberkiefer sowohl im Prämolaren- als auch im Molarenbereich statt, während sie sich im Unterkiefer im Prämolarenbereich ereignet. Weite Zahnbögen haben genauso starke Zunahmen zu verzeichnen wie enge. Der erzielte Platzgewinn wäre nicht ausreichend, um schwere Engstände zu lösen, aber könnte nützlich sein in Grenzfällen, um Extraktionen zu verhindern (McWade et al. 1987).

Nach einer durchschnittlicher Behandlung von 27 Monaten mit dem Fränkel-Funktionsregler und 4,3 Jahren Beobachtungszeit zeigte sich eine gute Stabilität der Behandlungsergebnisse der Zahnbogenbreite interkanin, interprämolare und intermolare. Die Zahnbogenlänge nahm während der Behandlungs- und Beobachtungszeit ab (Hime u. Owen 1990)

Es konnte anhand einer prospektiven, randomisierten Studie an 42 Kindern zwischen 10 und 13 Jahren nach 1,5 Jahren Behandlung nicht bewiesen werden, dass der Fränkel-Funktionsregler oder der Harvold-Aktivator die Größe des Unterkiefers verändern konnten. Die Hauptwirkungen beider Apparaturen war die vertikale Entwicklung der unteren Molaren und die Zunahme der Gesichtshöhe (Nelson et al. 1993).

Sowohl Twin-Block als auch Fränkel-Aktivator scheinen effektiver zu sein bei der Erzeugung zusätzlichen Unterkieferwachstums als die Herbst-Apparatur (Baccetti et al. 2000a). Pancherz und Littmann konnten keine signifikante

Zunahme der Unterkieferlänge nach der Behandlung mit der Herbst-Apparatur feststellen (Pancherz u. Littmann 1989). Die Behandlung mit dem Twin-Block bewirkt größere skelettale Veränderungen als die Herbst-Apparatur, die dafür größere dentoalveoläre Wirkung besitzt (Baccetti et al. 2000a). Dentofaziale Veränderungen durch Behandlung mit der Herbst-Apparatur haben nur einen vorübergehenden Einfluss auf das bestehende skelettofaziale Wachstumsmuster (Pancherz u. Fackel 1990). Die Behandlung mit der Herbst-Apparatur verbessert langfristig die sagittale Kieferbasenziehung, aber normalisiert sie nicht, andererseits normalisiert sie beinahe vollständig die Beziehung der Zahnbögen zueinander (Hansen u. Pancherz 1992). Beim Vergleich der Veränderungen an Kinn und Kiefergelenken bei der Behandlung mit Aktivator oder Herbst-Apparatur stellen Baltromejus et al. fest, dass beide Apparaturen die günstigen Veränderungen fördern, aber die Herbst-Apparatur sich als überlegen herausstellt, weil sie in deutlich kürzerer Behandlungszeit (0,6 Jahren gegenüber 2,6 Jahren) bessere Ergebnisse liefert (Baltromejus et al. 2002).

Illing et al. führten 1998 einen prospektiven Vergleich der Wirkungsweise dreier unterschiedlicher Therapieansätze mittels Bionator, Twin-Block und Bass-Apparatur bei Kindern mittleren Alters von 11,9 Jahren durch.

Alle funktionellen Geräte dieser Studie verursachten eine messbare Veränderung der skelettalen und dentoalveolären Gewebe verglichen mit der unbehandelten Kontrollgruppe.

Eine hochsignifikante Zunahme der unteren vorderen Gesichtshöhe ließ sich bei allen behandelten Gruppen, beim Twin-Block und Bionator auch signifikante Zunahmen der Gesamtgesichtshöhe, im Vergleich mit der unbehandelten Kontrollgruppe feststellen.

Der Twin-Block zeigt eine signifikante Verkleinerung der Vorwärtsbewegung des Punktes A verglichen mit der Bass-Gruppe. Twin-Block und Bionator zeigen eine signifikante Reduktion der Neigung der Oberkieferschneidezähne im Vergleich mit der unbehandelten Kontrollgruppe (Illing et al. 1998).

Morris et al. untersuchten 1998 die Wirkungsweise dreier unterschiedlicher Behandlungen mittels Bionator, Twin-Block und Bass-Apparatur auf das Weichgewebe am Patientenkollektiv von Illing et al. 1998.

Die Twin-Block Gruppe erfuhr eine größere Weichgewebsveränderung als die beiden anderen Gruppen. Die signifikanteste Wirkung war die Verbesserung der Lage und die Verlängerung der Unterlippe in Verbindung mit einer Vorwärtsbewegung des Kinns und der Zunahme aller Gesichtshöhenparameter. Die signifikanteste Weichgewebsveränderung in der Bionator-Gruppe war die Zunahme der Gesichtshöhenparameter.

Keine statistisch signifikanten Weichgewebsveränderungen ließen sich in der mit der Bass-Apparatur behandelten Gruppe nachweisen.

Das Wachstum ging nur mit einer minimalen Veränderung des Weichteilprofils einher. Trotz der signifikanten Overjetreduktion zeigten die Oberlippenmesspunkte keine signifikanten Veränderungen. Die Qualität und Quantität der Weichgewebsveränderungen variierte zwischen den drei Behandlungsgruppen und schien in direktem Zusammenhang mit der Patientenkooperation zu stehen (Morris et al. 1998).

Als Nebenwirkungen funktionskieferorthopädischer Behandlung finden sich eine Reklination der Oberkieferschneidezähne (Bolmgren u. Moshiri 1986, Courtney et al. 1996, Tsamtsouris u. Vedrenne 1983, Bishara u. Ziaja 1989) und eine Proklination der Unterkieferschneidezähne (Adenwalla u. Kronman 1985, Bishara u. Ziaja 1989, Ghafari et al. 1998a, Janson 1977, Schulhof u. Engel 1982, Tsamtsouris u. Vedrenne 1983).

Sowohl der Bionator als auch der Twin-Block sind effektive therapeutische Mittel zur Klasse II-Behandlung bei mandibulärer Defizienz. Der Twin-Block reduziert signifikant das konvexe Gesichtprofil mit einer Zunahme der Gesichtshöhe bei Tiefbiss (Clark 1988). Der Twin-Block scheint im Vergleich beider Geräte effizienter zu sein wegen der kürzeren Behandlungszeit von durchschnittlich 14 Monaten gegenüber 22 Monaten für den Bionator (Faltin et al. 2003).

Die Bestimmung des Wachstumspotenzials und des skelettalen Reifegrades für den einzelnen Patienten ist wichtig für die Effektivität der Behandlung unabhängig vom verwendeten funktionellen Gerät (Baccetti et al. 2000a). Bei Behandlung mit verschiedenen funktionskieferorthopädischen Geräten ist die sagittale Positionsänderung des Oberkiefers maßgeblich für das Gesamtergebnis, nicht aber die Positionsänderung des Unterkiefers (Lisson u. Tränkmann 2002).

Bei Behandlung der Klasse II beträgt die verbleibende interkanine Oberkieferdehnung im besten Fall nur etwa 2 mm (Adkins et al. 1990, Artun et al. 1997, Bishara et al. 1973, Brust 1992, Dugoni et al. 1995, Elms et al. 1996, Gardner u. Chaconas 1976, Glenn et al. 1987, Graf u. Ehmer 1970, Grossen u. Ingervall 1995, Herberger 1981, Kahl-Nieke et al. 1996, Katz 1990, Lutz u. Poulton 1985, Moussa et al. 1995, Nevant et al. 1991, Osborn et al. 1991, Rossouw et al. 1993, Sadowsky et al. 1994, Sandstrom et al. 1988, Schwarze 1972, Tulley u. Campbell 1960, Ülgen et al. 1988, Walter 1962, Weinberg u. Sadowsky 1996, Zeigler 1995). Studien weisen auf die dramatische Instabilität der Zahnbogenbreiteentwicklung des Unterkiefers hin (Bishara et al. 1973, Bruno 1990, Dale 1994, El-Mangoury 1979, Glenn et al. 1987, Kuftinec 1975, Little et al. 1981, Little et al. 1990, Lutz u. Poulton 1985, Peak 1956, Schwarze 1972, Shapiro 1974, Sondhi et al. 1980, Uhde et al. 1983). Brust fand in seinen Untersuchungen keine spontane Korrektur interkanin im Unterkiefer (Brust 1992). Aktive Zahnbogenentwicklung im Unterkiefer könnte bei etwa 3-4 mm Engstand nützlich sein (McNamara 1994, McNamara u. Brudon 1993), dieser verringert sich aber bis zum Beginn der Phase 2 auf 1,6 mm (Brust 1992).

Die Mandibula hat keine Suturen, so dass es keine Oberfläche gibt, an der zusätzlicher Zahnbogenumfang erzeugt werden kann, die einzige Möglichkeit ist die Entwicklung, die Dehnung des Zahnbogens (Johnston 2002). O'Grady untersuchte 2002 die Langzeitwirkung an 35 Patienten, die im Alter von 9 Jahren zuerst mit einer Schwarz-Apparatur, gefolgt von rascher Oberkieferdehnung und anschließender festsitzender Apparatur bis zum 14 Lebensjahr behandelt wurden und etwa 6 Jahre später nachkontrolliert wurden.

Er fand eine Zunahme von 4 mm im Zahnbogenumfang des Ober- und Unterkiefers (O'Grady 2002). Geran stellte fest, dass bei Patienten, die früh mit einer festsitzenden Dehnapparat und einer herausnehmbaren Platte als Retainer und anschließend festsitzend behandelt wurden, die Zunahme der Zahnbogenbreite nach etwa 6 Jahren erhalten werden konnte. Der Zahnbogenumfang war im Oberkiefer 3,8 mm, im Unterkiefer 2,6 mm größer als bei den Kontrollen (Geran 1998).

Der durchschnittliche Verlust von Zahnbogenlänge ist 1,8 mm auf jeder Seite beim Übergang vom Wechsel- ins bleibende Gebiss (Moorrees u. Chada 1965). Zunahmen von mehr als 1 mm der Zahnbogenlänge könnte zu optimistisch sein (Little et al. 1990). Ein statistisch signifikantes Ergebnis in einer Größenordnung von einem Grad oder einem Millimeter muss nicht unbedingt eine klinische Relevanz besitzen. Deswegen sind die Schlussfolgerungen der Autoren weit wichtiger als die statistisch signifikanten Ergebnisse allein (Ghafari et al. 1998b). Nach einer Literaturstudie von Dermaut und Aelbers 1996 verschwinden die orthopädischen Veränderungen nach Klasse II-Behandlung, während die dentoalveolären stabiler sind (Dermaut u. Aelbers 1996).

Gelegentlich verbessert sich die Bisslage und geringe Engstände im Unterkiefer verschwinden zum Ende des Wechselgebisses ohne Behandlung (Hagberg 1994, Proffit u. Ackermann 1993). Erst in letzter Zeit ist die rasche Oberkieferdehnung regelmäßig in Gebrauch gekommen bei Patienten ohne Kreuzbiss (McNamara 2002, McNamara et al. 2002). Bei aktiver Dehnung des Oberkiefers wird über spontane Dehnung des Unterkiefers berichtet (McNamara u. Brudon 1993). Die rasche Oberkieferdehnung, gefolgt von der Edgewise-Technik, weist keine signifikante Langzeitwirkung gegenüber der Edgewise-Technik allein auf (Chang et al. 1997).

Die Klasse II-Dysgnathie hat eine starke transversale Komponente. Die Expansion des Oberkiefers mit Unterbrechung der Okklusion verbessert die sagittale Bisslage durch eine leichte Vorwärtspositionierung des Unterkiefers, die wahrscheinlich durch anschließendes Unterkieferwachstum dauerhaft gemacht wird (McNamara 2002, McNamara et al. 2002). Der Eckstein der

Frühbehandlung ist bei McNamara die rasche Oberkieferdehnung, die bei sachgemäßem Einsatz eine effiziente und effektive Möglichkeit im Wechselgebiss darstellt (McNamara et al. 2002). Zusätzliche Vorteile der raschen Oberkieferdehnung ist die Erleichterung spontaner Korrektur von Klasse II und Klasse III-Dysgnathien (McNamara 2000).

Die Vorteile früher funktioneller Behandlung neigen dazu, langfristig zu verschwinden (Bowman 1998, DeVincenzo 1991, Kyger 1996, Nelson et al. 1993, Pancherz 1991, Pancherz u. Anehus-Pancherz 1993, Pancherz u. Fackel 1990, Pancherz u. Hansen 1986, Pancherz u. Littmann 1989, Wieslander 1993). Es scheint wenig Grund dafür zu geben, Behandlungen zur Wachstumsveränderung vor dem späten Wechselgebiss zu beginnen (Bowman 1998, Gianelly 1995c, Livieratos u. Johnston 1995, McNamara et al. 1985, Pancherz 1979, Pancherz u. Anehus-Pancherz 1993, Wieslander 1975, Wieslander 1984). Obwohl funktionelle Behandlung wirkt, wenn auch mit nicht genau vorhersagbarem Ergebnis, scheint ihre Anwendung eher eine Entscheidung unter praktischen Gesichtspunkten als eine biologische Notwendigkeit zu sein (Bowman 1998, Ghafari 1997a, Kyger 1996, Livieratos u. Johnston 1995, Tulloch 1997, Tulloch et al. 1997b).

Die beiden unterschiedlichen Behandlungsarten der Klasse II erzeugen eindeutig unterschiedliche Wirkung. Sowohl der Headgear als auch der Fränkel-Funktionsregler führen zu einer Normalisierung der Klasse II, der Headgear bewirkt skelettale und dentoalveoläre Veränderungen der Maxilla und der Mandibula, während der Fränkel-Funktionsregler weniger auf den Oberkiefer und den dentoalveolären Bereich wirkt, als vielmehr auf die Unterkieferlänge (McNamara et al. 1996). Mit dem Headgear sowie mit funktionellen Apparaturen erfolgt die orthopädische Wirkung hauptsächlich auf den Oberkiefer und ein Großteil der Klasse II-Korrektur dentoalveolär (King et al. 1990).

Eine rasche Korrektur der Klasse II bei wachsenden Patienten wurde mittels dauernder großer Kräfte parallel zum Okklusalplanum innerhalb von 3-4 Monaten erreicht (Armstrong 1971).

Korrektur von Klasse II-Dysgnathien durch extraoralen Zug führen zu einer skelettalen Wirkung als auch zu Zahnbewegungen und alveolären Veränderungen (Jacobson 1979). In welchem Ausmaß die frühe Klasse II-Behandlung im späteren Alter dentoalveoläre Kompensation benötigt, bleibt abzuklären. Eine teilweise Korrektur der Klasse II wird durch die Frühbehandlung im vorjugendlichen Alter erreicht und muss gewöhnlich später im jugendlichen Alter beendet werden (King et al. 1990).

Einige Studien zeigen, dass ein zervikaler Headgear eine Extrusion des oberen Molaren und eine Rotation der Mandibula verursacht (Brown 1978, Klein 1957, Melsen 1978). Bei Anwendung eines zervikalen Headgear finden sich durchschnittliche Extrusionwerte für den ersten oberen Molaren von 2,3 mm bei 17 Monaten Behandlung (Klein 1957), 2,8 mm bei 32 Monaten (Cangialosi et al. 1988) gegenüber 1,3 mm bei unbehandelten Kindern über 18 Monate (Cook et al. 1994).

Ein zervikaler Headgear mit um 20° nach oben gebogenem Außenbogen korrigiert eine Klasse II orthopädisch und orthodontisch ohne stärkere Extrusion des ersten Molaren als bei normalem Wachstum und verursacht keine Rotation der Mandibula. Der untere Utility-Bogen intrudiert und prokliniert die Unterkieferinzisivi (Cook et al. 1994). Es lassen sich keine Voraussagevariablen für die Rotation der Mandibula finden (Baumrind et al. 1984, Björk 1969, Cook et al. 1994, Skieller et al. 1984).

In einer prospektiven Studie wurde die Wirkung des High-pull-Headgears mit Kraftzug durch die Trifurkation des Molaren über einen Behandlungszeitraum von 6 Monaten untersucht und mit unbehandelten Kontrollen verglichen. Eine signifikante Distalisierung des oberen Molaren um 2,6 mm und eine signifikante Intrusion um 0,5 mm zeigten, dass 500 g Zugkraft ausreichend sind, um im Oberkiefer skelettale Veränderungen zu bewirken. Diese Veränderungen

schließen die Hemmung horizontalen und vertikalen Oberkieferwachstums ein, ebenso eine Distalbewegung der vorderen Oberkieferbegrenzung um 0,8 mm (Firouz et al. 1992).

In einer Studie über die Wirkung eines Aktivators und einer Aktivator-High-pull-Headgear-Kombination wurde der ANB-Winkel signifikant reduziert und die Entwicklung des Unterkieferwachstums in beiden behandelten Gruppen begünstigt. Bei den mit Aktivator behandelten Kindern nahm die vordere Gesichtshöhe zu, das Okklusalplanum rotierte im Uhrzeigersinn. Die Kombinationsapparatur reduzierte effektiver den maxillären Prognathismus, die Vorwärtsbewegung der ersten oberen Molaren wurde signifikant reduziert und die Inklination der Unterkieferinzisivi besser kontrolliert (Ozturk u. Tankuter 1994).

In einer prospektiven randomisierten Studie an 26 Kindern wurden Bionator und Headgear miteinander kombiniert eingesetzt und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe verglichen. Der ANB-Winkel wurde signifikant reduziert und das Horizontalwachstum des Unterkiefers normalisiert. Die Behandlung kann früh das Oberkieferwachstum hemmen und das Vorwärtswachstum des Unterkiefers fördern, was zur Korrektur der Kieferbeziehung beiträgt (Mao u. Zhao 1997).

Bishara untersuchte 1998 longitudinal die Veränderungen des Unterkiefers, die Beziehung zur Schädelbasis und die Beziehung der Kiefer zueinander bei Patienten mit unbehandelter und behandelter Klasse II,1 vom Milchgebiss zum Wechselgebiss und zum bleibenden Gebiss und die Effekte der Behandlung im späten Wechselgebiss mit oder ohne Extraktion der ersten Prämolaren.

Nach insgesamt 5 Jahren Behandlungs- und Beobachtungszeit wurde eine allgemeine Normalisierung der Unterkiefer- und der Oberkiefer-Unterkiefer skelettalen Beziehungen in beiden behandelten Gruppen im Vergleich mit den unbehandelten festgestellt. Die Veränderungen waren ausgeprägter in der Extraktionsgruppe.

Die Ergebnisse bei unbehandelten Klasse II,1 Kindern lassen die Möglichkeit eines späten Aufholens des Mandibularwachstums vermuten (Bishara 1998).

Nach dem Alter von dreizehn ist das Wachstum von Klasse II Patienten nicht von dem gesunder Patienten zu unterscheiden (Johnston 1986).

Die Frühbehandlung scheint langfristig fruchtlos zu sein, weil das Wachstumsmuster wiederzukehren scheint und zwar am deutlichsten, wenn die Retentionsperiode mit dem pubertalen Wachstumsschub zusammenfällt (Hansen u. Pancherz 1992, Pancherz u. Fackel 1990). Nicht einmal eine funktionelle Frühbehandlung, die zu einer fast perfekten Okklusion führt, verhindert sicher ein Rezidiv (McKnight et al. 1998). Je größer der skelettale Effekt während der Behandlung auf den Unterkiefer ist, umso größer die Wahrscheinlichkeit des Rezidivs nach der Behandlung (DeVincenzo 1991). Eine gute Verzahnung beugt einem skelettalen Rezidiv vor oder kompensiert ein solches (Pancherz u. Hansen 1986, Petrovic et al. 1981).

Nach der Behandlung der Klasse II wird eine Nettoabnahme des Overjet erhalten trotz einer konstanten Tendenz zum Rezidiv, die Molarenbewegung mittels Headgear ist stabil (Uhde et al. 1983). Madone und Ingervall fanden eine nur geringe Rezidivneigung des Overjet nach der Retention, aber die Patienten ihrer Stichprobe hatten häufig Dualbiss (Madone u. Ingervall 1984). Bei Wood ist einer der wichtigsten Faktoren bezüglich des Rezidivs des Overjet der initiale Schweregrad, aber er fand keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Fällen mit und ohne Retention (Wood 1983).

Mögliche Risiken der Frühbehandlung wären Schäden des Gewebes, anormale Funktion, anormales Wachstum, die längere Behandlungszeit und die daraus entstehenden Kosten und Verlust der Compliance des Patienten. Weitere Risiken jeglicher kieferorthopädischer Behandlung sind Schäden der Zähne durch Karies, Entkalkungen, Pulpitiden, Pulpanekrosen, Wurzelresorptionen und Schäden am Zahnhalteapparat. Die Behandlung mittels Headgear hat das Potenzial, deutliche Wurzelresorptionen hervorzurufen (Langford u. Sims 1981). Es gibt keine Studien über das Potenzial parodontaler Schädigung durch Frühbehandlung. Beweise, dass die Frühbehandlung der Klasse II mit

Headgear oder funktionell ein anormales Wachstumsmuster in manchen Fällen verursachen könnte, fehlen (King et al. 1990).

Die Faktoren für externe apikale Wurzelresorptionen sind nicht vollständig aufgeklärt. Dentales Trauma (Brin et al. 1991, Malmgren et al. 1982), Entwicklungsanomalien der Wurzelmorphologie (Kjaer 1995, Levander u. Malmgren 1988, Mirabella u. Artun 1995), Behandlungsdauer (McFadden et al. 1989) und der Entwicklungsstand der Wurzel zu Behandlungsbeginn (Linge u. Linge 1983, Mavragani et al. 2002) werden als mögliche Faktoren genannt.

Externe apikale Wurzelresorptionen treten bei etwa 10-15 % der oberen Schneidezähne der Kinder auf, die wegen Klasse II behandelt werden und sind häufiger bei den lateralen als bei den zentralen zu finden. Schneidezähne mit Trauma weisen etwa genauso oft wie untraumatisierte Zähne Wurzelresorptionen auf, die Zähne mit ungewöhnlicher Wurzelmorphologie nur geringfügig mehr als normale Zähne. Signifikante Zusammenhänge gibt es zwischen den Wurzelresorptionen und der Größe der Overjetkorrektur und der Dauer der festsitzenden Behandlung. Das lässt annehmen, dass wenn in Phase 2 eine größere Overjetkorrektur stattfinden muss, auch die Wahrscheinlichkeit einer Wurzelresorption zunehmen könnte. Da nicht alle Schneidezähne eines Kindes gleich reagieren, müssen auch noch andere Faktoren eine Rolle spielen (Brin et al. 2003).

Die muskulären Probleme (Atemwege, Atmung) und skelettalen Probleme, (Konstriktion der Zahnbögen, retrudierte Mandibula) sollten früh in der Phase 1 und 2 (orthopädische Phase) korrigiert werden (Rondeau 1994). Der Muskeltonus hat einen starken Einfluss auf die mögliche skelettale Form (Profitt 1993). Nachdem alle bleibenden Zähne durchgetreten sind, kann eine Reevaluation erfolgen und wenn nötig die Phase 3 (orthodontische Phase) mit festsitzenden Geräten erfolgen. Die Betonung sollte eher auf die Position der Kondylen gelegt werden als auf die Verzahnung. Das Finden und der Erhalt der korrekten Beziehung des Unterkiefers zum Oberkiefer kann nicht stark genug betont werden. Es erscheint unlogisch und nicht mehr zeitgemäß, mittels Headgear oder Prämolarextraktion zu behandeln (Rondeau 1994).

Eine Verbesserung von mindestens 30 % des PAR-Wertes erzielen 68 % der frühbehandelten Klasse II-Patienten (Kulbersh 1997) und eine Wahrscheinlichkeit von 30 %, die Phase 2 zu vermeiden (Bondevik 1995) zu dem Preis von 18 Monaten Behandlung (Bowman 1998). Es gibt keinen Unterschied in der Qualität des Behandlungsergebnisses zwischen den frühbehandelten und den spätbehandelten Kindern mit Klasse II, was die Bewertung durch den PAR-Index oder den Anteil der Patienten mit sehr guten oder unbefriedigenden Ergebnissen anbelangt (Ackerman 2004). Bei der Bewertung durch den PAR-Index erscheint eine einphasige Edgewise-Behandlung das kosteneffektivste Mittel zur Erzielung einer harmonischen Okklusion zu sein (McKnight et al. 1998).

Die konventionelle kieferorthopädische Behandlung im frühen bleibenden Gebiss könnte genauso effektiv sein wie die Frühbehandlung, da in der zweiphasigen Studie von Tulloch am Ende der zweiten Phase kein Unterschied mehr bestand zwischen den frühen, zweiphasig behandelten Kindern und den späten, einphasig behandelten Kindern. Die Frühbehandlung reduziert nicht die Häufigkeit von Extraktionen in der Phase II, noch beeinflusst sie den möglichen Bedarf an Chirurgie (Proffit u. Tulloch 2002).

Das Ausmaß der Behandlungswirkung könnte etwas unterschätzt werden, da auch die Daten von Patienten Eingang finden, die die Behandlung nicht abschließen. Jedoch wird dies für randomisierte Studien empfohlen, so dass die durchschnittliche Wirkung für den durchschnittlichen Patienten bewertet wird. Daher sind die Ergebnisse auf alle Patienten anzuwenden, die die Behandlung beginnen und nicht nur auf diejenigen, die die Behandlung abschließen (O'Brien et al. 2003a).

Es scheint keinen eindeutigen Vorteil der Frühbehandlung der Klasse II zu geben (Proffit 2002). Die Frühbehandlung ist in manchen bestimmten Fällen effektiv und wünschenswert, jedoch ist sie in vielen Fällen nicht indiziert, bei denen eine spätere einphasige Behandlung effektiver wäre. Daher muss der

Kliniker von Fall zu Fall entscheiden, wann der optimale Behandlungsbeginn gegeben ist (Klümper et al. 2000).

Bei vielen Kindern ist die Frühbehandlung der Klasse II aus Effizienzgründen nicht gerechtfertigt. Das Ergebnis bei manchen Patienten wird unbefriedigend bleiben und manche Patienten werden immer Extraktionen oder Kieferchirurgie benötigen (Ren 2004). Die Elimination von Extraktionen durch kieferorthopädische Dehnung bei Engstand dürfte mehr einem frommen Wunsch entsprechen als einer Realität (Tulloch 1995). Klinisch signifikante Langzeitergebnisse beschränken sich auf psychologische Vorteile (Johnston 2002) und Schutz vor Frontzahntrauma (Ahn et al. 2001, Johnston 2002).

Die Entscheidung zur Frühbehandlung sollte sich auf individuelle Indikationsstellung bei jedem Kind gründen. Zahlreiche besondere Umstände indizieren eine Frühbehandlung der Klasse II, wie psychischer Stress, mögliche Unfallgefahr oder die gesamte Befindlichkeit der Familie (Tulloch et al. 2004).

Die Frühbehandlung der Klasse II ist effektiv, aber nicht effizient. Der dentale und skelettale Unterschied, der während der Frühbehandlung erreicht wird, verschwindet fast vollständig nach Behandlungsabschluss mit festsitzenden Geräten. Es gibt gegenwärtig sehr wenige Indikationen, die eine Frühbehandlung der Klasse II rechtfertigen (Ren 2004). Die Frühbehandlung könnte unnötig oder gar schädlich sein bei universeller Anwendung (Chate 1994, Livieratos u. Johnston 1995, Tuncay 1993).

Das erhöhte Risiko eines Frontzahntraumas bei Kindern mit einem mehr als 6 mm großen Overjet ist sicher nachgewiesen (Dearing 1984, Ghose et al. 1980, O'Mullane 1973). Für Kinder mit psychischem Leidensdruck, mit erhöhter Traumagefahr oder wenn die skelettale Reife der dentalen weit vorseilt, wäre die Frühbehandlung zu empfehlen, ebenso bei Klasse II in Kombination mit vertikalen Problemen (Proffit u. Tulloch 2002).

Große Veränderungen im Wechselgebiss bewirken leider keine stabile Verzahnung, so dass das einen Grund für die Verschiebung der Behandlung darstellen könnte. Andererseits könnten ästhetische und prophylaktische Erfordernisse bei schweren Fällen frühe und rasche Korrektur vor dem pubertären Wachstumsschub rechtfertigen. Eine rasche Korrektur, die keine

Kooperation benötigt und die von einer Aktivator-Retentionszeit gefolgt wird, könnte die beste Lösung für viele dieser Fälle sein (Wieslander 1993).

Die große Variationsbreite des Wachstums und der Antwort auf die Behandlung sollte die Ansprüche auf Erfolg oder Überlegenheit einer bestimmten Behandlung aus klinischer Sicht bescheidener ausfallen lassen. Die Quellen dieser Variationsbreite sollten durch weitere Forschung festgestellt werden (Ghafari 1998b). Die Kooperation ist weder der einzige noch der wichtigste Faktor für das Behandlungsergebnis (Ren 2004).

4.1.3. Klasse III

Grundlegende kraniofaziale Unterschiede finden sich zwischen verschiedenen Menschenrassen (Tollaro et al. 1994). Die Häufigkeit der Klasse III liegt bei etwa 4-5 % der weißen Gesamtbevölkerung und ist signifikant höher in Japan, China und Skandinavien (Allwright u. Burndred 1964, Endo 1971, Irie u. Nakamura 1975, Susami et al. 1971, Thilander u. Myberg 1973), in Korea beträgt sie 16,7 % (Kang u. Ryu 1992).

Ungefähr ein Drittel der kieferorthopädischen Patienten in Japan weist eine Klasse III auf (Ito et al. 1980, Takada et al. 1987, Takada et al. 1993), in Korea 47,5 % (Yang 1995). Die meisten europäischen Studien zeigen eine Inzidenz der Klasse III unter 5 % (Campbell 1983).

Bei Klasse III im Milchgebiss ist die Länge des Unterkiefers signifikant höher und der Unterkiefer weiter vorne positioniert als bei Klasse I (Chang et al. 1992, Tollaro et al. 1994). Das häufigste Klasse III-Muster ist nach Jacobson der normale Oberkiefer und der prognathe Unterkiefer, ungefähr 25 % der Klasse III-Patienten zeigen eine Defizienz im Oberkiefer (Jacobson et al. 1974). Höhere Häufigkeiten eines retrudierten Oberkiefers finden sich bei Ellis und McNamara (retrudierter Oberkiefer allein 19,5 %, protrudierter Unterkiefer allein 19,1 %, Kombination von beiden 61,4 %), ähnliche Ergebnisse werden von Guyer et al. mit Werten zwischen 22,8 % und 26,3 % in verschiedenen Altersstufen berichtet (Ellis u. McNamara 1984, Guyer et al. 1986). In etwa der Hälfte der Fälle skelettaler Klasse III ist der Oberkiefer retrognath und/oder der Unterkiefer prognath (Chang et al. 1992, Dietrich 1970, Guyer et al. 1986, Sanborn 1955, Williams u. Andersen 1986). In der chinesischen Bevölkerung kommt das Klasse III-Muster bei mehr als 70 % durch einen unterentwickelten Oberkiefer und einen normalen Unterkiefer oder einen unterentwickelten Oberkiefer und einen überentwickeltem Unterkiefer zustande (Lin 1985). In 60 % der Fälle trägt ein retrudierter Oberkiefer zur Entstehung der Klasse III bei (Macey-Dare 2000).

In der Alterstufe der 5-7-jährigen weisen etwa ein Fünftel der Klasse III-Kinder normal entwickelte Kiefer auf, zwischen 8 und 10 Jahren etwa ein Siebtel und zwischen 11 und 13 Jahren etwa ein Zehntel. Später finden sich keine Kinder mehr mit normal entwickelten Kiefern unter den Klasse III-Kindern (Guyer et al. 1986). Bei unbehandelten Individuen der Klasse III wird der Unterkiefer protrusiver und erzeugt eine deutliche Diskrepanz im Wachstum der Kiefer (Miyajima et al. 1997). Eine persistierende Klasse III-Okklusalbeziehung hemmt das physiologische sagittale Wachstum des Oberkiefers (Tollaro et al. 1996a). Zephalometrische Analyse scheint nicht das zuverlässigste Mittel zu sein, um herauszufinden, ob die Ursache im Ober- oder im Unterkiefer zu finden ist, am aussagefähigsten ist die Verzahnung im Molaren- und Eckzahnbereich, reklinierte Unterkieferinzisivi, proklinierte Oberkieferinzisivi und ein frontaler Kopfbiss oder umgekehrter Überbiss (Ngan et al. 1997a). Zur Abgrenzung eines dentalen von einem skelettalen Kreuzbisses schlagen Ngan et al. 1997 ein Diagnostikschema vor, welches auf einer dentalen Bewertung, einer klinischen Funktionsanalyse und einer Profilanalyse in Anlehnung an Turley 1988 beruht (Ngan et al. 1997b, Turley 1988).

Einige Studien belegen, dass das Wachstum und die Größe des Unterkiefers erblichen Einflüssen unterliegen (Harris et al. 1973, Litton et al. 1970), das beste Beispiel dafür ist die Beschreibung der Familie der Habsburger (McGuigan 1966). Umwelteinflüsse wie Habits und Mundatmung werden von Rakosi und Schilli 1981 beschrieben (Rakosi u. Schilli 1981). Funktionelle Verlagerung des Unterkiefers durch Atmung und Zungengröße können durch die konstante Verlagerung des Kondylus aus der Fossa zu einem übermäßigen Wachstum führen (Proffit u. Fields 1993). In zwei verschiedenen Studien gelang es nicht, die Ätiologie der Klasse II und Klasse III genau festzustellen (Shuen et al. 1995, Simon et al. 1993).

Die Grundmuster mandibulären Prognathismus, die sich früh formen, verändern sich nicht grundsätzlich, was zur Folge hat, dass sich die Klasse III nicht selbst korrigiert. Es gibt keinen Beweis, dass der durchschnittliche Klasse III-Unterkiefer mehr Gesamtwachstum, einen anderen Zeitpunkt des

Wachstumsgipfels, eine längere Zeitspanne verstärkten Wachstums oder eine insgesamt verlängerte Wachstumszeitspanne erfährt (Mitani 2002). Da das Wachstum der hinteren Schädelbasis einen größeren Anteil des unterschiedlichen sagittalen Wachstums zwischen beiden Kiefern ausgleicht, kann ein ungünstiges Wachstum der Schädelbasis das prognathe Muster des Unterkiefers verschlimmern, obwohl das Gesamtwachstum des Unterkiefers innerhalb normaler Grenzen liegt (Mitani 2002).

Die häufigste Ursache für eine Klasse III ist eine Zwangsführung dentoalveolärer oder skelettaler Art in sagittaler Richtung (Tränkmann 1979). Die Maße der gesamten Unterkieferlänge und die Neigung des Kondylus zum Unterkieferkörper scheinen für die Beschreibung skelettaler Veränderungen zutreffend zu sein (Baccetti u. Franchi 1997).

Kieferorthopäden sollten sich der hohen Inzidenz der Verlagerung des Kondylus bei (japanischen) Patienten bewusst sein und vor dem Beginn der Behandlung die Verlagerung messen, um die wirklichen Kieferbeziehungen zueinander festzustellen und mögliche Fehldiagnosen zu vermeiden (Hidaka et al. 2002). Die röntgenologische Dokumentation der Kondylarposition in zentrischer Okklusion ist schwer erhältlich (Chong et al. 1996).

Folgende Ziele der Frühbehandlung von Klasse III legte Campbell 1983 fest: Sie soll eine günstigere Umgebung für normales Wachstum schaffen, soviel wie möglich Vorwärtsbewegung des Oberkiefers bewirken, sie soll eine Verbesserung okklusaler Beziehungen und eine Verbesserung der Gesichtsästhetik für eine normale psychosoziale Entwicklung erreichen (Campbell 1983).

Einige Richtlinien der frühen Klasse III-Behandlung wurden aufgestellt von Turpin und Campbell (Campbell 1983, Turpin 1981). Positive Faktoren, die für eine Frühbehandlung sprechen sind: Konvergenter Gesichtstyp, funktionelle sagittale Beweglichkeit, symmetrisches Kondylarwachstum, junges Alter mit ausreichend Wachstumspotenzial, geringe skelettale Disharmonie (ANB-Winkel $> -2^\circ$), gute Kooperation, kein familiärer Prognathismus und günstige

Gesichtsästhetik. Negative Faktoren, bei deren Vorhandensein vorgeschlagen wird, die Behandlung nach Abschluss des Wachstums durchzuführen sind: Divergenter Gesichtstyp, keine sagittale Bewegung, asymmetrisches Wachstum, schwere skelettale Disharmonie, schlechte Kooperation, familiäre Prognathie, ungünstige Gesichtsästhetik.

In Europa werden häufig Erfolge durch eine frühe Klasse III-Behandlung publiziert (Baccetti et al. 1998, da Silva Filho et al. 1998, Deguchi et al. 1999, Tollaro et al. 1994, Tollaro et al. 1996a). In Studien über Klasse III sind die orthopädischen Veränderungen ziemlich gering und nur von geringer klinischer Bedeutung. Insgesamt liegt das Nettoergebnis der Behandlung nicht über dem erwarteten normalen Wachstum (Dermaut u. Aelbers 1996).

Die frühe kieferorthopädische Behandlung mit Geräten oder funktionellen Übungen könnte ein signifikanter Faktor sein, um einer Klasse III vorzubeugen (Hanson u. Andrianopoulos 1982). Die Behandlung der Klasse III sollte, sobald die Diagnose gestellt wird, beginnen (Salzmann 1966). Optimaler Behandlungsbeginn für die Klasse III ist das 4.-5. Lebensjahr (Dausch-Neumann 1978).

Tweed schlägt die Behandlung der Pseudo-Klasse III im Wechselgebiss zwischen 7 und 9 Jahren vor. Falls sie im Milchgebiss auftritt, wird die Behandlung im Alter von 4 Jahren vorgeschlagen, weil die Verzahnung in der Front das Oberkieferwachstum verzögern und das Unterkieferwachstum beschleunigen würde, was zu einer ernsten Gesichtsdeformierung führte (Tweed 1966).

Die skelettale Antwort könnte zunehmen, wenn die Behandlung früher begonnen wird (Baccetti et al. 1998, Filho 1998, Kapust et al. 1998, Proffit 1992, Takada et al. 1993).

Manche Okklusionsstörungen lassen sich früh relativ einfach behandeln. Es gibt nicht ausreichend Beweise dafür, dass einfache Fälle von frontalem Kreuzbiss sich zu echter skelettaler Klasse III weiterentwickeln. Idealerweise sollten Kreuzbisse in der Front und im Seitenzahnbereich nach Jacobson im frühen Wechselgebiss behandelt werden (Jacobson 1979).

Die herausnehmbare Platte mit Federn ist am besten geeignet bei Situationen zwischen Milch- und bleibenden Zähnen, allerdings erfordert sie die Kooperation des Patienten (Payne et al. 1991). Als festsitzende Apparatur könnte ein Palatinalbogen mit Federn, welcher mit Bändern an den Molaren befestigt wird, zum Einsatz kommen (Payne et al. 1991). Die festsitzende schiefe Ebene wirkt schnell und ihre Wirkung ist nicht von der Mitarbeit des Patienten abhängig (Croll u. Riesenberger 1987). Nachteilig ist die unvorhersehbare Kraftentwicklung, die zu Wurzelresorptionen und Sprachproblemen führen kann (Payne et al. 1991).

Die Behandlung von skelettalem frontalen Kreuzbiss mit Protraktion im mittleren und späten Wechselgebiss kann das kraniofaziale Wachstum und die Entwicklung beeinflussen durch die Beschleunigung des Vorwärtswachstums des Oberkiefers und das Abwärtswachstum des Unterkiefers (Xu u. Lin 2001). Durch die frühzeitige morphologische und funktionelle dentoalveoläre und skelettale Änderung kann das fehlgeleitete Wachstum in ein korrelierendes umgestaltet werden (Dausch-Neumann 1978, Grosfeld 1961, Tränkmann 1992). Die Überstellung der Schneidezähne der ersten Dentition gibt dem Oberkiefer die Möglichkeit, sich in sagittaler Richtung zu entfalten (Tränkmann 1992).

Je besser die Kooperation des Patienten, je vertikaler die Richtung, desto erfolgreicher die Therapie fand Graber 1975 anhand von 35 Klasse III-Fällen heraus. Die hintere Gesichtshöhe nimmt zu mit einer Abnahme des Gonionwinkels (Graber 1975). Die Position des Unterkiefers ist in vertikaler Richtung veränderlicher als in sagittaler. Die vertikale Veränderung ist erfolgreicher im jüngeren Alter (Sugawara et al. 1990).

Extraorale Protraktion sollte früh beginnen, am besten im Milchgebiss wenn möglich (Delaire 1971a). Der optimale Zeitpunkt um eine frühe Klasse III-Behandlung mit Protraktion zu beginnen, ist das frühe Wechselgebiss, wenn die oberen bleibenden mittleren Schneidezähne durchtreten (Mc Namara 1994, Proffit u. Fields 1993). Die Behandlung der Klasse III mit Protraktion sollte beginnen, bevor der Patient 8 Jahre alt ist (Hickham 1991). Protraktion im

Oberkiefer sollte vor dem Alter von 9 Jahren begonnen werden, um mehr skelettale Veränderungen und weniger dentale Bewegung zu erreichen (Proffit 1992). Der retrudierte Oberkiefer wird am besten mit einer Kombination von Gesichtsmaske und rascher Oberkieferdehnung vor Erreichen des neunten Lebensjahres behandelt (Macey-Dare 2000).

Therapie mit Oberkiefer-Protraktion und Kinnkappe sind während des Wachstums (Jackson et al. 1979, Kambara 1977) und in der Pubertät wirksam (Takada et al. 1993).

Die wichtigsten skelettalen Veränderungen durch frühe funktionelle Behandlung der Klasse III betreffen vor allem die Form der Mandibula. Der Hauptmechanismus in der behandelten Gruppe scheint eine Umformung des Unterkiefers zu sein (Tollaro et al. 1996a). Eine anteriore morphogenetische Rotation ereignet sich in der behandelten Gruppe als Folge einer signifikanten Auf- und Vorwärtsbewegung des Kondylarwachstums, der vertikaleren Orientierung des Ramus und der Reduzierung des Gonionwinkels (Lavergne 1977a, Lavergne 1977b, Tollaro et al. 1996a). Dies stellt einen biologischen Vorgang dar, um Exzesse des Unterkieferwachstums in Bezug zum Oberkiefer auszugleichen (Lavergne 1977b). Ob die kraniofazialen Veränderungen in der behandelten Gruppe eher Folge der funktionellen Apparatur oder eher Folge der normalisierten Frontzahnbeziehung sind, ist nicht abschließend zu klären. Es ist extrem schwer, eine direkte Wirkung des Retraktors auf das Wachstumsmuster des Oberkiefers festzustellen (Tollaro et al. 1996a). Die Formkoordinatenanalyse nach Bookstein (Bookstein 1982, 1983, 1984, 1986, 1991) ermöglicht die Berechnung von Formveränderungen frei von Informationen über Größenveränderungen (Baccetti u. Franchi 1997).

Die Kinnkappe ist anwendbar bei wachsenden Patienten mit einer echten skelettalen Klasse III und einem großen Unterkiefer, bei Fehlen von maxillärer Retrusion, eines langen Gesichtes, Symptomen von Kiefergelenkstörungen und Ablehnung von Chirurgie (Mitani 2002).

Im Tierversuch fand Asano 1986 eine Abnahme der sagittalen Länge der Mandibula bei 80 vier Wochen alten Ratten im Vergleich zu 100 unbehandelten. Es wurde kein „Nachholen“ des Wachstums festgestellt, das gesamte Wachstum war zurückgeblieben, jedoch war keine Wirkung auf die Art des Wachstums nach dem Entfernen der Apparatur zu verzeichnen (Asano 1986).

Das Gesichtswachstum bei skelettaler Klasse III und die Erfolge, Grenzen und die dentofaziale Langzeitanpassung bei der Kinnkappen-Therapie wurde 1997 von Sugawara und Mitani anhand einer Literaturstudie untersucht.

Es gibt ähnliche Veränderungen bei der Zunahme des Ober- und Unterkieferwachstums vor, während und nach der Pubertät verglichen mit Klasse I-Kindern. Der skelettale Rahmen der Klasse III muss bereits vor dem pubertären Wachstum angelegt worden sein.

Bei der Therapie mit der Kinnkappe zeigen kurzfristige und langfristige Wirkungen, dass sich das skelettale Profil stark am Anfang der Behandlung verbessert, jedoch selten während des pubertalen Wachstumsschubes erhalten bleibt. Die Behandlung mit der Kinnkappe verändert selten die vererbten Kennzeichen skelettaler Klasse III nach Abschluss des Wachstums (Sugawara u. Mitani 1997).

Die Therapie mittels Kinnkappe hat allein keine Wirkung auf das sagittale Wachstum des Oberkiefers (Graber 1977, Ritucci u. Nanda 1986). Misserfolge bei der Therapie durch Kinnkappe führt Graber 1977 auf ungenügende Tragedauer und ungenügende Kraffteinwirkung zurück (Graber 1977).

Der Oberkiefer bei Individuen mit mandibulärem Prognathismus zeigt eine Tendenz, sich den Werten der normalen Kontrollgruppe anzunähern nach der Überstellung des frontalen Kreuzbisses mit Kinnkappentherapie (Lu et al. 1993). Die Kinnkappe scheint das Vorwärtswachstum der Maxilla zu verstärken, möglicherweise durch die Korrektur der Okklusion, sowie die vertikale Entwicklung des Oberkiefers etwas zu hemmen (Mitani 2002).

Die Therapie mit der Kinnkappe in Kombination mit einer herausnehmbaren Apparatur zur Proklination der Oberkieferschneidezähne ist wirkungsvoll zur

langfristigen Korrektur des Überbisses durch Reklinieren der Unterkiefer- und Proklinieren der Oberkieferschneidezähne und einer Richtungsänderung des Unterkieferwachstums nach unten mit entsprechender Verbesserung des Weichteilprofils (Abu Alhaija u. Richardson 1999).

Die Kinnkappe kann die Form des Unterkiefers verändern und das kondyläre Wachstum verzögern, hauptsächlich während der ersten 2 Jahre. Die anfänglichen Veränderungen werden nicht erhalten, wenn die Behandlung vor dem Abschluss des Gesichtswachstums abgeschlossen wird (Mitani 2002). Verstärktes Unterkieferwachstum und Verschlechterung der erhaltenen Profilveränderungen treten nach Behandlung mit der Kinnkappe auf (Sakamoto et al. 1984, Stensland et al. 1988, Sugawara et al. 1990). Die Behandlung sollte bis zum Abschluss des Wachstums andauern, um ein Rezidiv zu verhindern (Mitani 2002).

Die Bewertung der Veränderungen nach der Behandlung der skelettalen Klasse III wird erschwert durch eine Reihe von Faktoren: Die Seltenheit von Röntgenbildern nach der Behandlung, die Schwierigkeit, das Rezidiv zu definieren und festzustellen und die sehr begrenzte Verfügbarkeit von unbehandelten Kontrollen (Baccetti et al. 2000b). Die Kinnkappe sollte während der Nacht getragen werden, weil der Kondylus während der Kraftapplikation ruhig sein sollte, ansonsten ist ein höheres Risiko der Diskusdislokation gegeben (Mitani 2002). Unsachgemäßer Gebrauch der Kinnkappe kann Kiefergelenkstörungen verursachen. Vor der Behandlung mit der Kinnkappe sollten Aufzeichnungen des Kiefergelenkes durchgeführt werden, um beim Auftreten einer Störung die Therapie anzupassen oder auszusetzen. Die Kinnkappe sollte vorsichtig angewandt und überwacht werden (Mitani 2002).

Das Wachstum oder die Vorverlagerung des Unterkiefers kann nicht kontrolliert werden, so dass sich eher die Vorverlagerung des Oberkiefers anbieten würde um eine mandibuläre Protrusion auszugleichen (Oppenheim 1944). Petit modifizierte Delaires Grundkonzept (Delaire 1971b), indem er die Kraft

verstärkte, während er die Gesamtbehandlungszeit verkürzte (Petit 1983). Bedeutende skelettale Veränderungen können im Tierversuch mit anhaltender Protraktion im Oberkiefer nachgewiesen werden (Dellinger 1973, Jackson et al. 1979, Kambara 1977, Nanda 1978a, Nanda 1978b).

Eine Gesichtsmaske beeinflusst alle skelettalen Komponenten, die zur Klasse III beitragen (McNamara 1987, Nanda 1980, Takada et al. 1993, Turley 1988). Von der Frühbehandlung mittels Protraktion profitieren besonders die Fälle, in denen der Oberkiefer retrudiert steht bei normalem oder vergrößertem Unterkiefer (Campbell 1983, Graber 1977, Ngan et al. 1996b). Die Behandlung mit Protraktion ist nicht bei Patienten mit langem Gesicht oder Tendenz zum offenem Biss indiziert (Gallagher et al. 1998).

Die Wirkung der Wachstumsveränderung durch Protraktion im Oberkiefer kann als Veränderung der Größe, Position und Wachstumsrate aufgefasst werden (Sung u. Baik 1998). Die Rückwärts- und Abwärtsrotation des Unterkiefers ist ein unterstützender Faktor der erfolgreichen Behandlung im Wechselgebiss (Kajiyama et al. 2000). Ein Grund für die Repositionierung der Mandibula wäre eine zeitweilige Wachstumsverzögerung an den Kondylen wegen der einwirkenden Kräfte der Abstützung der Gesichtsmaske (Campbell 1983), eine andere Möglichkeit wäre die posteriore Positionierung der Kondylen in der Fossa (Chong et al. 1996).

Die meisten Studien berichten von 1-3 mm Vorwärtsbewegung des Oberkiefers (Mermigos u. Andreasen 1990, Nanda 1980, Wendell et al. 1985). Klinische Studien zeigen, dass die Vorverlagerung des Oberkiefers verstärkt erfolgt, wenn gleichzeitig palatinal gedehnt wird (Haas 1970, McNamara 1987, Ngan et al. 1996a, Ngan et al. 1996b, Turley 1988). Die palatinale Dehnung könnte den Oberkiefer disartikulieren und eine zelluläre Antwort in den Suturen hervorrufen, die eine positivere Reaktion auf die Protraktion ermöglichen (Bell 1982, Nanda 1980, Ngan et al. 1992).

Die Oberkieferdehnung allein bewirkt eine Vorwärtsbewegung des Oberkiefers (da Silva Filho et al. 1991, Haas 1961, Wertz 1970). Baik stellte eine größere

Oberkieferbewegung fest bei einer Kombination von Gesichtsmaske mit palatinaler Dehnung als bei einer labiolingualen Apparatur (Baik 1995).

Eine relative Vorwärtsbewegung des Oberkiefers scheint durch eine Kombination folgender Faktoren erreichbar zu sein: Stimulation des Vorwärtswachstums des Oberkiefers an seinen Suturen, Knochenremodellierung an den Punkten A und B, Labialkipfung der Oberkieferinzisivi, Lingualkipfung der Unterkieferinzisivi, Rückführung eines Zwangsbisses, Rotation der Mandibula und Veränderung der Wachstumsrichtung (Campbell 1983).

Ngan et al. fanden Vorwärtsbewegungen von 1,6 mm im Molarenbereich und 1,7 mm im Frontzahnbereich (Ngan et al. 1996a, Ngan et al. 1996b). Unbehandelte Klasse I- und Klasse III-Kontrollen wiesen geringe Abnahmen des SNA-Winkels und vernachlässigbare Veränderungen des SNB-Winkels nach 9 und 6 Monaten Wachstum auf (Gallagher 1992). Werte des normalen Wachstums wären $-0,5^\circ$ für den SNA-Winkel und keine Veränderung für den SNB-Winkel (Björk 1969).

Die Stichprobe der Universität von Michigan zeigt bei Frauen zwischen 6 und 11 Jahren eine Zunahme des SNB-Winkels um $1,3^\circ$ und des SNA-Winkels um $0,4^\circ$ (Riolo et al. 1974). Petit berichtete über Veränderungen des SNA-Winkels von $1,0^\circ$ und des SNB-Winkels von $-1,85^\circ$ bei einer Behandlungsdauer zwischen 4 und 21 Tagen mit der Gesichtsmaske (Petit 1983). Fast identische Veränderungen des SNA-Winkels von $0,81^\circ$ und des SNB-Winkels von $-1,86^\circ$ während einer mittleren Behandlungsdauer von 6 Monaten wurden von Ngan et al. 1992 festgestellt (Ngan et al. 1992). Nach 11 Monaten Behandlung zeigten sich Veränderungen von $2,35^\circ$ des SNA-Winkels und $-1,32^\circ$ des SNB-Winkels (Nartallo-Turley u. Turley 1998). Mit stärkerer Zugkraft von 300 bis 400 Gramm sind größere Veränderungen des SNB-Winkels von $-2,11^\circ$ erreichbar (Takada et al. 1993).

Nanda setzte vor dem pubertären Wachstumsgipfel in einer Studie bei 20 Kindern eine Gesichtsmaske in Kombination mit rascher Oberkieferdehnung

und eine Kinnkappe ein. Günstige Ergebnisse wurden nach 4-8 Monaten erzielt, der Oberkiefer und die Zähne wurden 1-3 bzw. 1-4 mm nach vorne bewegt (Nanda 1980). Ähnliche Ergebnisse hatten auch McNamara und Turley mit einer festsitzenden Oberkieferdehnapparatur und einer Gesichtsmaske. Sie berichteten von einer Vorverlagerung des Oberkiefers, einer Rotation des Unterkiefers nach unten und hinten, einer vergrößerten unteren Gesichtshöhe und einer Verbesserung des Weichteilprofils (McNamara 1987, Turley 1988).

Der Oberkiefer kann um 2-4 mm vorwärts bewegt werden innerhalb von 12-15 Monaten der Protraktionsbehandlung (Mermigos u. Andreasen 1990, Nanda 1980, Stagers et al. 1992).

Die horizontale Protraktion der Maxilla bewegte sich zwischen -0,8 und 5,5 mm, die vertikale Bewegung zwischen -3,5 und 5 mm. Die Fähigkeit, einen positiven Overjet während der Beobachtungszeit zu erhalten, hängt vom Wachstum des Ober- und Unterkiefers nach der Behandlung ab (Ngan 2002).

Ein weiterer Vorteil der Oberkieferdehnung ist die Korrektur des Kreuzbisses im Seitenzahnbereich, der oft mit einer Klasse III bei defizientem Oberkiefer einhergeht und die Schienung der Oberkieferzähne (Ngan et al. 1992).

Bei der Behandlungsplanung der Klasse III mit skelettal offenem oder tiefen Biss sollte die Richtung der Zugkraft in Betracht gezogen werden (Ngan et al. 1992).

Die Rotation des Oberkiefers hängt vom Angriffspunkt und der Wirkung der Zugkraft ab (Tanne et al. 1989). Protraktion im Oberkiefer-Molarenbereich erzeugt eine hintere Abwärtsrotation des Palatinalplanums (Canut et al. 1990, Hata et al. 1987, Ishii et al. 1987, Itoh et al. 1985, Tanne u. Sakuda 1991). Um diese Rotation zu vermindern, wird auch eine Protraktion im Eckzahnbereich durchgeführt (Rygh u. Tindlund 1982). Die Oberkieferrotation kann minimalisiert werden, wenn die Zugkraft in der Eckzahnregion 20 bis 30° unterhalb des Okklusalplanums angewandt wird (Jackson et al. 1979, Kang 1988, Miyasaka-Hiraga et al. 1994, Nanda 1978a, Nanda 1978b).

Falls die skelettale sagittale Diskrepanz zwischen beiden Kiefern ausgeprägt ist, sollte die Zugkraft am ersten Molaren ansetzen, bei Tendenz zum offenen Biss ist ein Zugpunkt weiter vorne angeraten (Ishii et al. 1987).

In einer prospektiven Studie wurden 20 Klasse III-Patienten mit maxillärer Defizienz mit einer Gesichtsmaske in Kombination mit Oberkieferdehnung behandelt. Ein positiver Overjet wurde bei allen innerhalb von 6-9 Monaten erreicht durch Vorwärtsbewegung des Oberkiefers, Rück- und Abwärtsrotation des Unterkiefers, Proklination der Oberkiefer- und Reklination der Unterkieferschneidezähne. Es traten signifikante Veränderungen des Weichteilprofils auf. Nach einer Beobachtungszeit von 4 Jahren wiesen 75 % der Patienten noch einen positiven Overjet oder einen Kopfbiss auf. Der Behandlungsbeginn zum Zeitpunkt des Durchtritts der oberen mittleren Schneidezähne trägt dazu bei, die Frontzahnstellung nach der Behandlung zu erhalten (Ngan et al. 1997b).

Die Korrektur eines frontalen Kreuzbisses und der Klasse III-Bisslage kann mittels Protraktion und maxillärer Dehnung innerhalb von 6 Monaten erreicht werden (McNamara 1987, Ngan et al. 1992, Turley 1988). Die Korrektur des frontalen Kreuzbisses resultiert in einer ab- und rückwärtsgerichteten Rotation des Unterkiefers. Bei Patienten mit hyperdivergentem Wachstumsmuster und minimalem Overbite ist eine festsitzende Oberkieferdehnapparatur indiziert, um die vertikale Dimension zu kontrollieren. Während der Retention kann ein mandibulärer Retraktor oder ein Klasse III-Aktivator mit Aufbiss im Seitenzahnbereich zur vertikalen Kontrolle verwendet werden (Ngan 2002).

Ohne Kinnabstützung bei der Grummons-Maske fehlt der nach dorsokraniel gerichtete Kraftvektor auf das Kiefergelenk, der zu einer Gelenkkompression führen kann und die Unterkieferbewegung wird beim Sprechen, Atmen u. Trinken nicht beeinträchtigt, was die Compliance wesentlich verbessert (Hegmann u. Rütter 2003). Die Kraftübertragung durch die Oberkiefer-

Protraktion auf das Kiefergelenk verstärkt nicht den Schmerz oder die Aktivität der Kaumuskulatur (Ngan et al. 1997b).

Jäger et al. untersuchten 2001 die skelettalen und dentalen Effekte der Behandlung der Klasse III mit Oberkiefer-Protraktion in einer Literaturstudie. Von 85 zwischen 1966 und 1998 veröffentlichten Artikeln, wählten sie zwölf über zephalometrische Messungen zur weiteren Analyse aus.

Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Wirkung der Therapie sowohl auf skelettale Komponenten, wie SNA-, SNB-, ANB- Winkel und untere Gesichtshöhe, als auch auf dentale Komponenten wie die Neigung der Ober- und Unterkieferinzisivi. Für die hohe Variabilität zwischen den einzelnen Studien sind das unterschiedliche Patientenalter bei Behandlungsbeginn und die Kombination der Protraktion mit Gaumennahtsprengung verantwortlich (Jäger et al. 2001).

Der Fränkel-Funktionsregler III wird zur Retention nach der Protraktionstherapie empfohlen (McNamara u. Brudon 1993, Petit 1983).

Die Gesichtsmaske ist ein höchst effektives Mittel zur Behandlung skelettaler Klasse III mit einer retrudierten Maxilla und einem hypodivergenten Wachstumsmuster (Ngan 2002). Wenn ein Kind im Alter von 4 Jahren behandelt wird, überlagert sich die Wachstumsrichtung mit der Richtung der Protraktion und schafft ein stabileres Ergebnis (Cozzani 1981). Die Behandlung mittels Gesichtsmaske und rascher Oberkieferdehnung führt zu signifikanten Veränderungen der Größe und Form in beiden Kiefern, wobei diese Behandlungsmethode im frühen Wechselgebiss effektiver ist als im späten (Franchi et al. 1998). Die Behandlung mit der Gesichtsmaske beginnt hauptsächlich, wenn die mittleren Schneidezähne (McNamara u. Brudon 1993), oder wenn die vier Oberkieferschneidezähne und der erste Oberkiefermolar durchtreten (Campbell 1983). Die frühe Behandlung nach dem Durchtritt der Oberkieferinzisivi trägt zum Erhalt der anterioren Beziehung bei (Ngan et al. 1997a). Am effektivsten ist der Einsatz von Protraktion im vollbezahnten Milchgebiss oder frühen Wechselgebiss, mit geringeren skelettalen

Veränderungen nach dem Alter von 9 Jahren (Sakamoto 1981, Tindlund 1989, Wisth et al. 1987). Die Erfolgsraten bei Behandlung nach dem pubertären Wachstumsgipfel sind bestenfalls 50-60 % (Ngan et al. 1997b). Die Überkorrektur ist ein Schlüssel zur Langzeitstabilität (Ngan 2002).

Robertson untersuchte über zwei Jahre 24 Patienten, 12 davon Klasse II-Patienten mittleren Alters von 11 Jahren und 12 davon Klasse III-Patienten mittleren Alters von 9,4 Jahren, mit dem Fränkel-Funktionsregler. Die hauptsächlichsten Veränderungen waren dentoalveolärer Natur, die Verbesserung des Overjet in beiden Gruppen war hauptsächlich auf die Neigung der Zähne zurückzuführen bei minimalen skelettalen Veränderungen (Robertson 1983).

Loh und Kerr studierten 1985 seitliche Fernröntgenbilder von 20 Patienten, die mit dem Fränkel-Funktionsregler III behandelt wurden bei einer mittleren Behandlungsdauer von 3,1 Jahren. Okklusale Veränderungen wurden durch die Proklination der Oberkieferinzisivi und die Reklination der Unterkieferinzisivi erreicht, der Unterkiefer wurde in einer rückwärtigen und abwärtsgerichteten Richtung positioniert, was zu einer Zunahme der Gesichtshöhe führte. Es wurden nur minimale Veränderungen im Oberkiefer festgestellt (Loh u. Kerr 1985).

Die Wirkung des Fränkel-Funktionsreglers bei funktioneller Klasse III wurde 1994 von Ülgen und Firatli untersucht. 20 Kinder mittleren Alters von 9,5 Jahren wurden durchschnittlich 1,9 Jahre behandelt und mit 20 unbehandelten Kindern mittleren Alters von 9,3 Jahren und einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von 1,8 Jahren verglichen. Der Overjet veränderte sich signifikant um 3,8 mm im Vergleich mit den unbehandelten Kontrollen.

Bei etwa unverändertem SNA-Winkel verkleinerte sich der SNB-Winkel hauptsächlich wegen der abwärts- und rückwärtsgerichteten Rotation des Unterkiefers, was zu einer signifikanten Abnahme des ANB-Winkels führte. Leider war die Studiendauer recht kurz wegen der schlechten Patientenkooperation (Ülgen u. Firatli 1994).

Die skelettale Hauptwirkung des Fränkel III-Aktivators zeigt eine signifikant größere Abwärts- und Rückwärtsbewegung des Unterkiefers mit einer Öffnung des Basiswinkels (Kerr et al. 1989). Die Veränderung der Neigung der oberen und unteren Schneidezähne durch den Fränkel III-Aktivator trägt zu den günstigen Veränderungen des Overjet bei (Kerr et al. 1989).

Die Frühbehandlung der Klasse III mit funktionellen Apparaturen im Milchgebiss scheint ein verstärktes Wachstum des Oberkiefers zu bewirken (Baccetti u. Tollaro 1998). Ein direkter Effekt funktioneller Behandlung auf das Oberkieferwachstumsmuster ist schwierig nachzuweisen, frühe Veränderung okklusaler Beziehungen ist als Ursprung der korrigierenden Impulse für das Wachstum des Oberkiefers anzusehen (Baccetti u. Tollaro 1998). Als beste Indikation für den Fränkel-Funktionsregler III wäre eine Klasse III anzusehen mit einem Overbite von 4-5 mm bei jungen Patienten im frühen Wechselgebiss (Loh u. Kerr 1985). Der Fränkel-Funktionsregler III stellt nicht das ideale Therapiemittel dar bei Patienten mit sagittalem Defizit des Oberkiefers als primärer Ursache (Ngan et al. 1997b).

Die größten Therapieerfolge wurden in Abhängigkeit vom Behandlungsbeginn und dem Ausmaß der skelettalen Disharmonie bei Vorschulkindern festgestellt (Grosfeld 1961, Mauck u. Tränkmann 1998, Sakamoto 1981, Taatz 1976, Tränkmann 1979, Tränkmann 1992, Tränkmann 1995, Wilhelm-Nold u. Droschl 1990).

Bei Behandlung nur im Gebiss der ersten Dentition werden mit geringerem Apparatenaufwand und kürzerer Behandlungszeit bessere dentoalveoläre Ergebnisse erzielt als bei Behandlungsbeginn im frühen Wechselgebiss (Tränkmann et al. 2001). Obwohl die Patienten während des späten Wechselgebisses immer noch von der Behandlung profitieren, ist der optimale Zeitpunkt für den Behandlungsbeginn mittels Protraktion das frühe Wechselgebiss oder das späte Milchgebiss (Franchi et al. 2004). Ein möglicher Nachteil der Frühbehandlung ist die verlängerte Gesamtbehandlungszeit (Suda et al. 2000).

Ein umgekehrter Überbiss kann mit gewisser Wahrscheinlichkeit spontan ausheilen beim Übergang vom Milchgebiss zum frühen Wechselgebiss (Deguchi et al. 1999). Die sehr frühe Behandlung des anterioren Kreuzbisses sollte mit großer Vorsicht angegangen werden, um unnötige Behandlung zu vermeiden (Hägg et al. 2004). Der hohe Anteil von 75 % Spontanheilung bei sehr leichter bis leichter Ausprägung skelettaler Klasse III im Milchgebiss lässt einen Aufschub des Behandlungsbeginns bis zum frühen Wechselgebiss geraten erscheinen (Hägg et al. 2003).

Die rasche Korrektur des anterioren Kreuzbisses könnte verantwortlich sein für ein günstigeres, dem Klasse I ähnlichen Oberkieferwachstumsmuster (Riolo et al. 1974). Während zahlreiche intraorale Apparaturen sich als erfolgreich bei der Behandlung frontaler dentaler Kreuzbisse erwiesen haben, bleibt die Behandlung frontaler skelettaler Kreuzbisse eine Herausforderung. Aufgrund der Vielfalt und Variabilität des Gesichtswachstums ist eine genaue und individualisierte Wachstumsvoraussage im Moment nicht möglich. Die Behandlung des Unterkiefers scheint während des pubertären Wachstums zu Rückfällen zu führen. Die Behandlung des Oberkiefers zeigt vielversprechende Ergebnisse, aber bedarf noch klinischer Langzeituntersuchungen (Ngan et al. 1997b).

Cozzani (1981) und Turley (1988) empfehlen bei Klasse III-Behandlung mit Protraktion Retention, Saadia u. Torres (2000) nicht (Cozzani 1981, Saadia u. Torres 2000, Turley 1988). Die Notwendigkeit der Retention während der Beobachtungszeit wäre minimal, insbesondere nach der Korrektur des Overjet (Chong et al. 1996).

Im Tierversuch ist das Ausmaß des Rezidivs direkt proportional der Dauer der Stabilisierung und geschieht sofort nach der Behandlung mit Protraktion (Jackson et al. 1979, Smalley et al. 1988). Profile zeigen eine Tendenz zu ihrer Ursprungsform zurückzukehren (Endo 1987, Tsuchikawa et al. 1985). Je größer die Veränderung durch die Behandlung, desto größer könnte auch die Tendenz zum Rezidiv sein (Chong et al. 1996). Die Frage, ob Veränderungen nach Behandlungsabschluß wirklich ein Rezidiv der Behandlung seien oder die

Rückkehr eines früher bestehenden Wachstumsmusters, ist nicht eindeutig zu beantworten. Der Begriff Rezidiv zeigt die Rückkehr einer behandelten Struktur zurück zu seiner Ursprungsposition oder eine allgemeine Rückkehr zu den Bedingungen vor der Behandlung (MacDonald et al. 1999). Die Veränderungen nach der Behandlung können als Rezidiv nur dann definiert werden, wenn das Wachstum bei behandelten Individuen ungünstiger ist als bei unbehandelten Klasse III-Individuen (Baccetti et al. 2000b).

Die Frühbehandlung mittels Protraktion mit einer leichten Überkorrektur könnte ein normaleres Wachstumsmuster in beiden Kiefern ermöglichen (Gallagher et al. 1998). Eine Überkorrektur des Overjet sollte nötig sein, um ein stabiles Behandlungsergebnis zu gewährleisten (Chong et al. 1996, Turley 1988). Einige Kliniker befürworten eine Überkorrektur von 2-4 mm und danach die zeitweilige Nutzung der Gesichtsmaske während 3-6 Monaten in Abhängigkeit von der Rezidivneigung des Patienten (Mc Namara 1987, Turley 1988).

Bei Patienten, die vor der Pubertät behandelt werden und nicht eine völlig befriedigende Korrektur erreichen (etwa 25 % nach Westwood et al. 2003), kann eine zweite Phase mit Protraktion und rascher Oberkieferdehnung während des Wachstumsgipfels durchgeführt werden mit dem beschränkten Ziel, das Vorwärtswachstum des Unterkiefers zu hemmen (Franchi et al. 2004). Ein konkretes Problem ist das späte Unterkieferwachstum bei Patienten mit Klasse III wegen der Kieferdiskrepanzen, die sowohl den Zeitpunkt und den Ablauf der Behandlung, als auch die Stabilität des Ergebnisses beeinflussen können (Goto et al. 1996). Für Patienten mit einem andauernden disproportionalen sagittalen und vertikalen Wachstum oder Klasse III-Patienten mit überdimensioniertem Unterkiefer in Verbindung mit einem divergenten Gesichtsmuster gibt es keine guten nicht-chirurgischen Lösungen. Frühe Chirurgie könnte eine Alternative sein, jedoch birgt ein solcher Eingriff im Oberkiefer die Gefahr, das Wachstum zu reduzieren (Ngan et al. 1997b). Die Anwendung nicht-chirurgischer Techniken wie die Kinnkappe allein ist wegen ungenügender Langzeitergebnisse größtenteils aufgegeben worden (Mitani u. Fukazawa 1986, Sugawara et al. 1990, Üner et al. 1995).

Einer der Vorteile der Frühbehandlung mit einer festsitzenden 2x4-Apparatur ist, dass der Raum für den Durchtritt der Schneidezähne und Eckzähne in eine Klasse I-Verzahnung bereitgestellt wird (Hägg et al. 2004). Die Behandlung der Pseudo-Klasse III im Wechselgebiss erfüllt die erwarteten Ziele durch die Eliminierung weiteren Behandlungsbedarfs oder durch die Vereinfachung der zweiten Phase der Behandlung (Hägg et al. 2004).

Finanziell gering aufwändig und wissenschaftlich nachgewiesene effiziente Maßnahmen zur frühen Korrektur der Klasse III wie Einschleifen von Milchzähnen, sowie das Abgewöhnen von orofazialen Dysfunktionen sollten vermehrt durchgeführt werden (Arvystas 1998, Korbmacher et al. 2000). Protraktion im Oberkiefer ist zur Behandlung der Wahl geworden bei wachsenden skelettalen Klasse III-Patienten (Sung u. Baik 1998).

4.2. Transversale Anomalien

Die Prävalenz des Kreuzbisses beträgt zwischen 8 und 16 % der Bevölkerung (Day u. Foster 1971, Foster u. Hamilton 1969, Heikinheimo 1978, Helm 1968, Ingervall et al. 1972, Järvinen 1981, Kisling u. Krebs 1976, Kutin u. Hawes 1969, Ravn 1975, Thilander u. Myrberg 1973).

Als Ursachen eines Kreuzbisses im Seitenzahnbereich werden eine tiefe Zungenlage (Modeer et al. 1982), ein ungünstiges Schluckmuster (Day u. Foster 1971, Melsen et al. 1979), Mundatmung (Linder-Aronson 1979), Atemwege (Bresolin et al. 1983, Corruccini et al. 1985, Linder-Aronson 1970, Trask et al. 1987) oder Lutschgewohnheiten (Holm u. Arvidsson 1974, 1986, Infante 1976, Kisling u. Krebs 1976, Köhler u. Holst 1973, Larsson 1975, Lindner u. Modeer 1989, Svedmyr 1979) angeführt. Seltene Ursachen eines Kreuzbisses sind kondyläre Hyperplasie, Arthritis und Akromegalie (Higley 1968, Plint u. Ellisdon 1974). Ein Einfluss des Lutschens auf die transversale Zahnbogenbreite im Oberkiefer und die Gaumenhöhe kann von anderen Autoren nicht bestätigt werden (Bowden 1966, Steegmayer u. Komposch 1993).

Die hohe Prävalenz des Kreuzbisses lässt sich auf die hohe Prävalenz von Lutschgewohnheiten in den letzten Jahren zurückführen (Kurol u. Berglund 1992). Sie ist im Milch- und bleibenden Gebiss ähnlich, somit entwickeln sich fast alle Arten des Kreuzbisses in einem frühen Alter (Ninou u. Stephens 1994). Im Alter von 4 Jahren weisen 88 % der Kinder vorangegangene oder persistierende Lutschgewohnheiten auf, Kreuzbiss im Seitenzahnbereich wird nur unter diesen Kindern gefunden (Modeer et al. 1982). Im Alter von 4 Jahren zeigen 48 % der Kinder immer noch eine Form einer Lutschgewohnheit. Die Zunahme einseitigen Kreuzbisses ist am stärksten in den Fällen ausgeprägt, in denen die Kinder nach 2 Jahren weiterhin lutschen. Die Intensität von Lutschgewohnheiten korreliert signifikant mit einseitigem Kreuzbiss. Lutschgewohnheiten sollten bis zum zweiten Lebensjahr unter Kontrolle gebracht werden (Modeer et al. 1982). Ein frontal offener Biss ist aufgrund

vielfach bestehender Lutschgewohnheit bei Kindern mit Kreuzbiss im Milchgebiss häufiger anzutreffen (Thilander u. Lennartsson 2002).

Von Bedeutung ist neben dem morphologischen Kreuzbiss der Zwangskreuzbiss, weil er zu bleibenden Veränderungen oder Schäden am stomatognathen System führen kann. Die Mehrzahl der Kreuzbisse gehen mit einem seitlichen Zwangsbiss einher (73 % bei Hermanson et al. 1985, 80 % bei Kurol u. Berglund 1992).

Es wurden keine funktionellen Nachteile beim Kauen jemals in Zusammenhang mit Kreuzbiss im Seitenzahnbereich bewiesen, aber der Kreuzbiss kann Langzeitschäden verursachen durch die Verlagerung des Unterkiefers beim Mundschluss (Ninou u. Stephens 1994). Unbehandelter Kreuzbiss kann zu echter kraniofazialer Asymmetrie (Pirttiniemi et al. 1990, Proffit u. Fields 1993, Thilander 1985) und zu unerwünschten Wachstumsveränderungen führen (Proffit u. Fields 1993). Je später der Kreuzbiss behandelt wird, desto größer ist das Risiko einer Schädigung des Kiefergelenkes (Kantomaa 1988, Pirttiniemi et al. 1990). Ebenso können Schmerzen in der Kaumuskulatur die Folge sein (Thilander et al. 1984). Symptome und klinische Zeichen von Kiefergelenkfehlfunktionen sind bei anteriorem und seitlichem Zwangskreuzbiss nachzuweisen (Egermark-Eriksson et al. 1990). Der negative Einfluss auf das Wachstumsmuster in einer Phase, in der das Kiefergelenk geformt wird, würde zu anormalem Wachstum und anormaler Entwicklung des Gelenkes führen (Kurol u. Berglund 1992). Die röntgenologische Untersuchung der Kiefergelenke zeigt, dass der Kondylus der Kreuzbissseite bei Kindern mit Zwangskreuzbiss verlagert ist, er ist höher und rückwärtiger positioniert in der Fossa als der Kondylus der Gegenseite (Hesse et al. 1997, Myers et al. 1980, Pinto et al. 2001). Der Zwangskreuzbiss verursacht signifikante skelettale Asymmetrie des Unterkiefers bei 7-10-jährigen Kindern, die Asymmetrie könnte eine Anpassung des Ramus darstellen an die anormale Funktion und den asymmetrischen Mundschluss (Pinto et al. 2001). Die frühe Korrektur eines Zwangskreuzbisses soll einer dauerhaften Wirkung auf die kondyläre Anatomie und einer Kieferasymmetrie vorbeugen (Hesse et al. 1997, Myers et al. 1980).

Ein weiterer Grund für die Frühbehandlung wäre die sonst eintretende Wachstumsverlangsamung des Oberkiefers in transversaler Richtung (Kuroi u. Berglund 1992).

In einer Untersuchung über die Beziehung zwischen kraniofazialer und Kondylarbahn-Asymmetrie bei einseitigem Kreuzbiss wurden Asymmetrien sowohl bei den behandelten als auch bei den unbehandelten Patienten festgestellt. Das Ausmaß der Asymmetrie war bei den unbehandelten Patienten doppelt so groß wie bei den behandelten. Die Kondylarbahn war auf der Seite des Kreuzbisses steiler (Pirttiniemi et al. 1990). Der Unterkiefer wächst länger auf der Seite der flacheren Gelenkgrube und rotiert. Veränderungen der Kondylarbahn führen zu Veränderungen im Wachstum des Unterkiefers (Kantomaa 1988). Die Parameter bezüglich der Position des Unterkiefers zeigten eine starke Korrelation mit der Asymmetrie der Kondylarbahn. Im Oberkiefer gab es dieselbe Asymmetrie bei schwächerer Korrelation. Die gefundene Asymmetrie der Kondylarbahn korreliert mit dem lateralen Kreuzbiss auch bei Behandlung desselben, allerdings in schwächerem Ausmaß. Es besteht die Möglichkeit, dass asymmetrisches Wachstum des Unterkiefers nach Korrektur des Kreuzbisses im Seitenzahnbereich weitergehen kann. Die Ergebnisse betonen die Wichtigkeit der Frühbehandlung des Kreuzbisses im Seitenzahnbereich (da Silva Filho et al. 1991, Pirttiniemi et al. 1990).

Asymmetrische Muskelaktivität der Mundschließer wird bei Kindern mit Zwangskreuzbiss festgestellt (Haralabakis u. Loutfy 1964, Ingervall u. Thilander 1975, Troelstrup u. Moller 1970). Die Zwangsführung bei einseitigem Kreuzbiss scheint nicht mechanischer Art zu sein, sondern eine neuromuskuläre Führung des Unterkiefers (Nerder et al. 1999). Durch die Frühbehandlung werden Schmerzen in der Kaumuskulatur in den Fällen einseitigen Zwangskreuzbisses vermieden (Thilander 1975), ebenso die Entwicklung einer Zwangsführung des Unterkiefers, die im Erwachsenenalter schwer abzustellen ist (Ingervall u. Thilander 1975). Das Ausschalten einer Zwangsführung des Unterkiefers sollte im Milchgebiss durchgeführt werden. In Fällen, in denen es dadurch nicht zur

Korrektur kommt, besteht die korrekte Behandlung darin, symmetrische Zahnbögen und somit symmetrische muskuläre Funktion zu schaffen (Thilander u. Lennartsson 2002). Die frühe Korrektur neigt weniger zum Rezidiv (Kutin u. Hawes 1969, Schröder u. Schröder 1984, Thilander 1975). Je früher die Behandlung begonnen würde, umso höher könnte die Erfolgsrate sein (Schröder u. Schröder 1984). Bei schmalen oberen und breiten unteren Bogenmaßen führt eine alleinige Expansionstherapie im Oberkiefer zu einem Misserfolg (Thilander u. Lennartsson 2002).

Die Veränderung der Position des Unterkiefers mittels Einschleifen oder Platten führt im Tierversuch bei wachsenden Tieren rasch zu muskulären und skelettalen Anpassungen (Isotupa et al. 1992, Kantomaa u. Pirttiniemi 1996, Sergl u. Farmland 1975).

Kreuzbiss von Einzelzähnen sind fast immer das Ergebnis von Engständen und werden problemlos durch Bewegung einzelner Zähne behandelt (Ninou u. Stephens 1994). Ein bilateraler Kreuzbiss hat keine funktionelle Verlagerung der Mandibula zur Folge und bräuchte keine Behandlung (Mills 1987). Bei einem einseitigen Kreuzbiss ohne Seitwärtsverlagerung des Unterkiefers sei eine frühe Behandlung selten indiziert, zum einen weil der Patient keine funktionellen oder ästhetischen Nachteile erleide, zum anderen weil durch den Weichteildruck eine Rezidivgefahr bestünde (Ninou u. Stephens 1994).

Therapiemöglichkeiten des Kreuzbisses im Seitenzahnbereich sind Dehnung mit Platten (Bjerklin 2000, Brin et al. 1996, Hermanson et al. 1985, Steegmayer u. Komposch 1993, Thilander u. Lennartsson 2002) oder festsitzenden Geräten (Bell u. LeCompte 1981, Bjerklin 2000, da Silva Filho et al. 1991, da Silva Filho et al. 1995, Hermanson et al. 1985, Lindner et al. 1986, Pinto et al. 2001, Schröder u. Schröder 1984, Tsarapatsani et al. 1999), selektives Einschleifen (Kurol u. Berglund 1992, Lindner 1989, Thilander u. Lennartsson 2002, Tsarapatsani et al. 1999) und Komposit-Build-Ups (Kantomaa 1986).

Mögliche Gründe, die einer Frühbehandlung früher entgegenstanden, scheinen heute eine untergeordnete Bedeutung zu besitzen. Massive Karies an Milchzähnen machte früher den Gebrauch von kieferorthopädischen Apparaturen schwierig. Zuwenig Retention für herausnehmbare Geräte im Milchgebiss und zuwenig Vertrautheit der Behandler mit einfachen festsitzenden Apparaturen schränkte die Möglichkeiten der Behandlung ein (Richardson 1989). Oft werden zwei verschiedene Behandlungsphasen benötigt (Richardson 1989).

Wenn die zugrundeliegende Gewohnheit abgestellt wird, kann es zu einer Spontankorrektur kommen, was die hohe Anzahl der Spontankorrekturen erklärt (Kuroi u. Berglund 1992). Das erzwungene Abstellen eines Habits wurde früher als psychologisch traumatisch für das Kind angesehen, es gibt heute jedoch keinen Grund dafür, warum nicht das Abstellen des Habits und die Korrektur des Kreuzbisses gleichzeitig erfolgen sollten (Klein 1971). Leighton begleitete 19 Patienten mit Kreuzbiss im Seitenzahnbereich vom Milchgebiss bis zum Erwachsenwerden und stellte fest, dass 7 (37 %) von ihnen sich im Alter von 11 Jahren spontan korrigiert hätten (Leighton 1966). In der Regel wird sich der Kreuzbiss im Seitenzahnbereich nicht spontan korrigieren (da Silva Filho et al. 1991).

Bei Kindern mit spontaner Korrektur und Korrektur nach interzeptiver Behandlung im Milchgebiss sind bestimmte okklusale und skelettale Charakteristika nachzuweisen. Die Zahnbogenbreiten scheinen bei der Vorhersage des Langzeitergebnisses eine Rolle zu spielen. Bei Kindern mit spontaner oder Korrektur nach Behandlung ist die Kreuzbissseite im Oberkiefer breiter als die im Unterkiefer (Thilander u. Lennartsson 2002).

Admund et al. 1980 empfehlen Einschleifen vor dem 5 Lebensjahr. Bei 50 % der unbehandelten Fälle erfolgt eine Spontanheilung (Admund et al. 1980). Das Einschleifen bei Kreuzbiss im Seitenzahnbereich als alleinige Therapiemaßnahme ist bei progenen Anomalien nicht ausreichend (Kantomaa 1986, Klink-Heckmann 1976, Rudolph 1955).

Um durch Einschleifen der Milcheckzähne erfolgreich zu sein, sollte die initiale Differenz der Zahnbogenbreite zwischen Ober- und Unterkiefer im Eckzahnbereich mehr als 3,3 mm betragen (Lindner 1989). Auftragen von Kunststoff auf obere Milcheckzähne oder -molaren auf der Seite des Kreuzbisses führt einen Zwangskreuzbiss erfolgreich zurück bei größerer Zahnbogenbreite im Oberkiefer (Kantomaa 1986, Taylor 1983). Übungen vor dem Spiegel mit Zusammenführung der Mittellinien erweiterte innerhalb von 6 Monaten den oberen Zahnbogen um etwa 1,4 mm (Kantomaa 1986).

Im Milch- und Wechselgebiss wurden 15 Patienten mit einseitigem Kreuzbiss mit Asymmetrie des Unterkiefers durch transversale Dehnung mit herausnehmbaren Apparaturen behandelt. Nach der Korrektur des Kreuzbisses nahm die Längenabweichung zwischen den beiden Unterkieferseiten signifikant ab. Die Frühbehandlung einseitigen Kreuzbisses ist indiziert (Jia u. Fu 1995).

Von 33 Kindern mit Kreuzbiss, die im Milch- oder frühen Wechselgebiss behandelt wurden, war bei 26 (79 %) der Kreuzbiss im Alter von 13 Jahren dauerhaft korrigiert, in den 7 anderen Fällen zeigten die Kinder schlechte Kooperation (Thilander 1975).

Bei Behandlung im Milchgebiss wurden normale transversale Beziehungen in 84 % der Fälle festgestellt. (Schröder u. Schröder 1984). Mit funktionellen Apparaturen wurden 20 Kinder im Alter von 3-6 Jahren zwischen 6 Monaten bis zu 4 Jahren behandelt, wobei in 60 % der Fälle eine vollständige Ausheilung festzustellen war (Zyszko u. Piekarczyk 1989). Herold berichtet über 73 % Erfolgswahrscheinlichkeit bei der Behandlung von Kindern mit einseitigem Kreuzbiss im Alter von 11-13 Jahren (Herold 1989). Richmond et al. finden in 54 % der Fälle eine Korrektur des Kreuzbisses am Ende der aktiven Behandlung (Richmond et al. 1993).

Die vier häufigsten Indikationen für die rasche Oberkieferdehnung im Milch- und Wechselgebiss wären nach da Silva Filho et al. skelettale Konstriktion des oberen Zahnbogens in Verbindung mit einer skelettalen Klasse II oder III,

Konstriktion in Verbindung mit Mundatmung und einem hohen Gaumen, beidseitiger Kreuzbiss, Kreuzbiss im Seitenzahnbereich (da Silva Filho et al. 1991, da Silva Filho et al. 1995). Der orthopädische Effekt beruht auf der Trennung der beiden Oberkieferhälften und aller anderen Suturen, der orthodontische Effekt folgt durch die Bukkalbewegung der Seitenzähne und der Alveolarfortsätze (da Silva Filho et al. 1991). Für die beste Wirkung ist eine festsitzende Apparatur erforderlich und zum Einsetzen wird eine außergewöhnlich gute Kooperation benötigt (Ninou u. Stephens 1994). Das optimale Alter für die rasche Dehnung des Oberkiefers durch Gaumennahtsprengung mit einem festsitzenden Gerät. soll nach Bishara und Stanley zwischen 13 und 15 Jahren liegen (Bishara u. Stanley 1987). Die meisten Autoren bevorzugen jedoch einen deutlich früheren Behandlungsbeginn (Bell u. LeCompte 1981, Bjerklin 2000, da Silva Filho et al. 1991, da Silva Filho et al. 1995, Hermanson et al. 1985, Lindner et al. 1986, Pinto et al. 2001, Tsarapatsani et al. 1999). Größere und stabilere skelettale Veränderungen werden bei Patienten vor dem Alter von 12 festgestellt (Wertz u. Dreskin 1977). Nach dem späten Jugendalter ist die Gaumennahterweiterung kaum mehr machbar, weil die Suturen zu verschmelzen beginnen (Haas 1965). Die Ergebnisse sind dann weder vorhersagbar noch stabil (Wertz 1970).

Boysen et al. führen die Erweiterung des Zahnbogens im Molarengbiet bei Patienten, die mit einer Quadhelix behandelt wurden, hauptsächlich auf Translationsbewegungen zurück, während bei herausnehmbaren Geräten meistens eine Kippung nach bukkal erfolgt (Boysen et al. 1992). Herold findet keine solchen Unterschiede (Herold 1989). Bei gleicher Erfolgsrate ist die Dehnung durch die Quadhelix verglichen mit herausnehmbaren Dehnplatten etwas höher, so dass der Therapie mit der Quadhelix der Vorrang eingeräumt werden sollte (Boysen et al. 1992).

Die Quadhelix verstärkt die orthopädischen Effekte der Oberkieferdehnung (Chaconas et al. 1977). Falls eine Verlagerung der Maxilla nötig ist, sollte sie mit zusätzlichen kieferorthopädischen Geräten sofort nach der aktiven Phase der Expansion mit der Haas-Apparatur erfolgen (da Silva Filho et al. 1991). Obwohl alle mit der Quadhelix behandelten Patienten eine Öffnung der

Gaumennaht aufwies, war der radiologische Nachweis einer offenen Sutur am Ende der Retentionsphase bei keinem Patienten zu erbringen (Bell u. LeCompte 1981). Gut organisiertes mineralisiertes Gewebe innerhalb der Sutur wird nach 30 Tagen gebildet (Ekström et al. 1977). Die mediane Gaumennaht ist innerhalb von 90 Tagen nach Abschluss der aktiven Behandlung vollkommen wiederhergestellt (da Silva Filho et al. 1991). Nach der Gaumennahterweiterung ist eine 3-6 monatige Retentionsphase zu empfehlen (Bell u. LeCompte 1981, Storey 1973).

Die Quadhelix ermöglicht auch die Durchführung einer langsamen Expansion, die das Maß orthodontischer Zahnbewegungen erhöht, da die Zugfestigkeit der Sutur nicht überschritten wird (Haas 1965, Haas 1970, Hicks 1978, Storey 1973). In etwa 20 % der Fälle, in denen der Oberkiefer mittels herausnehmbarer Expansionsplatten gedehnt wird, findet eine Trennung der Gaumennaht statt (Skieller 1964). Eine geringere Dehnkraft, die innerhalb der elastischen Grenzen der Oberkiefersuturen und des Parodontalgewebes liegt, wird ausgeübt. Eine geringere Dehnrates von 0,4-1,1 mm pro Woche erlaubt eine physiologischere Anpassung, die eine stabilere Korrektur erlauben könnte (Vegh et al. 1999).

Eine signifikante Zunahme der durchschnittlichen Zahnbogenbreite war festzustellen im Molarenbereich von 4,2 mm und im interkaninen Bereich von 3,8 mm bei 19 Kindern nach rascher Oberkieferdehnung im Milch- und Wechselgebiss bei Berlocher et al. 1980, bei Bell und LeCompte 1981 waren es 3,9-3,6 mm intermolar und 2,3-2,2 mm interkanin bei 10 Kindern (Bell u. LeCompte 1981, Berlocher et al. 1980). Nach rascher Oberkieferdehnung beträgt 5 Jahre später die Zunahme 45 % der ursprünglichen Dehnung im Molarenbereich, im Eckzahnbereich nur 23 % (Linder-Aronson u. Lindgren 1979). Es wird über ausgeprägte Wurzelresorptionen bei der raschen Dehnung berichtet (Langford 1982).

Die Zunahme des intertuberösen Abstandes war durchschnittlich 2,8 mm, die der Nasenöffnung 2,1 mm gegenüber 1,4 mm bei Krebs (Krebs 1959) und 1,9 mm bei Wertz (Wertz 1970) und Haas zwischen 2 und 4,5 mm (Haas 1961). Bei Krebs (23 Patienten zwischen 8 und 19 Jahren) und Wertz (60 Patienten

zwischen 7 und 29 Jahren) war das Patientenkollektiv deutlich älter, Haas befürwortet eine Überkorrektur. Die rasche Oberkieferdehnung mit der Haas-Apparatur zeigt langfristig keine Anzeichen von Wurzel- oder Pulpenschädigung (da Silva Filho et al. 2000).

Im Vergleich mit Harberson und Myers 1978 und Bell und LeCompte 1981 war die Retentionszeit bei Lindner et al. 1986 kürzer. Es konnten keine bleibenden orthopädischen Effekte nachgewiesen werden (Lindner et al. 1986).

Die Behandlung sollte im Milchgebiss bei günstiger Zahnbogenbreite erfolgen, um die Erfolgsrate zu erhöhen. Die Zahnbogenbreite gibt nur die Wahrscheinlichkeit für den Behandlungserfolg im Milchgebiss an, sie macht keine Aussage bezüglich der Langzeitergebnisse im Alter von 20. Für das Endergebnis im Alter von 20 bzw. der Rezidivgefahr bei erfolgreicher Behandlung im Milchgebiss spielen andere Faktoren wie Mundatmung, Atemwegshindernisse und Schnarchen eine wichtige Rolle (Lindner et al. 1986).

Ein unterstützender Faktor für eine erfolgreiche Behandlung ist die Verbesserung der Nasenatmung durch die Absenkung des Gaumens als Folge der raschen Oberkieferdehnung (da Silva Filho et al. 1991). Gray hat die Vorteile der raschen Oberkieferdehnung bei wachsenden Patienten bezüglich der Nasenatmung betont (Gray 1987). Je höher und weiter hinten die Konstriktion der Nase liegt, umso geringer wird die Verbesserung durch die rasche Oberkieferdehnung ausfallen (Montgomery et al. 1979). Obwohl die rasche Dehnung die nasalen Atemwege verbessern könnte (Hershey et al. 1976), sollte sie nicht allein aus diesem Grund indiziert sein, da diese Wirkung unkalkulierbar sei und wenig Verbesserung bringen könnte (Hartergink et al. 1987, Timms 1986, Warren et al. 1987).

Die Vorteile von herausnehmbaren Dehnapparaturen wären, dass sie einen direkten Effekt sowohl auf die Zähne als auch auf die Alveolarfortsätze haben (Granath u. Petersson 1994). Sie können Aufbisselemente tragen, um einen ungleichmäßigen Mundschluss zu korrigieren (Bakke u. Miller 1991) und weisen eine einfachere Handhabung für den Behandler auf.

Vorteile der Behandlung mittels festsitzender Dehnapparatur wären die erhöhte Retention (Bell u. LeCompte 1981, Granath u. Petersson 1994), die kontinuierliche Krafteinwirkung über den gesamten Zeitraum, dass die Verantwortung für die Kooperation nicht mehr bei den Eltern und ihren Kindern liegt, die nur minimalen Auswirkungen auf die Sprache (Bell u. LeCompte 1981), die weniger Termine, die schnellere Wirkung und die ziemlich niedrigen Kosten (Hermanson et al. 1985, Ranta 1988).

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass aus gesundheitlichen Gründen allein nur der Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit einer funktionellen Verlagerung des Unterkiefers der Behandlung bedarf (Ninou u. Stephens 1994). Es gibt keinen wissenschaftlichen Nachweis darüber, welche von den möglichen Behandlungsmethoden Einschleifen, Quadhelix, Dehnplatten oder Gaumennahterweiterung am effektivsten ist (Petren et al. 2003). Quadhelix, rasche Oberkieferdehnung und Dehnplatten sind gleichermaßen erfolgreich, die skelettalen Effekte bei der Quadhelix und der raschen Oberkieferdehnung sind höher (Sandikcioglu u. Hazar 1997). Boysen et al. 1992 und Erdinc et al. 1999 geben der Quadhelix den Vorzug vor Expansionsplatten wegen gleicher Erfolgsrate, aber größerer absoluter Dehnung der Quadhelix bei stärkerer Zahnkipfung (Boysen et al. 1992, Erdinc et al. 1999). Eine Frühbehandlung im Milch- oder frühen Wechselgebiss sollte im Oberkiefer mittels einer festsitzenden Apparatur erfolgen (Ninou u. Stephens 1994).

Zwei mögliche Ursachen für die relative Instabilität nach Korrektur des Kreuzbisses werden diskutiert: Das zugrundeliegende skelettale Muster und ein mit dem Kreuzbiss einhergehendes funktionelles Muster (Brin et al. 1996). Die Behandlung „befreit“ den Oberkiefer, so dass ein Nachholwachstum einsetzen kann (Brin et al. 1996). Eine leichte skelettale Asymmetrie geht möglicherweise mit Kreuzbiss einher, wie z.B. Klasse II-Beziehungen oder Mittellinienabweichungen, so dass eine sorgfältige skelettale Bewertung in diesen Fällen indiziert ist (Brin et al. 1996). Wenn die Ursache des Kreuzbisses morphologisch ist, kann eine Normalisierung des Wachstums erwartet werden, wenn sie sich auf Funktion oder Gewohnheit gründet, sind die Langzeitprognosen dieser Patienten zu beobachten (Pinto et al. 2001).

Die asymmetrische Funktion kann nach Beseitigung okklusaler Störungen weiterbestehen (Hamerling et al. 1991). Obwohl das charakteristische muskuläre Ungleichgewicht nach kieferorthopädischer Behandlung verschwinden kann (Haralabakis u. Loutfy 1964), verschwindet das anormale, für den Kreuzbiss charakteristische Kaumuster (Lewin 1985, Miyauchi et al. 1989, Throckmorton et al. 2001) nicht mit der Behandlung (Ben-Bassat et al. 1993, Brin et al. 1996). Anormale neuromuskuläre Muster könnten erklären, warum die Korrektur des Kreuzbisses manchmal instabil ist (Ben-Bassat et al. 1993, Brin et al. 1996, Thilander et al. 1984) und dass funktionelle Rehabilitation nach der Behandlung erforderlich sein könnte (Pinto et al. 2001).

4.3. Vertikale Anomalien

Die Indikation zur Frühbehandlung des offenen Bisses hängt von vielen Faktoren wie Schweregrad, Alter des Kindes und Anliegen der Eltern ab (Shapiro 2002).

Ein skelettal offener Biss zeigt einen erhöhten dentoalveolären Abstand. Ein dental offener Biss entsteht durch Habits wie Daumenlutschen und heilt bei 80 % der Kinder im Alter von 7-9 Jahren bis zum Alter von 10-12 Jahren spontan aus, nachdem das zugrundeliegende Habit abgestellt worden ist (Worms et al. 1971). Weitere mögliche Ursachen sind anormale Zungenfunktion oder Zungenlage, Obstruktion der nasalen Atemwege, Mundatmung und anormale Position des Unterkiefers oder des Schädels (Shapiro 2002). Wenn die Gewohnheit abgestellt wird und der offene Biss persistiert, sollte eine anormale Zungenposition oder Zungenfunktion in Betracht gezogen werden (Shapiro 2002).

Bei Klasse II reagierten sowohl offener Biss als auch Tiefbiss günstig auf die Behandlung mit dem Twin-Block (Mills u. McCulloch 1998).

English schlägt zur Behandlung des skelettal hyperdivergenten offenen Bisses eine Kombination der High-pull-Kinnkappe mit dem High-pull-Headgear und mit rascher Oberkieferdehnung vor. Zudem würde er die Kaumuskelübungen ausdehnen auf 5 mal am Tag für jeweils 5 Minuten. Die Frühbehandlung ist unbedingt angeraten und sollte im Alter von 7-8 Jahren beginnen (English 2002).

4.4. Frühdiagnostik und Voraussagemodelle

4.4.1. Frühdiagnostik

Heikiniheimo et al. untersuchten 1987 die Verlässlichkeit der kieferorthopädischen Diagnose und des Behandlungsbedarfs in unterschiedlichen Altersstufen.

Im Alter von 7 Jahren waren 23,5 % der Kinder behandlungsbedürftig, 34,5 % beobachtungsbedürftig und 42 % benötigten keine Behandlung. Von den Kindern, die im Alter von 7 Jahren beobachtungsbedürftig waren, waren im Alter von 15 Jahren zwei Drittel behandlungsbedürftig oder bereits behandelt worden. Von den Kindern, die im Alter von 7 Jahren keine kieferorthopädische Behandlung benötigten, war im Alter von 15 Jahren jedes dritte behandlungsbedürftig oder bereits behandelt worden. Der Gesamtbedarf an kieferorthopädischer Behandlung lag zwischen 23 % und 46 % (Heikiniheimo et al. 1987) und lag unter dem Wert von 76 % von Ingervall (Ingervall et al. 1978).

Pietila et al. verglichen 1992 in einer Studie an 260 Kindern zwischen 7 und 8 Jahren die Unterschiede in der Bewertung okklusaler und funktioneller Faktoren, den Behandlungsbedarf, den Zeitpunkt der Behandlung im frühen Wechselgebiss und die Komplexität der Behandlung durch einen Kieferorthopäden im Vergleich mit Zahnärzten.

Über den Behandlungsbedarf bestand ziemlich gute Übereinstimmung zwischen Kieferorthopäden und Zahnärzten in 69 % der Fälle, wobei die Zahnärzte häufiger Behandlungsbedarf feststellten. Bei den Fällen mit Übereinstimmung über den Behandlungsbedarf wurde in 65 % der Fälle dieselbe Indikation gesehen von den Zahnärzten wie von den Kieferorthopäden. Über den Behandlungszeitpunkt war die Übereinstimmung mit 49 % gering, wobei in den meisten Fällen der Nichtübereinstimmung die Zahnärzte die Behandlung früher beginnen würden als der Kieferorthopäde. Allerdings würden sowohl Kieferorthopäden, als auch Zahnärzte die Behandlung innerhalb der nächsten 2 Jahre beginnen. Die Übereinstimmung über die Komplexität der

Behandlung war mit 61 % ziemlich schlecht, wobei in den meisten Fällen der Nichtübereinstimmung der Kieferorthopäde die Behandlung als komplexer einstuft. Es scheint gerechtfertigt zu sein, den Zahnarzt die Reihenuntersuchung an 7-8-jährigen Kindern durchführen zu lassen, um den Behandlungsbedarf festzustellen, aber der Kieferorthopäde sollte die Diagnose, den Zeitpunkt und die Komplexität der Behandlung bestimmen (Pietila et al. 1992).

Wenn im Alter von 7 Jahren kieferorthopädische Behandlung nötig ist, ist es sehr wahrscheinlich, dass dieser Bedarf während der Entwicklung weiterhin bestehen wird (Heikinheimo et al. 1987).

Eine systematische Reihenuntersuchung wird von Dixon und Wrate 1977 vorgeschlagen (Dixon u. Wrate 1977), andere betrachten sie als unnötig (Crabb u. Rock 1986, Foster u. Menezes 1976). Auf der Basis der Ergebnisse von Hintze et al. kann bei Reihenuntersuchungen das Orthopantomogramm weggelassen werden (Hintze et al. 1990). Nach Rölling und Heikinheimo et al. sind Reihenuntersuchungen vor dem Alter von 9-10 Jahren nicht vernünftig, weil sich viele Malokklusionen noch nicht äußern (Heikinheimo et al. 1982, Rölling 1978).

Die Reihenuntersuchung von Kindern während des frühen Wechselgebisses ist nötig, um Vorteile aus der Frühbehandlung zu ziehen (Pietila et al. 1992). Es zeigt sich, dass quantitative Größen beständiger festzustellen sind als qualitative (Gravely u. Johnson 1975, Kopp u. Wenneberg 1983). Die Bewertungen durch verschiedene Kieferorthopäden weichen beträchtlich voneinander ab (Baumrind et al. 1984). Eine höhere Übereinstimmung in der Bewertung des Behandlungsbedarfs wurde von Bowden und Davies zwischen 2 Kieferorthopäden festgestellt mit 80 % (Bowden u. Davies 1975) und von Helm et al. zwischen einer Gruppe von postgraduierten angehenden Kieferorthopäden und 3 Kieferorthopäden mit 80-84 % (Helm et al. 1975).

Die Hauptschwierigkeit liegt in der Definition der Kriterien für die kieferorthopädische Behandlung und in der Entscheidung über den Behandlungsbeginn (Foster u. Walpole 1974). Im Hinblick auf die Rolle der

Zahnärzte bezüglich der Kieferorthopädie betonen Autoren die Wichtigkeit diagnostischer Fähigkeiten (Jacobs 1988, Linge 1987).

Mauil stellt fest, dass die Qualität der erzielten Ergebnisse auf morphogenetischen Mustern basiert, die besonders gut auf kieferorthopädische Behandlung ansprechen (Mauil 1995). Weinstein et al. merken an, dass das Ergebnis einer Behandlung eines beliebigen Patienten unsicher sei (Weinstein et al. 1980). Selbst in Fällen, in denen eine Diagnose mit hoher Sicherheit gestellt wird und eine Behandlung fest etabliert ist, wird das Ergebnis bei einigen Patienten ungenügend sein, die man aber nicht bereits vorher erkennen könne (Weinstein et al. 1980). Einige der zahlreichen Variablen, die das Behandlungsergebnis beeinflussen, sind Patientenalter, morphogenetische Muster, Erhebungsdaten, Patientenauswahl, Art der Behandlungsapparatur und Zeitdauer der Behandlung (Sadowsky 1998).

4.4.2. Voraussagemodelle

In welchem Ausmaß kann das neue funktionelle Gleichgewicht das genetische Muster überdecken? Dieses Problem variiert bei jedem Individuum und könnte in der nahen Zukunft vorhersagbar sein (Vego 1976). Frühere Beispiele für Voraussagemodelle sind das „Voraussagegitter“ nach Johnston, die kraniofazialen Schablonen nach Popovich u. Thompson und die Computermethode nach Ricketts 1957 (Johnston 1975, Popovich u. Thompson 1977, Ricketts 1957). Baumrind stellte in einer Studie fest, dass keiner der Kieferorthopäden die Richtung der Rotation der Mandibula voraussagen konnte, dass aber alle sehr gute Behandlungsergebnisse erbracht hätten. Grundsätzliche Voraussagen ließen sich eher ziehen als individuelle (Baumrind 1984).

Die Frühbehandlung benötigt eine genaue Bewertung des dentalen und skelettalen Alters (Björk 1972). Keine zwei Personen sind identisch, jede einzelne hat ein einzigartiges Gesichtswachstumsmuster (Thomson 1994). Angesichts der Variabilität des Wachstums der meisten Gesichtsdimensionen ist eine detaillierte und genaue individualisierte Wachstumsvoraussage nicht möglich. Am besten sei die Behandlungsplanung auf dem vorhandenen Muster zu stützen und das durchschnittliche Wachstum der Gruppe zu berücksichtigen, zu welcher der Patient gehört (Houston 1979). Es erscheint vorteilhaft, Normen die auf Bevölkerungsdurchschnittswerten basieren, durch neue Normen zu ersetzen, die auf die Veränderlichkeit unterschiedlicher zephalometrischer Variablen und ihre Beziehungen zueinander basieren (Hasund u. Boe 1980, Järvinen 1986, Segner 1989). Bewegliche Normen als Mittel zur Bewertung skelettaler Muster sind für Erwachsene entwickelt worden (Segner 1989). Lavergne und Gasson versuchten eine zephalometrische Klassifikation aufgrund beweglicher Normen bei unbehandelten 7-19-jährigen Kindern (Lavergne u. Gasson 1976, Lavergne u. Gasson 1982).

Die Langzeitstabilität der Unterkieferfront nach erfolgreicher Klasse II-Behandlung wurde von Artun et al. 1996 an 78 Kindern mittleren Alters von 11,2 Jahren 14 Jahre nach Behandlungsabschluss untersucht.

Die interkanine Zahnbogenbreite und die Stellungsunregelmäßigkeit der Schneidezähne vor Behandlungsbeginn sind signifikante Voraussagefaktoren für die Langzeitstabilität. Langzeitveränderungen sind höchst variabel und die Wahrscheinlichkeit, sie trotz erfolgreicher Bisslagenkorrektur zu erhalten, geringer als 50 %. Eine „semipermanente“ Retention für die Unterkieferfront nach Ausgliederung der Apparatur wäre zu unterstützen (Artun et al. 1996).

Es sollte mehr Aufmerksamkeit dem Wachstum im mittleren Kindesalter und dem entsprechenden Wachstum der Kiefer beigemessen werden. Voraussagemodelle schätzen die Wachstumskurve eines Individuums aus Reihenmessungen der Körpergröße (Buschang u. Demirjian 1993). Solche Modelle wären erfolgreicher, wenn kraniofaziale Parameter berücksichtigt würden (Ghafari 1998). Mehr Informationen über das Wachstum wären durch die Messung von Hormonen und Enzymen erhältlich (Ghafari 1995). Die Verwendung all dieser Daten sollte die Entwicklung eines individuellen Voraussagemodells ermöglichen, welches unter normalen Bedingungen getestet werden sollte (Ghafari 1998).

Skelettale Klasse III benötigt frühe Diagnose und Behandlung (Vego 1976). Es wäre nützlich, präzises Wissen über den optimalen Zeitpunkt zu besitzen, um bessere Ergebnisse bei einer kürzeren Behandlungsdauer zu erreichen, da der Erfolg der skelettalen Klasse III-Behandlung sehr vom Wachstumspotenzial abhängt (Takada et al. 1993).

Die Steilstellung der Schneidezähne in beiden Kiefern ist beim progenen Formenkreis bereits im Gebiss der ersten Dentition ein auffälliges Merkmal (Dausch-Neumann 1978).

Dietrich untersuchte 1970 Kinder mit negativem ANB-Winkel in 3 Phasen im Milch-, Wechsel- und bleibenden Gebiss auf mandibuläre Protrusion (23 %, 30 %, 34 %) und maxillärer anteroposteriorer Defizienz (26 %, 44 %, 37 %). Die

Ergebnisse zeigen, dass sich skelettale Klasse III-Diskrepanzen mit zunehmendem Alter verschlechtern (Dietrich 1970).

Guyer et al. verglichen 1986 144 Klasse III-Patienten mit 32 Klasse I-Patienten entsprechenden Alters und teilte sie in vier Alterskategorien ein: 5-7, 8-10, 11-13 und 13-15 Jahren. Zahlreiche typische skelettale und dentale Kennzeichen der Klasse III waren in allen vier Gruppen, auch in einem frühen Alter zu finden. Obwohl sich die Klasse III mit zunehmenden Alter verstärken kann, beginnt ihre Entwicklung gewöhnlich nicht zu einem späten Zeitpunkt im Leben (Guyer et al. 1986). Das Klasse III-Muster setzt früh im Leben ein (Guyer et al. 1986, Mitani 1981) mit ziemlich normalem Wachstum von da an bis zur Pubertät (MacDonald et al. 1999). Bei Beobachtungsbeginn im Milch- oder frühen Wechselgebiss verschlechtert sich die Klasse III um etwa 7,5 mm in sieben Jahren und bei Beobachtungsbeginn im späten Wechselgebiss um mehr als 5 mm in 4,5 Jahren (Franchi et al. 2004).

Mitani et al. betrachteten 1993 das Wachstum von 34 unbehandelten japanischen Kindern mit mandibulärer Prognathie während der drei Jahre nach dem pubertären Wachstumsgipfel. Die morphologischen Kennzeichen mandibulärer Prognathie änderten sich nicht fundamental nach dem pubertären Wachstumsgipfel, die gesamte Wachstumszunahme bei mandibulärer Prognathie war nach dem pubertären Wachstumsgipfel in etwa dieselbe wie bei normaler Mandibula (Mitani et al. 1993).

Eine Veränderung in sagittaler Richtung der vorderen Schädelbasis soll eine wichtige Rolle spielen bei der Klasse III (Delaire 1976, Enlow et al. 1969). Die Werte der Schädelbasis sollen ein individuelles Muster für den Gesichtsschädel formen (Martone et al. 1992). Maxilläre Retrusion und größere Länge des Unterkieferastes werden erst im Alter von 6 Jahren sichtbar, während SNB- und N-Go-Me-Winkel von 4 Jahren an größer sind (Martone et al. 1992).

Johnston schlug eine vereinfachte Methode vor, um Langzeitvoraussagen aufgrund durchschnittlicher Ausdehnung einiger weniger zephalometrischer Referenzgrößen zu treffen. Dieses System liefert bei zufällig ausgesuchten Patienten nicht mehr so gute Ergebnisse (Johnston 1975).

Schulhof und Bagha verglichen 1975 eine computergestützte Wachstumsvoraussage mit dem tatsächlichen Wachstum und drei anderen Methoden der Wachstumsvoraussage bei 50 unbehandelten Patienten zwischen 5 und 8,5 Jahren, von welchen etwa 10 Jahre zephalometrische Aufzeichnungen verfügbar waren. Das Computerprogramm (RMDS) stellte sich als am genauesten heraus, die Genauigkeit der Voraussage betrug zwischen 70 und 80 % (Schulhof u. Bagha 1975).

Schulhof et al. studierten 1977 14 Patienten mit skelettaler Klasse III, um besser vorhersagen zu können, bei welchen von ihnen ein größeres Wachstum des Unterkiefers als der Schädelbasis stattfinden würde. Die Bisslage, die Schädelabweichungen, die Lokalisation des Porion und die Position des Ramus mandibulae wurden vermessen und mit Standardnormwerten verglichen. Unter Zuhilfenahme des RMDS-Computerprogramms wurde wieder eine Genauigkeit zwischen 70 und 80 % erreicht (Schulhof et al. 1977).

Aki et al. schlugen 1994 aufgrund ihrer Studie an 115 Erwachsenen und einer Untergruppe von 62 Patienten in vier verschiedenen Altersgruppen vor, die Morphologie der Unterkiefersymphyse als Voraussage für die Richtung des Unterkieferwachstums zu nutzen. Ein Unterkiefer mit einer anterioren Wachstumsrichtung geht einher mit einer geringen Höhe, großer Tiefe, kleinem Verhältnis und einem großen Symphysenwinkel, bei einer posterioren Wachstumsrichtung mit einer großen Höhe, kleiner Tiefe, großem Verhältnis und einem kleinen Symphysenwinkel. Die Dimensionen der Symphyse verändern sich bis zum Erwachsenenalter, bei Männern in einem höheren Ausmaß und zu einem späteren Zeitpunkt als bei Frauen (Aki et al. 1994).

Die Größe und Richtung des Ober- und Unterkieferwachstums kann nach Musich aus Serienröntgenbildern ermittelt werden. Er schlug eine Analyse des Vektors des Wachstums und der Behandlungsantwort (GTRV) vor, um vor übermäßigem Unterkieferwachstum nach früher Behandlung gewarnt zu werden. Der GTRV berechnet sich aus dem Horizontalwachstum an Punkt A dividiert durch das Horizontalwachstum an Punkt B. Der Normwert bei 6-16-jährigen Patienten beträgt 0,77. Falls der Wert unter 0,6 fällt, könnte der Patient chirurgische Behandlung benötigen (Musich 2002).

Eine andere Studie fand heraus, dass die Position des Unterkiefers, die Länge des Ramus, die Länge des Körpers und der Gonionwinkel erfolgreiche Behandlungsergebnisse mit 95 % Sicherheit und nicht erfolgreiche Ergebnisse mit 70 % Sicherheit voraussagen können (Ghiz et al. 2001).

Die Vielfalt skelettaler Muster, die zu einer Klasse III führen, lassen die Mängel vieler Voraussagesysteme zutage treten, die auf durchschnittlichem Wachstumszuwachs und einer einzigen Formel beruhen (Williams u. Andersen 1986). Individuelle Reaktionen des Wachstums sind nicht vorauszusagen, es gibt eine gewaltige individuelle Variation des Wachstums. Es ist daher nicht verwunderlich, dass dieselbe kieferorthopädische Behandlung nicht dieselben Antworten bei allen Individuen bewirkt, da Individuen ohne Behandlung nicht gleich wachsen (Creekmore u. Radney 1983).

4.5. Psychologische Fragestellungen

Zwischen dem physischen Erscheinungsbild und sozialer Attraktivität gibt es einen engen Zusammenhang (Arndt et al. 1986, Shaw 1981b, Shaw et al. 1985). Personen mit symmetrischen und harmonischen Gesichtern erreichen bessere Arbeitstellen, mehr Beförderungen und scheinen auch glücklicher mit ihrem Aussehen zu sein (Cross u. Cross 1971). Die Wahrnehmung eines Lehrers bezüglich der Attraktivität eines Kindes kann die Erwartungen und Bewertungen beeinflussen (Kiyak u. Bell 1990). Das dentofaziale Aussehen spielt eine wichtige Rolle zur Bestimmung der Gesamtattraktivität von Individuen (Helm et al. 1985, Sergl u. Stodt 1970, Tulloch et al. 1993).

Die Motivation zur kieferorthopädischen Behandlung scheint stark mit der Abweichung des dentofazialen Äußeren einer Person von den soziokulturellen Normen zusammenzuhängen (Gochmann 1975, Jenny 1975, Sticker 1970). Die Ästhetik spielt eine bestimmende Rolle, wenn Laien ihre Meinung zu kieferorthopädischen Fragen formen (Pietilä 1994). Anomalien des Gesichtes scheinen aufgrund ihrer Sichtbarkeit einen größeren Einfluss auf das Selbstwertgefühl zu haben als viele andere Abweichungen (McGregor 1970). Erwachsene oder junge Erwachsene werden sich einer Malokklusion stärker bewusst, wenn sie sich im Frontzahnggebiet äußert (Espeland u. Stenvik 1991, Helm et al. 1985, Pietilä 1994). Der frühe Engstand in der Unterkieferfront bei der sich entwickelnden Klasse II,2 fällt den Eltern früh auf (Carapezza 2000a). Von Laien wurde folgende Bewertung bezüglich der Attraktivität abgegeben in absteigender Reihenfolge: Klasse I, offener Biss, Klasse II und Klasse III (Dongieux u. Sassouni 1980). Eine Studie über 1189 asiatische Teenager zeigt, dass das mandibulär prognathe Profil bei Teenagern am wenigsten beliebt sei (Lew et al. 1992).

Bersheid zeigt, dass Kinder einen feststellbaren Unterschied in ihrer Reaktion auf unattraktive Gesichter aufweisen. So zeigen 7-8 Jahre alte Kinder dieselbe Wahrnehmung und Reaktion auf unattraktive Gesichter wie 25-jährige

Erwachsene (Bersheid 1980). Im Alter von 8 Jahren sind die Attraktivitätskriterien der Kinder dieselben wie bei Erwachsenen (Carvior u. Lombardi 1973).

Kinder im Alter von 9-12 Jahren sind sich im allgemeinen ihrer Malokklusion bewusst, stimmen in 80 % mit der gestellten Diagnose überein. Sie sind darum besorgt, ihre Malokklusion zu verbessern und weniger belastet mit den Spannungen der Adoleszenz als ältere Kinder. Sie sind ideale Kandidaten für die Phase I-Behandlung (Tung 1998).

Nach der Größe, dem Gewicht und dem Haar sind die Zähne die vierthäufigste Ursache von Hänseleien (Shaw et al. 1980). Hänseleien und negative Stereotypen, die mit einer Okklusionsstörung einhergehen, führen zu einem niedrigen Selbstbewusstsein (Shaw et al. 1991). Psychologisch vorteilhaft ist die Frühbehandlung insbesondere für schüchterne Kinder, deren Selbstbild durch häufiges Hänselein gelitten hat und deren Verhalten von Introvertiertheit und Aggressivität geprägt sein kann (Jacobson 1979). Das stark sichtbare Kennzeichen der Klasse II kann zu psychosozialen Problemen führen wie Hänselein (Kilpelainen et al. 1993) und einer niedrigen Selbstauffassung (Helm et al. 1985). Vergrößerter Overjet, extremer Tiefbiss und Engstände provozieren Hänselei und Unzufriedenheit mit dem dentalen Aussehen (Helm et al. 1985), was den Wunsch nach kieferorthopädischer Behandlung bei Kindern und ihren Eltern erhöhen kann (Shaw 1981a). Es könnte ein Zusammenhang zwischen erhöhtem Overjet und niedriger Selbstauffassung bestehen (Dann et al. 1992), was aber nicht bewiesen wird (Dann et al. 1995). Erhöhter Overjet ist ein signifikanter Grund für den Wunsch nach Verbesserung des Aussehens (Kilpelainen et al. 1993).

Die Motivation für die Behandlung kann beim Jugendlichen höher sein wegen der Sorge um das eigene Aussehen, aber aufgehoben werden durch andere Interessen und Konflikte in der Eltern-Kind-Beziehung während der Adoleszenz (Erikson 1968).

Die Frühbehandlung wird in einem Alter durchgeführt, in welchem Laien nur wenige Zeichen einer Malokklusion erkennen, außerdem ist es für einen Laien unmöglich, die okklusale Entwicklung vorauszusagen (Pietilä 1994).

Das Bewusstsein für kieferorthopädische Probleme ist heute weiter verbreitet als früher, da die Anzahl junger Eltern, die selbst kieferorthopädisch behandelt wurden, zugenommen hat (White 1998). Die Motivation der Eltern, insbesondere der Mutter, hat sich als wichtigster Faktor für die Aufnahme einer kieferorthopädischen Behandlung erwiesen (Cohen 1970, Dorsey u. Korabik 1977).

Ein Zusammenhang zwischen Frontzahnstellung und Motivation zur Frühbehandlung wurde in einer Umfrage von 313 Eltern bei Kindern unter 16 Jahren untersucht. Sorge über das Aussehen der Zähne ihrer Kinder drückten 85 % der Eltern aus und 44 % berichteten, dass die Kinder damit gehänselt wurden. Die häufigsten Gründe für die Inanspruchnahme der Behandlung waren Aussehen der Zähne bei 85 %, der Rat des Zahnarztes bei 73 %, Aussehen des Gesichtes bei 46 % und Sprache bei 16 %.

Zuerst selbst Behandlungsbedarf erkannt zu haben, gaben 65 % der Eltern an und 59 % gaben den Zahnarzt an. Kinder mit erhöhtem Overjet über 7 mm wurden 5,5 mal häufiger gehänselt und Kinder mit unregelmäßiger Frontzahnstellung 2,4 mal häufiger als normale Kinder. Obwohl Hänseleien häufig auftreten, erkennen junge Kinder keinen kieferorthopädischen Behandlungsbedarf. Selbst eine teilweise Verbesserung der Malokklusion könnte empfindlichen Kindern einen signifikanten psychologischen Vorteil bieten (Kilpelainen et al. 1993).

Pietilä verglich 1994 in Finnland mittels einer Fragebogenstudie an 261 Kindern die Meinung der Eltern über das dentale Aussehen und die Funktion ihrer 7-8-jährigen Kinder mit der Abschätzung des Behandlungsbedarfs durch einen Kieferorthopäden.

Übereinstimmung zwischen den Eltern und dem Kieferorthopäden wurde in 60 % der Fälle festgestellt, 38 % der Eltern konnten keine Meinung zur dentalen Funktion ihrer Kinder ausdrücken; 86 % von denen, die das konnten, fanden die Funktion gut. 63 % der Eltern, die eine Meinung zum Alter bei

Behandlungsbeginn äußern konnten, meinten, dass 7-8 Jahre das beste Alter sei. Eine statistisch signifikante Korrelation ergab sich nicht zwischen der Besorgnis der Eltern über das Aussehen ihrer Kinder und ihrem eigenen dentalen Aussehen. Das Bewusstsein der Eltern für kieferorthopädische Fragen stimmt einigermaßen gut mit der Meinung des Kieferorthopäden überein. Sowohl die überbesorgten, als auch die zuwenig besorgten Eltern sollten vorsichtig durch einen Kieferorthopäden informiert werden. Die Studie zeigt außerdem, dass die Eltern der Frühbehandlung aufgeschlossen gegenüberstehen (Pietilä 1994).

Johnson et al. untersuchten 1998 anhand eines Fragebogens mit 28 Fragen die Einstellung der Kinder, bzw. ihrer Eltern zur Behandlung mit Headgear oder Bionator.

Es wurden 168 Kinder, die an einer prospektiven randomisierten Studie über Frühbehandlung der Klasse II teilgenommen hatten, und ihre Eltern dazu befragt. Die erhaltenen Antworten wurden zwischen Eltern und Kindern und zwischen den beiden Behandlungsmitteln verglichen. Übereinstimmung bei den 28 Fragen zeigte sich zwischen Eltern und Kindern in der Bionator-Gruppe zwischen 43 % und 100 %, in der Headgear-Gruppe zwischen 41 % bis 100 %, mit einer mittleren Übereinstimmung von 69 %.

Die Ergebnisse zeigen, dass die medizinische und dentale Gesundheit in der Bevölkerung hohe Priorität besitzt, aber auch das Aussehen von Bedeutung ist. Schmerzen, Sprach- und Kauprobleme senken die Compliance ab. Eltern berichten über mehr Probleme während des Tragens der Apparatur und auch über mehr Vorteile der Behandlung. Der Bionator verursacht mehr Sprachprobleme und führt zu einer Verminderung der Compliance, der Headgear verursacht mehr Schmerzen, was sich aber nicht auf die Compliance auswirkt. Um die Beziehung zwischen Patient und Kieferorthopäden zu verbessern, sollte der Patient über Behandlungsziele und -methoden aufgeklärt werden. Auch kurzfristige Belohnungen können die Compliance des Patienten erhöhen (Johnson et al. 1998).

Schwierigkeiten bei der Frühbehandlung wären die fehlende Geduld des Behandlers und fehlende Kooperation des sehr jungen Patienten (Jacobson 1979). Nach Weiss und Eiser 1977 sind die ersten Lebensjahre, die etwa um das 5. Lebensjahr in der ödipalen Phase kulminieren, aus psychologischer Sicht ungünstig, da innere Konflikte des Kindes so stark sein können, dass sie es an einer ausreichenden Kooperation hinderten (Weiss u. Eiser 1977).

Als demographische Faktoren, die mit einer besser Compliance einhergehen sollen, werden genannt: Weibliches Geschlecht (Clemmer u. Hayes 1979, Cucalon u. Smith 1990, Kreit 1968, Starnbach u. Kaplan 1975), hohe Leistung (El-Mangoury 1981, Woollass et al. 1988), hoher sozioökonomischer Status (Cucalon u. Smith 1990), ländliche Gegend (Starnbach u. Kaplan 1975) und jüngeres Alter (Allan u. Hodgson 1968).

Jüngere Kinder arbeiten besser mit als Teenager (King et al. 1990). Mit maximaler Compliance ist ein Jahr vor Schulbeginn, wenn sich das Kind noch in gewohnter sozialer Umgebung befindet, zu rechnen (Hegmann u. Rüter 2003).

Die Selbstauffassung von 208 Kindern zwischen 7 und 15 Jahren mit vergrößertem Ovejet wurde mittels der Piers-Harris-Selbstauffassungsskala (Piers 1984) gemessen. Über die Frühbehandlung wurden 87 dieser Kindern 15 Monate später erneut befragt.

Es fand weder eine Veränderung des durchschnittlichen Wertes während der Dauer der Frühbehandlung statt, noch war ein Zusammenhang zwischen der Reduzierung der Klasse II-Merkmale und der verbesserten Selbstauffassung feststellbar. Die Selbstauffassung verbesserte sich nicht während der kurzen Phase der Frühbehandlung. Die Bedeutung der Selbstauffassung als Grund für eine Frühbehandlung kann übertrieben gewesen sein (Dann et al. 1995). Es wurden keine Unterschiede gefunden in der Selbstauffassung zwischen den Kindern, die auf die Behandlung warteten, denen mit abgeschlossener Behandlung und denen in der aktiven Behandlung (DiBiase u. Sandler 2001, Tung 1998). Das wurde auch für Chirurgiepatienten (Kiyak u. Bell 1990) festgestellt und für nicht-chirurgische orthodontische Patienten (Albino et al. 1994, Dann et al. 1995). Den Studien von Dann et al. 1995 und Keeling et al.

1995b gelingt es nicht zu zeigen, dass die Verbesserung des Selbstbewusstseins durch die Verringerung des Overjet ein zwingendes Argument für die Frühbehandlung sei (Bowman 1998).

Dem entgegen steht die Meinung von O'Brien et al. 2003, der den psychosozialen Nutzen früher Behandlung mit dem Twin-Block anhand des Patientenkollektivs von O'Brien et al. 2003 untersuchte.

Die Frühbehandlung führte zu einem Zuwachs des Selbstbewusstseins und einer signifikanten Reduzierung negativer sozialer Erfahrungen. Die behandelte Gruppe zeigte signifikant bessere Werte für das Selbstbewusstsein insgesamt und für die Unterkategorien Aussehen, Ängstlichkeit, Glück und Zufriedenheit. Weitere Studien sind nötig, um festzustellen in welchem Ausmaß diese Wirkung sich auf das Verhalten und die Erfahrung auswirken (O'Brien et al. 2003b).

Ein Hauptziel kieferorthopädischer Behandlung ist die Korrektur oder Verbesserung der Ästhetik der Bezahnung und somit die Verbesserung psychosozialer Aufgaben und Erfahrungen der Patienten (O'Brien et al. 2003b). Das Ausmaß der Malokklusion beeinflusst die Entscheidung zur Behandlung nicht so sehr wie die wahrgenommene ästhetische Beeinträchtigung (Dann et al. 1995). Patienten, die eine kieferorthopädische Behandlung wünschen, tendieren dazu, ein höheres Selbstbewusstsein zu haben (Kiyak u. Bell 1990, O'Brien et al. 2003b, Tung u. Kiyak 1998).

Wo die Behandlung für Kinder kostenlos durchgeführt wird wie z.B. in Finnland, hat der soziale Status keinen Einfluss auf den Prozentsatz der Kinder, die eine Behandlung benötigen oder einer Behandlung zugeführt werden (Milen et al. 1986). Wo es ein anderes Vergütungssystem gibt, wie z.B. in Norwegen, lässt sich bei höheren sozialen Schichten ein höherer Bedarf und eine höhere Nachfrage nach kieferorthopädischer Behandlung feststellen (Sivertsen 1981). Mittels Fragebogen wurden 75 Kinder mittleren Alters von 10,9 Jahren und ihre Eltern aus mittleren bis oberen Einkommensklassen von Tung 1998 befragt, um psychologische Einflüsse auf den Zeitpunkt der Behandlung festzustellen.

Das Durchschnittsalter der Kinder zu Behandlungsbeginn der Phase I war 9,1 Jahre. Die meisten waren noch in der Phase I der Behandlung (45 %) oder hatten sie bereits abgeschlossen (22 %). Weitere 30,3 % sollten innerhalb eines Jahres die Phase I beginnen.

Als häufigste Behandlungsgründe aus Sicht der Eltern und ihrer Kinder wurden Engstände (56 %) und Overbite (17,3 %) genannt. Von den Eltern gaben 65,2 % an, kieferorthopädisch behandelt worden zu sein im durchschnittlichen Alter von 12,6 Jahren. Den Aussagen der Eltern gemäß hatten 42,3 % der Kinder keine Probleme, 38,5 % berichteten über Schmerzen oder Unbehagen.

Sowohl die Kinder als auch ihre Eltern versprachen sich von der Behandlung die meiste Verbesserung im Aussehen und in der Funktion. Signifikant höhere Erwartungen an die Behandlung hatten die Eltern bezüglich des Aussehens, der Funktion und des sozialen Lebens im Vergleich mit ihren Kindern. Weiße Kinder bewerteten Engstände, Overbite und Diastema signifikant negativer als ethnische Minoritäten.

Die Ergebnisse zeigen, dass jüngere Kinder geeignete Kandidaten für Frühbehandlung sind, dass sie ein hohes Selbstwertgefühl haben und sich Verbesserungen von der kieferorthopädischen Behandlung versprechen (Tung 1998).

Die Frühbehandlung bietet Arzt und Patient viele Vorteile und sollte zum Rüstzeug jedes Kieferorthopäden gehören. Die Notwendigkeit, genaue Behandlungsziele in einem bestimmten Zeitrahmen zu definieren, zwingt zu einem sorgfältigen und rationalen Umgang mit der Familie des Patienten bezüglich der therapeutischen Erwartungen (White 1998). Kieferorthopädische Behandlung aus überwiegend ästhetischen Gründen sollte im bleibenden Gebiss erfolgen, da die früher getroffenen Voraussagen über die Entwicklung der Ästhetik nur eine schwache Assoziation zur aktuellen Bewertung durch den Kieferorthopäden aufweisen (Mohlin et al. 2002).

4.6. Funktionsstörungen

Einige Autoren meinen, dass orthodontische Behandlung Kiefergelenkdysfunktionen verursache (Berry 1978, Franks 1967, Ricketts 1966, Roth 1973). Andere meinen, dass kieferorthopädische Behandlung der Entwicklung von Dysfunktionen vorbeuge (Janson u. Hasund 1981, Larsson u. Ronnerman 1981, Wigdorowicz-Makowerowa et al. 1979). Weitere Autoren meinen, dass die Prävalenz mandibulärer Dysfunktion bei kieferorthopädisch behandelten Patienten ähnlich wie bei unbehandelten sei (Egermark-Eriksson et al. 1990, Sadowsky u. Polson 1984).

Abgesehen von wenigen okklusalen Störungen bei Erwachsenen, wie skelettal offenem Biss, Overjet über 6 mm, Bewegungsmöglichkeiten zwischen Zentrik und retraler Kontaktposition größer als 4 mm, einseitigem lingualem Kreuzbiss und 5 oder mehr fehlenden Seitenzähnen, ist nur eine geringe Korrelation zwischen okklusalen Faktoren und Kiefergelenkfehlfunktionen nachweisbar (Pullinger et al. 1993).

Die Prävalenz von Dysfunktionen steigt mit dem Alter an, von etwa 51 % der 10-13-Jährigen zu 67,8 % bei den 16-18-Jährigen. Die häufigsten Symptome sind Gelenkgeräusche bei 35,8 %, gefolgt von palpationsempfindlichen Kiefergelenken bei 30,4 % und palpationsempfindlichen Kaumuskeln bei 20 %. Die Wahrscheinlichkeit palpationsempfindlicher Muskeln nimmt in Gegenwart von Malokklusion und/oder palpationsempfindlicher Kiefergelenke zu. Alter, okklusale Abnutzung, Limitierung der Kiefer und Palpationsempfindlichkeit der Kiefergelenke verstärken die Wahrscheinlichkeit von Gelenkgeräuschen (Gazit et al. 1984).

Motegi et al. stellten 1992 in einer Studie an 7337 6-18-jährigen japanischen Kindern und Jugendlichen die Prävalenz von Kiefergelenkfunktionsstörungen fest und ihre Beziehung zu Malokklusionen. Die Prävalenz betrug 12,2 % und nahm mit zunehmendem Alter zu. Gelenkgeräusche waren mit 89,3 % das häufigste Symptom, gefolgt von der Kombination aus Geräuschen und Schmerz mit 7,6 %, Schmerz allein mit 2,2 %, alle anderen Symptome lagen unter 1 %.

Die Häufigkeitsverteilung der Okklusion der Kinder mit Kiefergelenkfunktionsstörungen zeigt 24,9 % Engstand, 20,1 % exzessiver Overjet, 6,8 % Tiefbiss, 6,3 % Kantenbiss, 5,6 % frontaler Kreuzbiss, 5,4 % offener Biss und 3,8 % Kreuzbiss im Seitenzahnbereich. Normalokklusion wird bei 27,1 % beobachtet (Motegi et al. 1992).

Keine Korrelation besteht zwischen Funktionsstörungen und Kreuzbiss bei Mohlin und Kopp 1978 (Mohlin u. Kopp 1978), ebenso ist kein Zusammenhang zwischen kieferorthopädischer Behandlung und Kiefergelenkfehlfunktionen festgestellt worden (Henriksson 1999, Henriksson et al. 1999, McNamara et al. 1995). Bei anderen Autoren zeigt einseitiger Kreuzbiss im Seitenzahnbereich statistische Zusammenhänge mit Kiefergelenksdysfunktionen (Pullinger et al. 1993, Sonnesen et al. 1998).

Lindqvist stellte in einer Studie an 196 Kindern im Alter zwischen 10 und 13 Jahren keine statistisch signifikanten Unterschiede bei irgendeiner Art der Malokklusion zwischen Kindern mit und ohne Abrasionsfacetten fest (Lindqvist 1971). Wigdorowicz-Makowerowa et al. fanden in ihrer Studie an 2100 Schulkindern zwischen 10 und 15 Jahren statistisch signifikante Unterschiede in der Prävalenz des Bruxismus bei den Kindern mit und ohne Malokklusion (Wigdorowicz-Makowerowa et al. 1979). Egermark-Eriksson untersuchte die Beziehungen zwischen Bruxismus und Malokklusion an 402 Kindern in den drei Altersstufen 7, 11 und 15 Jahren und fand signifikante Korrelation nur zwischen Abrasion und Tiefbiss (Egermark-Eriksson 1981). An einer Longitudinalstudie nahmen 238 der 402 Kinder teil und wurden nach 4-5 Jahren noch einmal untersucht, wobei die Ergebnisse keine statistisch signifikante Korrelation zwischen irgendeiner Form der Malokklusion und des Bruxismus zeigten (Egermark-Eriksson et al. 1990).

Nilner stellte in einer Studie über 440 Kinder im Alter von 7-14 Jahren statistisch signifikante Korrelationen zwischen der Klasse II- und Klasse III-Verzahnung und schweren Abrasionen fest (Nilner 1983a). Bei 309 Jugendlichen zwischen 15 und 18 Jahren wurde eine signifikante Korrelation zwischen Tiefbiss und frontaler Abrasion festgestellt (Nilner 1983b). Brandt untersuchte 1342 Kinder

und Jugendliche zwischen 6 und 17 Jahren und fand statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen regelrechter Verzahnung, Overjet, Overbite und Abrasionen (Brandt 1985).

Mit derselben Methodologie an 151 Kindern zwischen 6 und 18 Jahren fanden Gunn et al. 1988 keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen irgendeiner Art von morphologischer Malokklusion und Abrasionen (Gunn et al. 1988).

Eine Übersicht über den Zusammenhang zwischen Malokklusion und Bruxismus bei Kindern und Jugendlichen stellte Vanderas auf (Vanderas u. Manetas 1995). Statistisch signifikante Korrelationen wurden in verschiedenen Altersstufen gefunden und die Art der Malokklusion, die mit Bruxismus einherging, war nicht immer dieselbe. Die Frühbehandlung der Okklusion, um Bruxismus zu verhindern, wird nicht wissenschaftlich untermauert, da die statistisch signifikanten Korrelationen der betrachteten Studien nicht beständig und ohne biologische Bedeutung sind. Okklusale Störungen scheinen nicht ein ätiologischer Faktor des Bruxismus bei Kindern und Jugendlichen zu sein. Morphologische Malokklusion erhöht nicht die Wahrscheinlichkeit von Bruxismus (Vanderas u. Manetas 1995).

Keller behandelte mit funktionellen Geräten 44 ehemals konventionell behandelte orthodontische Patienten, die an ernstesten Schmerzen im Kopf- und Halsbereich litten und Funktionsstörungen der Kiefergelenke aufwiesen, wegen nach hinten oder nach oben verlagerten Kondylen. Alle diese Patienten blieben symptomfrei über einen Zeitraum zwischen 3 und 14 Jahren (Keller 1993a, Keller 1993b).

Bei der Behandlung mit dem Fränkel-Aktivator bei 56 Kindern über 18 Monate zeigte sich nur bei 3,57 % der Kiefergelenke eine Verlagerung des Diskus gegenüber 7,1 % in der unbehandelten Kontrollgruppe. Die mandibuläre Vorverlagerung hat keinen ungünstigen Einfluss auf das Kiefergelenk. Am Ende der Behandlung war die Diskusmorphologie der Kontrollgruppe unverändert, während sie sich in der behandelten Gruppe signifikant verbessert hatte. Die Behandlung könnte Funktionsstörungen vorbeugen (Franco et al. 2002).

Die Auswirkungen der Frühbehandlung mit Bionator und Headgear auf die Kiefergelenke wurden von Keeling et al. 1995 in einer randomisierten prospektiven Studie untersucht. Es wurden 191 Kinder mittleren Alters von 9,8 Jahren auf drei Gruppen verteilt, die bezüglich der Kiefergelenkssymptomatik keine Unterschiede zueinander aufwiesen: Headgear 71 Kinder, Bionator 60 Kinder, Kontrolle 60 Kinder. Drei Symptome wurden entweder als vorhanden oder fehlend dokumentiert: Kiefergelenkgeräusche, Kiefergelenkschmerzen auf Palpation und Kaumuskelschmerzen auf Palpation. Die Untersuchungen fanden vor der Behandlung statt und nach Erreichen der Klasse I-Verzahnung oder spätestens nach Ablauf von 2 Jahren. In der Eingangsuntersuchung waren Geräusche bei 11,5 %, Gelenkschmerzen bei 37,7 % und Muskelschmerzen bei 36,1 % des Patientenkollektivs festzustellen.

Patienten, die am Ende der Behandlung Symptome aufwiesen, waren diejenigen, die sie schon vor der Behandlung hatten. Die Frühbehandlung mit Headgear oder Bionator setzt gesunde symptomlose Kinder nicht dem Risiko aus, Symptome zu entwickeln. Für die Entwicklung von Gelenkgeräuschen setzt das zunehmende Alter und für die Entwicklung von Muskelschmerz das Misslingen des Erreichens der Klasse I-Verzahnung symptomlose Kinder einem höheren Risiko aus. Kinder mit Kiefergelenkschmerzen zu Beginn der Untersuchung zeigten eine siebenmal höhere Wahrscheinlichkeit für Schmerzen am Ende der Behandlung, wenn sie mit Headgear behandelt oder nur beobachtet wurden als diejenigen, die mit einem Bionator behandelt wurden. Die Kinder mit einer Prämolarenbreite oder mehr beidseitiger Distalbisslage hatten 2,3 mal mehr Gelenkschmerzen nach der Behandlung als die weniger schweren Fälle.

Es besteht kein Risiko für die Ausbildung von Kiefergelenkgeräuschen, Kiefergelenkschmerzen und Muskelschmerzen durch die Frühbehandlung der Klasse II mit Headgear oder Bionator. Es kann sogar sein, dass Klasse II-Kinder mit Kiefergelenkschmerzen durch die Bionator-Therapie profitieren könnten (Keeling et al. 1995a).

Die Behandlung mit einer Kinnkappe mit 500 g Kraftzug und mindestens 14 Stunden Tragezeit am Tag hat keine kausale Beziehung zu

Kiefergelenkfunktionsstörungen über einen Beobachtungszeitraum von 10, bzw. 15 und 20 Jahren (Dibbets u. van der Weele 1991, Dibbets u. van der Weele 1992). Keine der Klasse III-Patientinnen von Takada wies Symptome oder Anzeichen einer Kiefergelenkfunktionsstörung nach der Behandlung auf (Takada et al. 1993).

Zu Kiefergelenkfunktionsstörungen wurden 44 Kinder, die im Alter von 4 Jahren wegen Kreuzbiss im Seitenzahnbereich durch Einschleifen oder Oberkieferdehnung behandelt worden waren, 16-19 Jahre später befragt. Von ihnen hatten 22 eine Frühbehandlung erfahren und wurden mit den 22 spät behandelten verglichen.

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen der frühen und der späten Gruppe festgestellt bezüglich der Symptome von Kiefergelenkfunktionsstörungen. Die Frühbehandlung, selbst wenn sie erfolglos sein sollte und eine weitere spätere Behandlung erforderlich wird, erhöht nicht das Risiko subjektiver Beschwerden oder des Auftretens klinischer Symptome von Kiefergelenkfehlfunktionen (Tullberg et al. 2001).

Beide Gruppen der Studie von Tullberg et al. 2001 scheinen im Vergleich mit unbehandelten Populationen Nordschwedens mehr Symptome von Kiefergelenkfehlfunktionen aufzuweisen (Wänman 1986a, Wänman 1986b, Wänman 1986c), aber nicht im Vergleich mit kieferorthopädisch behandelten Patienten (Lagerström et al. 1998).

Viele Kinder mit Funktionsstörungen weisen eine Malokklusion auf (Motegi et al. 1992). Nach Schätzungen haben 60 % der kieferorthopädischen Patienten Anzeichen oder Symptome von Kiefergelenkstörungen wegen der Behandlung. Funktionelle Kieferorthopädie wird in der Regel das Kiefergelenk positiv beeinflussen (Rondeau 1994). Die Okklusion in der zentrischen Kieferposition sollte vor der Behandlung analysiert werden, um Disharmonien zwischen Okklusion und Kieferposition aufzudecken (He u. Fu 2001).

McNamara et al. 1995 kamen in einer Literaturstudie zu folgenden Schlussfolgerungen: Symptome von Funktionsstörungen ereignen sich bei gesunden Individuen. Sie nehmen im Alter, vor allem in der Adoleszenz, zu. Die

kieferorthopädische Behandlung im jugendlichen Alter verändert in der Regel nicht die Wahrscheinlichkeit für Funktionsstörungen im späteren Leben. Die Extraktionsbehandlung vergrößert die Risiken nicht. Es gibt keine Unterschiede bezüglich des Risikos zwischen unterschiedlichen kieferorthopädischen Behandlungsmethoden. Das Nichterreichen eines gnathologischen Okklusionsschemas erhöht nicht das Risiko. Keine Methode der Prävention wurde bislang gezeigt. Einfache Behandlungen können schwere Störungen und Symptome bei den meisten Patienten mildern (McNamara et al. 1995). Die Frühbehandlung könnte wichtig für die Prävention schwerer Funktionsstörungen sein. Weitere Studien wären nötig, um die weiteren Ursachen für Funktionsstörungen herauszufinden (Motegi et al. 1992).

5. Zusammenfassung

Einige Formen frontaler Engstände neuromuskulären oder umweltbedingten Ursprunges sind ohne Behandlung reversibel nach Beseitigung der Ursache. Die Behandlung frontaler Engstände und Einengung der Stützzone mit Lingualbogenapparatur und Pendel ist im frühen Wechselgebiss erfolgreich. Um langfristig den Erfolg zu sichern, empfiehlt sich eine semipermanente, wenn nicht sogar eine permanente Retention. Engstände der Stützzone können auch im späten Wechselgebiss durch Erhalt der Zahnbogenlänge durch Lingualbogen bei fast 90 % der Patienten behandelt werden. Die Handhabung des Leeway-Space ist als Frühbehandlung effizienter als die aktive Expansion.

Sowohl Headgear als auch funktionelle Apparaturen reduzieren in ähnlichem Ausmaß den skelettalen Schweregrad der Klasse II bei unterschiedlichem Wirkungsmechanismus. Langfristig spricht die Remodellierung des Oberkiefers eher auf die Behandlung an als das mandibuläre Kondylarwachstum.

Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem chronologischen Alter, dem Geschlecht, der Rasse, oder dem Wachstumsmuster und dem Ergebnis der Frühbehandlung. Ob ein Zusammenhang zwischen dem initialen Schweregrad der Dysgnathie oder der Compliance und dem Ergebnis der Frühbehandlung besteht, wird kontrovers dargestellt. Einzig das skelettale Alter korreliert übereinstimmend mit dem Ergebnis der Frühbehandlung. Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Reduzierung des PAR-Indexes und den verschiedenen Therapieansätzen.

Im sehr frühen Wechselgebiss kann eine kurze interzeptive Behandlung von 5 Monaten mittels Headgear-Herbst-Kombination indiziert sein, dentoalveoläre Einstellungen werden im bleibenden Gebiss durchgeführt. Eine verlängerte Retentionsphase mittels Aktivator über mehrere Jahre minimalisiert nach Herbst-Behandlung das Rezidiv.

Langfristig rezidivieren der Overjet und die Bisslage bei gut einem Drittel der frühen, jedoch bei höchstens einem Zwölftel der späten Fälle bei Herbst-Behandlung. Die Hauptursache des Rezidivs leitet sich aus der im

Wechselgebiss instabilen Okklusion sowie aus dem Fortbestehen von Lippen-
Zungendysfunktionen ab.

Eine günstige Behandlungsantwort zeigen 76-100 % der mit Headgear und 83-
93 % der mit Bionator behandelten Kinder nach 15-24 Monaten
Behandlungszeit gegenüber 14-31 % der unbehandelten Kinder bei einer
großen individuellen Variabilität.

Der Headgear bewirkt eine Distalisierung des Oberkiefers und der
Oberkiefermolaren, die funktionelle Behandlung eine Vorwärtspositionierung
des Unterkiefers, wobei der Bionator eine größere Längenzunahme des
Unterkiefers und der Funktionsregler eine Einschränkung des
Oberkieferwachstums zusätzlich bewirken. Durch den unterschiedlichen
Abschirmeffekt der Apparaturen auf die Weichteile ist bei der
Headgearbehandlung der interkanine Abstand höher und beim Funktionsregler
der intermolare. Die dentale und skelettale Wirkung des Headgear ist deutlich
höher als die des Funktionsreglers.

Die Verwendung eines unteren Utility-Bogen in Kombination mit dem Headgear
bietet keine nennenswerten Vorteile.

Die Effekte verschiedener funktioneller Geräte unterschiedlicher Behandler
führen zu ähnlichen Ergebnissen. Die höchste therapeutische Effizienz
funktioneller Behandlung wird während des pubertalen Wachstumsschubes
erreicht. Erhebliche individuelle Schwankungen der Patienten sind von großer
klinischer Relevanz.

Der Fränkel-Funktionsregler ermöglicht durch die Dehnung des Zahnbogens in
transversaler Richtung eine begrenzte Zunahme der Zahnbogenlänge. Die
Hauptwirkung des Fränkel-Funktionsreglers erfolgt dentoalveolär mit einer
geringen Zunahme der Unterkieferlänge, aber bewirkt keine Veränderungen
des Oberkieferwachstums.

Die Frühbehandlung mittels Twin-Block-Apparatur ist effektiv, wobei die
skelettalen Veränderungen nicht als klinisch bedeutsam angesehen werden
können. Der optimale Zeitpunkt für die funktionelle Behandlung mittels Twin-
Block ist während oder kurz nach dem Einsetzen des pubertalen
Wachstumsschubes. Skelettal durch den Unterkiefer werden 50 % der

Bisslagenkorrektur erbracht, die anderen 50 % durch dentoalveoläre Veränderungen beider Kiefer.

Die von festsitzenden Apparaturen gefolgte Bionator-Therapie ist effektiver und stabiler, wenn sie während des pubertalen Wachstumsschubes durchgeführt wird. Bei ähnlichem Ergebnis erweist sich die einphasige Edgewise-Behandlung als effizienter wegen der um 40 % kürzeren Behandlungszeit gegenüber der zweiphasigen Behandlung in Kombination mit Bionator.

Ein Behandlungsbeginn im späten Wechselgebiss mit Doppelvorschubplatten führt zu vergleichbaren Behandlungsergebnissen wie im frühen Wechselgebiss und bringt weder bei der Änderung der dentoalveolären noch der skelettalen Parameter Nachteile mit sich. Die durch die Doppelvorschubplatte übertragene Kraft löst eine reine Wachstumshemmung des Oberkiefers aus anstelle einer Stimulation des Unterkieferlängenwachstums und bedarf einer strengen Indikation.

Die skelettalen Veränderungen sind nach Behandlungsende stabiler, während dentale eher rezidivieren. Die Retention erbringt keinen deutlichen Erfolgswachstum und wird nur zur Verhinderung des dentalen und nicht zur Verhinderung des skelettalen Rezidivs benötigt.

Bei stabiler Klasse I-Interkuspitation übertragen die Oberkieferzähne maxilläre Wachstumskräfte auf den Unterkiefer und umgekehrt. Eine stabile funktionelle Okklusion nach einer kieferorthopädischen Behandlung kann eine größere Bedeutung für das Endergebnis haben als der posttherapeutische Wachstumsverlauf.

Ob die Behandlung ein- oder zweiphasig durchgeführt wird, hat keinen großen Einfluss auf die Zunahme von Traumata während der Frühbehandlung, wohl aber auf die Zunahme von Traumata während der Gesamtbehandlungszeit. Die Wahrscheinlichkeit eines Trauma während beider Behandlungsphasen beträgt für frühbehandelte Kinder etwa 17 % und für einphasig behandelte Kinder 40 %. Eine Behandlung zur Reduktion des Frontzahntraumas sollte sehr bald nach dem Durchtritt der Oberkieferschneidezähne beginnen.

Die Behandlung im späten Wechselgebiss ist genauso effektiv wie im frühen Wechselgebiss. Die optimale Behandlungszeit liegt im späten Wechselgebiss,

jedoch kann im Einzelfall früheres Eingreifen nötig sein. Bei schwerer Distalbisslage kann eine komplette dentoalveoläre Korrektur bei der Behandlung im späten Wechselgebiss nicht garantiert werden.

Die Behandlungszeit mit festsitzenden Geräten ist etwas kürzer für die frühbehandelten Kinder bei einer deutlich längeren Gesamtbehandlungszeit. Die Behandlungsergebnisse sind ähnlich, es gibt keine unterschiedlichen dentoalveolären Ergebnisse zwischen zwei- und einphasiger Behandlung.

Langfristig wird die skelettale Wirkung der Frühbehandlung nicht erhalten. Während der Phase 2 geht der aus Phase 1 erzielte Vorsprung verloren. Am Ende der festsitzenden Behandlung gibt es zwischen zwei- und einphasigen Therapieansätzen kaum Unterschiede bezüglich sagittaler und vertikaler, skelettaler und dentaler Parameter.

Die im Wechselgebiss begonnene zweiphasige Behandlung ist klinisch nicht effizienter als die einphasige Behandlung im frühen bleibenden Gebiss, da sie keine deutliche Reduzierung der zweiten, festsitzenden Phase erzielt und auch nicht den Anteil komplexerer Behandlung wie Extraktionen oder Kieferchirurgie vermindert. Bei Bewertung durch den PAR-Index ist die Behandlung der Klasse II,1 was sowohl die Dauer als auch das Ergebnis anbelangt, effizienter im bleibenden Gebiss als im frühen Wechselgebiss.

Klinisch signifikante Langzeitergebnisse beschränken sich auf psychologische Vorteile und Schutz vor Frontzahntrauma.

Engere Indikationen wären zur gezielten Auswahl von Patienten hilfreich, die besonders gut auf die Frühbehandlung ansprechen.

Der Erfolg der Frühbehandlung mit der Kinnkappe im Milchgebiss ist vom Alter und dem Schweregrad der Dysgnathie zu Behandlungsbeginn abhängig. Die Kinder können in der Altersstufe der 3-5 Jährigen besser skelettal beeinflusst werden bei ebenso stattfindender dentaler Kompensation.

Die Frühbehandlung mit der Gesichtsmaske ist im Milchgebiss im Alter von 5 Jahren am effektivsten, wobei sie auch bei älteren Kindern im Wechselgebiss gute orthopädische Resultate liefert. Es empfiehlt sich ein frühestmöglicher Behandlungsbeginn direkt nach der Diagnosestellung, da jüngere Patienten

bessere und schnellere Ergebnisse in kürzerer Zeit zeigen. Das Verhältnis von orthopädischen zu orthodontischen Wirkungen beträgt 2 zu 1 bei den jüngeren und 3 zu 2 bei den älteren Kindern. Das genetische Wachstumsmuster bleibt sowohl nach Spontankorrektur des frontalen Kreuzbisses als auch bei kieferorthopädischer Behandlung vorherrschend.

Bei funktioneller Frühbehandlung im Milchgebiss geht ein rasch korrigierter frontaler Kreuzbiss mit einem günstigeren maxillären Wachstumsmuster wie bei einer Klasse I einher. Die funktionelle Frühbehandlung bewirkt ein signifikant höheres Wachstum des Oberkiefers. Sie hat im Milchgebiss einen kontinuierlicheren Behandlungsverlauf und eine kürzere Behandlungszeit. Der optimale Zeitpunkt zur funktionellen Verbesserung skelettaler Klasse III scheint im Milchgebiss zu liegen.

Finanziell gering aufwändig und wissenschaftlich nachgewiesen effiziente Maßnahmen zur frühen Korrektur der Klasse III wie Einschleifen von Milchzähnen, sowie das Abgewöhnen von orofazialen Dysfunktionen sollten vermehrt durchgeführt werden. Der hohe Anteil von 75 % Spontanheilung bei sehr leichter bis leichter Ausprägung skelettaler Klasse III im Milchgebiss lässt einen Aufschub des Behandlungsbeginns bis zum frühen Wechselgebiss geraten erscheinen.

Im frühen Wechselgebiss ist die Therapie mit der Kinnkappe innerhalb enger Grenzen ein brauchbarer Behandlungsansatz für den vorjugendlichen und jugendlichen Patienten mit mandibulärer Prognathie. Die orthopädischen Kräfte verändern nicht den Grundzeitplan des Unterkieferwachstums. Das vertikale Abwärtswachstum des Mittelgesichts wird gehemmt, aber nicht das sagittale Wachstum. Bei baldiger Anwendung der Kinnkappe nach Durchtritt der bleibenden Schneidezähne wird eine rasche Verbesserung der Klasse III Frontzahnbeziehung bewirkt. Im frühen Wechselgebiss behandelte Patienten zeigen eine Art Nachholwachstum des Unterkiefers vor Abschluss des Wachstums. Die skelettalen Veränderungen bleiben nach Abschluss des Wachstums häufig nicht erhalten, bei der Kombination von Kinnkappe mit Gesichtsmaske nur in verminderter Form. Zur Verhinderung eines Rezidivs sollte die Behandlung bis zum Abschluss des Wachstums andauern.

Die Verbesserung der Klasse III durch die Behandlung im frühen Wechselgebiss mittels Gesichtsmaske in Kombination mit Oberkieferdehnung erfolgt durch eine Kombination skelettaler und dentaler Veränderungen in sagittaler und vertikaler Richtung innerhalb einer kurzen Zeit von weniger als einem Jahr, wobei der Hauptanteil der Korrektur skelettaler Natur ist. Die Bestimmung der skelettalen Reife und des pubertären Wachstumsgipfels des einzelnen Patienten ist für die Festlegung des optimalen Zeitpunktes zur effektiven Behandlung von Bedeutung. Die Behandlung ist im frühen Wechselgebiss wirksamer als im späten, jedoch profitieren die Patienten in einem geringeren Ausmaß auch bei späterer Behandlung. Die Frühbehandlung bewirkt eine Verbesserung des Gesichtsprofils. Der skelettalen Bewegung der Kiefer folgt das Weichteilprofil zwischen 50 und 80 %.

Die Frühbehandlung ergibt direkt nach Behandlungsabschluss einen positiven Overjet der langfristig nur in zwei Drittel der Fälle erhalten bleibt. Ein Drittel der Patienten könnten später wegen eines ungünstigen Wachstumsmusters für einen kieferchirurgischen Eingriff in Frage kommen. Aggressive Überkorrektur der skelettalen Klasse III sogar in Richtung einer Klasse II scheint angeraten, um langfristig das Behandlungsergebnis zu sichern.

Im frühen Wechselgebiss wird bei der Pseudo-Klasse III der frontale Kreuzbiss und die mandibuläre Verlagerung mit einer 2X4 Apparatur in kurzer Zeit beseitigt. Rasche Oberkieferdehnung vor dem pubertalem Wachstumsgipfel bewirkt langfristig ausgeprägtere transversale skelettale Veränderungen. Langfristig bleiben bei der Frühbehandlung von Pseudo-Klasse III-Patienten im frühen Wechselgebiss die Behandlungsergebnisse erhalten, wobei eine Minderheit der Patienten eine weitere Behandlung mit festsitzenden Apparaturen benötigt. Die Behandlung der Pseudo-Klasse III im Wechselgebiss erfüllt die erwarteten Ziele durch die Eliminierung weiteren Behandlungsbedarfs oder durch die Vereinfachung der zweiten Phase der Behandlung.

Im Milchgebiss wird der einseitige Kreuzbiss im Seitenzahnbereich in 2-5 Sitzungen durch Einschleiftherapie in 28-79 % der Fälle korrigiert und sollte vor dem Alter von 5 Jahren durchgeführt werden. Nach 5 Jahren weisen davon nur

noch etwa die Hälfte eine normale transversale Okklusion auf. Bei der Kombination der Einschleiftherapie mit Aufbau von Kompositführungsflächen an Milcheckzähnen oder -molaren und Mundschlussübungen werden Erfolgsraten von annähernd 100 % erreicht bei nur halb so hohen Kosten wie bei apparativer Therapie. Aus Kosten-Nutzen-Überlegungen stellt Einschleifen im Milchgebiss die Therapiemethode der Wahl dar, ist aber als alleinige Therapiemaßnahme bei prognen Anomalien nicht ausreichend. Ist die Zahnbogenbreite des Oberkiefers im Eckzahnbereich um mindestens 3,3 mm größer als im Unterkiefer, ist Einschleifen die Therapie der Wahl, in den anderen Fällen ist die transversale Dehnung indiziert. Spontankorrekturen ereignen sich bei 17-50 % der unbehandelten Kinder.

Die Erfolgsrate der Korrektur durch rasche Oberkieferdehnung im Milchgebiss mittels Quadhelix innerhalb eines Monats bei einer ein- bis zweimonatigen Retentionszeit liegt bei annähernd 100 %. Das Rezidivpotenzial wird durch eine Überexpansion von 2-3 mm erfolgreich kompensiert.

Die Erfolgsrate der langsamen Oberkieferdehnung im Milchgebiss durch die Quadhelix beträgt etwa 60 %, durch herausnehmbare Dehnplatten allein oder in Kombination mit Einschleifen etwa 80 %.

Im frühen Wechselgebiss induzieren alle drei unterschiedlichen Therapieansätze, die rasche Oberkieferdehnung mittels Hyrax- oder Haas-Apparatur, semirapide Dehnung mittels Quadhelix oder langsame Dehnung durch herausnehmbare Platten ausreichende Dehnung durch skelettale und dentale Veränderungen.

Einseitiger Kreuzbiss im Seitenzahnbereich verursacht bei jungen Kindern morphologische und Stellungsasymmetrien am Proc.condylaris und am Proc.coronoideus, die durch frühe Dehntherapie weitgehend beseitigt werden können. Die Kiefergelenke passen sich den Verlagerungen des Unterkiefers durch Kondylarwachstum oder Remodellierung der Gelenkflächen an, sowohl bei bestehendem Kreuzbiss als auch nach erfolgreicher Behandlung. Anormale neuromuskuläre Kaumuster sind als funktioneller Faktor für den Kreuzbiss im Seitenzahnbereich mit hoher Prävalenz kennzeichnend und werden durch die Behandlung nicht signifikant verändert, was für die Therapieresistenz bzw. hohe

Misserfolgsrate verantwortlich zeichnet und eine funktionelle Rehabilitation nach der Behandlung erforderlich macht.

Die rasche Oberkieferdehnung durch die Haas-Apparatur erreicht innerhalb einer kurzen Zeit von 2 bis höchstens 4 Wochen eine Erfolgsrate von annähernd 100 %. Es findet ein echter Raumgewinn im Bereich der Suturen statt ohne dauerhafte iatrogene Schäden mit einer ausgezeichneten Stabilität, solange die ätiologischen Faktoren ausgeschaltet wurden.

Im frühen Wechselgebiss hat die Korrektur des einseitigen Kreuzbisses im Seitenzahnbereich mittels Quadhelix bei einer Behandlungsdauer von 4-8 Monaten eine Erfolgsrate von annähernd 100 %, die Behandlung mit herausnehmbaren Dehnplatten bei 10-22 Monaten Behandlungsdauer eine Erfolgsrate zwischen 50 und 100 %. Bei der langsamen Oberkieferdehnung besteht kein qualitativer Unterschied zwischen der Behandlung mit der Quadhelix oder mit herausnehmbaren Dehnplatten, letztere liefert geringfügig bessere Ergebnisse, ist aber erheblich kosten- und zeitintensiver als die Behandlung mittels Quadhelix. Das Ausmaß der Aktivierung der Quadhelix sollte zur Vorbeugung der unerwünschten Bukkalneigung der 1. Molaren herabgesetzt werden.

Es gibt keinen wissenschaftlichen Nachweis darüber, welche von den möglichen Behandlungsmethoden Einschleifen, Quadhelix, Dehnplatten oder rasche Gaumennahterweiterung am effektivsten ist. Die Therapie mittels Quadhelix oder mit der Hyrax-Apparatur ist effizienter als die Behandlung mit herausnehmbaren Platten, wenn die Behandlungszeiten, Anwendungsmodalitäten, Patientenkooperation, praktische Verwendung, skelettale und dentale Ergebnisse und kieferorthopädische und medizinische Gründe betrachtet werden.

Die Therapie des offenen Bisses ist im frühen Wechselgebiss erfolgreich. Die spontane Ausheilung des dental offenen Bisses geschieht nach Beseitigung der zugrundeliegenden Ursache bei 80 % der Kinder im frühen Wechselgebiss. Der skelettal offene Biss benötigt zur Ausheilung zusätzliche apparative Maßnahmen. Nach der Ätiologie werden folgende Therapiemittel eingesetzt:

Bei durch Zungendysfunktionen verursachtem dental offenem Biss wird ein Zungengitter, bei skelettal frontal offenem Biss werden als intraorale Geräte ein Fränkel-Aktivator, eine festsitzende Gaumenerweiterungsapparatur und ein Lipbumper, als extraorale Geräte eine High-pull-Kinnkappe und ein High-pull-Headgear angewandt. Zur Unterstützung der apparativen Therapie sind Lippenschluss- und Kaumuskelübungen sinnvoll.

Frühe dentofaziale Merkmale der Klasse II im Milchgebiss sind engere Oberkieferzahnbogenbreite, ein höherer Overjet und ein skelettal retrudierterer und kürzerer Unterkiefer. Alle feststellbaren Klasse II Merkmale persistieren oder vergrößern sich während des Wachstums.

Die meisten der skelettalen und dentalen Kennzeichen der Klasse III sind bereits im Milchgebiss zu finden. Abweichungen der Winkel SNB und N-Go-Me sind im Alter von 4 Jahren sichtbar, maxilläre Retrusion und größere Ramuslänge im Alter von 6 Jahren. Die Klasse III im Milchgebiss ist von maxillärer Retrusion gekennzeichnet.

Die Korrektur des frontalen Kreuzbisses im Milchgebiss erfolgt bei etwa einem Drittel der Kinder spontan. Bei allen betroffenen Kindern persistieren skelettale Abnormalitäten, die sich bei den nicht spontan korrigierten deutlich verstärken. Der überwiegende Anteil der spontan korrigierten gehören der Pseudo-Klasse III an, die persistierenden der skelettalen Klasse III.

Bei Behandlung der Klasse II mit Bionator sind ein horizontales Wachstumsmuster, möglichst normale sagittale Kieferbeziehungen, aufrechte Oberkieferschneidezähne und die Lage der Unterlippe günstige prognostische Faktoren.

Bei der Behandlung der Klasse III mit Kinnkappe und anschließender festsitzender Apparatur kommt der Auf- und Vorwärtsrotation in Kombination mit Vorwärtswachstum und Verlagerung des Unterkiefers prognostische Aussagekraft zu. Bei der Behandlung der Klasse III mit Protraktion, herausnehmbaren und festsitzenden intraoralen Apparaturen ist das Größenverhältnis der apikalen Basen beider Kiefer ein zutreffender

Voraussageparameter für den Behandlungserfolg. Bei der Behandlung der Klasse III mit Protraktion, rascher Oberkieferdehnung und anschließender Edgewise-Apparatur sind die hintere Gesichtshöhe, der Schädelbasiswinkel und die Neigung des Mandibularplanums zur Schädelbasis und die Länge des Unterkiefers zutreffende Voraussageparameter für den Behandlungserfolg. Aus Serienröntgenbildern bei Frühbehandlung der Klasse III kann der Wachstumsvektor ermittelt werden zur Bestimmung von chirurgischen Fällen.

Dysgnathien werden eher als ästhetisch, denn als funktionell beeinträchtigend wahrgenommen und sie werden deutlich stärker im Frontzahnggebiet als im Seitenzahnbereich wahrgenommen. Die Eltern und auch ihre Kinder sind sich im allgemeinen der Dysgnathien bewusst und darum besorgt, sie möglichst früh zu verbessern. Das Bewusstsein der Eltern für kieferorthopädische Fragen stimmt einigermaßen mit der Meinung der Kieferorthopäden überein. Demographische Faktoren, die mit einer besseren Compliance einhergehen sollen sind weibliches Geschlecht, hohe Leistungsbereitschaft, hoher sozioökonomischer Status, ländliche Gegend und jüngeres Alter.

Ob die Frühbehandlung das Selbstbewusstsein der Kinder verbessert, lässt sich nicht eindeutig klären. Sie bietet bei gegebener Indikation viele Vorteile und sollte zum Rüstzeug jedes Kieferorthopäden gehören. Ein sorgfältiger und rationaler Umgang mit der Familie des Patienten bezüglich der therapeutischen Erwartungen ist angeraten. Kieferorthopädische Behandlung aus überwiegend ästhetischen Gründen sollte im bleibenden Gebiss erfolgen.

Funktionsstörungen des Kiefergelenkes stehen im kausalen Zusammenhang mit verschiedenen Dysgnathieformen. Die Frühbehandlung der Dysgnathieformen führt weder zu einer quantitativen Zunahme von Funktionsstörungen bei den frühbehandelten Kindern, noch zu einer qualitativen Verschlechterung bereits vorhandener Funktionsstörungen. Die funktionelle Behandlung scheint sogar eine günstige Wirkung auf bestehende Funktionsstörungen auszuüben.

6. Literaturverzeichnis

- Abu Alhaija ES. Richardson A.
Long-term effect of the chin cap on hard and soft tissues.
Eur J Orthod. 21(3):291-8, 1999 Jun.
- Ackerman M.
Evidence-based orthodontics for the 21st century.
J Am Dent Assoc. 135(2):162-7; quiz 227-8, 2004 Feb.
- Adenwalla ST. Kronman JH.
Class II, division 1 treatment with Fränkel and Edgewise appliances-a comparative study of mandibular growth and facial esthetics.
Angle Orthod. 55(4):281-98, 1985 Oct.
- Adkins MD. Nanda RS. Currier GF.
Arch perimeter changes on rapid palatal expansion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 97(3):194-9, 1990.
- Admund A. Holm AK. Lindqvist B.
Grinding of unilateral limited movement crossbite in the primary dentition-a pilot study.
Tandlakartidningen 72(8):452-6, 1980, Apr 15.
- Ahn SJ. Kim JT. Nahm DS.
Cephalometric markers to consider in the treatment of Class II Division 1 malocclusion with the bionator.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 119(6):578-86, 2001 Jun.
- Ahlgren J.
A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment.
Swed Dent J. 17(5):201-9, 1993.
- Aki T. Nanda RS. Currier GF. Nanda SK.
Assessment of symphysis morphology as a predictor of the direction of mandibular growth.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 106(1):60-9, 1994 Jul.
- Al Yami EA. Kuijpers-Jagtman AM. van 't Hof MA.
Occlusal outcome of orthodontic treatment.
Angle Orthod. 68(5):439-44, 1998 Oct.
- Albino JE. Lawrence SD. Tedesco LA.
Psychological and social effects of orthodontic treatment.
J Behav Med. 17(1):81-98, 1994 Feb.

Allan T. Hodgson E.
The use of personality measurements as a determination of patient cooperation in an orthodontic practice.
Am J Orthod. 54: 433-40, 1968.

Allen RA. Connolly IH. Richardson A.
Early treatment of Class III incisor relationship using the chin cap appliance.
Eur J Orthod. 15(5):371-6, 1993 Oct.

Allwright WC. Burdred WH.
A survey of handicapping dentofacial anomalies among Chinese in Hong Kong.
Int Dent J. 14:505-10, 1964.

Anderson JP. Joondeph DR. Turpin DL.
A cephalometric study of profile changes in orthodontically treated cases ten years out of retention.
Angle Orthod. 43(3):324-36, 1973 Jul.

Anderson DL. Thompson GW. Popovich F.
Interrelationships of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years.
Growth. 39(4):453-62, 1975 Dec.

Armstrong MM.
Controlling the magnitude, direction, and duration of extraoral force.
Am J Orthod. 59(3):217-43, 1971 Mar.

Arndt EM. Travis F. Lefebvre A. Niec A. Munro IR.
Beauty and the eye of the beholder: social consequences and personal adjustments for facial patients.
Br J Plast Surg. 39(1):81-4, 1986 Jan.

Arnold S.
Analysis of leeway space in the mixed dentition.
Boston: Boston University, 1991.

Artun J. Garol JD. Little RM.
Long-term stability of mandibular incisors following successful treatment of Class II, Division 1, malocclusions.
Angle Orthod. 66(3):229-38, 1996.

Artun J. Spadafora AT. Shapiro PA.
A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers.
Eur J Orthod. 19(5):501-9, 1997 Oct.

Arvystas MG.

The rationale for early orthodontic treatment.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):15-8, 1998 Jan.

Asano T.

The effects of mandibular retractive force on the growing rat mandible.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 90(6):464-74, 1986 Dec.

Baccetti T. Franchi L. McNamara JA Jr. Tollaro I.

Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(5):502-9, 1997 May.

Baccetti T. Franchi L.

Shape-coordinate and tensor analysis of skeletal changes in children with treated Class III malocclusions.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(6):622-33, 1997 Dec.

Baccetti T. McGill JS. Franchi L. McNamara JA Jr. Tollaro I.

Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(3):333-43, 1998 Mar.

Baccetti T. Tollaro I.

A retrospective comparison of functional appliance treatment of Class III malocclusions in the deciduous and mixed dentitions.

Eur J Orthod. 20(3):309-17, 1998 Jun.

Baccetti T. Franchi L. Toth LR. McNamara JA Jr.

Treatment timing for Twin-block therapy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(2):159-70, 2000a Aug.

Baccetti T. Franchi L. McNamara JA Jr.

Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(4):404-13, 2000b Oct.

Baccetti T. Franchi L. Cameron CG. McNamara JA Jr.

Treatment timing for rapid maxillary expansion.

Angle Orthod. 71(5):343-50, 2001 Oct.

Baccetti T. Franchi L. McNamara JA Jr.

An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth.

Angle Orthod. 72(4):316-23, 2002 Aug.

Baccetti T. Franchi L. McNamara JA Jr.
Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 126(1):16-22, 2004 Jul.

Baik HS.
Clinical results of the maxillary protraction in Korean children.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(6):583-92, 1995 Dec.

Bakke M. Miller E.
Occlusion, malocclusion and craniomandibular function.
In: Melsen B, editor: Current controversies in orthodontics
Chicago: Quintessence Books: p87, 1991.

Baltromejus S. Ruf S. Pancherz H.
Effective temporomandibular joint growth and chin position changes: Activator versus Herbst treatment. A cephalometric roentgenographic study.
Eur J Orthod. 24(6):627-37, 2002 December.

Bass NM.
Dento-facial orthopaedics in the correction of class II malocclusion.
B J Orthod. 9(1):3-31, 1982 Jan.

Bass NM.
Orthopedic coordination of dentofacial development in skeletal Class II malocclusion in conjunction with edgewise therapy. Part I.
Am J Orthod. 84(5):361-83, 1983 Nov.

Battagel JM.
Profile changes in Class II, division 1 malocclusions: a comparison of the effects of Edgewise and Fränkel appliance therapy.
Eur J Orthod. 11(3):243-53, 1989 Aug.

Baum AT.
Age and sex differences in the dentofacial changes following orthodontic treatment and their significance in treatment planning.
Am J Orthod. 47:355-370, 1961.

Baumrind S. Korn EL. West EE.
Prediction of mandibular rotation: an empirical test of clinician performance.
Am J Orthod. 86(5):371-85, 1984 Nov.

Baumrind S.
Prediction in the planning and conduct of orthodontic treatment.
In: Melsen B, editor: Current controversies in orthodontics.
Chicago: Quintessence Books:25-44, 1991.

Bell RA. LeCompte EJ.
The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions.
Am J Orthod. 79(2):152-61, 1981 Feb.

Bell RA.
A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age.
Am J Orthod. 81(1):32-7, 1982 Jan.

Ben-Bassat Y. Yaffe A. Brin I. Freeman J. Ehrlich Y.
Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite.
Eur J Orthod. 15(1):57-63, 1993 Feb.

Bergersen EO.
The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation.
Angle Orthod. 42(4):319-38, 1972 Oct.

Berlocher WC. Mueller BH. Tinanoff N.
The effect of maxillary palatal expansion on the primary dental arch circumference.
Pediatr Dent. 2(1):27-30, 1980 Mar.

Berry BC. Watkinson AC.
Mandibular dysfunction and incisor relationships. A theoretical explanation of the clicking joint.
Br J Oral Surg. 44:74-7, 1978.

Bersheid E.
An overview of the psychological effects of physical attractiveness.
In: Psychological Aspects of Facial Form.
Lucker GW et al, eds, monograph 11, Craniofacial Growth Series.
Ann Arbor, Michigan, University of Michigan Center for Human Growth and Development, 1980.

Bishara SE. Chadha JM. Potter RB.
Stability of intercanine width, overbite, and overjet correction.
Am J Orthod. 63(6):588-95, 1973 Jun.

Bishara SE. Staley RN.
Maxillary expansion: clinical implications.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 91(1):3-14, 1987 Jan.

Bishara SE. Ziaja RR.
Functional appliances: a review.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 95(3):250-8, 1989 Mar.

- Bishara SE.
Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II division 1 malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(6):661-73, 1998 Jun.
- Bishara. SE. Justus R. Graber TM.
Proceedings of the workshop discussion on early treatment.
Am J. Orthod Dentofacial Orthop. 113:5-6, 1998.
- Bjerklin K.
Follow-up control of patients with unilateral posterior cross-bite treated with expansion plates or the quad-helix appliance.
Journal of Orofacial Orthopedics 61(2):112-24, 2000.
- Björk A. Helm S.
Prediction of the age of maximum puberal growth in body height.
Angle Orthod. 37(2):134-43, 1967 Apr.
- Björk A.
Prediction of mandibular growth rotation.
Am J Orthod. 55(6):585-99, 1969 Jun.
- Björk A.
Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation.
Transactions of the European Orthodontic Society :61-74, 1972.
- Blair SE.
A cephalometric roentgenographic appraisal of the skeletal morphology of Class I, Class II, Division 1 and Class II, Division 2 (angle) malocclusion.
Angle Orthod. 24:106-110, 1954.
- Bloom LA.
Perioral profile changes in orthodontic treatment.
Am J Orthod. 47:371-379, 1961.
- Bolmgren GA. Moshiri F.
Bionator treatment in Class II, division 1.
Angle Orthod. 56(3):255-62, 1986 Jul.
- Bondevik O.
Treatment needs following activator-headgear therapy.
Angle Orthod. 65(6):417-22, 1995.
- Bookstein FL.
On the cephalometrics of skeletal change.
Am J Orthod. 82(3):177-98, 1982 Sep.

Bookstein FL.

The geometry of craniofacial growth invariants.

Am J Orthod. 83(3):221-34, 1983 Mar.

Bookstein FL.

A statistical method for biological shape comparisons.

J Theor Biol. 107:475-520, 1984.

Bookstein FL.

Size and shape spaces for landmark data in two dimensions.

Stat Sci. 1:181-242, 1986.

Bookstein FL.

Morphometrics tools for landmark data.

New York: Cambridge University Press, 1991.

Born J. Muth S. Fehm HL.

The significance on sleep onset and slow wave sleep for nocturnal release of growth hormone (GH) and cortisol.

Psychoneuroendocrinology 13:233-43, 1988.

Bowden BD.

The effects of digital and dummy sucking on arch widths, overbite, and overjet: a longitudinal study.

Aust Dent J. 11(6):396-404, 1966 Dec.

Bowden DEJ. Davies AP.

Inter- and intra-examiner variability in assessment of orthodontic treatment need.

Community Dent Oral Epidemiol. 3:198-200, 1975.

Bowden BD.

Epiphysial changes in the hand/wrist area as indicators of adolescent stage.

Aust Orthod J. 4(3):87-104, 1976 Feb.

Bowman SJ.

One-stage versus two-stage treatment: are two really necessary?

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):111-6, 1998 Jan.

Boysen B. La Cour K. Athanasious AE. Gjessing PE.

Three-dimensional evaluation of dento-skeletal changes after posterior crossbite correction by quadhelix or removable appliances.

Br J Orthod. 19:97-107, 1992.

Brandt D.

Temporomandibular disorders and their association with morphologic malocclusion in children.

In. Developmental Aspects of Temporomandibular Joint Disorders.

Carlsson DS, McNamara JA, Ribbens KA, Eds. Ann Arbor MI.

University of Michigan Press 279-98, 1985.

Brennan MM. Gianelly AA.

The use of the lingual arch in the mixed dentition to resolve incisor crowding.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(1):81-5, 2000 Jan.

Bresolin D. Shapiro PA. Shapiro GG. Chapko MK. Dassel S.

Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development.

Am J Orthod. 83(4):334-40, 1983 Apr.

Brin I. Ben-Bassat Y. Heling I. Engelberg A.

The influence of orthodontic treatment on previously traumatized permanent incisors.

Eur J Orthod. 13(5):372-7, 1991 Oct.

Brin I. Ben-Bassat Y. Blustein Y. Ehrlich J. Hochman N. Marmary Y. Yaffe A.

Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(2):173-9, 1996 Feb.

Brin I. Tulloch JF. Koroluk L. Philips C.

External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 124(2):151-6, 2003 Aug.

Brodie AG.

Behavior of normal and abnormal facial growth patterns.

Am J Orthod Oral Surg. 27:633-47, 1941.

Brown P.

A cephalometric evaluation of high-pull molar headgear and face-bow neck strap therapy.

Am J Orthod. 74(6):621-32, 1978 Dec.

Bruno EC.

Evaluation of post-retention mandibular arch dimensions following expansion in the deciduous or early mixed dentition.

San Francisco: University of the Pacific, 1990.

Brust EW.

Arch dimensional changes concurrent with expansion in the mixed dentition.

Ann Arbor: The University of Michigan, 1992.

Buchanan IB. Russell JI. Clark JD.
Practical application of the PAR index: an illustrative comparison of the outcome of treatment using two fixed appliance techniques.
Br J Orthod. 23(4):351-7, 1996 Nov.

Burstone CJ.
Lip posture and its significance in treatment planning.
Am J Orthod. 53(4):262-84, 1967 Apr.

Buschang PH. Demirjian A.
Modelling longitudinal sagittal and mandibular growth simultaneously (abstract).
J Dent Res. 72:366, 1993.

Buschang PH. Stroud J. Alexander RG.
Differences in dental arch morphology among adult females with untreated Class I and Class II malocclusion.
Eur J Orthod. 16(1):47-52, 1994 Feb.

Campbell PM.
The dilemma of Class III treatment. Early or late?
Angle Orthod. 53(3):175-91, 1983 Jul.

Cangialosi TJ. Meistrell ME Jr. Leung MA. Ko JY.
A cephalometric appraisal of edgewise Class II nonextraction treatment with extraoral force.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 93(4):315-24, 1988 Apr.

Canut JA. Dalmases F. Gandia JL. Salvador R.
Effects of maxillary protraction determined by laser metrology.
Eur J Orthod. 12(3):340-5, 1990 Aug.

Carapezza LJ.
Early treatment mechanics of the Class II division 2 malocclusion.
Pediatr Dent. 22(1):68-70, 2000a Jan-Feb.

Carapezza LJ.
Early treatment of malocclusion: a guidance system for the general dentist.
Gen Dent. 48(3):326-32, 2000b May-Jun.

Carlson DS.
Biological rationale for early treatment of dentofacial deformities.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):554-8, 2002 Jun.

Carvior N. Lombardi DA.
Development aspects of judgement of physical attractiveness in children.
Dev Psychol. 8:67-71, 1973.

- Cha KS.
Skeletal changes of maxillary protraction in patients exhibiting skeletal class III malocclusion: a comparison of three skeletal maturation groups.
Angle Orthod. 73(1):26-35, 2003 February.
- Chaconas SJ. de Alba y Levy JA.
Orthopedic and orthodontic applications of the quad-helix appliance.
Am J Orthod. 72(4):422-8, 1977 Oct.
- Chang H-P. Kinoshita Z. Kawamoto T.
Craniofacial pattern of Class III deciduous dentition.
Angle Orthod. 62(2):139-44, 1992.
- Chang JY. McNamara JA Jr. Herberger TA.
A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(3):330-7, 1997 Sep.
- Charlier JP. Petrovic A. Herrmann-Stutzmann J.
Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle.
Am J Orthod. 55(1):71-4, 1969 Jan.
- Chate RA.
The burden of proof: a critical review of orthodontic claims made by some general practitioners.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 106(1):96-105, 1994 Jul.
- Chen JY. Will LA. Niederman R.
Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 122(5):470-6, 2002 Nov.
- Chong YH. Ive JC. Artun J.
Changes following the use of protraction headgear for early correction of Class III malocclusion
Angle Orthod. 66(5):351-62, 1996.
- Christian JC.
Testing twin means and estimating genetic variance: basic methodology for the analysis of quantitative twin data.
Acta Genet Med Gemellol. 28(1):35-40, 1979.
- Clark WJ.
The twin block technique. A functional orthopedic appliance system.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 93(1):1-18, 1988 Jan.

- Clements BS.
Nasal imbalance and the orthodontic patient.
Am J Orthod. 55(3):244-64 contd, 1969 Mar.
- Clemmer EJ. Hayes EW.
Patient cooperation in wearing orthodontic headgear.
Am J Orthod. 75(5):517-24, 1979 May.
- Cohen LK.
Social psychological factors associated with malocclusion.
Int Dent J. 20(4):643-53, 1970 Dec.
- Cook AH. Sellke TA. BeGole EA.
Control of the vertical dimension in Class II correction using a cervical headgear and lower utility arch in growing patients. Part I.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 106(4):376-88, 1994 Oct.
- Corruccini RS.
An epidemiologic transition in dental occlusion in world populations.
Am J Orthod. 86(5):419-26, 1984 Nov.
- Corruccini RS. Flander LB. Kaul SS.
Mouth breathing, occlusion, and modernization in a north Indian population. An epidemiologic study.
Angle Orthod. 55(3):190-6, 1985 Jul.
- Courtney M. Harkness M. Herbison P.
Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(6):616-24, 1996 Jun.
- Cox N. Van der Linden F.
Facial harmony.
Am J Orthod. 60:175-183, 1971.
- Cozza P. Marino A. Mucedero M.
An orthopaedic approach to the treatment of Class III malocclusions in the early mixed dentition.
Eur J Orthod. 26(2):191-9, 2004 Apr.
- Cozzani G.
Extraoral traction and class III treatment.
Am J Orthod. 80(6):638-50, 1981 Dec.
- Crabb JJ. Rock WP.
Orthodontic screening of nine-year-old children.
Br J Orthod. 13(1):43-7, 1986 Jan.

- Craig EC.
The skeletal patterns characteristic of Class I and Class II Division 1 malocclusions in normal lateralis.
Angle Orthod 21:44-56, 1951.
- Creekmore TD.
Teeth want to be straight.
J Clin Orthod. 16(11):745-64, 1982 Nov.
- Creekmore TD. Radney LJ.
Fränkel appliance therapy: orthopedic or orthodontic?
Am J Orthod. 83(2):89-108, 1983 Feb.
- Croll TP. Riesenberger RE.
Anterior crossbite correction in the primary dentition using fixed inclined planes. I. Technique and examples.
Quintessence Int. 18(12):847-53, 1987 Dec.
- Cross JF. Cross J.
Age, sex, race and the perception of facial beauty.
Devel Psych. 5:433-39, 1971.
- Cucalon III A. Smith R.
Relationship between compliance by adolescent orthodontic patients and performance on psychological tests.
Angle Orthod. 60 (2):107-14, 1990.
- Cura N. Sarac M. Ozturk Y. Surmeli N.
Orthodontic and orthopedic effects of Activator, Activator-HG combination, and Bass appliances: a comparative study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110(1):36-45, 1996 Jul.
- Cura N. Sarac M.
The effect of treatment with the Bass appliance on skeletal Class II malocclusions: a cephalometric investigation.
Eur J Orthod. 19(6):691-702, 1997 Dec.
- da Silva Filho OG. Boas MC. Capelozza Filho L.
Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(2):171-9, 1991 Aug.
- da Silva Filho OG. Montes LA. Torelly LF.
Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 107(3):268-75, 1995 Mar.

da Silva Filho OG. Magro AC. Capelozza Filho L.
Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(2):196-203, 1998 Feb.

da Silva Filho OG. Ferrari Junior FM. Aiello CA. Zopone N.
Correction of posterior crossbite in the primary dentition.
J Clin Pediatr Dent. 24(3):165-80, 2000 Spring.

Dale JG.
Interceptive guidance of occlusion with emphasis on diagnosis.
In: Graber TM, Vanarsdall RL, eds. Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis: Mosby, 1994.

Dann C 4th, Tulloch JF, Phillips C.
Self-concept and malocclusion in preadolescent children (abstract).
J Dent Res. 71:271, 1992.

Dann C 4th. Phillips C. Broder HL. Tulloch JF.
Self-concept, Class II malocclusion, and early treatment.
Angle Orthod. 65(6):411-6, 1995.

Dausch-Neumann D.
Über die Milchgebissprogenie.
Fortschr. Kieferorthop. 39:457-74, 1978.

Day AJW. Foster TD.
An investigation into the prevalence of molar crossbite and some associated etiological conditions.
Dent Pract. 21:402-410, 1971.

Dearing SG.
Overbite, overjet, lip-drape and incisor tooth fracture in children.
N Z Dent J. 80 (360):50-2, 1984 Apr.

De Baets J. Chiarini M.
The pseudo-Class I: a newly defined type of malocclusion.
J Clin Orthod. 29(2):73-88, 1995 Feb.

De Boer M. Steenks MH.
Functional unilateral posterior crossbite. Orthodontic and functional aspects.
J Oral Rehabil. 24(8):614-23, 1997 Aug.

DeVincenzo JP.
Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 99(3):241-57, 1991 Mar.

Deguchi T. Kanomi R. Ashizawa Y. Rosenstein SW.
Very early face mask therapy in Class III children.
Angle Orthod. 69(4):349-55, 1999 Aug.

Delaire J.
Considerations sur la croissance faciale (en particulier du maxillaire superieur).
Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale 72(1):57-76, 1971a Jan-Feb.

Delaire J.
Confection du masque orthopedique.
Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale 72(5):579-82, 1971b Jul-Aug.

Delaire J.
La syndrome prognatique mandibulaire.
Orthodontie Francaise 47:203-19, 1976.

Dellinger EL.
A preliminary study of anterior maxillary displacement.
Am J Orthod. 63(5):509-16, 1973 May.

Demirjian A. Buschang PH. Tanguay R. Patterson DK.
Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity.
Am J Orthod. 88(5):433-8, 1985 Nov.

Dermaut LR. Aelbers CM.
Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality. A review of the literature, Part II.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110(6):667-71, 1996 Dec.

Derringer K.
A cephalometric study to compare the effects of cervical traction and Andresen therapy in the treatment of Class II division 1 malocclusion. Part 1-Skeletal changes.
Br J Orthod. 17(1):33-46, 1990 Feb.

Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie.
Stellungnahme zum Thema Kieferorthopädie zum Thema KFO Frühbehandlung.
J of Orofac. Orthop. / Fortschritte der KFO. 57:31, 1996.

DiBiase AT. Sandler PJ.
Malocclusion, orthodontics and bullying.
Dent Update 28(9):464-6, 2001 Nov.

- DiBiase A.
The timing of orthodontic treatment.
Dent Update 29(9):434-41, 2002 Nov.
- Dibbets JM. van der Weele LT.
Extraction, orthodontic treatment, and craniomandibular dysfunction.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 99(3):210-9, 1991 Mar.
- Dibbets JM. van der Weele LT.
Long-term effects of orthodontic treatment, including extraction, on signs and symptoms attributed to CMD.
Eur J Orthod. 14(1):16-20, 1992 Feb.
- Dibbets JM.
Early orthodontic treatment, a diagnostic challenge.
Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde 107(4):145-50, 2000 Apr.
- Dietrich UC.
Morphological variability of skeletal Class 3 relationships as revealed by cephalometric analysis.
Report of the Congress; European Orthodontic Society:131-43, 1970.
- Dixon DA. Wrate ME.
Observation on the need for orthodontic screening.
J Dent Res. 37:D98, 1977.
- Dongieux J. Sassouni V.
The contribution of mandibular positioned variation to facial esthetics.
Angle Orthod. 50(4):334-9, 1980 Oct.
- Dorsey J. Korabik K.
Social and psychological motivations for orthodontic treatment.
Am J Orthod. 72:460, 1977.
- Dugoni SA. Lee JS. Varela J. Dugoni AA.
Early mixed dentition treatment: postretention evaluation of stability and relapse.
Angle Orthod. 65(5):311-20, 1995.
- Dugoni SA.
Comprehensive mixed dentition treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):75-84, 1998 Jan.
- Dyer GS. Harris EF. Vaden JL.
Age effects on orthodontic treatment: adolescents contrasted with adults.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(6):523-30, 1991 Dec.

Egermark-Eriksson I. Carlsson GE. Ingervall B.
Prevalence of mandibular dysfunction and orofacial parafunction in 7-, 11- and 15-year-old Swedish children.
Eur J Orthod. 3(3):163-72, 1981.

Egermark-Eriksson I.
Mandibular dysfunction in children and in individuals with dual bite.
Swed Dent J Suppl. 10:1-45, 1982.

Egermark-Eriksson I. Carlsson GE. Magnusson T. Thilander B.
A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents.
Eur J Orthod. 12(4):399-407, 1990 Nov.

Ehmer U. Tulloch CJ. Proffit WR. Phillips C.
An international comparison of early treatment of angle Class-II/1 cases. Skeletal effects of the first phase of a prospective clinical trial.
Journal of Orofacial Orthopedics 60(6):392-408, 1999.

Ekström C. Henrikson CO. Jensen R.
Mineralization in the midpalate suture after orthodontic expansion.
Am J Orthod. 71:449-55, 1977.

Elgoyhen JC. Moyers RE. McNamara JA Jr. Riolo ML.
Craniofacial adaptation of protrusive function in young rhesus monkeys.
Am J Orthod. 62(5):469-80, 1972 Nov.

Ellis E 3rd. McNamara JA Jr.
Components of adult Class III malocclusion.
J Oral Maxillofac Surg. 42(5):295-305, 1984 May.

Elms TN. Buschang PH. Alexander RG.
Long-term stability of Class II, Division 1, nonextraction cervical face-bow therapy: I. Model analysis.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(3):271-6, 1996 Mar.

El-Mangoury NH.
Orthodontic relapse in subjects with varying degrees of anteroposterior and vertical dysplasia.
Am J Orthod. 75(5):548-61, 1979 May.

El-Mangoury NH.
Orthodontic cooperation.
Am J Orthod. 80(6):604-22, 1981 Dec.

Endo T.

An epidemiological study of reversed occlusion. Part-1. Incidence of reversed occlusion in children 6-14 years old.

J Jpn Orthod Soc. 30:131-43, 1971.

Endo N.

The variation and formation of vertical skeletal facial pattern in skeletal Class III cases. Investigation by means of multivariate analysis.

J Jpn Orthod Soc. 46(1):50-70, 1987 Mar.

English JD.

Early treatment of skeletal open bite malocclusions.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):563-5, 2002 Jun.

Enlow DH. Moyers RE. Hunter WS. McNamara JA Jr.

A procedure for the analysis of intrinsic facial form and growth. An equivalent-balance concept.

Am J Orthod. 56(1):6-23, 1969 Jul.

Erbay E. Ugur T. Ulgen M.

The effects of Fränkel's function regulator (FR-4) therapy on the treatment of Angle Class I skeletal anterior open bite malocclusion.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(1):9-21, 1995 Jul.

Erdinc AE. Ugur T. Erbay E.

A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 116(3):287-300, 1999 Sep.

Erikson E.

Identity: Youth and crises.

New York:Norton p.128-34, 1968.

Espeland LV. Stenvik A.

Perception of personal dental appearance in young adults: relationship between occlusion, awareness, and satisfaction.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(3):234-41, 1991 Sep.

Faltin KJ. Faltin RM. Baccetti T. Franchi L. Ghiozzi B. McNamara JA Jr.

Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy.

Angle Orthod. 73(3):221-30, 2003 Jun.

Fellner U. Schlömer R.

Der PAR-Index eine praktikable Methode der Qualitätssicherung.

Kieferorthop. 10:193-200, 1996.

- Fields HW. Vann WF Jr. Vig KW.
Reliability of soft tissue profile analysis in children.
Angle Orthod. 52(2):159-65, 1982 Apr.
- Fink DF. Smith RJ.
The duration of orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 102(1):45-51, 1992 Jul.
- Finnell RH. Greer KA. Barber RC. Piedrahita JA.
Neural tube and craniofacial defects with special emphasis on folate pathway genes.
Crit Rev Oral Biol Med. 9(1):38-53, 1998.
- Firestone A. Häsler R. Ingervall B.
Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993.
Angle Orthod. 69:19-26, 1999.
- Firouz M. Zernik J. Nanda R.
Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 102(3):197-205, 1992 Sep.
- Fishman LS.
Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films.
Angle Orthod. 52(2):88-112, 1982 Apr.
- Fisk GV. Culbert MR. Graininger RM. Hemrend B. Moyers R.
The morphology and physiology of distocclusion.
Am J Orthod. 35:3-12, 1953.
- Fomon S. Bell J.
Rhinoplasty-New Concepts.
Charles C. Thomas Springfield, 1970.
- Foster TD. Hamilton MC.
Occlusion in the primary dentition. Study of children at 2 and one-half to 3 years of age.
Br Dent J. 126(2):76-9, 1969 Jan 21.
- Foster TD. Day AJ.
A survey of malocclusion and the need for orthodontic treatment in a Shropshire school population.
Br J Orthod. 1(3):73-8, 1974 Apr.
- Foster TD. Menezes DM.
The assessment of occlusal features for public health planning purposes.
Am J Orthod. 69(1):83-90, 1976 Jan.

Fox NA.

The first 100 cases: a personal audit of orthodontic treatment assessed by the PAR (peer assessment rating) index.

Br Dent J. 174(8):290-7, 1993 Apr 24.

Franchi L. Baccetti T. Tollaro I.

Predictive variables for the outcome of early functional treatment of Class III malocclusion.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(1):80-6, 1997 Jul.

Franchi L. Baccetti T. McNamara JA Jr.

Shape-coordinate analysis of skeletal changes induced by rapid maxillary expansion and facial mask therapy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 114(4):418-26, 1998 Oct.

Franchi L. Baccetti T. McNamara JA Jr.

Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(3):335-40, 2000 Sep.

Franchi L. Baccetti T.

The use of maturational indices for the identification of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics.

In: McNamara JA Jr, Kelly K, eds. Treatment Timing: Orthodontics in Four Dimensions. Ann Arbor, Mich: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, 2002.

Franchi L. Baccetti T. McNamara JA.

Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 126(5):555-68, 2004 Nov.

Franco AA. Yamashita HK. Lederman HM. Cevidanes LH. Proffit WR. Vigorito JW.

Fränkel appliance therapy and the temporomandibular disc: a prospective magnetic resonance imaging study.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(5):447-57, 2002 May.

Franks AS.

The dental health of patients presenting with temporomandibular joint dysfunction.

British Journal of Oral Surgery 5(2):157-66, 1967 Nov.

Freunthaller P.

Cephalometric observation in Class II, Division I malocclusions treated with the activator.

Angle Orthod. 37(1):18-25, 1967 Jan.

Gallagher RW.

Effects of maxillary protraction (thesis).

Dallas, Texas: Baylor University, 1992.

Gallagher RW. Miranda F. Buschang PH.

Maxillary protraction: treatment and posttreatment effects.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(6):612-9, 1998 Jun.

Gardner SD. Chaconas SJ.

Posttreatment and postretention changes following orthodontic therapy.

Angle Orthod. 46(2):151-61, 1976 Apr.

Garner LD.

Soft-tissue changes concurrent with orthodontic tooth movement.

Am J Orthod. 66(4):367-77, 1974 Oct.

Gazit E. Lieberman M. Eini R. Hirsch N. Serfaty V. Fuchs C. Lilos P.

Prevalence of mandibular dysfunction in 10-18 year old Israeli schoolchildren.

J Oral Rehabil. 11(4):307-17, 1984 Jul.

Geran RG.

The long-term effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition (thesis).

Ann Arbor, University of Michigan 1998.

Ghafari J. Jacobsson Hunt U. Markowitz D L. Shofer F S. Laster L L.

Dentitional changes in the early treatment of class II division 1 malocclusions.

21st Annual Meeting of the American Association for Dental Research, Boston, Massachusetts, USA, March 11-14, 1992.

J Dent Res. 71 (Spec. Issue Mar.) 312, 1992.

Ghafari J. Jacobsson-Hunt U. Markowitz DL. Shofer FS. Laster LL.

Changes of arch width in the early treatment of Class II, division 1 malocclusions.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 106(5):496-502, 1994 Nov.

Ghafari JG. Shofer FS. Laster LL. Markowitz DL. Silverton S. Katz SH.

Monitoring growth during orthodontic treatment.

Seminars in Orthodontics 1(3):165-75, 1995 Sep.

Ghafari JG.

Comparisons of extraoral traction and functional appliance therapy.

97th Annual Session of the American Association of Orthodontists, Philadelphia, 1997a.

Ghafari JG.

Emerging paradigms in orthodontics-an essay.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(5):573-80, 1997b May.

Ghafari J. Shofer FS. Jacobsson-Hunt U. Markowitz DL. Laster LL.
Headgear versus function regulator in the early treatment of Class II, division 1 malocclusion: a randomized clinical trial.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):51-61, 1998a Jan.

Ghafari J. King GJ. Tulloch JF.
Early treatment of Class II, division 1 malocclusion-comparison of alternative treatment modalities.
Clinical Orthodontics & Research 1(2):107-17, 1998b Nov.

Ghafari J.
Timing the early treatment of Class II, division 1 malocclusion, clinical and research considerations.
Clinical Orthodontics & Research 1(2):118-29, 1998 Nov.

Ghiz M. Ngan P. Gunuel E.
Cephalometric variables to predict future success of Class III orthopedic treatment (abstract 1158).
J Dent Res. 80:180, 2001.

Ghose LJ. Baghdady VS. Enke H.
Relation of traumatized permanent anterior teeth to occlusion and lip condition.
Community Dent Oral Epidemiol. 8(7):381-4, 1980 Oct.

Gianelly AA.
Crowding: timing of treatment.
Angle Orthod. 64(6):415-8, 1994.

Gianelly AA. Moorrees CFA.
Condylaectomie in the rat.
Arch Oral Biol. 10:101-106, 1965.

Gianelly AA. Brosnan P. Martignoni M. Bernstein L.
Mandibular growth, condyle position and Fränkel appliance therapy.
Angle Orthod. 53(2):131-42, 1983 Apr.

Gianelly AA. Arena SA. Bernstein L.
A comparison of Class II treatment changes noted with the light wire, edgewise, and Fränkel appliances.
Am J Orthod. 86(4):269-76, 1984 Oct.

Gianelly AA.
Extraction versus nonextraction.
In: Bolender CJ, Bounoure GM, Barat Y, eds. Extraction versus nonextraction.
Paris: SID Publisher p 74-184, 1995a.

Gianelly A.

Leeway space and the resolution of crowding in the mixed dentition.
Seminars in Orthodontics 1(3):188-94, 1995b Sep.

Gianelly AA.

One-phase versus two-phase treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(5):556-9, 1995c Nov.

Gianelly AA.

Treatment of crowding in the mixed dentition.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):569-71, 2002 Jun.

Gilmore WA.

Morphology of the adult mandible in Class II, Division 1 malocclusion and in excellent occlusion.
Angle Orthod. 20:137-46, 1959.

Gochman DS.

The measurement and development of density relevant motives.
J Public Health Dent. 35:160-4, 1975.

Glenn G. Sinclair PM. Alexander RG.

Nonextraction orthodontic therapy: posttreatment dental and skeletal stability.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(4):321-8, 1987 Oct.

Goldmann S.

The variations in skeletal and denture patterns in excellent adult facial types.
Angle Orthod. 29:63-92, 1959.

Goto S. Kondo T. Negoro T. Boyd RL. Nielsen IL. Lizuka T.

Ossification of the distal phalanx of the first digit as a maturity indicator for initiation of orthodontic treatment of Class III malocclusion in Japanese women.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110(5):490-501, 1996 Nov.

Graber LW.

The effects of orthopedic force on Class III malocclusion during the mixed dentition period.
Master's thesis, Northwestern University, 1975.

Graber LW.

Chin cup therapy for mandibular prognathism.
Am J Orthod. 72(1):23-41, 1977 Jul.

Graber TM. Rakosi T. Petrovic A.

Dentofacial orthopedics with functional appliances.
St. Louis: CV Mosby, 19-67, 1985.

Graber TM. Swain BF.
Orthodontics. Current principles and techniques.
St Louis, Mosby 1985.

Graf H. Ehmer U.
Das Rezidiv der transversalen Erweiterung bei Kompressionen mit frontalem Engstand.
Fortschr Kieferorthop. 31:175-86, 1970.

Granath L. Petersson SO.
A modified palatal arch for treatment of unilateral functional cross-bite in the primary dentition.
Eur J Orthod. 16(1):35-40, 1994 Feb.

Gravelly JF. Johnson DB.
Orthodontic uncertainties.
Br J Orthod. 2(4):227-30, 1975 Oct.

Gray LP.
Rapid maxillary expansion and impaired nasal respiration.
Ear, Nose, & Throat Journal 66(6):248-51, 1987 Jun.

Greulich WW. Pyle SI.
Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.
Stanford: Stanford University Press; 1959.

Grimm W.
Kritische Erfolgsbewertung der Bißlagekorrektur nach funktionskieferorthopädischer Behandlung bei Patienten mit Angle-Klasse-II,1-Dysgnathie.
Rostock: Med. Diss., 1999.

Grosfeld O.
Die Spätergebnisse der orthodontischen Frühbehandlung im Vorschulalter.
Fortschr. Kieferorthop. 22:421-8, 1961.

Grossen J. Ingervall B.
The effect of a lip bumper on lower dental arch dimensions and tooth positions.
Eur J Orthod. 17(2):129-34, 1995 Apr.

Gu Y. Rabie AB.
Dental changes and space gained as a result of early treatment of pseudo-Class III malocclusion.
Aust Orthod J. 16(1):40-52, 2000 Mar.

Gu Y. Rabie AB. Hagg U.
Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(6):691-9, 2000 Jun.

Gunn SM. Woolfolk MW. Faja BW.
Malocclusion and TMJ symptoms in migrant children.
Journal of Craniomandibular Disorders. 2(4):196-200, 1988.

Guyer EC. Ellis EE 3rd. McNamara JA Jr. Behrents RG.
Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents.
Angle Orthod. 56(1):7-30, 1986 Jan.

Haas AJ.
Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture.
Angle Orthod. 31:73-90, 1961.

Haas AJ.
The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture.
Angle Orthod. 35:200-17, 1965.

Haas AJ.
Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics.
Am J Orthod. 57(3):219-55, 1970 Mar.

Hagberg C.
The alignment of permanent mandibular incisors in children: a longitudinal prospective study.
Eur J Orthod. 16(2):121-9, 1994 Apr.

Hägg U. Tse A. Bendeus M. Rabie AB.
Long-term follow-up of early treatment with reverse headgear.
Eur J Orthod. 25(1):95-102, 2003 February.

Hägg U. Tse A. Bendeus M. Rabie AB.
A follow-up study of early treatment of pseudo Class III malocclusion.
Angle Orthod. 74(4):465-72, 2004 Aug.

Hamerling K. Naeije C. Myrberg N.
Mandibular function in children with a lateral forced bite.
Eur J Orthod. 13(1):35-42, 1991 Feb.

Hamdan AM. Rock WP.
An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system.
Eur J Orthod. 21(2):181-92, 1999 Apr.

Hansen K. Pancherz H.
Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development:
a cephalometric study.
Eur J Orthod. 14(4):285-95, 1992 Aug.

Hanson ML. Andrianopoulos MV.
Tongue thrust and malocclusion: a longitudinal study.
International Journal of Orthodontics 20(2):9-18, 1982 Jun.

Haralabakis V. Loutfy S.
An electromyographic analysis of a series of fifty treated posterior crossbites.
Trans Eur Orthod Soc. 206-20, 1964.

Harberson VA. Myers DR.
Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction.
Am J Orthod. 74(3):310-3, 1978 Sep.

Hardy AS. Piecuch JF.
Cephalometric analysis of postsurgical skeletal changes following mandibular
advancement surgery.
Quintessence Int. 16(1):103-7, 1985 Jan.

Harris JE. Kowalski CJ. Watnick SS.
Genetic factors in the shape of the craniofacial complex.
Angle Orthod. 43(1):107-11, 1973 Jan.

Harris EF. Johnson MG.
Heritability of craniometric and occlusal variables: a longitudinal sib analysis.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 99(3):258-68, 1991 Mar.

Hartgerink DV. Vig PS. Abbott DW.
The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(5):381-9, 1987 Nov.

Harvold EP.
The role of function in the etiology and treatment of malocclusion.
Am J Orthod. 54(12):883-98, 1968 Dec.

Harvold EP. Chierici G. Vargervik K.
Experiments on the development of dental malocclusions.
Am J Orthod. 61(1):38-44, 1972 Jan.

Hashim HA.
Analysis of activator treatment changes.
Aust Orthod J. 12(2):100-4, 1991 Oct.

- Hassel B. Farman AG.
Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 107(1):58-66, 1995 Jan.
- Hasund A. Boe OE.
Floating norms as guidance for the position of the lower incisors.
Angle Orthod. 50(3):165-8, 1980 Jul.
- Hata S. Ito T. Nakagawa M. Kamogashira K. Ichikawa K. Matsumoto M. Chaconas SJ.
Biomechanical effects of maxillary pratraction on the craniofacial complex.
Am J Orthod Dentofac Orthop 91:305-311, 1987.
- Haynes S.
Profile changes in modified functional regulator therapy.
Angle Orthod. 56(4):309-14, 1986 Oct.
- He H. Fu M.
Analysis of mandibular position of patients with angles Class I and Class II, division 1 malocclusion.
Chinese Journal of Stomatology 36(5):367-70, 2001 Sep.
- Hegmann M. Rüter AK.
The Grummons face mask as an early treatment modality within a class III therapy concept.
Journal of Orofacial Orthopedics 64(6):450-6, 2003 Nov.
- Heikinheimo K.
Need of orthodontic treatment in 7-year-old Finnish children.
Community Dentistry & Oral Epidemiology. 6(3):129-34, 1978 May.
- Heikinheimo K. Salmi K. Myllarniemi S.
Identification of cases requiring orthodontic treatment. A longitudinal study.
Swed Dent J Suppl. 15:71-7, 1982.
- Heikinheimo K. Salmi K. Myllarniemi S.
Long term evaluation of orthodontic diagnoses made at the ages of 7 and 10 years.
Eur J Orthod. 9(2):151-9, 1987 May.
- Hellman M.
The process of dentition and its effects on occlusion.
Dent Cosmos. 65:1329-44, 1923.
- Helm S.
Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study.
Am J Orthod. 54(5):352-66, 1968 May.

Helm S. Kreiborg S. Barlebo J. Caspersen I. Eriksen JH. Hansen W. Hanusardottir B. Munck C. Perregaard J. Prydso U. Reumert C. Spedtsberg H. Estimates of orthodontic treatment need in Danish schoolchildren. *Community Dentistry & Oral Epidemiology* 3(3):136-42, 1975 May.

Helm S. Kreiborg S. Solow B. Psychosocial implications of malocclusion: a 15-year follow-up study in 30-year-old Danes. *Am J Orthod.* 87(2):110-8, 1985 Feb.

Henrikson T. Temporomandibular disorders and mandibular function in relation to Class II malocclusion and orthodontic treatment. A controlled, prospective and longitudinal study. *Swed Dent J Suppl.* 134:1-144, 1999.

Henrikson T. Nilner M. Kurol J. Symptoms and signs of temporomandibular disorders before, during and after orthodontic treatment. *Swed Dent J.* 23(5-6):193-207, 1999.

Hensel E. Untersuchungen zur Dysgnathieentwicklung von der ersten Dentition zum Wechselgebiss. *Fortschritte der Kieferorthopädie* 52(6):353-358, 1991.

Herberger RJ. Stability of mandibular intercuspid width after long periods of retention. *Angle Orthod.* 51(1):78-83, 1981 Jan.

Hermanson H. Kurol J. Ronnerman A. Treatment of unilateral posterior crossbite with quad-helix and removable plates. A retrospective study. *Eur J Orthod.* 7(2):97-102, 1985 May.

Herold JS. Maxillary expansion: a retrospective study of three methods of expansion and their long-term sequelae. *Br J Orthod.* 16(3):195-200, 1989 Aug.

Hershey HG. Incisor tooth retraction and subsequent profile change in postadolescent female patients. *Am J Orthod.* 61(1):45-54, 1972 Jan.

Hershey HG. Stewart BL. Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 69(3):274-84, 1976 Mar.

Hesse KL. Artun J. Joondeph DR. Kennedy DB.
Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral posterior crossbite.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(4):410-8, 1997 Apr.

Hickham JH.
Maxillary protraction therapy: diagnosis and treatment.
J Clin Orthod. 25(2):102-13, 1991 Feb.

Hicks EP.
Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force.
Am J Orthod. 73(2):121-41, 1978 Feb.

Hidaka O. Adachi S. Takada K.
The difference in condylar position between centric relation and centric occlusion in pretreatment Japanese orthodontic patients.
Angle Orthod. 72(4):295-301, 2002 Aug.

Higley LB.
Crossbite-mandibular malposition.
Journal of Dentistry for Children 35(3):221-3, 1968 May.

Hime DL. Owen AH 3rd.
The stability of the arch-expansion effects of Fränkel appliance therapy.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 98(5):437-45, 1990 Nov.

Hinton RJ. McNamara JA Jr.
Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*).
Eur J Orthod. 6(3):155-74, 1984 Aug.

Hinz R. Senkel H. Thouet M.
Wann ist die kieferorthopädische Behandlung im Milchgebiss nötig?
Zahnärztliche Mitteilungen 79(21):2429-30, 2432, 2434 1989 Nov 1.

Hintze H. Wenzel A. Williams S.
Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography.
Eur J Orthod. 12(4):385-8, 1990 Nov.

Holm AK. Arvidsson S.
Oral health in preschool Swedish children. 1. Three-year-old children.
Odontologisk Revy. 25(1):81-98, 1974.

- Hou Z. Zhao Y. Deng Y.
Effects of chin cap therapy for early anterior crossbite.
Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 18(1):45-7, 2000 February.
- Houston WJ.
The current status of facial growth prediction: a review.
Br J Orthod. 6(1):11-7, 1979 Jan.
- Hu D. Helms JA.
The role of sonic hedgehog in normal and abnormal craniofacial morphogenesis.
Development 126(21):4873-84, 1999 Nov.
- Huggare J. Lahtela P. Viljamaa P. Nystrom M. Peck L.
Comparison of dental arch dimensions in children from southern and northern Finland.
Proceedings of the Finnish Dental Society 89(3-4):95-100, 1993.
- Hunter CJ.
The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence.
Angle Orthod. 36(1):44-54, 1966 Jan.
- Illing HM. Morris DO. Lee RT.
A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I-
The hard tissues.
Eur J Orthod. 20(5):501-16, 1998 Oct.
- Infante PF.
An epidemiologic study of finger habits in preschool children, as related to malocclusion, socioeconomic status, race, sex, and size of community.
Journal of Dentistry for Children 43(1):33-8, 1976 Jan-Feb.
- Ingervall B. Seeman L. Thilander B.
Frequency of malocclusion and need of orthodontic treatment in 10-year old children in Gothenburg.
Svensk Tandlakartidskrift 65(1):7-21, 1972 Jan.
- Ingervall B. Thilander B.
Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite.
Angle Orthod. 45(4):249-58, 1975 Oct.
- Ingervall B. Mohlin B. Thilander B.
Prevalence and awareness of malocclusion in Swedish men.
Community Dentistry & Oral Epidemiology 6(6):308-14, 1978 Nov.

- Irie M. Nakamura S.
Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion.
Am J Orthod. 67(4):377-92, 1975 Apr.
- Ishii H. Morita S. Takeuchi Y. Nakamura S.
Treatment effect of combined maxillary protraction and chin cap appliance in severe skeletal Class III cases.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(4):304-12, 1987 Oct.
- Isotupa KP. Carlson DS. Makinen KK.
Influence of asymmetric occlusal relationships and decreased maxillary width on the growth of the facial skeleton in the guinea pig.
Anatomischer Anzeiger 174(5):447-51, 1992 Oct.
- Ito Y. Sakai T. Kawamoto H. Watanabe Y. Yamauchi K.
A statistical study of the orthodontic patients seen during the twelve-years period in the affiliated hospital of Hiroshima University School of Dentistry
J Jpn Orthod Soc. 39(4):427-35, 1980 Dec.
- Itoh T. Chaconas JJ. Caputo AA. Matyas J.
Photoelectric effects of maxillary protraction on the craniofacial complex.
Am J of Orthod. 88:117-124, 1985.
- Iwata R.
The relation of complete fusion time on the distal phalanx of the first digit and mandibular growth.
J Jpn Orthod. Soc. 53:1-9, 1994.
- Jacobs RM.
Ten-year study of strategies for teaching clinical inference in predoctoral orthodontic education.
Journal of Dental Education 52(5):235-44, 1988 May.
- Jacobson A. Evans WG. Preston CB. Sadowsky PL.
Mandibular prognathism.
Am J Orthod. 66:140-71, 1974.
- Jacobson A.
Psychology and early orthodontic treatment.
Am J Orthod. 76(5):511-29, 1979 Nov.
- Jackson GW. Kokich VG. Shapiro PA.
Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young *Macaca nemestrina*.
Am J Orthod. 75(3):318-33, 1979 Mar.

Jäger A. Braumann B. Kim C. Wahner S.
Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. A meta-analysis.
Journal of Orofacial Orthopedics 62(4):275-84, 2001 Jul.

Järvinen S.
Need for preventive and interceptive intervention for malocclusion in 3-5-year-old Finnish children.
Community Dentistry & Oral Epidemiology 9(1):1-4, 1981 Feb.

Järvinen S.
Floating norms for the ANB angle as guidance for clinical considerations.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 90(5):383-7, 1986 Nov.

Jakobsson SO.
Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division I malocclusions.
Am J Orthod. 53(6):446-57, 1967 Jun.

Jakobsson SO. Paulin G.
The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study.
Eur J Orthod. 12(2):174-84, 1990 May.

Janson IA.
A cephalometric study of the efficiency of the bionator.
Trans Europ Orthod Soc. 28:283-98, 1977.

Janson M. Hasund A.
Functional problems in orthodontic patients out of retention.
Eur J Orthod. 3(3):173-9, 1981.

Jia Y. Fu M.
The early treatment of unilateral crossbite.
Chinese Journal of Stomatology 30(5):280-2, 320, 1995 Sep.

Jenny J.
A social perspective on need and demand for orthodontic treatment.
Int Dent J. 25(4):248-56, 1975 Dec.

Johnson PD. Cohen DA. Aiosa L. McGorray S. Wheeler T.
Attitudes and compliance of pre-adolescent children during early treatment of Class II malocclusion.
Clinical Orthodontics & Research 1(1):20-8, 1998 Aug.

Johnston LE.
A simplified approach to prediction.
Am J Orthod. 67(3):253-7, 1975 Mar.

Johnston LE Jr.

A comparative analysis of Class II treatment methods.

In: McNamara JA Jr, Carlson DS, Vig PS, Ribbens KA, eds. Science and clinical judgement in orthodontics. Monograph 19, Craniofacial Growth Series, Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, 103-48, 1986.

Johnston LE Jr.

A critical evaluation of the functional orthodontic approach to Class II treatment. Pac Coast Soc Orthod Bull. 66:36-7, 1994.

Johnston LE.

Answers in search of questioners.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):552--3, 2002 Jun.

Joondeph DR.

Early orthodontic treatment.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(2):199-200, 1993 Aug.

Kahl-Nieke B. Fischbach H. Schwarze CW.

Treatment and postretention changes in dental arch width dimensions-a long-term evaluation of influencing cofactors.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(4):368-78, 1996 Apr.

Kajiyama K. Murakami T. Suzuki A.

Evaluation of the modified maxillary protractor applied to Class III malocclusion with retruded maxilla in early mixed dentition.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(5):549-59, 2000 Nov.

Kalha A.

Early treatment with the twin-block appliance is effective in reducing overjet and severity of malocclusion.

Evidence-Based Dentistry 5(4):102-103, 2004.

Kambara T.

Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the Macaca irus.

Am J Orthod. 71(3):249-77, 1977 Mar.

Kang HS.

A laser holographic study on the initial reaction of maxillofacial complex to maxillary protraction.

Korean J Orthod. 18:367-81, 1988.

Kang HK. Ryu YK.

A study on the prevalence of malocclusion of Yonsei University students in 1991.

Korea J Orthod. 22(3):691-701, 1992.

Kantomaa T.
Correction of unilateral crossbite in the deciduous dentition.
Eur J Orthod. 8(2):80-3, 1986 May.

Kantomaa T.
The shape of the glenoid fossa affects the growth of the mandible.
Eur J Orthod. 10(3):249-54, 1988 Aug.

Kantomaa T. Pirttiniemi P.
Differences in biologic response of the mandibular condyle to forward traction or opening of the mandible. An experimental study in the rat.
Acta Odontol Scand. 54(2):138-44, 1996 Apr.

Kapust AJ. Sinclair PM. Turley PK.
Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in Class III children: a comparison of three age groups.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(2):204-12, 1998 Feb.

Katz RA.
The long term stability of mandibular arch length and width changes following rapid maxillary expansion.
Columbus: Ohio State University, 1990.

Keeling SD. Garvan CW. King GJ. Wheeler TT. McGorray S.
Temporomandibular disorders after early Class II treatment with bionators and headgears: results from a randomized controlled trial.
Seminars in Orthodontics 1(3):149-64, 1995a Sep.

Keeling SD. King GJ. Wheeler TT. McGorray S.
Timing of Class II treatment: rationale, methods, and early results of an ongoing randomized clinical trial.
In: Trotman C, McNamara JA Jr., eds. Orthodontic treatment: outcome and effectiveness, Monograph 30. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, p. 1-112, 1995b.

Keeling SD. Wheeler TT. King GJ. Garvan CW. Cohen DA. Cabassa S. McGorray SP. Taylor MG.
Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):40-50, 1998 Jan.

Keller D.
Retreating orthodontic failures: Part I.
Journal of General Orthodontics 4(2):5-9, 1993a Jun.

Keller D.

Retreating orthodontic failures: Part II.

Journal of General Orthodontics 4(3):7-16, 1993b Sep.

Kelly JE. Sanchez M. Van Kirk LE.

An assessment of the occlusion of the teeth of children 6-11 years.

Vital and Health Statistics, Series 11, No 130, Public Health Service, USDHEW Publication No. (HRA)74-1612. Washington, DC: National Center for Health Statistics, 1973.

Kerr WJ. TenHave TR. McNamara JA Jr.

A comparison of skeletal and dental changes produced by function regulators (FR-2 and FR-3).

Eur J Orthod. 11(3):235-42, 1989 Aug.

Kerr S. John W. Buchanan IB. McNair FI. McColl JH.

Factors influencing the outcome and duration of removable appliance treatment.

Eur J Orthod. 16:181-6, 1994.

Kiliaridis S.

Masticatory muscle function and craniofacial morphology. An experimental study in the growing rat fed a soft diet.

Swed Dent J Suppl. 36:1-55, 1986.

Kilpelainen PV. Phillips C. Tulloch JF.

Anterior tooth position and motivation for early treatment.

Angle Orthod. 63(3):171-4, 1993 Fall.

King GJ. Keeling SD. Hocevar RA. Wheeler TT.

The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review.

Angle Orthod. 60(2):87-97, 1990 Summer.

King GJ. McGorray SP. Wheeler TT. Dolce C. Taylor M.

Comparison of peer assessment ratings (PAR) from 1-phase and 2-phase treatment protocols for Class II malocclusions.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 123(5):489-96, 2003 May.

Kinzinger G. Fritz U. Diedrich P.

Combined therapy with pendulum and lingual arch appliances in the early mixed dentition.

Journal of Orofacial Orthopedics 64(3):201-13, 2003 May.

Kirjavainen M. Kirjavainen T. Haavikko K.

Changes in dental arch dimensions by use of an orthopedic cervical headgear in Class II correction.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(1):59-66, 1997 Jan.

- Kisling E. Krebs G.
Patterns of occlusion in 3-year-old Danish children.
Community Dentistry & Oral Epidemiology 4(4):152-9, 1976 Jul.
- Kiyak HA. Bell R.
Psychosocial considerations in surgery and orthodontics.
In: Proffit WR, White R (eds). *Surgical-orthodontic treatment*. St Louis: Mosby-Year Book, 71-91, 1990.
- Kjaer I.
Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment.
Eur J Orthod. 17(1):25-34, 1995 Feb.
- Klein PL.
An evaluation of cervical traction of the maxilla and the upper first permanent molar.
Angle Orthod. 27:61-8, 1957.
- Klein ET.
The thumb-sucking habit: meaningful or empty?
Am J Orthod. 59(3):283-9, 1971 Mar.
- Klink-Heckmann U.
Orthopädische Stomatologie.
J.A. Barth, Leipzig S.158-73, 1976.
- Kluemper GT. Beeman CS. Hicks EP.
Early orthodontic treatment: what are the imperatives?
J Am Dent Assoc. 131(5):613-20, 2000 May.
- Köhler L. Holst K.
Malocclusion and sucking habits of four-year-old children.
Acta Paediatrica Scandinavica 62(4):373-9, 1973 Jul.
- Kopp S. Wenneberg B.
Intra- and interobserver variability in the assessment of signs of disorder in the stomatognathic system.
Swed Dent J. 7(6):239-46, 1983.
- Korbmacher H. Kahl-Nieke B. Schnabel S.
Early orthodontic treatment of Class-III malocclusion in Germany.
Journal of Orofacial Orthopedics 61(3):168-74, 2000.
- Koroluk LD. Tulloch JF. Phillips C.
Incisor trauma and early treatment for Class II Division 1 malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 123(2):117-25; 2003 Feb.

- Krebs A.
Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants.
Acta Odontol Scand. 17:491-501, 1959.
- Kreit LH. Burstone C. Delman L.
Patient cooperation in orthodontic treatment.
Journal of the American College of Dentists 35(4):327-32, 1968 Oct.
- Kuftinec MM. Stom D.
Effect of edgewise treatment and retention on mandibular incisors.
Am J Orthod. 68(3):316-22, 1975 Sep.
- Kulbersh VP.
Efficacy of early treatment.
97th Annual Session of the American Association of Orthodontists,
Philadelphia, 1997.
- Kuroda T. Natori H. Kawanobe O.
Prediction of the age at maximum pubertal growth ossification of the adductor
sesamoid of thumb in Japanese children.
J Jpn Orthod Soc. 28:68-73, 1969.
- Kurol J. Berglund L.
Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of
posterior cross-bites in the primary dentition.
Eur J Orthod. 14(3):173-9, 1992 Jun.
- Kutin G. Hawes RR.
Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions.
Am J Orthod. 56(5):491-504, 1969 Nov.
- Kyger D.
Functional appliance treatment and the timing of facial growth.
Research summary from University of California, Department of Orthodontics.
Pac Coast Soc Orthod Bull. 68:48-9, 1996.
- Lagerstrom L. Egermark I. Carlsson GE.
Signs and symptoms of temporomandibular disorders in 19-year-old individuals
who have undergone orthodontic treatment.
Swed Dent J. 22(5-6):177-86, 1998.
- Lai W. Huang N. Zhao M. Lu S.
An eight-factor analysis of early skeletal Class II malocclusion using Fränkel
appliance.
Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 17(3):271-4, 1999 August.

Lamparski DG.

Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [dissertation].
Pittsburgh, PA: The University of Pittsburgh, 1972.

Lange DW. Kalra V. Broadbent BH Jr. Powers M. Nelson S.

Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator.
Angle Orthod. 65(6):423-30, 1995.

Langford SR. Sims MR.

Upper molar root resorption because of distal movement. Report of a case.
Am J Orthod. 79(6):669-79, 1981 Jun.

Langford SR.

Root resorption extremes resulting from clinical RME.
Am J Orthod. 81(5):371-7, 1982 May.

Larsson E.

Dummy- and finger-sucking habits in 4-year-olds.
Svensk Tandlakartidskrift 68(6):219-24, 1975.

Larsson E. Ronnerman A.

Mandibular dysfunction symptoms in orthodontically treated patients ten years
after the completion of treatment.
Eur J Orthod. 3(2):89-94, 1981.

Lautrou A.

Orthodontics, stability, recurrence.
Orthodontie Francaise 71(2):117-25, 2000 Apr.

Lavergne J. Gasson N.

A metal implant study of mandibular rotation.
Angle Orthod. 46(2):144-50, 1976 Apr.

Lavergne J. Gasson N.

Operational definitions of mandibular morphogenetic and positional rotations.
Scandinavian J Dent Res. 85(3):185-92, 1977a Mar.

Lavergne J. Gasson N.

Direction and intensity of mandibular rotation in the sagittal adjustment during
growth of the jaws.
Scandinavian J Dent Res. 85(3):193-6, 1977b Mar.

Lavergne J. Gasson N.

Analysis and classification of the rotational growth pattern without implants.
Br J Orthod. 9(1):51-6, 1982 Jan.

- Lee CF. Proffit WR.
The daily rhythm of tooth eruption.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 107(1):38-47, 1995 Jan.
- Lehman R. Romuli A. Bakker V.
Five-year treatment results with a headgear-activator combination.
Eur J Orthod. 10(4):309-18, 1988 Nov.
- Leighton BC.
The early development of crossbites.
Trans Br Soc Study Orthod. 93-100, 1966.
- Lew KK. Soh G. Loh E.
Ranking of facial profiles among Asians.
Journal of Esthetic Dentistry 4(4):128-30, 1992 Jul-Aug.
- Lewin A.
Electrognathographics. An atlas of diagnostic procedures and interpretation.
Chicago: Quintessence Publishing, 1985.
- Lewis AB. Garn SM.
The relationship between tooth formation and other maturation factors.
Angle Orthod. 30:70-7, 1960.
- Levander E. Malmgren O.
Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors.
Eur J Orthod. 10(1):30-8, 1988 Feb.
- Lin JJ.
Prevalence of malocclusion in Chinese children age 9-15.
Clin Dent. (Taiwan), 5:57-65, 1985.
- Lindner A. Henrikson CO. Odenrick L. Modeer T.
Maxillary expansion of unilateral cross-bite in preschool children.
Scandinavian J Dent Res. 94(5):411-8, 1986 Oct.
- Lindner A. Modeer T.
Relation between sucking habits and dental characteristics in preschool children with unilateral crossbite.
Scand J Dent Res. 97(3):278-283, 1989 Jun.
- Lindner A.
Longitudinal study on the effect of early interceptive treatment in 4-year-old children with unilateral cross-bite.
Scandinavian J Dent Res. 97(5):432-8, 1989 Oct.

Linder-Aronson S.

Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids.

Acta Oto-Laryngologica Supplement. 265:1-132, 1970.

Linder-Aronson S. Lindgren J.

The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion.

Br J Orthod. 6(1):25-9, 1979 Jan.

Linder-Aronson S.

Respiratory function in relation to facial morphology and the dentition.

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

Linder-Aronson S. Woodside DG. Hellsing E. Emerson W.

Normalization of incisor position after adenoidectomy.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 103(5):412-27, 1993 May.

Lindqvist B.

Bruxism in children.

Odontologisk Revy. 22(4):413-23, 1971.

Linge BO. Linge L.

Apical root resorption in upper anterior teeth.

Eur J Orthod. 5(3):173-83, 1983 Aug.

Linge L.

The role of the general practitioner and the orthodontist in the provision of orthodontic care.

Int Dent J. 37(2):86-90, 1987 Jun.

Lisson JA. Trankmann J.

Effects of angle Class II, division 1 treatment with jumping-the-bite appliances. A longitudinal study.

Journal of Orofacial Orthopedics 63(1):14-25, 2002 Jan.

Lisson JA. Trankmann J.

Treatment begin and treatment effect in functional orthodontics with jumping-the-bite appliances.

Journal of Orofacial Orthopedics 64(5):341-51, 2003 Sep.

Little RM. Wallen TR. Riedel RA.

Stability and relapse of mandibular anterior alignment-first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics.

Am J Orthod. 80(4):349-65, 1981 Oct.

Little RM. Riedel RA. Stein A.
Mandibular arch length increase during the mixed dentition: postretention evaluation of stability and relapse.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 97(5):393-404, 1990 May.

Little RM.
Orthodontic stability and relapse.
Pac Coast Soc Orthod Bull. 63:35-8, 1991.

Little RM.
Stability and relapse: Early treatment of arch length deficiency.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):578-81, 2002 Jun.

Litton SF. Ackermann LV. Isaacson RJ. Shapiro BL.
A genetic study of Class 3 malocclusion.
Am J Orthod. 58(6):565-77, 1970 Dec.

Livieratos FA. Johnston LE Jr.
A comparison of one-stage and two-stage nonextraction alternatives in matched Class II samples.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(2):118-31, 1995 Aug.

Lo FD. Hunter WS.
Changes in nasolabial angle related to maxillary incisor retraction.
Am J Orthod. 82(5):384-91, 1982 Nov.

Loh MK. Kerr WJ.
The Function Regulator III: effects and indications for use.
Br J Orthod. 12(3):153-7, 1985 Jul.

Lu YC. Tanne K. Hirano Y. Sakuda M.
Craniofacial morphology of adolescent mandibular prognathism.
Angle Orthod. 63(4):277-82, 1993.

Lutz HD. Poulton DR.
Stability of dental arch expansion in the deciduous dentition.
Angle Orthod. 55(4):299-315, 1985 Oct.

MacDonald KE. Kapust AJ. Turley PK.
Cephalometric changes after the correction of class III malocclusion with maxillary expansion/facemask therapy.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 116(1):13-24, 1999 Jul.

Macey-Dare LV.
The early management of Class III malocclusions using protraction headgear.
Dent Update 27(10):508-13, 2000 Dec.

Madone G. Ingervall B.
Stability of results and function of the masticatory system in patients treated with the Herren type of activator.
Eur J Orthod. 6(2):92-106, 1984 May.

Maj G. Luzi C. Lucchese PO.
Cephalometric appraisal of Class II and Class III malocclusions.
Angle Orthod. 30:26-32, 1960.

Malmgren O. Goldson L. Hill C. Orwin A. Petrini L. Lundberg M.
Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth.
Am J Orthod. 82(6):487-91, 1982 Dec.

Malmgren O. Omblus J. Hagg U. Pancherz H.
Treatment with an orthopedic appliance system in relation to treatment intensity and growth periods. A study of initial effects.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 91(2):143-51, 1987 Feb.

Mao J. Zhao H.
The correction of Class II, division 1 malocclusion with bionator headgear combination appliance.
Journal of Tongji Medical University 17(4):254-6, 1997.

Martone VD. Enlow DH. Hans MG. Broadbent BH Jr. Oyen O.
Class I and Class III malocclusion sub-groupings related to headform type.
Angle Orthod. 62(1):35-42; discussion 43-4, 1992.

Mauck C. Trankmann J.
Influence of orthodontic treatment in the primary dentition upon development of the dentition and craniofacial growth.
Journal of Orofacial Orthopedics 59(4):229-36, 1998.

Mauil, DJ.
A descriptive analysis of Class II treatment in peer reviewed cases.
Birmingham, Ala.: University of Alabama, 1995.

McFadden WM. Engstrom C. Engstrom H. Anholm JM.
A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 96(5):390-6, 1989 Nov.

McGregor FC.
Social and psychological implications of dentofacial disfigurement.
Angle Orthod. 40:2331-33, 1970.

McGuigan DG.
The Hapsburgs.
London, WH Allen, 1966.

McKnight MM. Daniels CP. Johnston LE Jr.
A retrospective study of two-stage treatment outcomes assessed with two modified PAR indices.
Angle Orthod. 68(6):521-4; discussion 525-6, 1998 Dec.

McNamara JA Jr.
Neuromuscular and Skeletal Adaptions to Altered Orofacial Function.
Monograph 1. Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1972.

McNamara JA Jr.
Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region.
Am J Orthod. 64(6):578-606, 1973 Dec.

McNamara JA.
Functional adaptations in the temporomandibular joint.
Dent Clin North Am. 19:457-71, 1975.

McNamara JA. Connelly TG. McBride MC.
Histologic studies of temporomandibular joint adaptations.
In: McNamara JA, ed. Determinants of mandibular form and growth, Monograph No. 4, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development:209-27, 1975.

McNamara JA Jr. Carlson DS.
Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function.
Am J Orthod. 76(6):593-611, 1979 Dec.

McNamara JA Jr.
Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age.
Angle Orthod. 51(3):177-202, 1981 Jul.

McNamara JA Jr. Hinton RJ. Hoffman DL.
Histologic analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*).
Am J Orthod. 82(4):288-98, 1982 Oct.

McNamara JA Jr. Bookstein FL. Shaughnessy TG.
Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on class II patients.
Am J Orthod. 88(2):91-110, 1985 Aug.

McNamara JA Jr.
An orthopedic approach to the treatment of Class III malocclusion in young patients.
J Clin Orthod. 21(9):598-608, 1987 Sep.

McNamara JA Jr. Bryan FA.
Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study
in *Macaca mulatta*.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(2):98-108, 1987 Aug.

McNamara JA. Brudon WL.
Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition.
Ann Arbor: Needham Press Inc. p. 67-177, 1993.

McNamara JA Jr.
Mixed dentition treatment.
In: Graber TM, Vanarsdall RL, eds. *Orthodontics: current principles and techniques*. St. Louis: Mosby p. 507-41, 1994.

McNamara JA Jr. Seligman DA. Okeson JP.
Occlusion, Orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: a review.
Journal of Orofacial Pain 9(1):73-90, 1995.

McNamara JA Jr. Peterson JE Jr. Alexander RG.
Three-dimensional diagnosis and management of Class II malocclusion in the
mixed dentition.
Seminars in Orthodontics 2(2):114-37, 1996 Jun.

McNamara JA. Jr.
Maxillary transverse deficiency.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(5):567-70, 2000 May.

McNamara JA Jr.
Early intervention in the transverse dimension: Is it worth the effort?
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):572-4, 2002 Jun.

McNamara JA Jr. Baccetti T. Franchi L. Herberger TA.
Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: long-term evaluation of
changes in arch dimensions.
In press 2002.

McNulty EC. Lear CS. Moorrees CF.
Variability in lip adaptation to changes in incisor position.
J Dent Res. 47(4):537-47, 1968 Jul-Aug.

McWade RA. Mamandras AH. Hunter WS.
The effects of Fränkel II treatment on arch width and arch perimeter.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(4):313-20, 1987 Oct.

Mavragani M. Boe OE. Wisth PJ. Selvig KA.
Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature
teeth.
Eur J Orthod. 24(1):91-7, 2002 Feb.

Meach CL.

A cephalometric comparison of bony profile changes in Class II, division 1 patients treated with extraoral force and functional jaw orthopedics.
Am J Orthod. 52(5):353-70, 1966 May.

Melsen B.

Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study.
Am J Orthod. 73(5):526-40, 1978 May.

Melsen B. Stensgaard K. Pedersen J.

Sucking habits and their influence on swallowing pattern and prevalence of malocclusion.
Eur J Orthod. 1(4):271-80, 1979.

Mermigos J. Full CA. Andreasen G.

Protraction of the maxillofacial complex.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 98(1):47-55, 1990 Jul.

Merwin D. Ngan P. Hagg U. Yiu C. Wei SH.

Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(3):292-9, 1997 Sep.

Milen A. Tala H. Hausen H. Heinonen OP.

Dental health status, habits and care of Finnish children and youths in 1981-82. A feasibility study of an information system.
Health Services Research by the National Board of Health in Finland, Helsinki 1986.

Mills JRE.

Principles and Practice of Orthodontics.
2nd edn. Edinburgh. Churchill, Livingstone 1987.

Mills JR.

The effect of functional appliances on the skeletal pattern.
Br J Orthod. 18(4):267-75, 1991 Nov.

Mills CM. McCulloch KJ.

Treatment effects of the twin block appliance: a cephalometric study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 114(1):15-24, 1998 Jul.

Mirabella AD. Artun J.

Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(1):48-55, 1995 Jul.

- Mitani H.
Prepubertal growth of mandibular prognathism.
Am J Orthod. 80(5):546-53, 1981 Nov.
- Mitani H. Fukazawa H.
Effects of chincap force on the timing and amount of mandibular growth associated with anterior reversed occlusion (Class III malocclusion) during puberty.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 90(6):454-63, 1986 Dec.
- Mitani H. Sato K. Sugawara J.
Growth of mandibular prognathism after pubertal growth peak.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(4):330-6, 1993 Oct.
- Mitani H.
Early application of chincap therapy to class III malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):584-5, 2002 Jun.
- Miyajima K. McNamara JA Jr. Sana M. Murata S.
An estimation of craniofacial growth in the untreated Class III female with anterior crossbite.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(4):425-34, 1997 Oct.
- Miyasaka-Hiraga J. Tanne K. Nakamura S.
Finite element analysis for stresses in the craniofacial sutures produced by maxillary protraction forces applied at the upper canines.
Br J Orthod. 21(4):343-8, 1994 Nov.
- Miyauchi S. Nakaminami T. Nishio K. Maruyama T.
Chewing pattern in posterior crossbite. Classification of chewing pattern in the frontal plane.
J Jpn Prosthodont Soc. 33(4):938-51, 1989 Aug.
- Modeer T. Odenrick L. Lindner A.
Sucking habits and their relation to posterior cross-bite in 4-year-old children.
Scandinavian J Dent Res. 90(4):323-8, 1982 Aug.
- Mohlin B. Kopp S.
A clinical study on the relationship between malocclusions, occlusal interferences and mandibular pain and dysfunction.
Swed Dent J. 2(4):105-12, 1978.
- Mohlin B. al-Saadi E. Andrup L. Ekblom K.
Orthodontics in 12-year old children. Demand, treatment motivating factors and treatment decisions.
Swed Dent J. 26(2):89-98, 2002.

Montgomery WM. Vig PS. Staab EV. Matteson SR.
Computed tomography: a three-dimensional study of the nasal airway.
Am J Orthod. 76(4):363-75, 1979 Oct.

Moorrees CFA.
The Dentition of the Growing Child.
Cambridge, Mass: Harvard University, 1959.

Moorrees CFA. Chada JM.
Available space for incisors during dental development: a growth study based
on physiologic age.
Angle Orthod. 35:12-22, 1965.

Moorrees CF.
Thoughts on the early treatment of Class II malocclusion.
Clinical Orthodontics & Research 1(2):97-101, 1998 Nov.

Morris DO. Illing HM. Lee RT.
A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part II--
The soft tissues.
Eur J Orthod. 20(6):663-84, 1998 Dec.

Motegi E. Miyazaki H. Ogura I. Konishi H. Sebata M.
An orthodontic study of temporomandibular joint disorders. Part 1:
Epidemiological research in Japanese 6-18 year olds.
Angle Orthod. 62(4):249-56, 1992 Winter.

Moussa R. O'Reilly MT. Close JM.
Long-term stability of rapid palatal expander treatment and edgewise
mechanotherapy.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(5):478-88, 1995 Nov.

Moyers RE. van der Linden FPGM. Riolo ML. McNamara JA jr.
Standards of Human Occlusal Development.
Monograph 5, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and
Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1976

Moyers RE.
Handbook of orthodontics. 4th ed.
Chicago: Year Book Medical Publishers, 410-18, 1988.

Murata M. Matsuo N. Tanaka T. Otsuki F. Ashizawa K. Tatara Y. et al.
Atlas of standard bone maturation for Japanese: based on TW2 method.
Tokyo: Kanehara Shuppan, 1993.

Musich D.

Growth treatment response vector analysis.

Personal communication, November 1, 2001 in Ngan P Biomechanics of maxillary expansion and protraction in class III patients.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):582-3, 2002 Jun.

Myers DR. Barenie JT. Bell RA. Williamson EH.

Condylar position in children with functional posterior crossbites: before and after crossbite correction.

Pediatr Dent. 2(3):190-4, 1980 Sep.

Nagahara K. Suzuki T. Nakamura S.

Longitudinal changes in the skeletal pattern of deciduous anterior crossbite.

Angle Orthod. 67(6):439-46, 1997.

Nagahara K. Murata S. Nakamura S. Tsuchiya T.

Prediction of the permanent dentition in deciduous anterior crossbite.

Angle Orthod. 71(5):390-5, 2001 Oct.

Nanda RS.

The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms.

Am J Orthod. 41:658-73, 1955.

Nanda R.

Differential response of midfacial sutures and to bones to anteriorly directed extraoral forces in monkeys.

J Dent Res. 57:362, 1978a.

Nanda R.

Protraction of maxilla in rhesus monkeys by controlled extraoral forces.

Am J Orthod. 74(2):121-41, 1978b Aug.

Nanda R.

Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear.

Am J Orthod. 78(2):125-39, 1980 Aug.

Nartallo-Turley PE. Turley PK.

Cephalometric effects of combined palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion.

Angle Orthod. 68(3):217-24, 1998 Jun.

Neger M.

A quantitative method for evaluation of the soft tissue facial profile.

Am J Orthod. 45:738-751, 1959.

Nelson C. Harkness M. Herbison P.
Mandibular changes during functional appliance treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(2):153-61, 1993 Aug.

Nelson G.
Phase I treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(2):239-40, 1997 Feb.

Nerder PH. Bakke M. Solow B.
The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study.
Eur J Orthod. 21(2):155-66, 1999 Apr.

Nevant CT. Buschang PH. Alexander RG. Steffen JM.
Lip bumper therapy for gaining arch length.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(4):330-6, 1991 Oct.

Ngan P. Wei SH. Hagg U. Yiu CK. Merwin D. Stickel B.
Effect of protraction headgear on Class III malocclusion.
Quintessence Int. 23(3):197-207, 1992 Mar.

Ngan P. Fields H.
Orthodontic diagnosis and treatment planning in the primary dentition.
Journal of Dentistry for Children 62(1):25-33, 1995 Jan-Feb.

Ngan P. Hagg U. Yiu C. Merwin D. Wei SH.
Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with maxillary expansion and protraction headgear treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(1):38-49, 1996a Jan.

Ngan P. Hagg U. Yiu C. Merwin D. Wei SH.
Treatment response to maxillary expansion and protraction.
Eur J Orthod. 18(2):151-68, 1996b Apr.

Ngan P. Hu AM. Fields HW Jr.
Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites.
Pediatr Dent. 19(6):386-95, 1997a Sep-Oct.

Ngan PW. Hagg U. Yiu C. Wei SH.
Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction.
Seminars in Orthodontics 3(4):255-64, 1997b Dec.

Ngan P. Yiu C.
Evaluation of treatment and posttreatment changes of protraction facemask treatment using the PAR index.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(4):414-20, 2000 Oct.

Ngan P.

Biomechanics of maxillary expansion and protraction in class III patients.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):582-3, 2002 Jun.

Nilner M.

Relationships between oral parafunctions and functional disturbances and diseases of the stomatognathic system among children aged 7-14 years.
Acta Odontol Scand. 41(3):167-72, 1983a Jun.

Nilner M.

Relationships between oral parafunctions and functional disturbances in the stomatognathic system among 15- to 18-year-olds.
Acta Odontol Scand. 41(4):197-201, 1983b Aug.

Ninou S. Stephens C.

The early treatment of posterior crossbites: a review of continuing controversies.
Dent Update 21(10):420-6, 1994 Dec.

O'Brien K. Shaw WC. Roberts CT.

The use of occlusal indices in assessing the provision of orthodontic treatment by the Hospital Orthodontic Service of England and Wales.
Br J Orthod. 20:25-35, 1993.

O'Brien K. Wright J. Conboy F. Sanjie Y. Mandall N. Chadwick S. Connolly I. Cook P. Birnie D. Hammond M. Harradine N. Lewis D. McDade C. Mitchell L. Murray A. O'Neill J. Read M. Robinson S. Roberts-Harry D. Sandler J. Shaw I. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 124(3):234-43. quiz 339, 2003a Sep.

O'Brien K. Wright J. Conboy F. Chadwick S. Connolly I. Cook P. Birnie D. Hammond M. Harradine N. Lewis D. McDade C. Mitchell L. Murray A. O'Neill J. Read M. Robinson S. Roberts-Harry D. Sandler J. Shaw I. Berk NW. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: Psychosocial effects.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 124(5):488-94, discussion 494-5, 2003b Nov.

O'Grady PW.

Long-term stability of rapid maxillary expansion concurrent with Schwarz appliance therapy in the mixed dentition (thesis).
Ann Arbor: University of Michigan, 2002.

O'Mullane DM.

Some factors predisposing to injuries of permanent incisors in school children.
Br Dent J. 134(8):328-32, 1973 Apr 17.

O'Neill JR.

Functional appliances and mandibular growth-is there an effect?
Evidence-Based Dentistry 5(3):74, 2004.

O'Reilly MT. Yanniello GJ.

Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae-a longitudinal cephalometric study.
Angle Orthod. 58(2):179-84, 1988 Apr.

Oliver BM.

The influence of lip thickness and strain on upper lip response to incisor retraction.
Am J Orthod. 82(2):141-9, 1982 Aug.

Op Heij DG. Callaert H. Opdebeeck HM.

The effect of the amount of protrusion built into the bionator on condylar growth and displacement: a clinical study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 95(5):401-9, 1989 May.

Oppenheim A.

A possibility for physiologic orthodontic movement.
Am J Orthodont Oral Surgery 30:227-328, 345-68, 1944.

Osborn WS. Nanda RS. Currier GF.

Mandibular arch perimeter changes with lip bumper treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 99(6):527-32, 1991 Jun.

Owen AH 3rd.

Morphologic changes in the transverse dimension using the Fränkel appliance.
Am J Orthod. 83(3):200-17, 1983 Mar.

Owen AH 3rd.

Maxillary incisolabial responses in class II, division 1 treatment with Fränkel and Edgewise.
Angle Orthod. 56(1):67-87, 1986 Jan.

Ozturk Y. Tankuter N.

Class II: a comparison of activator and activator headgear combination appliances.
Eur J Orthod. 16(2):149-57, 1994 Apr.

Pancherz H.

Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation.
Am J Orthod. 76(4):423-42, 1979 Oct.

Pancherz H.
A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment.
Am J Orthod. 85(2):125-34, 1984 Feb.

Pancherz H. Hansen K.
Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation.
Eur J Orthod. 8(4):215-28, 1986 Nov.

Pancherz H. Littmann C.
Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Analyse der Veränderungen bis zum Wachstumsabschluss.
Inf Orthod Kieferorthop. 21:493-513, 1989.

Pancherz H. Fackel U.
The skeletofacial growth pattern pre- and post-dentofacial orthopaedics. A long-term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance.
Eur J Orthod. 12(2):209-18, 1990 May.

Pancherz H.
The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(3):220-33, 1991 Sep.

Pancherz H. Anehus-Pancherz M.
The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 103(6):510-20, 1993 Jun.

Pancherz H.
Früh- oder Spätbehandlung mit der Herbst-Apparatur-Stabilität oder Rezidiv?
Information aus Orthodontie und Kieferorthopädie 26:437-45, 1994.

Pangrazio-Kulbersh V. Kaczynski R. Shunock M.
Early treatment outcome assessed by the Peer Assessment Rating index.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 115(5):544-50, 1999 May.

Paulsen HU.
Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: a long-term radiographic study.
Eur J Orthod. 19(6):657-68, 1997 Dec.

Payne RC. Mueller BH. Thomas HF.
Anterior crossbite in the primary dentition.
J Pedod. 5:281-94, 1991.

Peak JD.
Cuspid stability.
Am J Orthod. 42:608-41, 1956.

Petit H.
Adaptations following accelerated facial mask therapy.
In: McNamara JA Jr., Ribbens KA, Howe RP eds.
Clinical alteration of the growing face.
Monograph 14, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor, 1983.

Petren S. Bondemark L. Soderfeldt B.
A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite.
Angle Orthod. 73(5):588-96, 2003 Oct.

Petrovic AG.
Mechanisms and regulation of mandibular condylar growth.
Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica. 10(1):25-34, 1972 Oct.

Petrovic AG, Stutzmann J, Outdet C.
Control processes in the postnatal growth of the mandibular condylar cartilage.
In: McNamara JA, ed. Determinants of mandibular form and growth. Monograph 4, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: Center of Human Growth and Development. University of Michigan, 101-53, 1975.

Petrovic AG. Stutzmann JJ. Gasson N.
The final length of the mandible: Is it genetically predetermined?
In: Carlson DS, ed. Craniofacial biology. Monograph 10. Craniofacial Growth Series.
Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1981.

Petrovic AG.
Research findings in craniofacial growth and the modus operandi of functional appliances.
In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, eds. Dentofacial orthopedics with functional appliances. St Louis: CV Mosby, 101-53, 1985.

Petrovic A. Stutzmann J. Lavergne J.
Mechanism of craniofacial growth and modus operandi of functional appliances: a cell-level and cybernetic approach to orthodontic deciduous making.
In: Carlson DS, ed. Craniofacial growth theory and orthodontic treatment. Monograph 23, Craniofacial Growth Series.
Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan 13-73, 1990.

Petrovic A. Stutzmann J. Lavergne J.
Biologische Grundlage für die unterschiedliche interindividuelle Gewebereaktion auf eine Kieferorthopädische Behandlung mit dem Bionator.
In: Harzer W, ed. Kieferorthopädischer Gewebeumbau. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH p. 49-62, 1991a.

Petrovic A. Stutzmann J. Lavergne J. Shaye R.
Is it possible to modulate the growth of the human mandible with a functional appliance?
International Journal of Orthodontics 29(1-2):3-8, 1991b Spring-Summer.

Petrovic AG. Stutzmann JJ.
Research methodology and findings in applied craniofacial growth studies.
In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, eds. Dentofacial orthopedics with functional appliances, 2nd ed. St Louis: Mosby-Year Book, Inc. p. 13-63, 1997.

Pfeiffer JP. Grobety D.
The class II malocclusion: differential diagnosis and clinical application of activators, extraoral traction, and fixed appliances.
Am J Orthod. 68(5):499-544, 1975 Nov.

Pickering E. Vig P.
The occlusal index used to assess orthodontic treatment.
Br J Orthod. 2:47-51, 1975.

Piers EV.
Piers-Harris Children's Self-Concept Scale. Revised Manual.
WPS. 1-104, 1984.

Pietila T. Pietila I. Vaataja P.
Early screening for orthodontic treatment. Differences in assessments made by a consultant orthodontist and three public health dentists.
Community Dentistry & Oral Epidemiology 20(4):208-13, 1992 Aug.

Pinto AS. Buschang PH. Throckmorton GS. Chen P.
Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 120(5):513-20, 2001 Nov.

Pirttiniemi P. Kantomaa T. Lahtela P.
Relationship between craniofacial and condyle path asymmetry in unilateral cross-bite patients.
Eur J Orthod. 12(4):408-13, 1990 Nov.

Plint DA. Ellisdon PS.
Facial asymmetries and mandibular displacements.
Br J Orthod. 1(5):227-35, 1974 Oct.

Popovich F. Thompson GW.
Craniofacial templates for orthodontic case analysis.
Am J Orthod. 71(4):406-20, 1977 Apr.

Proffit WR.
Contemporary Orthodontics.
St. Louis: CV Mosby; 1992.

Proffit WR. Fields HW Jr.
Contemporary orthodontics. 2nd ed.
St. Louis: Mosby 1993.

Proffit WR. Ackerman JL.
Orthodontic treatment planning: from problem list to specific plan.
In: Proffit WR, Fields HW, eds. Contemporary orthodontics, St. Louis: Mosby p.
186-224, 1993.

Proffit WR. Tulloch JF.
Preadolescent class II problems: Treat now or wait?
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):563-5, 2002 Jun.

Proffit WR.
Treatment timing: effectiveness and efficiency.
In: 28th Annual Moyers Symposium, Vol. 39 (monograph). Ann Arbor, Mich.:
The University of Michigan Department of Orthodontics 13-24, 2002.

Pullinger AG. Seligman DA. Gornbein JA.
A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of
temporomandibular disorders as a function of common occlusal features.
J Dent Res. 72(6):968-79, 1993 Jun.

Rabie AB. Gu Y.
Management of pseudo Class III malocclusion in southern Chinese children.
Br Dent J. 186(4 Spec No):183-7, 1999 Feb 27.

Rains MD. Nanda R.
Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction.
Am J Orthod. 81(6):481-8, 1982 Jun.

Rakosi T.
Prävention der Gebissanomalien und präventive Kieferorthopädie.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 79:1169-1188, 1969.

Rakosi T. Schilli W.
Class III anomalies: a coordinated approach to skeletal, dental, and soft tissue
problems.
Journal of Oral Surgery 39(11):860-70, 1981 Nov.

Rankine CA.

Orthodontic treatment in the mixed dentition for the general dentist.

Current Opinion in Dentistry 2:14-8, 1992 Dec.

Ranta R.

Treatment of unilateral posterior crossbite: comparison of the quad-helix and removable plate.

Journal of Dentistry for Children 55(2):102-4, 1988 Mar-Apr.

Ravn JJ.

Occlusion in the primary dentition in 3-year-old children.

Scandinavian J Dent Res. 83(3):123-30, 1975 May.

Rebellato J. Lindauer SJ. Rubenstein LK. Isaacson RJ. Davidovitch M. Vroom K.

Lower arch perimeter preservation using the lingual arch.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 112(4):449-56, 1997 Oct.

Reidel RA.

An analysis of dentofacial relationship.

Am J Orthod. 43:103-119, 1957.

Remmer KR. Mamandras AH. Hunter WS. Way DC.

Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Fränkel appliance, and the fixed appliance.

Am J Orthod. 88(5):363-72, 1985 Nov.

Ren Y.

Very few indications justify early treatment for severe Class II malocclusions.

Evidence-Based Dentistry. 5(4):100-1, 2004.

Richardson A.

Interceptive Orthodontics 2nd edn.

London:Br Dent J p. 19, 1989.

Richman Joy M.

Craniofacial genetics makes headway: Studies of neural crest migration in animal models, and of human syndromes in which craniofacial development is abnormal, are helping us to understand both prenatal and postnatal development of the head.

Current Biology 5(4):345-348, 1995.

Richman J. Mitchell PJ.

Craniofacial development: knockout mice take one on the chin.

Current Biology 6(4):364-7, 1996 Apr 1.

Richmond S. Shaw WC. Roberts CT. Andrews M.
The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of
orthodontic treatment in terms of improvement and standards.
Eur J Orthod. 14(3):180-7, 1992 Jun.

Richmond S. Shaw WC. Stephens CD. Webb WG. Roberts CT. Andrews M.
Orthodontics in the general dental service of England and Wales: a critical
assessment of standards.
Br Dent J. 174(9):315-29, 1993 May 8.

Ricketts RM.
Planning treatment on the basis of the facial patterns and an estimate of its
growth.
Angle Orthod. 27:14-37, 1957.

Ricketts RM.
Clinical implications of the temporomandibular joint.
Am J Orthod. 52(6):416-39, 1966 Jun.

Ricketts RM.
A statement regarding early treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(5):556-8, 2000 May.

Righellis EG.
Treatment effects of Fränkel, activator and extraoral traction appliances.
Angle Orthod. 53(2):107-21, 1983 Apr.

Riolo ML. Moyers RE. McNamara JA Jr. Hunter WS.
An atlas of craniofacial growth.
Monograph 2, Craniofacial growth series. Ann Arbor: University of Michigan,
Center for Human Growth and Development, 1974.

Risinger RK. Proffit WR.
Continuous observation of human premolar eruption.
Arch Oral Biol. 41:779-89, 1996.

Ritucci R. Nanda R.
The effect of chin cup therapy on the growth and development of the cranial
base and midface.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 90(6):475-83, 1986 Dec.

Robertson NR.
An examination of treatment changes in children treated with the function
regulator of Fränkel.
Am J Orthod. 83(4):299-310, 1983 Apr.

Rodrigues de Almeida M. Castanha Henriques JF. Ursi W.
Comparative study of the Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the
treatment of Class II malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(5):458-66, 2002a May.

Rodrigues de Almeida M. Castanha Henriques JF. Rodrigues de Almeida R.
Ursi W.
Treatment effects produced by Fränkel appliance in patients with class II,
division 1 malocclusion.
Angle Orthod. 72(5):418-25, 2002b Oct.

Rölling S.
Orthodontic examination of 2301 Danish children aged 9-10 years in a
community dental service.
Community Dent Oral Epidemiol. 6:146-50, 1978.

Rondeau BH.
Class II malocclusion in mixed dentition.
J Clin Pediatr Dent. 19(1):1-11, 1994 Fall.

Roos N.
Soft tissue profile changes in Class II treatment.
Am J Orthod. 72:165-175, 1977.

Rossouw PE. Preston CB. Lombard CJ. Truter JW.
A longitudinal evaluation of the anterior border of the dentition.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(2):146-52, 1993 Aug.

Roth RH.
Temporomandibular pain-dysfunction and occlusal relationships.
Angle Orthod. 43(2):136-53, 1973 Apr.

Rothstein TL.
Facial morphology and growth from 10 to 14 years of age in children presenting
Class II, Division 1 malocclusion: a comparative roentgenographic
cephalometric study.
Doctoral thesis. University of Pennsylvania, 1971.

Rudee DA.
Proportional profile changes concurrent with orthodontic therapy.
Am J Orthod. 50:421-434, 1964.

Rudolph W.
Die soziale Leistung einiger bekannter Früh- und frühzeitiger
Behandlungsmethoden.
Fortschr. Kieferorthop. 16:134-39, 1955.

Ruf S. Pancherz H.
Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study.
Eur J Orthod. 20(4):375-88, 1998 Aug.

Rygh P. Tindlund R.
Orthopedic expansion and protraction of the maxilla in the cleft palate patient. A new treatment rationale.
Cleft Palate Journal 19:104-112, 1982.

Saadia M. Torres E.
Sagittal changes after maxillary protraction with expansion in class III patients in the primary, mixed, and late mixed dentitions: a longitudinal retrospective study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(6):669-80, 2000 Jun.

Sadowsky C. Polson AM.
Temporomandibular disorders and functional occlusion after orthodontic treatment: results of two long-term studies.
Am J Orthod. 86(5):386-90, 1984 Nov.

Sadowsky C. Schneider BJ. BeGole EA. Tahir E.
Long-term stability after orthodontic treatment: nonextraction with prolonged retention.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 106(3):243-9, 1994 Sep.

Sadowsky PL.
Craniofacial growth and the timing of treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):19-23, 1998 Jan.

Sakamoto T.
A study on the developmental changes of dentofacial complex of Japanese with special reference to sella turcica.
J Jpn Orthod Soc. 18:1-17, 1959.

Sakamoto T.
Effective timing for the application of orthopedic force in the skeletal class III malocclusion.
Am J Orthod. 80(4):411-6, 1981 Oct.

Sakamoto T. Iwase I. Uka A. Nakamura S.
A roentgenocephalometric study of skeletal changes during and after chin cup treatment.
Am J Orthod. 85(4):341-50, 1984 Apr.

Salzmann JA.
Practice of Orthodontics
J.B Lippincott Company, Philadelphia and Montreal, 1966.

- Salzmann JA.
Orthodontics in practice and perspective.
Am J Orthod. 55(6):556-65, 1969 Jun.
- Samson GS. Hechtkopf MJ.
Early treatment for the Class II pediatric dental patient.
Pediatr Dent. 10(4):331-5, 1988 Dec.
- Sanborn RT.
Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion.
Angle Orthod. 25:205-22, 1955.
- Sandikcioglu M. Hazar S.
Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(3):321-7, 1997 Mar.
- Sandstrom RA. Klapper L. Papaconstantinou S.
Expansion of the lower arch concurrent with rapid maxillary expansion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 94(4):296-302, 1988 Oct.
- Sankey WL. Buschang PH. English J. Owen AH 3rd.
Early treatment of vertical skeletal dysplasia: the hyperdivergent phenotype.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(3):317-27, 2000 Sep.
- Sasaki K.
Morphological changes in the dentofacial complex of open bite patients treated with the use of a tongue guard.
Tsurumi University Dental Journal 18(2):253-270, 1992.
- Sato K. Abe M. Shirato Y. Mitani H.
Standard growth curve of maxilla and mandible applied to the growth prediction based on standards of bone age (Tanner-Whitehouse 2 method) for Japanese females.
J Jpn Orthod Soc. 55:545-8, 1996.
- Schröder U. Schröder I.
Early treatment of unilateral posterior crossbite in children with bilaterally contracted maxillae.
Eur J Orthod. 6(1):65-9, 1984 Feb.
- Schulhof RJ. Bagha L.
A statistical evaluation of the Ricketts and Johnston growth-forecasting methods.
Am J Orthod. 67(3):258-76, 1975 Mar.

Schulhof RJ. Nakamura S. Williamson WV.
Prediction of abnormal growth in class III malocclusions.
Am J Orthod. 71(4):421-30, 1977 Apr.

Schulhof RJ. Engel GA.
Results of Class II functional appliance treatment.
J Clin Orthod. 16(9):587-99, 1982 Sep.

Schwarze CW.
Expansion and relapse in long follow-up studies.
Transactions of the European Orthodontic Society 263-74, 1972.

Segner D.
Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns.
Eur J Orthod. 11(3):214-20, 1989 Aug.

Serfl HG. Stodt W.
Experimental investigation of the aesthetic effect of various tooth positions after
loss of an incisor tooth.
European Orthodontic Society 497-507, 1970.

Serfl HG. Farmland M.
Experiments with unilateral bite planes in rabbits.
Angle Orthod. 45(2):108-14, 1975 Apr.

Shapiro PA.
Mandibular dental arch form and dimension. Treatment and postretention
changes.
Am J Orthod. 66(1):58-70, 1974 Jul.

Shapiro PA.
Stability of open bite treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(6):566-8, 2002 Jun.

Shaw WC. Meek SC. Jones DS.
Nicknames, teasing, harrassment and salience of dental features among
schoolchildren.
Brit J Orthod. 7:75-80, 1980.

Shaw WC.
Factors influencing the desire for orthodontic treatment.
Eur J Orthod. 3(3):151-62, 1981a.

Shaw WC.
The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness
as judged by peers and lay adults.
Am J Orthod. 79(4):399-415, 1981b Apr.

Shaw WC. Rees G. Dawe M. Charles CR.
The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults.
Am J Orthod. 87(1):21-6, 1985 Jan.

Shaw WC. O'Brien KD. Richmond S. Brook P.
Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations.
Br Dent J. 170(1):33-7, 1991 Jan 5.

Shuen S. Ngan P. Fields H. Beck M.
Accuracy and reliability of diagnosing Class III malocclusion in young patients.
J Dent Res. 74:139, 1995.

Simon L. Tullock C. Phillips C. Fields H.
Frequency of reporting measures of Class II malocclusion.
J Dent Res. 72:347, 1993.

Sivertsen R.
How different social classes benefit from the subsidized orthodontic services in Norway.
Eur J Orthod. 3(4):273-7, 1981.

Skieller V.
Expansion of the midpalatal suture by removable plates, analysed by the implant method.
Trans Eur Orthod Soc. 143-57, 1964.

Skieller V. Bjork A. Linde-Hansen T.
Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample.
Am J Orthod. 86(5):359-70, 1984 Nov.

Smalley WM. Shapiro PA. Hohl TH. Kokich VG. Branemark PI.
Osseointegrated titanium implants for maxillofacial protraction in monkeys.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 94(4):285-95, 1988 Oct.

Solow B. Sonnesen L.
Head posture and malocclusions.
Eur J Orthod. 20(6):685-93, 1998 Dec.

Sondhi A. Cleall JF. BeGole EA.
Dimensional changes in the dental arches of orthodontically treated cases.
Am J Orthod. 77(1):60-74, 1980 Jan.

Sonnesen L. Bakke M. Solow B.
Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibular disorders in children with severe malocclusion.
Eur J Orthod. 20(5):543-59, 1998 Oct.

Staggers JA. Germane N. Legan HL.
Clinical considerations in the use of protraction headgear.
J Clin Orthod. 26(2):87-91, 1992 Feb.

Starnbach HK. Kaplan A.
Profile of an excellent orthodontic patient.
Angle Orthod. 45(2):141-5, 1975 Apr.

Steegmayer G. Komposch G.
Kieferorthopädische Frühbehandlung im Milchgebiss. Therapeutische
Möglichkeiten und Indikation.
Fortschritte der Kieferorthopädie 54(4):172-8, 1993 Aug.

Stensland A. Wisth PJ. Boe OE.
Dentofacial changes in children with negative overjet treated by a combined
orthodontic and orthopaedic approach.
Eur J Orthod. 10(1):39-51, 1988 Feb.

Stevenson S. Hunziker EB. Herrmann W. Schenk RK.
Is longitudinal bone growth influenced by diurnal variation in the mitotic activity
of chondrocytes of the growth plate?
Journal of Orthopaedic Research 8(1):132-5, 1990 Jan.

Stöckli PW. Willert HG.
Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior
displacement of the mandible in the monkey.
Am J Orthod. 60(2):142-55, 1971 Aug.

Storey E.
Tissue response to the movement of bones.
Am J Orthod. 64(3):229-47, 1973 Sep.

Sticker G.
Psychological issues pertaining to malocclusion.
Am J Orthod. 58(3):276-83, 1970 Sep.

Subtelny JD.
A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile
characteristics defined in relation to underlying skeletal structures.
Am J Orthod. 45, 481-507, 1959.

Subtelny JD.
The soft tissue profile, growth and treatment changes.
Angle Orthod. 45:105-122, 1961.

Suda N. Ishii-Suzuki M. Hirose K. Hiyama S. Suzuki S. Kuroda T.
Effective treatment plan for maxillary protraction: is the bone age useful to determine the treatment plan?
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118(1):55-62, 2000 Jul.

Sugawara J. Asano T. Endo N. Mitani H.
Long-term effects of chin-cap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 98(2):127-33, 1990 Aug.

Sugawara J. Mitani H.
Facial growth of skeletal Class III malocclusion and the effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to chin-cap therapy.
Seminars in Orthodontics 3(4):244-54, 1997 Dec.

Summers CJ.
Some effects of developmental changes on the indices of malocclusion.
J Public Health Dent. 26:212-20, 1966.

Sung SJ. Baik HS.
Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 114(5):492-502, 1998 Nov.

Susami R. Asai Y. Hirose K.. Hosoi T. Hayashi I. Takimoto K.
The prevalence of malocclusion in Japanese school children. Part-2. Age distribution of prevalence rate.
J Jpn Orthod Soc. 30:230-39, 1971.

Svedmyr B.
Dummy sucking. A study of its prevalence, duration and malocclusion consequences.
Swed Dent J. 3(6):205-10, 1979.

Taatz H.
Kieferorthopädische Prophylaxe und Frühbehandlung.
Hanser, München-Wien, 1976.

Tahmina K. Tanaka E. Tanne K.
Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(6):681-90, 2000 Jun.

Takada K. Yasuda Y. Masuda T. Kunisu S. Sakuda M.
Dynamic statistics of new patients in the Department of Orthodontics before and after moving of Osaka University Dental Hospital.
Journal of Osaka University Dental Society 32:477-487, 1987.

Takada K. Petdachai S. Sakuda M.
Changes in dentofacial morphology in skeletal Class III children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudinal cephalometric appraisal.
Eur J Orthod. 15(3):211-21, 1993 Jun.

Tanne K. Hiraga J. Sakuda M.
Effects of directions of maxillary protraction forces on biomechanical changes in craniofacial complex.
Eur J Orthod. 11(4):382-91, 1989 Nov.

Tanne K. Sakuda M.
Biomechanical and clinical changes of the craniofacial complex from orthopedic maxillary protraction.
Angle Orthod. 61(2):145-52, 1991.

Tanner JM.
Growth at adolescence, 2nd ed.
Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962.

Tanner JM. Whitehouse RH. Cameron N. Marshall WA. Healy MJR. Goldstein H.
Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW 2 method).
San Diego: Academic Press; 1983.
Taranger J. Hägg U.
The timing and duration of adolescent growth.
Acta Odontol Scand. 38(1):57-67, 1980.

Taylor D.
Crossbite correction by bonded composite interference.
Texas Dent J. 100:6-8, 1983.

Taylor PJS. Kerr WJS. McColl JH.
Factors associated with the standard and duration of orthodontic treatment.
Br J Orthod. 23:335-41, 1996.

Thesleff I.
Homeobox genes and growth factors in regulation of craniofacial and tooth morphogenesis.
Acta Odontol Scand. 53(3):129-34, 1995 Jun.

Thilander B. Myrberg N.
The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren.
Scandinavian J Dent Res. 81(1):12-21, 1973.

Thilander B.
Treatment in the mixed dentition with special regard to the indications for orthodontic treatment.
Transactions of the European Orthodontic Society 215-28, 1975.

Thilander B. Wahlund S. Lennartsson B.
The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite.
Eur J Orthod. 6(1):25-34, 1984 Feb.

Thilander B.
Temporomandibular joint problems in children.
In: Carlson DS, McNamara JA eds. Developmental aspects of temporomandibular joint disorders.
Monograph 16, Craniofacial Growth Series.
Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor:89-104, 1985.

Thilander B. Lennartsson B.
A study of children with unilateral posterior crossbite, treated and untreated, in the deciduous dentition occlusal and skeletal characteristics of significance in predicting the long-term outcome.
Journal of Orofacial Orthopedics 63(5):371-83, 2002 Sep.

Thomson JR.
The individuality of the patient in facial skeletal growth. Part 2.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 105:117-27, 1994.

Throckmorton GS. Buschang PH. Hayasaki H. Pinto AS.
Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 120(5):521-9, 2001 Nov.

Thuer U. Ingervall B. Burgin W.
Does the mandible alter its functional position during activator treatment?.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 96(6):477-84, 1989 Dec.

Timms DJ.
The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance.
Br J Orthod. 13(4):221-8, 1986 Oct.

Tindlund RS.
Orthopedic protraction of the midface in the deciduous dentition: results covering 3 years out of treatment.
Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery 17:17-19, 1989.

Tollaro I. Baccetti T. Bassarelli V. Franchi L.
Class III malocclusion in the deciduous dentition: a morphological and correlation study.
Eur J Orthod. 16(5):401-8, 1994 Oct

Tollaro I. Baccetti T. Franchi L.
Mandibular skeletal changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion: a superimposition study.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(5):525-32, 1995 Nov.

Tollaro I. Baccetti T. Franchi L.
Craniofacial changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109(3):310-8, 1996a Mar.

Tollaro I. Baccetti T. Franchi L.
Floating norms for the assessment of craniofacial pattern in the deciduous dentition.
Eur J Orthod. 18(4):359-65, 1996b Aug.

Townsend GC. Corruccini RS. Richards LC. Brown T.
Genetic and environmental determinants of dental occlusal variation in South Australian twins.
Aust Orthod J. 10(4):231-5, 1988 Oct.

Tränkmann J.
Kieferorthopädische Frühbehandlung.
Niedersächsisches Zahnärzteblatt 14:224-9, 1979.

Tränkmann J.
Die Bedeutung der kieferorthopädische Frühbehandlung-Möglichkeiten einer biologischen Kieferorthopädie I-III.
Quintessenz 43:269-75, 455-63, 1992.

Tränkmann J.
Abhängigkeit des kieferorthopädischen Behandlungserfolgs vom Behandlungsbeginn.
Quintessenz 46:357-66, 1995.

Tränkmann J. Lisson JA. Treutlein C.
Different orthodontic treatment effects in Angle Class III patients.
Journal of Orofacial Orthopedics 62(5):327-36, 2001 Sep.

Tran M. English J. Throckmorton G. Buschang P.
The adjunctive treatment effects of light masticatory muscle training on hyperdivergent open bite patients. A pilot study. Dallas (Texas).
Baylor College of Dentistry, Texas A & M University, 2001.

- Trask GM. Shapiro GG. Shapiro PA.
The effects of perennial allergic rhinitis on dental and skeletal development: a comparison of sibling pairs.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(4):286-93, 1987 Oct.
- Troelstrup B. Moller E.
Electromyography of the temporalis and masseter muscles in children with unilateral cross-bite.
Scandinavian J Dent Res. 78(5):425-30, 1970.
- Tsamtsouris A. Vedrenne D.
The use of the bionator appliance in the treatment of Class II, division 1 malocclusion in the late mixed dentition.
J Pedod. 8(1):78-104, 1983.
- Tsarapatsani Panagiota. Tullberg Marie. Lindner Anders. Huggare Jan.
Long-term follow-up of early treatment of unilateral forced posterior cross-bite. Orofacial status.
Acta Odontol Scand. 57(2), 97-104, 1999 April.
- Tsuchikawa T. Sugawara J. Nakamura H. Mitani H.
Long-term results of skeletal profile changes occurring during chin-cap therapy in male Japanese skeletal Class III cases.
Journal of Japan Orthodontic Society 44(4):644-59, 1985 Dec.
- Tullberg M. Tsarapatsani P. Huggare J. Kopp S.
Long-term follow-up of early treatment of unilateral forced posterior cross-bite with regard to temporomandibular disorders and associated symptoms.
Acta Odontol Scand. 59(5):280-4, 2001 Oct.
- Tulley WJ. Campbell AC.
A manual of practical orthodontics.
3rd ed. Bristol:John Wright and Sons, p.118, 1960.
- Tulley WJ.
The scope and limitations of treatment with the activator.
Am J Orthod. 61(6):562-77, 1972 Jun.
- Tulloch JF. Medland W. Tuncay OC.
Methods used to evaluate growth modification in Class II malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 98(4):340-7, 1990 Oct.
- Tulloch JF. Phillips C, Dann C IV.
Cephalometric measures as indicators of facial attractiveness.
Int J Adult Orthod Orthognath Surg. 8:171-9, 1993.

- Tulloch JFC.
Review of early treatment for Class II malocclusions.
Prac Rev Orthod. 7-8(0), 1995.
- Tulloch JFC.
Alternative timing for Class II treatment.
971h Annual Session of the American Association of Orthodontists,
Philadelphia, 1997.
- Tulloch JF. Phillips C. Koch G. Proffit WR.
The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a
randomized clinical trial.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(4):391-400, 1997a Apr.
- Tulloch JF. Proffit WR. Phillips C.
Influences on the outcome of early treatment for Class II malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 111(5):533-42, 1997b May.
- Tulloch JF. Phillips C. Proffit WR.
Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized
clinical trial.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):62-72, quiz 73-4, 1998 Jan.
- Tulloch JF. Proffit WR. Phillips C.
Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 125(6):657-67, 2004 Jun.
- Tuncay O.
Unorthodox approaches to health care.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(6):611-3, 1993 Dec.
- Tung AW. Kiyak HA.
Psychological influences on the timing of orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):29-39, 1998 Jan.
- Turbill EA. Richmond S. Wright JL.
Assessment of General Dental Services orthodontic standards: the Dental
Practice Board's gradings compared to PAR and IOTN.
Br J Orthod. 23(3):211-20, 1996a Aug.
- Turbill EA. Richmond S. Wright JL.
A critical assessment of orthodontic standards in England and Wales (1990-
1991) in relation to changes in prior approval.
Br J Orthod. 23(3):221-8, 1996b Aug.

Turley PK.
Orthopedic correction of Class III malocclusion with palatal expansion and custom protraction headgear.
J Clin Orthod. 22(5):314-25, 1988 May.

Turpin David L.
Early Class III treatment.
Unpublished thesis presented at 81st session, Amer Assoc Orthodont, San Francisco, 1981.

Tweed Charles H.
Clinical Orthodontics, Volume 2.
The C.V Mosby Company, St. Louis, 1966.

Ücüncü N. Ucem TT. Yuksel S.
A comparison of chincap and maxillary protraction appliances in the treatment of skeletal Class III malocclusions.
Eur J Orthod. 22(1):43-51, 2000 Feb.

Ülgen M. Schmuth GPF. Schumacher HA.
Dehnung und Rezidiv.
Fortscher Kieferorthop. 49:324-30, 1988.

Ülgen M. Firatli S.
The effects of the Fränkel's function regulator on the Class III malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 105(6):561-7, 1994 Jun.

Üner O. Yuksel S. Ucuncu N.
Long-term evaluation after chincap treatment.
Eur J Orthod. 17(2):135-41, 1995 Apr.

Uhde MD. Sadowsky C. BeGole EA.
Long-term stability of dental relationships after orthodontic treatment.
Angle Orthod. 53(3):240-52, 1983 Jul.

Van der Linden FPGM. Boersma H.
Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie.
Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo- Tokio, 1988

Vanderas AP. Manetas KJ.
Relationship between malocclusion and bruxism in children and adolescents: a review.
Pediatr Dent. 17(1):7-12, 1995 Jan-Feb.

Varrela J. Alanen P.
Prevention and early treatment in orthodontics: a perspective.
J Dent Res. 74(8):1436-8, 1995 Aug.

Vegh A. Denes Z. Razouk G. Denes J.
The development and action-mechanism of the quadhelix in orthodontic treatment.
Fogorvosi Szemle. 92(5):143-50, 1999 May.

Vego L.
Early orthopedic treatment for class III skeletal patterns.
Am J Orthod. 70(1):59-69, 1976 Jul.

Viazis AD.
Efficient orthodontic treatment timing.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 108(5):560-1, 1995 Nov.

Vig PS. Vig KD.
Decision analysis to optimize the outcomes for Class II Division 1 orthodontic treatment.
Seminars in Orthodontics 1(3):139-48, 1995 Sep.

von Bremen J. Pancherz H.
Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(1):31-7, 2002 Jan.

Wänman A. Agerberg G.
Relationship between signs and symptoms of mandibular dysfunction in adolescents.
Community Dentistry & Oral Epidemiology 14(4):225-30, 1986a Aug.

Wänman A. Agerberg G.
Two-year longitudinal study of symptoms of mandibular dysfunction in adolescents.
Acta Odontol Scand. 44(6):321-31, 1986b Dec.

Wänman A. Agerberg G.
Two-year longitudinal study of signs of mandibular dysfunction in adolescents.
Acta Odontol Scand. 44(6):333-42, 1986c Dec.

Waldman BH.
Change in lip contour with maxillary incisor retraction.
Angle Orthod. 52(2):129-34, 1982 Apr.

Walter DC.
Comparative changes in mandibular canine and first molar widths.
Angle Orthod. 32:232-40, 1962.

Warren DW. Hershey HG. Turvey TA. Hinton VA. Hairfield WM.
The nasal airway following maxillary expansion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 91(2):111-6, 1987 Feb.

Webster T. Harkness M. Herbison P.
Associations between changes in selected facial dimensions and the outcome of orthodontic treatment.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110(1):46-53, 1996 Jul.

Weinberg M. Sadowsky C.
Resolution of mandibular arch crowding in growing patients with Class I malocclusions treated nonextraction.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110(4):359-64, 1996 Oct.

Weinstein MC. Fineberg HV. Neuheuser D. Neutra RR. McNeill BJ.
Clinical decision making.
Philadelphia:Saunders, 1980.

Weiss J. Eiser HM.
Psychological timing of orthodontic treatment.
Am J Orthod. 72(2):198-204, 1977 Aug.

Wendell PD. Nanda R. Sakamoto T. Nakamura S.
The effects of chin cup therapy on the mandible: a longitudinal study.
Am J Orthod. 87(4):265-74, 1985 Apr.

Wertz RA.
Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening.
Am J Orthod. 58(1):41-66, 1970 Jul.

Wertz R. Dreskin M.
Midpalatal suture opening: a normative study.
Am J Orthod. 71(4):367-81, 1977 Apr.

Westwood PV. McNamara JA Jr. Baccetti T. Franchi L. Sarver DM.
Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 123(3):306-20, 2003 Mar.

Wheeler TT. McGorray SP. Dolce C. Taylor MG. King GJ.
Effectiveness of early treatment of Class II malocclusion.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 121(1):9-17, 2002 Jan.

White RP. Proffit WR.
Surgical orthodontics: a current perspective.
In: New Vistas in Orthodontics, Johnston LE, ed. Philadelphia. Lea and Febiger 1985.

White LW.
JCO Interviews: Dr. Anthony Gianelly on Current issues in orthodontics.
J Clin Orthod. 30:439-46, 1996.

- White L.
Early orthodontic intervention.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):24-8, 1998 Jan.
- Wieslander L.
Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition.
Am J Orthod. 67(4):432-9, 1975 Apr.
- Wieslander L.
Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.
Am J Orthod. 86(1):1-13, 1984 Jul.
- Wieslander L.
Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse?
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 104(4):319-29, 1993 Oct.
- Wigdorowicz-Makowerowa N. Grodzki C. Panek H. Maslanka T. Plonka K. Palacha A.
Epidemiologic studies on prevalence and etiology of functional disturbances of the masticatory system.
J Prosthet Dent. 41(1):76-82, 1979 Jan.
- Wilhelm Nold I. Droschl H.
Comparison of the early treatment of mandibular prognathism in deciduous dentition and in mixed dentition.
Fortschritte der Kieferorthopädie 51 (3):165-179, 1990.
- Williams S. Andersen CE.
The morphology of the potential Class III skeletal pattern in the growing child.
Am J Orthod. 89(4):302-11, 1986 Apr.
- Williams MD. Sarver DM. Sadowsky PL. Bradley E.
Combined rapid maxillary expansion and protraction facemask in the treatment of Class III malocclusions in growing children: a prospective long-term study.
Seminars in Orthodontics 3(4):265-74, 1997 Dec.
- Wisth J.
Soft tissue response to upper incisor retraction in boys.
Br J Orthod. 1(5):199-204, 1974 Oct.
- Wisth PJ. Tritrapunt A. Rygh P. Boe OE. Norderval K.
The effect of maxillary protraction on front occlusion and facial morphology.
Acta Odontol Scand. 45(3):227-37, 1987 Jun.

Wittenberger E.
Zur Frage des Einflusses unterschiedlicher Biotope auf die Paläostomatologie der Merowingerzeit.
Inaugural Dissertation Tübingen, 1999.

Wood CM.
The effect of retention on the relapse of Class II Division 1 cases.
Br J Orthod. 10(4):198-202, 1983 Oct.

Woodside DG. Metaxas A. Altuna G.
The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 92(3):181-98, 1987 Sep.

Woodside DG. Linder-Aronson S. Lundstrom A. McWilliam J.
Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100(1):1-18, 1991 Jul.

Woodside DG.
The significance of late developmental crowding to early treatment planning for incisor crowding.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 117(5):559-61, 2000 May.

Woolass KF. Shaw WC. Viader PH. Lewis AS.
The prediction of patient co-operation in orthodontic treatment.
Eur J Orthod. 10(3):235-43, 1988 Aug.

Worms F. Meskin LH. Isaacson RJ.
Open bite.
Am J Orthod. 59:589-95, 1971.

Xu B. Lin J.
The orthopedic treatment of skeletal class III malocclusion with maxillary protraction therapy.
Chung-Hua Kou Chiang i Hsueh Tsa Chih Chinese Journal of Stomatology. 36(6):401-3, 2001 Nov.

Yang WS.
The study on the orthodontic patients who visited department of orthodontics, Seoul National University Hospital during last 10 years (1985-1994).
Korea J Orthod. 25(4):497-509, 1995.

Yang EY. Kiyak HA.
Orthodontic treatment timing: a survey of orthodontists.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 113(1):96-103, 1998 Jan.

Yigit MD. Akin SZ.

Evaluation of results in Class II: division 1 malocclusions by treated Fränkel appliance.

Turk Ortodonti Dergisi 2(2):215-25, 1989 Nov.

Yoshida I. Ishii H. Yamaguchi N. Mizoguchi I.

Maxillary protraction and chin cap appliance treatment effects and long-term changes in skeletal class III patients.

Angle Orthod. 69(6):543-52, 1999 Dec.

Younis JW.

Validation of the Index of Orthodontic Treatment Need in the United States.

Submitted to the graduate faculty of the University of Pittsburgh in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Dental Sciences, 1995.

Yüksel S. Ucem TT. Keykubat A.

Early and late facemask therapy. [Journal Article]

Eur J Orthod. 23(5):559-68, 2001 Oct.

Zeigler RL.

A longitudinal study of long term posttreatment relapse.

Memphis: University of Tennessee, 1995.

Zentner. Andrej. Doll. Gerhard Michael. Peylo. Stephan Matthias.

Morphological parameters as predictors of successful correction of Class III malocclusion.

Eur J Orthod. 23(4):383-392, August 2001.

Zyszko A. Piekarczyk B.

Early treatment of cross bite.

Czasopismo Stomatologiczne 42(5):350-5, 1989 May.

7. Anhang

7.1. Danksagungen

Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung danke ich Herrn Prof. Dr. Dr. G. Göz, Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Tübingen.

Herzlichen Dank an Herrn Dr. Hansjörg Horn, Oberarzt der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Tübingen.

Er war stets ein Ansprechpartner in allen kieferorthopädischen Fragen und gab mir viele wertvolle Anregungen.

Besonders danke ich meinem Ehemann Dr. Egmont Wittenberger für seine Unterstützung und das Korrekturlesen meiner Arbeit.

7.2. Lebenslauf

Name: Katja Cornelia Wittenberger, geb. Oelßner
Geburtsdatum: 02.03.1970
Geburtsort: Stuttgart
Familienstand: Verheiratet
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Eltern: Dietmar Oelßner
Hildegard Oelßner, geb. Peters

Schulbildung

1976 bis 1980 Grundschole in Stuttgart
1980 bis 1986 Schloß-Realschole für Mädchen in Stuttgart

Berufsausbildung

09/86-08/89 Ausbildung zur Sozialversicherungsfachangestellten

Beruflicher Werdegang

09/89-05/94 Sozialversicherungsfachangestellte bei der LVA
Württemberg
08/94-06/97 Besuch des Kolping-Kollegs in Stuttgart, Abitur 06/97

Studium

10/97 Beginn des Studiums der Zahnheilkunde an der
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
11.10.2001 Zahnärztliche Vorprüfung
02.06.2004 Zahnärztliche Prüfung
17.06.2004 Erteilung der Approbation