

Interrelation between Occlusal Findings and Orofacial Myofunctional Status in Primary and Mixed Dentition

Part III: Interrelation between Malocclusions and Orofacial Dysfunctions

Zusammenhang von Okklusionsbefunden und orofazialem myofunktionellen Status im Milch- und frühen Wechselgebiss

Teil III: Zusammenhang zwischen Gebissanomalien und orofazialen Dysfunktionen

Rosemarie Grabowski¹, Günther Kundt², Franka Stahl¹

Abstract

Aim: It was the purpose of this study to analyze the relationship between selected types of malocclusion and specific types of static and dynamic orofacial dysfunction and to compare the results with subjects presenting regular occlusion. We aimed to identify which orthodontic and functional symptoms in early dentition would lead to malocclusion later on.

Subjects and Methods: Occlusal relations and myofunctional status were evaluated in 3,041 children. We diagnosed dynamic and static myofunctional disorders as well as oral habits by means of functional examinations.

Results: No orofacial dysfunctions were found in 11.2% of the children with primary dentition and in 10.2% of the children with early mixed dentition. We observed no correlation between the existence of distocclusion and functional disorders. Lateral crossbite in mixed dentition, as well as increased overjet and frontal open bite in primary and early mixed dentitions appeared significantly more frequently in children with orofacial dysfunctions. Individuals with frontal open bite, lateral crossbite, reduced and increased overjet presented static dysfunctions significantly more frequently than those in dentitions with normal occlusion. Dynamic dysfunctions were significantly more prevalent in subjects with frontal open bite and lateral crossbite than in those with normal occlusion.

Conclusions: Our results enable us to prognosticate which children risk future orthodontic problems. Any child presenting one of the four occlusal disorders plus one static or two dynamic dysfunctions is a child more likely to develop orthodontic problems later on. Orthodontic prevention and early treatment must

Zusammenfassung

Ziel: Ausgewählte Gebissanomalien sollen auf ihren Zusammenhang mit spezifischen statischen und dynamischen orofazialen Dysfunktionen untersucht und mit Probanden ohne Gebissanomalie verglichen werden. Prognostische Aussagen, bei welcher kieferorthopädischen und funktionellen Symptomatik mit einer risikobehafteten Gebissentwicklung zu rechnen ist, sollen abgeleitet werden.

Probanden und Methodik: Bei 3041 Kindern wurden Okklusionsbefund und myofunktioneller Status erhoben. Dynamische und statische myofunktionelle Störungen sowie bestehende Habits wurden während der funktionellen Untersuchung diagnostiziert.

Ergebnisse: Nur bei 11,2% und 10,2% der Kinder im Milch- und frühen Wechselgebiss mit Gebissanomalien wurden keine orofazialen Dysfunktionen nachgewiesen. Die Distalokklusion zeigte sich durch Funktionsstörungen nicht differenziert. Seitliche Kreuzbisse im Wechselgebiss sowie vergrößerte Frontzahnstufen und frontal offene Bisse im Milch- und frühen Wechselgebiss wurden signifikant häufiger bei Kindern mit orofazialen Dysfunktionen festgestellt. Statische Dysfunktionen traten beim frontal offenen Biss, seitlichen Kreuzbiss und bei reduzierten und vergrößerten sagittalen Frontzahnstufen signifikant häufiger auf als bei regelrechten Okklusionsverhältnissen. Dynamische Dysfunktionen lagen beim frontal offenen Biss und beim seitlichen Kreuzbiss signifikant häufiger vor als bei regelrechter Okklusion.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse lassen die Definition einer risikobehafteten Prognose zu. Das „kieferorthopädische Risikokind“ wird definiert, wenn bei einer der vier Okklusionsstörungen zusätzlich eine statische Funktionsstörung oder zwei dynamische Funktionsstörungen bestehen. Die Konzepte der kieferorthopädischen Prävention und Frühbehandlung müssen die funktionelle

¹ Department of Orthodontics, School of Dentistry "Hans Morat", University of Rostock, Germany,

² Institute of Medical Informatics and Biometrics, University of Rostock, Germany.

Received: May 14, 2007; accepted: August 20, 2007

J Orofac Orthop 2007;68:462–76

DOI 10.1007/s00056-007-0717-y

include functional rehabilitation so as to eliminate or at least diminish those factors causing undesirable developments.

Key Words: Primary dentition · Mixed dentition · Visceral swallowing · Sigmatism · Oral habit · Interceptive orthodontics · Prevention · Child

Introduction and Objective

Comprehensive studies in 3,041 children in primary and early mixed dentition revealed significant correlations between various types of malocclusion and orofacial dysfunctions [17, 40], namely increased overjet, frontal open bite, mandibular prognathism and lateral crossbite. Functional disorders were active or passive orofacial dysfunctions. The former were defined as visceral swallowing, articulation disorders and oral habits. Passive orofacial dysfunctions were incomplete mouth closure and pathologic resting position of the tongue. They result in altered soft tissue pressure [8, 14, 16, 22]. According to Fränkel [9], correct mouth closure is assured by three valves: the lips are closed correctly with the back of the tongue positioned on the hard palate and the tongue's base on the soft palate. The neuromuscular coordination is such that if any one of the three valves is disturbed, the efficiency of the others is disturbed as well. Thus poor mouth closure leads to an incorrect tongue position with regard to the soft and hard palate, which explains why we observed habitually open mouth posture and a pathologic resting position of the tongue equally often in Part II of our study [40].

Although the absolute pressure may be small compared to the pressure exerted by the tongue as in interdental swallowing, it is obvious that the (pathologically) changed relationships of the soft tissue pressures exert a constant influence in the resting position, which is why Fränkel [12] adopted the term "postural anomaly" (from general orthopedics) to apply to orthodontics. Postural anomalies have decisive significance during general growth and dentitional development [22].

Sensory-perception capacity in the oral region is the basis for establishing correct oral functional patterns. Every fourth child in primary dentition and every third child in mixed dentition shows three or more functional disturbances. This fact reveals the complexity of the long learning and development process until orofacial functional patterns are fully evolved, highlighting the complexity of correct functional behaviors and malfunctions [40]. Functional disturbances are found equally often in primary and early mixed dentition, which leads us to question the idea of a self-regulating and "self-healing" process.

It was the aim of this study to analyze the significance of functional disturbances in the development of malocclusions

Rehabilitation zur Ausschaltung oder Reduzierung der Ursachen der Fehlentwicklung beinhalten.

Schlüsselwörter: Milchgebiss · Wechselgebiss · Viszerales Schlucken · Sigmatismus · Habit · Interzeptive Kieferorthopädie · Prävention · Kind

Einleitung und Zielstellung

Umfangreiche Untersuchungen an 3041 Kindern von der Nutzperiode des Milchgebisses bis zum Ende der ersten Phase des Zahnwechsels haben signifikante Zusammenhänge zwischen Gebissanomalien und orofazialen Dysfunktionen ergeben [17, 40]. Solche Okklusionsbeziehungen sind die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe, der frontal offene Biss, die Progenie und der seitliche Kreuzbiss. Die funktionellen Fehlleistungen stellen sich als aktive und passive Störungen im Sinne von Dysfunktionen im orofazialen Bereich dar. Erstere wurden als das viszerale Schluckmuster, als Artikulationsstörungen und als das Vorhandensein von Habits definiert. Daneben wurden mit dem inkompetenten Mundschluss und einer pathologischen Zungenruhelage auch passive Funktionsstörungen erfasst. Letztere stellen eine Veränderung des Ruheweichteilandrucks dar [8, 14, 16, 22]. Fränkel [9], der den Mundschluss durch drei Ventile gesichert sieht, nämlich den kompetenten Lippenschluss mit Lage des Zungenrückens am harten und des Zungengrundes am weichen Gaumen, beschreibt die neuromuskuläre Koordination so, dass bei Störung eines der drei Ventile auch die anderen in ihrer Wirksamkeit beeinflusst werden. Das heißt, dass sich bei inkompetentem Mundschluss auch die Zungenlage im Sinne des Kontaktverlustes zum harten und weichen Gaumen verändert. Das erklärt das gleich häufige Vorkommen der habituell offenen Mundhaltung und der pathologischen Zungenruhelage in Teil II unserer Studie [40].

Auch wenn die absoluten Druckgrößen gegenüber dem Zungendruck klein sind, z. B. beim interdentalen Schlucken, muss eingeräumt werden, dass die veränderten Ruheweichteilbeziehungen ständig wirksam sind. Fränkel [12] überträgt den Begriff der „Haltungsschwäche“ deshalb auch auf das kieferorthopädische Fachgebiet. In wesentlichen Jahren des Wachstums und der Gebissentwicklung ist ihr Stellenwert als hoch einzuschätzen [22].

Für die mundmotorische Entwicklung ist die Wahrnehmungsfähigkeit im oralen Bereich als wesentliche Grundlage für die Etablierung adäquater Funktionsmuster bedeutungsvoll. Wenn jedes vierte Kind im Milchgebiss und jedes dritte im Wechselgebiss gleichzeitig drei und mehr gestörte Funktionsabläufe auf sich vereint, bestätigt dies die Kompliziertheit des langen Lern- bzw. Entwicklungsprozesses der Ausreifung der Funktionsmuster im orofazialen Bereich und unter-

by evaluating orthodontic and myofunctional findings. With our results, we aimed to define which children run the risk of developing orthodontic problems later on, and to determine orthodontic strategies for preventing them.

Subjects and Methods

We examined a total of 766 children in primary dentition (mean age 4.5 years, $SD \pm 0.9$ years) and 2275 children in early mixed dentition (mean age 8.3 years, $SD \pm 1.4$ years). Our methods of patient selection and examiner evaluation, as well as the exact composition of the patient group and clinical methods of collecting orthodontic and functional data were reported in detail in Parts I and II of this study [17, 40]. The orthodontic parameters were defined precisely in Grabowski et al., Part I [17].

Statistics

The software programs Microsoft® Access and Microsoft® Excel as well as the statistics program SPSS® version 12.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) were used for data collection, evaluation and statistic analysis. Comparison of absolute prevalence rates of specific parameters was made using Pearson's chi-square test. Statistical significance was defined at $p \leq 0.05$. As a measure for agreement between two examiners (two orthodontists) the concordance index kappa (κ) was computed for several orthodontic data [31]. It amounted to 0.93 (almost complete agreement).

Statistical evaluation of the relationship between malocclusion and dysfunction was carried out for the following orthodontic anomalies: slight bilateral distocclusion in primary dentition (distance between distal surfaces of upper and lower canines < 2 mm [23]), bilateral distocclusion in primary and mixed dentitions, increased overjet in primary and mixed dentitions (distance between labial surface of lower incisors and palatal surface of upper incisors > 2 mm), frontal open bite in primary and mixed dentitions, lateral crossbite in primary and mixed dentitions, reduced overjet (mandibular prognathism) in primary and mixed dentitions (overjet ≤ 0 mm), vertical overbite in primary (> 2 mm) and mixed dentition (the upper incisors cover two-thirds of the lower incisors). Our initial results regarding functional status were not specifically differentiated, rather, we simply designated them as "with" or "without dysfunction". Only thereafter, we examined individual orofacial dysfunctions in relationship to specific occlusal disturbances.

Results

Prevalence Rates of Dentitional Anomalies Observed in Association with and without Dysfunctions

Of the 766 children in primary dentition, only 86 children showed no orofacial dysfunctions (11.2%). Among the 2,275 children in early mixed dentition, 231 presented no orofacial dysfunctions (10.2%). The frequencies of the different types of malocclusion in the primary and mixed den-

streich die Komplexität funktionellen Verhaltens und Fehlverhaltens [40]. Der Umstand, dass im Milch- und frühen Wechselgebiss ähnlich häufig Funktionsstörungen beobachtet werden, lässt den selbstregulierenden bzw. „selbst ausheilenden“ Prozess anzweifeln.

Zielstellung war es, durch die weiterführenden Auswertungen der kieferorthopädischen und funktionellen Befunde den Stellenwert der Funktionsstörungen für die Entwicklung von Gebissanomalien zu präzisieren. Aus den Ergebnissen soll der Begriff „kieferorthopädisches Risikokind“ abgeleitet und definiert werden. Gleichzeitig gilt es, die Strategie kieferorthopädischer Einflussnahme abzuleiten.

Probanden und Methodik

Die Gesamtuntersuchungsgruppe setzte sich aus 766 Kindern mit Milchgebissen (Durchschnittsalter 4,5 Jahre, $SD \pm 0,9$ Jahre) und 2275 Kindern mit Wechselgebissen in der ersten Phase des Zahnwechsels (Durchschnittsalter 8,3 Jahre, $SD \pm 1,4$ Jahre) zusammen. Über die Auswahl der Probanden, die Kalibrierung der Untersucher, die genaue Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe und die Methodik der klinischen Erhebung der kieferorthopädischen und funktionellen Befunde wurde bereits ausführlich berichtet [17, 40]. Die genaue Definition der kieferorthopädischen Parameter wurde von Grabowski et al. [17] publiziert.

Statistik

Die Erfassung, Auswertung und statistische Analyse der Daten erfolgten mit Hilfe der Softwareprogramme Microsoft® Access, Microsoft® Excel und des Statistikprogramms SPSS® Version 12.0 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Der Vergleich von absoluten Häufigkeiten spezieller Merkmalsträger wurde mit Pearson's Chi-Quadrat-Test geprüft. Die statistische Signifikanz der Beziehungen wurde auf dem 5%-Niveau beurteilt. Als Maß der Übereinstimmung zweier Untersucher (zwei Kieferorthopäden) bezüglich einer Alternative an denselben Objekten wurde der Konkordanzindex Kappa (κ) für einige der kieferorthopädischen Befunde berechnet [31]. Dieser betrug jeweils für die kieferorthopädischen Parameter $\kappa = 0,93$ (fast vollständige Übereinstimmung).

Die statistische Prüfung der Zusammenhänge zwischen Okklusions- und Funktionsbefunden erfolgte für die folgenden Gebissanomalien: beidseitige geringfügige Distalokklusion im Milchgebiss (Abstand der Distalflächen der Eckzähne des Ober- und Unterkiefers < 2 mm [23]), beidseitige Distalokklusion im Milch- und Wechselgebiss, vergrößerte sagittale Frontzahnstufe (Overjet als Abstand zwischen den Labialflächen der unteren Schneidezähne und den Palatinalflächen der oberen Schneidezähne von > 2 mm) im Milch- und Wechselgebiss, frontal offener Biss im Milch- und Wechselgebiss, seitlicher Kreuzbiss im Milch- und Wechselgebiss, reduzierte sagittale Frontzahnstufe (Progenie) (Overjet ≤ 0 mm) im Milch- und Wechselgebiss, Tiefbiss im Milchgebiss

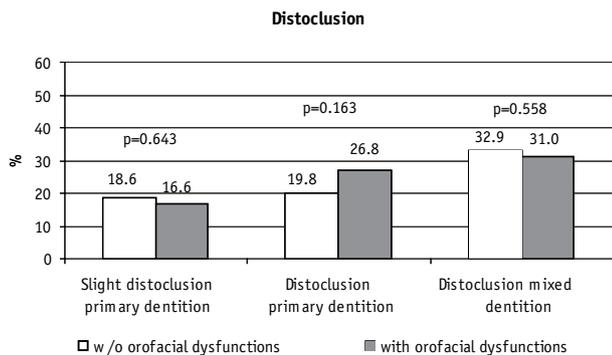


Figure 1. Statistical comparison of slight distocclusion in primary dentition and distocclusion in primary and early mixed dentition in subjects with or without orofacial dysfunctions. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 1. Statistischer Vergleich der geringfügigen Distalokklusion im Milchgebiss und der Distalokklusion im Milch- und frühem Wechselgebiss bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühem Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

titions in children with and without orofacial dysfunctions are illustrated in Figures 1 to 6.

Distocclusion (Figure 1)

The prevalence rates of distocclusion did not vary significantly between children with and those without orofacial dysfunction. This is interesting, considering the fact that slight distocclusion in primary dentition may develop into neutroclusion or distocclusion in mixed dentition [17]. This means that distocclusion cannot be differentiated by means of the functional status.

We observed both a slight bilateral deviation from neutroclusion in a distal direction and bilateral distocclusion in the primary dentition of 38.4% of the children without orofacial dysfunction, and in 43.4% of those with orofacial dysfunctions. In the mixed dentition group, 32.9% of the children without orofacial dysfunctions and 31.0% of those with orofacial dysfunctions presented a distocclusion.

Increased Overjet (Figure 2)

An increased overjet was found in 44.8% of the children in primary dentition and in 53.3% of those in mixed dentition, indicating that a Class II occlusion plays a key role. Such finding was noted significantly more frequently in children with orofacial dysfunction than in those without; that applied to both the primary and mixed dentition. Nevertheless, the prevalence of increased overjet without dysfunc-

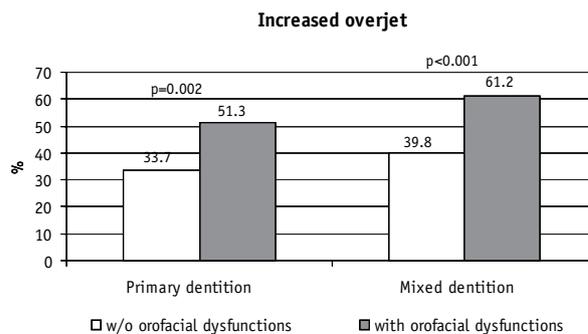


Figure 2. Statistical comparison of increased overjet (overjet > 2 mm) in subjects with or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 2. Statistischer Vergleich der vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet > 2 mm) bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und frühem Wechselgebiss. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühem Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

(vertikaler Overbite von > 2 mm) und Tiefbiss im Wechselgebiss (Überlappung der unteren Schneidezähne durch obere Schneidezähne von mehr als zwei Drittel). Im Ergebnisteil wurde der Funktionsstatus zunächst nicht differenziert, sondern nur als „mit“ und „ohne“ Funktionsstörungen bewertet. Danach wurden einzelne orofaziale Dysfunktionen in Bezug auf ihre Spezifik zu Okklusionsstörungen geprüft.

Ergebnisse

Vergleich der Häufigkeit des Vorkommens von Gebissanomalien bei Probanden mit und ohne Funktionsstörungen

Von allen 766 Probanden mit Milchgebissen wurden nur bei 86 Kindern keine orofazialen Dysfunktionen festgestellt. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 11,2%. Im frühen Wechselgebiss wurden nur bei 231 von insgesamt 2275 Kindern (10,2%) keine orofazialen Dysfunktionen nachgewiesen. Das Vorkommen der einzelnen Gebissanomalien bei den Probanden mit und ohne orofaziale Dysfunktionen wurde jeweils in der Milch- und Wechselgebissgruppe verglichen (Abbildungen 1 bis 6).

Distalokklusion (Abbildung 1)

Auch unter Berücksichtigung der Annahme, dass eine geringfügige Distalokklusion im Milchgebiss im Wechselgebiss sowohl in die Neutralokklusion als auch in die Distalokklusion übergehen kann [17], war deren Häufigkeit in Abhängig-

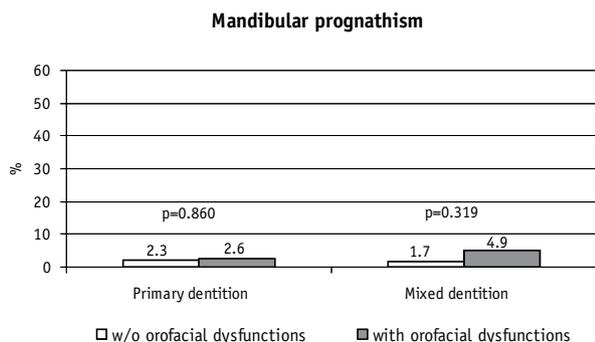


Figure 3. Statistical comparison of reduced overjet (mandibular prognathism) (overjet ≤ 0 mm) in subjects with or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 3. Statistischer Vergleich der reduzierten Frontzahnstufe (Progenie) (Overjet ≤ 0 mm) bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und frühen Wechselgebiss. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühen Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

tions confirms the theory that the former may be due to distoclusion alone. Increased overjet apparently disturbs normal functional processes, thus leading to a significant increase in overjet in the mixed dentition [17].

Reduced Overjet (Mandibular Prognathism) (Figure 3)

In contrast to our mixed-dentition findings, there was no significant difference in the prevalence rates of reduced overjet in children in primary dentition between those with and those without orofacial dysfunctions. This insignificant difference might be due to the small number of children with a reduced overjet included in this study. It would thus be worthwhile to evaluate a larger number of children with this malocclusion.

Lateral Crossbite (Figure 4)

The percentage of lateral crossbite in children without orofacial dysfunction was small in both primary and mixed dentitions, namely 3.5% in each group. Yet the percentages of lateral crossbite were significantly higher in children with orofacial dysfunctions in both primary and mixed dentition. The difference between children with and without dysfunctions in the prevalence of a lateral crossbite was statistically highly significant in the mixed dentition only; we observed a tendency towards statistical significance in the primary dentition. Lateral crossbite development was thus decisively influenced by dysfunctions.

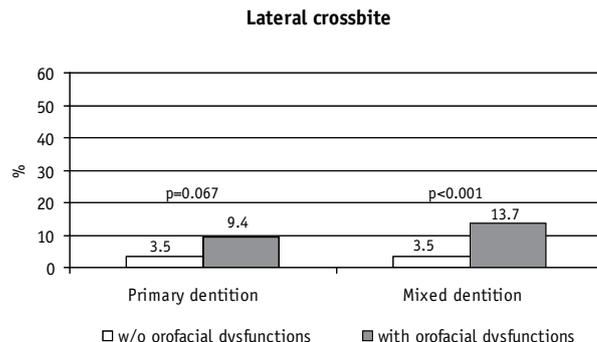


Figure 4. Statistical comparison of lateral crossbite in subjects with or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 4. Statistischer Vergleich der seitlichen Kreuzbisse bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und frühen Wechselgebiss. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühen Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

keit vom Vorkommen orofazialer Dysfunktionen nicht signifikant unterschiedlich. Das bedeutet, dass die Distalokklusion durch den Funktionsbefund nicht differenzierbar war.

Bei 38,4% der Probanden ohne orofaziale Dysfunktionen kamen eine geringe bilaterale Abweichung von der Neutralokklusion nach distal im Milchgebiss und die beidseitige Distalokklusion im Milchgebiss vor. Bei den Kindern mit orofazialen Funktionsstörungen betrug diese Zahl 43,4%. Im Wechselgebiss lagen bei 32,9% bzw. 31,0% der Kinder ohne bzw. mit orofazialen Dysfunktionen Distalokklusionen vor.

Vergrößerte sagittale Frontzahnstufe (Abbildung 2)

Wenn 44,8% der Kinder im Milchgebiss und 53,3% im Wechselgebiss eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe aufwiesen, spielte der Anteil an Distalokklusionen im Milch- und Wechselgebiss offensichtlich eine große Rolle. Das Vorkommen von vergrößerten Frontzahnstufen war sowohl im Milch- als auch im Wechselgebiss bei Probanden mit orofazialen Dysfunktionen signifikant größer. Dennoch bestätigte der Anteil von vergrößerten Frontzahnstufen ohne Funktionsstörungen, dass eine vergrößerte Frontzahnstufe allein auf der Basis der Distalokklusion möglich war. Offensichtlich belastete die vergrößerte Frontzahnstufe regelrechte Funktionsabläufe, so dass im Wechselgebiss eine signifikante Zunahme sagittaler Stufen erfolgte [17].

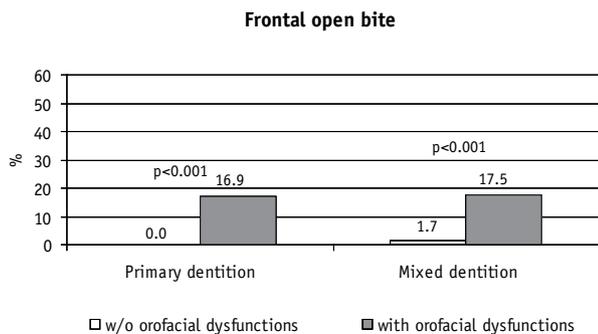


Figure 5. Statistical comparison of frontal open bite in subjects with or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 5. Statistischer Vergleich der frontal offenen Bisse bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und frühen Wechselgebiss. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühen Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (im Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

Frontal Open Bite (Figure 5)

In primary and mixed dentitions, frontal open bite was recorded significantly more often in children with orofacial dysfunctions than in those without functional disturbances. Frontal open bite in primary dentition was always found in association with functional disturbances, whilst frontal open bite was not associated with orofacial dysfunctions in few cases of the mixed dentition.

Deep Overbite (Figure 6)

Deep overbite was found significantly more often in children without orofacial dysfunction in both primary and mixed dentitions; it was not apparently affected by orofa-

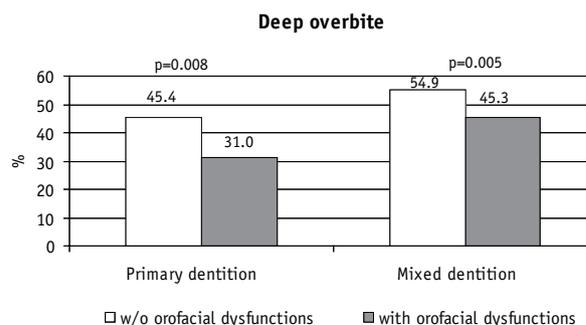


Figure 6. Statistical comparison of deep overbite in subjects with or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition. Percentages refer to the total number of subjects with (primary dentition n = 86, early mixed dentition n = 231) or without orofacial dysfunctions in primary and early mixed dentition (primary dentition n = 680, early mixed dentition n = 2044).

Abbildung 6. Statistischer Vergleich der Tiefbisse bei Probanden mit oder ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und frühen Wechselgebiss. Die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils im Milchgebiss und frühen Wechselgebiss auf die Gesamtanzahl der Probanden mit (Milchgebiss n = 86, frühes Wechselgebiss n = 231) oder ohne orofaziale Dysfunktionen (Milchgebiss n = 680, frühes Wechselgebiss n = 2044).

Reduzierte sagittale Frontzahnstufe (Progenie) (Abbildung 3)

Im Milchgebiss war der Anteil an reduzierten Frontzahnstufen durch Funktionsstörungen weniger stark differenziert als im Wechselgebiss. Es bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede im Vorkommen der reduzierten Frontzahnstufen bei Probanden mit bzw. ohne orofaziale Dysfunktionen. Es ist jedoch einzuräumen, dass diese nicht signifikanten Unterschiede aus der geringen Anzahl von Probanden mit reduzierten Frontzahnstufen resultieren konnten und einer genaueren Prüfung durch den Vergleich von größeren Probandengruppen mit dieser Gebissanomalie bedürfen.

Table 1. Statistical comparisons of prevalence rates of malocclusions with specific orofacial dysfunctions and normal dentitions with specific orofacial dysfunctions (chi-square test; *p ≤ 0.001).

Tabelle 1. Statistischer Vergleich der Häufigkeiten von Gebissanomalien mit spezifischen orofazialen Dysfunktionen und regelrechten Gebissen mit spezifischen orofazialen Dysfunktionen (Chi-Quadrat-Test; *p ≤ 0.001).

Orthodontic finding	Open mouth posture %	Non-physiological tongue rest position %	Visceral swallowing %	Articulation disorder %
Frontal open bite	73.4 *	79.8 *	97.0 *	52.1 *
Lateral crossbite	63.5 *	74.3 *	83.1	51.0 *
Reduced overjet	54.5 *	67.4 *	78.4	29.1
Increased overjet	52.2 *	46.0 *	69.8	24.7
Normal occlusion	29.9	23.6	77.1	28.0

cial dysfunctions. However, not only was the proportion of children with deep overbite significantly higher in mixed than in primary dentition, it was also higher in children in mixed dentition with orofacial dysfunctions [17]. The prevalence of deep overbite in conjunction with orofacial dysfunctions increased in children in mixed dentition to 14.3% when compared with those in primary dentition.

Prevalence Rates of Specific Orofacial Dysfunctions in Children with Malocclusion Compared with those with Normal Occlusion

Table 1 lists the prevalence rates of specific orofacial dysfunctions in association with orthodontic findings. The prevalence rates of the different dysfunctions were correlated with those four malocclusions most often associated with orofacial dysfunctions. In addition, the percentages of non-specific orofacial dysfunctions in children with normal occlusion were calculated to allow comparison with the former data. In the statistical analysis, the prevalence rates of specific orofacial dysfunctions associated with the various malocclusions were compared with the prevalence rates found in children without malocclusion.

Children with frontal open bite, lateral crossbite, reduced overjet and increased overjet presented significantly more static functional disturbances, namely open mouth and non-physiological tongue postures, than children in normal primary and mixed dentition. One can thus conclude that "postural anomalies", or faulty postural habits are most likely to influence the development of dental occlusion significantly in all three dimensions.

Children with frontal open bite presented most frequently with open mouth and/or non-physiological tongue postures (73.4% and 79.8%, respectively), followed by lateral crossbite with 63.5% and 74.3%, respectively. Reduced overjet (mandibular prognathism) and increased overjet ranked 3rd and 4th.

Normal occlusion proved quite resistant to temporary dysfunctions such as visceral swallowing and articulation disorders. We documented visceral swallowing patterns in 77.1% of the children with normal occlusion. Only in children with frontal open bite the two dynamic dysfunctions were found significantly more often than in those with normal occlusion. Although visceral swallowing was noted in 83.1% and disturbed articulation in 51.0% of the children with lateral crossbite, only the articulation disturbances were significantly more frequent than in children with normal occlusion.

Prevalence Rates of the Various Static and Dynamic Orofacial Dysfunctions in Children with Specific Occlusal Anomalies in Primary and Mixed Dentitions

The associations of four types of malocclusion with specific dysfunctions found in primary dentition were compared with those found in mixed dentition (Figures 7 to 10). The

Seitlicher Kreuzbiss (Abbildung 4)

Im Milch- und Wechselgebiss war der prozentuale Anteil der seitlichen Kreuzbisse bei Probanden ohne orofaziale Dysfunktionen mit jeweils 3,5% gering. Im Milch- und Wechselgebiss dominierten seitliche Kreuzbisse bei Kindern mit Funktionsstörungen. Für das Wechselgebiss war dieser Unterschied statistisch hochsignifikant. Für die Milchgebissgruppe war eine statistische Tendenz zur Signifikanz erkennbar. Das heißt, dass die Entstehung des seitlichen Kreuzbisses entscheidend durch funktionelle Belastungsfaktoren geprägt war.

Frontal offener Biss (Abbildung 5)

Der frontal offene Biss kam ohne Funktionsstörungen im Milchgebiss nicht und im Wechselgebiss nur als Ausnahmesituation vor. Sowohl im Milch- als auch im Wechselgebiss traten bei Probanden mit orofazialen Dysfunktionen hochsignifikant häufiger frontal offene Bisse auf als bei den Probanden ohne Funktionsstörungen.

Tiefbiss (Abbildung 6)

Die Tiefbisse kamen signifikant häufiger bei Probanden ohne orofaziale Dysfunktionen im Milch- und Wechselgebiss vor. Damit war das Vorhandensein des Tiefbisses unabhängig vom funktionellen Begleitbefund. Dennoch nahm mit der signifikanten Zunahme der tiefen Bisse vom Milch zum Wechselgebiss [17] auch der Anteil der Tiefbisse mit orofazialen Funktionsstörungen im Wechselgebiss um 14,3% gegenüber dem Milchgebiss zu.

Vergleich des Vorkommens spezifischer statischer und dynamischer orofazialer Dysfunktionen zwischen Probanden mit Gebissanomalien und regelrechten Gebissen

Tabelle 1 gibt Auskunft über das Vorkommen spezifischer orofazialer Dysfunktionen in Abhängigkeit vom kieferorthopädischen Befund. Das Vorkommen spezifischer Dysfunktionen wurde für die vier Gebissanomalien analysiert, die den höchsten prozentualen Anteil an orofazialen Dysfunktionen aufwiesen. Vergleichend dazu wurde die prozentuale Verteilung der orofazialen Dysfunktionen bei Probanden mit regelrechten Okklusionsbeziehungen gegenübergestellt. Die Ergebnisse der statistischen Analyse beziehen sich auf den Vergleich der Häufigkeiten von orofazialen Dysfunktionen bei den einzelnen Gebissanomalien mit den Probanden mit regelrechten Okklusionsbeziehungen.

Im Vergleich zu den Probanden mit regelrechten Milch- und Wechselgebissen waren bei den Kindern mit frontal offenen Bissen, seitlichen Kreuzbissen, reduzierten Frontzahnstufen und vergrößerten Frontzahnstufen signifikant häufiger statische Funktionsstörungen wie die offene Mundhaltung und die pathologische Zungenruhelage nachweisbar. Daraus war abzuleiten, dass Haltungsschwächen signifi-

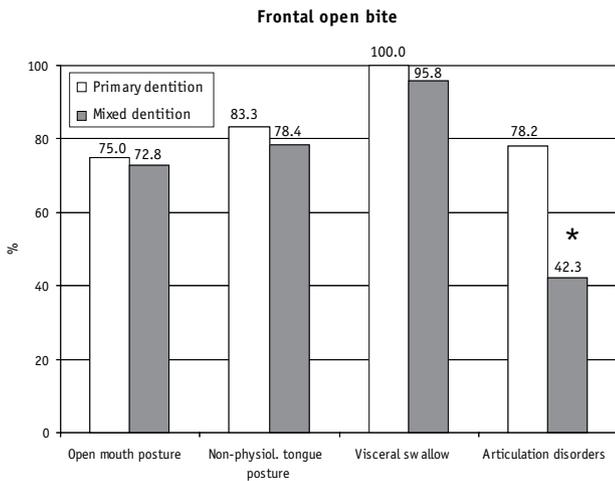


Figure 7. Percentage distribution of specific dysfunctions in children with frontal open bite in primary and early mixed dentition (* $p < 0.001$).

Abbildung 7. Prozentuale Verteilung spezifischer Dysfunktionen bei Kindern mit frontal offenen Bissen im Milch- und frühen Wechselgebiss (* $p < 0,001$).

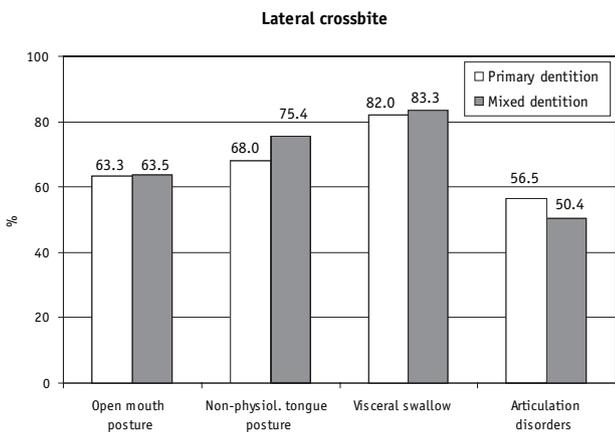


Figure 8. Percentage distribution of specific dysfunctions in children with lateral crossbite in primary and early mixed dentition ($p > 0.05$).

Abbildung 8. Prozentuale Verteilung spezifischer Dysfunktionen bei Kindern mit seitlichen Kreuzbissen im Milch- und frühen Wechselgebiss ($p > 0,05$).

total number of anomalies was assumed to be 100%. The percentages reflect the number of occlusal disturbances found in combination with each functional disturbance. Functional disturbances were most frequently found in association with frontal open bite and lateral crossbite, followed by mandibular prognathism and increased overjet (see above). When comparing the prevalence rates of combinations of the different types of malocclusion with orofacial dysfunctions in primary dentition with those in mixed dentition, we noted that disturbed articulation was the only

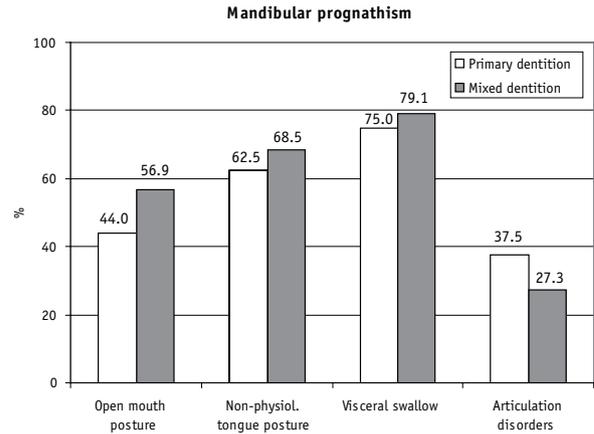


Figure 9. Percentage distribution of specific dysfunctions in children with reduced overjet (overjet ≤ 0 mm) in primary and early mixed dentition ($p > 0.05$).

Abbildung 9. Prozentuale Verteilung spezifischer Dysfunktionen bei Kindern mit reduzierten Frontzahnstufen (Overjet ≤ 0 mm) im Milch- und frühen Wechselgebiss ($p > 0,05$).

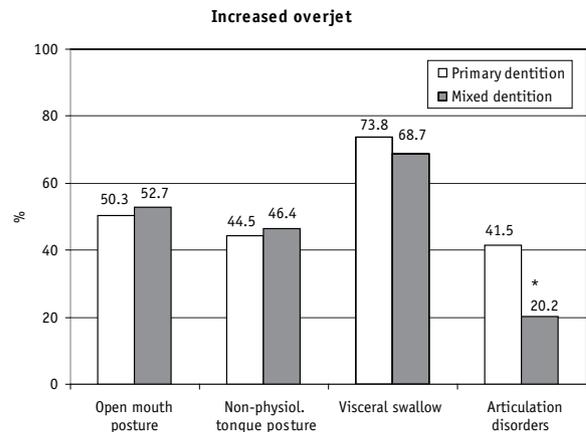


Figure 10. Percentage distribution of specific dysfunctions in children with increased overjet (overjet > 2 mm) in primary and early mixed dentition (* $p < 0.001$).

Abbildung 10. Prozentuale Verteilung spezifischer Dysfunktionen bei Kindern mit vergrößerten sagittalen Frontzahnstufen (Overjet > 2 mm) im Milch- und frühen Wechselgebiss (* $p < 0,001$).

kant die Entwicklung der Okklusionsbeziehungen in allen drei Dimensionen beeinträchtigen können.

Bei Kindern mit frontal offenen Bissen war mit jeweils 73,4% und 79,8% am häufigsten eine offene Mundhaltung bzw. pathologische Zungenruhelage nachweisbar. Danach folgte der seitliche Kreuzbiss mit jeweils 63,5% bzw. 74,3%. Die reduzierte Frontzahnstufe (Progenie) und die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe nahmen in der Reihenfolge Platz 3 und 4 ein.

anomaly to improve significantly during the dentitional development of children with frontal open bite (Figure 7) and of those with increased overjet (Figure 10). No statistically-significant differences between primary and mixed dentition were found with regard to all the other orofacial dysfunctions, revealing that the functional disorders were already present in conjunction with the occlusal disorders in primary dentition, continuing through to mixed dentition.

Discussion

All theories regarding the skeletal growth of the facial skull emphasize the influence of function. Remodeling processes guarantee that hard tissue structures adapt to functional requirements during the entire growth period.

As early as 1963, the anatomist Hans Fischer stated that the upper and lower jaws had the highest "plasticity" of all human bones [5]. Shape and structure of the facial skull are the product of local functional processes. Nowhere else in the human body are so many different functions accommodated in such little space [1, 2]. Moss [24–26] believes that all new bone-forming processes are not influenced by genetics, but rather by the dynamics of local functional requirements alone. Scott [39], Enlow & Hunter [3], as well as Enlow & Moyers [4] declared that growth allows changes in shape due to the mechanics of structural regulation. Their theories are no longer disputed – they form the basis of functional orthodontic therapy [15]. We have known since Schulze [33, 34] that all anomalies regarding the position of teeth and jaw malrelationships originate in the genotype. The latter determines the influence exerted by exterior factors, whether they have a positive or negative effect on the phenotype.

There is thus a great variety of anomalies. Major symptoms are not necessarily present and therefore are of no use in diagnostics or therapy. The strict differentiation between inherited and acquired anomalies has not been valid for quite some time.

The results of this study must be evaluated on the basis of the above-mentioned knowledge and an orthodontic understanding of growth and dentitional development. As already mentioned, the genotype determines whether and to what extent exterior influences take effect, and function is generally considered an exterior factor, since it is controllable [38].

Brachycephaly and dolichocephaly, the two characteristic types of the human skull, are diametrically opposed to each other in terms of their bony construction and muscular structures [36, 37]. Consequently, functional disorders lead not only to different results, but to different prevalence rates as well [32].

In populations in which the brachycephalic skull prevails, postural anomalies are less likely to be found than when the dolichocephalic type prevails. However, we were not able to differentiate in such a manner in the etiological evaluation of anomalies in this study. Nevertheless, we can postulate on the interaction of hereditary factors and factors

Gegenüber dem Einfluss nur zeitweilig wirksam werdender Dyskinesien wie dem viszeralem Schlucken und den Artikulationsstörungen sind regelrechte Okklusionsbeziehungen offensichtlich anlagebedingt widerstandsfähiger, denn das viszerale Schluckmuster wurde bei 77,1% der Kinder mit regelrechter Okklusion registriert. Nur beim frontal offenen Biss traten beide dynamische Funktionsstörungen signifikant häufiger auf als bei den Probanden mit regelrechter Okklusion. Wenn auch beim Kreuzbiss mit 83,1% das viszerale Schluckmuster und mit 51,0% Artikulationsstörungen vorkamen, waren doch nur Letztere gegenüber den regelrechten Gebissen signifikant erhöht.

Vergleich des Vorkommens spezifischer statischer und dynamischer orofazialer Dysfunktionen zwischen Probanden mit Gebissanomalien im Milch- und Wechselgebiss

In den Abbildungen 7 bis 10 sind die Häufigkeiten der vier diskutierten Gebissanomalien mit gleichzeitig vorhandenen Dysfunktionen im Milch- und Wechselgebiss gegenübergestellt. Dabei wird von der Gesamtheit der Anomalie als 100% ausgegangen. Die Prozentangaben berücksichtigen den Anteil der Okklusionsstörungen, der mit funktionellen Fehlleistungen verbunden ist. In der Abhängigkeit von Funktionsstörungen dominierten der frontal offene Biss und der seitliche Kreuzbiss, gefolgt von der Progenie und der vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (siehe oben). Der Vergleich der Häufigkeiten von Gebissanomalien mit orofazialen Dysfunktionen im Milch- und Wechselgebiss zeigte, dass nur die Artikulationsstörungen bei Kindern mit frontal offenen Bissen (Abbildung 7) und vergrößerten sagittalen Frontzahnstufen (Abbildung 10) mit zunehmender Gebissentwicklung eine signifikante Reduktion erfuhren. Für alle anderen orofazialen Dysfunktionen waren keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen dem Auftreten mit Gebissanomalien im Milch- und Wechselgebiss nachweisbar. Das heißt, dass die funktionelle Belastung bei den Gebissanomalien des Milchgebisses bereits vorhanden war und sich auf die Anomalie des Wechselgebisses übertrug.

Diskussion

Alle Theorien über das skelettale Wachstum des Gesichtsschädels räumen den induktiven Einfluss der Funktion ein. Die remodellierenden Prozesse während der gesamten Wachstumsphase garantieren damit die hohe Anpassungsfähigkeit der Hartgewebsstrukturen an die funktionellen Ansprüche.

Bereits der Anatom Hans Fischer kommentierte 1963, dass Ober- und Unterkiefer von allen menschlichen Knochen die höchste „Plastizität“ aufweisen [5]. Gestalt und Struktur im Gesichtsschädelbereich stehen in kausalem Zusammenhang mit den örtlichen Funktionsabläufen. Nirgendwo anders im menschlichen Körper sind so viele unterschiedliche Funktionen auf kleinem Raum realisiert [1, 2]. Moss

acquired by clearly-defined functional behavior. We address that question alone below. Questions regarding the prevalence rates of malocclusions and orofacial dysfunctions as reported in the international literature were already discussed in Parts one and two of this study [17, 40].

Distocclusion and increased overjet must be discussed together. In her longitudinal study covering children from birth to adulthood, Heckmann [19] confirmed that the occlusion is established very early in life. The retrognathism of newborns, with the mandible located 4 to 10 mm posterior to the upper jaw, requires compensation prior to eruption of the first primary molars if a Class I occlusion is to be guaranteed. So far there has been little explanation as to why the lower jaw's forward rotation is insufficient and distocclusion develops in 25 to 35% of the population. Rassl [29] and Stöckmann [41] explained the deviations from neutroclusion in the human race with Gauss' law of normal distribution, thus relieving pathological genes of the responsibility for occlusal disorders [43, 44, 46].

Until the onset of dental intercuspation, sucking habits do not play an important role, since sucking is a physiological process ensuring the intake of liquid food in the first year of life [20, 21]. In her longitudinal study, Heckmann [19] took impressions every 6 months and later every 12 months until the end of the children's third year, performing all the examinations herself; she reported no incidences of spontaneous compensation of distocclusion. While no significant overjet was found in children who had developed regular occlusion, after eruption of the first primary molars, the overjet continued in those children with distocclusion and no dental adaptation, whether they were thumb-suckers or not. Obviously, sucking habits do cause an ever increasing overjet.

The results of our study confirm the finding that the prevalence of distocclusion is not higher in individuals with dysfunctions. However, this did not apply to children with an increased overjet. In that case, habits appeared to play a key role. Self-healing of dentoalveolar malocclusions is possible, provided there are no other dysfunctions preventing that from happening once the habits in question have ceased. However, the distal occlusion persists independently of these processes. In addition to dynamic dysfunctions including habits, postural anomalies are responsible for maintaining or increasing an overjet. Incompetent lip seal with interpositioning of the lower lip soft tissue may cause a minor overjet in primary and early mixed dentition which will worsen with increasing age.

In most cases, deep-bite development is the consequence. Only an interdental tongue position may prevent intermaxillary contact in the incisor region. That again usually leads to a progressively worse deep bite. Thus early orthodontic intervention is indicated in all those patients whose orofacial dysfunction is expected to worsen sagittal or vertical malocclusions. An increased overjet not associated with any dysfunction can be treated later. The findings described here confirm our clinical experience that persisting sucking

[24–26] sieht alle Prozesse der Knochenneubildung nicht von einer genetischen Steuerung abhängig, sondern macht sie ausschließlich von der Dynamik der regionalen funktionellen Ansprüche abhängig. Scott [39], Enlow & Hunter [3] sowie Enlow & Moyers [4] kommen zu der Feststellung, dass das Wachstum durch den Mechanismus der strukturellen Regulierung eine Gestaltveränderung möglich macht. Diese seit Langem unbestrittenen Zusammenhänge sind letztlich die Basis für die kieferorthopädische Einflussnahme [15]. Seit Schulze [33, 34] ist bekannt, dass alle menschlichen Zahnstellungs- und Bisslageanomalien im Genotypus verankert sind. Dieser bestimmt, welchen Einfluss äußere Faktoren besitzen, ob sie abschwächend oder verstärkend den Phänotypus gestalten.

Das bedingt die große Varianz der Anomalien. „Kardinalsymptome“ sind nicht zwingend vorhanden und deshalb diagnostisch und therapeutisch unbrauchbar. Die strenge Trennung in vererbte und erworbene Anomalien hat längst keine Gültigkeit mehr.

Basierend auf diesen Grundlagen des kieferorthopädischen Verständnisses für Wachstum und Gebissentwicklung müssen die vorliegenden Ergebnisse eingeordnet werden. Der Genotypus bestimmt, wie und ob sich äußere Einflüsse auswirken. Dabei ordnen wir den funktionellen Einfluss in der Regel den äußeren, weil beeinflussbaren, Faktoren zu [38].

So wie sich die beiden typischen menschlichen Kopfformen, der Brachiozephalus und der Dolichocephalus, in den knöchernen Strukturen diametral gegenüberstehen, gilt dies für die muskulären Strukturen ebenfalls [36, 37]. Deshalb werden sich funktionelle Fehlleistungen nicht nur unterschiedlich auswirken, sondern sich auch in der Prävalenz unterscheiden [32].

Haltungsschwächen sind deshalb bei ethnisch vorherrschender brachycephaler Kopfform weniger häufig zu erwarten, als dies bei der dolichocephalen Kopfform der Fall ist. Diese Differenzierungen sind bei der ätiologischen Zuordnung von Anomaliesymptomen in der Studie nicht möglich gewesen. Dennoch lassen sich sehr klare Zusammenhänge zwischen anlagebedingten Faktoren und solchen, die durch definierte funktionelle Verhaltensweisen zustande kommen, ziehen. Im Folgenden sollen ausschließlich diese Fragen diskutiert werden. Solche über vergleichende Vorkommen von Gebissanomalien und orofazialen Dysfunktionen im internationalen Schrifttum wurden bereits im ersten und zweiten Teil der Studie [17, 40] erörtert.

Die Distalokklusion und die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe müssen gemeinsam diskutiert werden. Mit den Ergebnissen ihrer Langzeitstudie von Geburt an bis ins Erwachsenenalter bestätigt Heckmann [19], dass sich die Okklusionsverhältnisse bereits sehr früh in der Gebissentwicklung etablieren. Die unterschiedlich große Neugeborenenrücklage zwischen 4 und 10 mm muss bis zur okklusären Verschlüsselung mit dem Durchbruch der ersten Milchmolaren aufge-

habits considerably retard the functional patterns of the muscles guaranteeing a relaxed lip seal, namely the orbicularis oris, the mentalis muscle, the buccinator and the mandibular levator muscles, especially the lateral pterygoid muscle. The resulting postural weakness in conjunction with a habitually open mouth and non-physiological resting position of the tongue impairs the further development of the occlusion [42]. Thus, in addition to the direct consequences sucking implies for the dentoalveolar structures, the late sequelae of sucking habits are particularly dramatic for later dentitional development. Our results from this study demonstrate that such a situation becomes apparent already in the primary dentition, and it will persist in mixed dentition unless orthodontic measures are taken.

The wide variety of increased overjet reflects its heterogeneous etiology combined with great individuality. Dynamic and static dysfunctions add up to the lack of support in the incisor region resulting from hereditary distocclusion, and largely contribute to the progressive character of this type of malocclusion. We do not currently know to what extent the false resting position of the tongue associated with open mouth posture is determined by the genotype [28].

Nevertheless, orthodontic therapy should start early in order to readjust these functional patterns as early as possible. In mandibular prognathism, that is in patients with reduced overjet, changes in posture combined with an altered tongue rest position play a particularly important role [18], which is why glossectomy was a therapeutic alternative in adult Class III patients 50 years ago [30].

It seems that the soft-tissue structures are determined by the genotype as well [35]. Weise [48] already described that, at the end of dentitional development, the changed functional chewing patterns in patients with reverse overjet do not reveal whether the upper or lower jaw had primarily caused the Class III situation. Consequently, any therapy should aim at correcting the functional pattern so as to prevent mandibular prognathism from becoming worse.

Crossbite is special, as it is a transversal malocclusion. The results of the present study clearly demonstrate that functional disturbances lead to crossbite development, irrespective of genetic influences. The main emphasis in the etiology of crossbite is on changes in pressure exerted by the soft tissues in the resting position, on top of a genetic predisposition [27]. The particular focus of therapy is thus to correct the functional status. To be successful, treatment must start early. In addition to widening the upper dental arch mechanically, the functional status must be given special consideration [47].

Only frontal open bite correlates with more dysfunctions than lateral crossbite. Self-healing can be anticipated in only 25% of those children with an open bite in primary dentition [17]. Our findings suggest that it is not the extent of vertical overbite, but rather the dysfunctions which eventually determine future development. Postural anomalies in conjunction with orofacial dysfunctions continue to reduce

holt werden, wenn es zu einer neutralen Verzahnung im Sinne einer Klasse I kommen soll. Warum diese Unterkieferrotation nach anterior bei 25–35% der Population weltweit nicht ausreicht und eine Distalokklusion fixiert wird, ist wenig geklärt. Rassl [29] und Stöckmann [41] vergleichen die Abweichungen von der Neutrallage in der menschlichen Rasse mit einer Gauß'schen Normalverteilungskurve. Für veränderte Bisslagen können deshalb keine krankhaften Gene verantwortlich gemacht werden [43, 44, 46].

Lutschgewohnheiten spielen bis zur okklusären Verschlüsselung keine wesentliche Rolle, ist doch das Lutschen und Saugen im ersten Lebensjahr bedingt durch die überwiegend flüssige Nahrung physiologisch [20, 21]. Heckmann [19], die bei ihrer Längsschnittstudie alle Untersuchungen selbst durchführte und bis zum abgeschlossenen dritten Lebensjahr halbjährlich und später jährlich Modelle erstellte, konnte in keinem Fall den spontanen Ausgleich einer Distalokklusion feststellen. Während bei regelrechter Gebissentwicklung nach dem Durchbruch der ersten Milchmolaren keine nennenswerte sagittale Stufe mehr bestand, blieb bei distaler Verschlüsselung ohne dentale Anpassung die sagittale Frontzahnstufe bestehen. Das betraf Kinder mit und ohne Lutschhabit. Es ist folgerichtig, dass Lutschgewohnheiten die Entwicklung einer immer größer werdenden sagittalen Stufe verursachen.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse bestätigen, dass die Häufigkeit der Distalokklusion durch das Vorhandensein von Dysfunktionen nicht erhöht ist. Anders verhält es sich mit der vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe. Habitfolgen spielen offensichtlich eine große Rolle. Eine Selbstheilung dentoalveolärer Veränderungen ist vorstellbar, wenn nach Abstellen der Habits nicht andere zusätzliche Dyskinesien dies verhindern. Davon unabhängig bleibt die Distalokklusion bestehen. Neben den dynamischen funktionellen Fehlleistungen einschließlich der Habits müssen auch Haltungsveränderungen für den Erhalt und die Vergrößerung der sagittalen Stufe verantwortlich gemacht werden. Der inkompetente Lippenschluss mit Einlagerung der Weichteile der Unterlippe ist ein Grund, dass aus den meist kleinen sagittalen Frontzahnstufen im Milch- und jungen Wechselgebiss eine progressive Verstärkung mit zunehmendem Alter erfolgt.

In den meisten Fällen kommt es in der Folge zur Ausbildung tiefer Bisse. Nur durch die interdentalen Zungenlage kann jeglicher intermaxillärer Kontakt im Schneidezahngebiet verhindert werden. Das heißt, dass auch die Tiefbissituation einen progressiven Charakter hat. Die Indikation einer frühen kieferorthopädischen Einflussnahme ist immer dann sinnvoll, wenn die funktionelle Situation des Patienten die Verstärkung dieser sagittalen und vertikalen Okklusionsbeziehungen erwarten lassen muss. Eine vergrößerte Frontzahnstufe ohne eine belastende funktionelle Komponente lässt spätere Behandlungstermine zu. Die Untersuchung bestätigt unsere klinische Erfahrung, dass nach anhaltenden Lutschha-

the vertical overbite found in primary dentition. The number of children with an edge-to-edge bite (overbite = 0 mm) increased significantly from primary to mixed dentition [17]. Since mechanical methods of therapy (including orthognathic surgery in permanent dentition) are characterized by a high risk of relapse, causal therapeutic methods affecting the functional pattern are indicated as early as possible [7, 10, 13, 15]. The extent of open bite in primary dentition is of secondary importance for its further development. Since an open bite is the result of habits, we know that self-healing is possible. If an open bite persists in spite of habit cessation, the indication for preventive or orthodontic therapies has to be made on the basis of a functional analysis [45].

Even though the prevalence of dynamic dysfunctions we have documented in this study was very high, that alone does not explain the development of regular or irregular occlusion. Most of the children presented a complex disorder in their functional patterns, in addition to altered soft tissue pressures in the rest position. We discussed the possible causes in Part II of this study [40]. Apparently the functional situations children find themselves in are apparently determined to a great extent by their living conditions [6].

Conclusions

In the early dentitional stages and growth periods, morphological criteria of dental malalignment and malocclusion alone do not permit us to predict the further development of a malocclusion. A child's functional status must also be considered before deciding on preventive measures and early orthodontic therapy.

Four types of malocclusion were associated with high rates of orofacial dysfunctions. The four types were increased overjet irrespective of extent, reduced overjet (mandibular prognathism), lateral crossbite, and frontal open bite. The orofacial functions we studied were passive dysfunctions, namely open mouth posture, non-physiological resting position of the tongue, and active dysfunctions, namely visceral swallowing, articulation disorders, and oral habits.

A child in primary dentition runs the risk of developing malocclusion if one of the four types of malocclusion is associated with orofacial dysfunctions. It is easy in the dental office to diagnose the occlusal relationships of children with primary teeth. Examination and documentation of the orofacial dysfunctions analyzed in this study can commence in three-year old children, and parents can be asked to report on oral habits.

A child at risk of developing orthodontic problems is one presenting one of the four types of malocclusion mentioned above plus one static dysfunction or two dynamic dysfunctions. Eliminating the causes of those orthodontic problems should be the main concern of all therapeutic efforts, with major emphasis placed on restoring functional equilibrium and physiological soft-tissue conditions. The intra-oral space belongs to the tongue [11, 15]. The use of large intra-

bits die Funktionsmuster der den spannungslosen Mundschluss garantierenden Muskeln, wie der *Musculus orbicularis oris*, der *Musculus mentalis*, die *Musculi buccinatorii* und die Kieferschließer, vornehmlich der *Musculus pterygoideus lateralis*, erheblich retardiert sind. Die resultierende Haltungsschwäche mit der habituell offenen Mundhaltung und der pathologischen Zungenruhelage belastet in den Folgejahren die Gebissentwicklung nachhaltig [42]. So ist neben der unmittelbaren Lutschfolge auf die dentoalveolären Strukturen deren Folgewirkung für die Gebissentwicklung besonders dramatisch. Die Ergebnisse haben bestätigt, dass dies bereits im Milchgebiss erkennbar ist und sich ohne kieferorthopädische Einflussnahme auf das Wechselgebiss überträgt.

Die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe spiegelt demnach die heterogene Ätiologie bei großer Individualität wider. Der durch die anlagebedingte Distalokklusion verursachten fehlenden Abstützung im Schneidezahnbereich pfpfen sich im hohen Maße dynamische und statische funktionelle Belastungsfaktoren auf, die den progressiven Charakter bestimmen. Inwieweit die mit der offenen Mundhaltung verbundene veränderte Zungenruhelage auch im Genotypus verankert ist, kann zurzeit nicht beantwortet werden [28].

Davon unabhängig spricht für die Indikation einer frühen kieferorthopädischen Therapie, dass die Umstellung funktioneller Verhaltensweisen so früh wie möglich erfolgen sollte. Bei der Progenie als reduzierte sagittale Frontzahnstufe spielen die Haltungsveränderungen mit veränderter Zungenruhelage eine besonders auffällige Rolle [18], weshalb vor 50 Jahren Zungenverkleinerungen bei der Therapie im Erwachsenenalter eine therapeutische Alternative darstellten [30].

Die Vermutung, dass auch die Weichgewebestrukturen genetisch programmiert sind, drängt sich auf [35]. Bereits Weise [48] beschreibt, dass die mit dem unteren Frontzahnvorbiss einhergehenden veränderten Funktionsabläufe beim Kauen am Ende der Entwicklung keine Unterscheidung mehr zulassen, ob Ober- oder Unterkiefer primär die progene Situation verursacht haben. Daraus geht hervor, dass der therapeutische Ansatz auf die Korrektur der Funktionsmuster gerichtet sein muss, wenn die progene Weiterentwicklung verhindert werden soll.

Als transversale Okklusionsstörung nimmt der Kreuzbiss eine besondere Stellung ein. Unabhängig von anlagebedingten Bisslagebeziehungen lassen die Ergebnisse der Studie besonders zwingend die Abhängigkeit von Funktionsstörungen erkennen. Auf der Basis eines prädisponierenden Genotypus steht der veränderte Ruheweichteilandruck im Zentrum ätiologischer Betrachtung [27]. Deshalb gelten in Sonderheit Behandlungsprinzipien, die auf die Korrektur des funktionellen Status gerichtet sind. Sollen diese erfolgreich sein, müssen Behandlungen früh einsetzen. Neben Erfordernissen einer mechanischen Erweiterung des oberen Zahnbogens gilt es, dem Funktionsstatus Aufmerksamkeit zu schenken [47].

oral devices in early orthodontic treatment thus requires great caution. Active mechanical therapy methods should only be applied temporarily and as a means of support in primary and early mixed dentition when considering a causal therapeutic approach.

Our partners in functional rehabilitation are myofunctional therapists. We need close interdisciplinary cooperation to best respond to the individual requirements of each child.

The serious motor and speech deficits observed in children during their medical examination when entering school confirm the results of this study. In the special field of orthodontics, such deficits can be regarded as a kind of "functional retardation" demanding clear efforts of preventive and early orthodontic therapy.

References

1. Baume L. Principles of cephalofacial development revealed by experimental biology. *Am J Orthod* 1961;47:881-901.
2. Baume L. Die Entwicklungsmechanik des Mittelgesichtes in embryogenetischer Sicht. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1962;38:1-18.
3. Enlow D, Hunter W. A differential analysis of sutural and remodelling growth in the human face. *Am J Orthod* 1966;52:823-30.
4. Enlow D, Moyers R. Growth and architecture of the face. *J Am Dent Assoc* 1971;82:763-74.
5. Fischer H. Form und Funktion. *Fortschr Kieferorthop* 1963;24:241-6.
6. Fleischer-Peters U, Scholz U. Psychologie und Psychosomatik in der Kieferorthopädie. München u. a.: Hanser Verlag, 1985:10-52.
7. Fränkel C. Funktionelle Aspekte des skelettalen offenen Bisses – eine fernröntgenologische Longitudinaluntersuchung. *Med. Diss., Jena* 1981.
8. Fränkel R. Luftdruck, Atmung und die orofazialen Weichteile. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1964;43:367-74.
9. Fränkel R. Die Bedeutung der Weichteile für die Induktion und Formorientierung des Kieferwachstums unter Zugrundelegung der Behandlungsergebnisse mit Funktionsreglern. *Fortschr Kieferorthop* 1969;25:413-32.
10. Fränkel R. Lip seal training in the treatment of skeletal open bite. *Eur J Orthod* 1980;2:219-28.
11. Fränkel R. Concerning recent articles on Fränkel appliance therapy. *Am J Orthod* 1984;85:441-7.
12. Fränkel R. Functional orthopedics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119(5):11A.
13. Fränkel R, Fränkel C. Funktionelle Aspekte des skelettalen offenen Bisses. *Fortschr Kieferorthop* 1982;43:8-18.
14. Fränkel R, Fränkel C. Orthodontics in orofacial region with help of function regulators. *Inf Orthod Kieferorthop* 1988;20:277-309.
15. Fränkel R, Fränkel C. Orofacial orthopedics with the functional regulator. Basel u. a.: Karger Verlag, 1989:19-26.
16. Fränkel R, Fränkel C. Clinical implication of Roux's concept in orofacial orthopedics. *J Orofac Orthop* 2001;1:1-21.
17. Grabowski R, Stahl F, Gaebel M, Kundt G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and

Der seitliche Kreuzbiss wird bezüglich des Umfanges von Dysfunktionen nur vom offenen Biss übertroffen. Bei Kindern, die während der Nutzperiode des Milchgebisses noch einen offenen Biss im Milchgebiss aufweisen, kann nur noch in 25% der Fälle mit einer Selbstausheilung gerechnet werden [17]. Die Untersuchung lässt die Aussage zu, dass weniger das Ausmaß des fehlenden vertikalen Überbisses die Prognose bestimmt als vielmehr die funktionelle Situation. Haltungsschwächen in Kombination mit Dyskinesien führen vom Milchgebiss an zunehmend zu einer Reduzierung des vertikalen Überbisses. Kinder mit einer Kopfbissituation (Overbite = 0 mm) nehmen vom Milch- zum Wechselgebiss signifikant zu [17]. Da mechanische Therapiemethoden im bleibenden Gebiss einschließlich der Zuhilfenahme orthognather Chirurgie durch eine hohe Rezidivgefahr gekennzeichnet sind, sind früh einsetzende, an der Funktion angreifende kausale Therapiemethoden erforderlich [7, 10, 13, 15]. Das Ausmaß des offenen Bisses im Milchgebiss ist für die Prognose eher zweitrangig. Als alleinige Habitfolge unterliegt er bekanntermaßen der Selbstausheilung. Tritt diese nach Abstellen des Habits nicht ein, muss die Prognose unter Einbeziehung der funktionellen Analyse die Indikation für kieferorthopädische Prävention oder Therapie bestimmen [45].

Auch wenn der Anteil von Dyskinesien als dynamische Funktionsstörungen in der vorliegenden Studie hoch ist, begründet er allein nicht die Entwicklung von regelrechten oder gestörten Okklusionsbeziehungen. Zusammen mit dem veränderten Ruheweichteilendruck sind die Kinder in der Mehrzahl komplex in ihren Funktionsmustern gestört. Auf die möglichen Ursachen wurde bereits in Teil II [40] eingegangen. Die Lebensbedingungen von Kindern bestimmen offensichtlich nicht unerheblich ihre funktionelle Situation [6].

Schlussfolgerungen

Allein morphologische Kriterien von Zahnstellungs- und Bisslagebeziehungen sind nicht geeignet, in frühen Gebissentwicklungs- und Wachstumsphasen die Prognose der Anomalie zu bewerten. Die Indikation zur Prävention und Frühbehandlung muss neben der Gebissanomalie selbst den Funktionsstatus des Kindes berücksichtigen.

Bei vier Gebissanomalien ist ein sehr hoher Anteil an orofazialen Dysfunktionen vorhanden. Das sind die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe, unabhängig vom Ausmaß, die reduzierte Frontzahnstufe (Progenie), der seitliche Kreuzbiss und der frontal offene Biss. Der Funktionsstatus beinhaltet passive und aktive Dysfunktionen. Erstere sind durch die offene Mundhaltung und die veränderte Zungenruhelage definiert, Letztere durch die Dyskinesien einschließlich der Parafunktionen. In der vorliegenden Studie wurden diesbezüglich das viszerale Schlucken, die Artikulationsstörungen und das Bestehen von oralen Habits berücksichtigt.

Eine risikobehaftete Prognose der Gebissentwicklung ist immer dann gegeben, wenn bei einer der vier genannten

- mixed dentition: Part I: Prevalence of malocclusions. *J Orofac Orthop* 2007;68:26–37.
18. Heckmann U. Über den Einfluss der Zunge bei der Entstehung der Progenie. *Fortschr Kieferorthop* 1962;23:193–6.
 19. Heckmann U. Längsschnittuntersuchungen der Gebissentwicklung und daraus resultierende Schlussfolgerungen für die kieferorthopädische Behandlungsplanung im Milchgebiss. *Stomatol DDR* 1975;25:445–8.
 20. Heckmann U, Brune K, Grabowski R. Über das Breitenwachstum der Kiefer (eine Langzeitstudie von der Geburt bis zum 5. Lebensjahr). *Dtsch Stomatol* 1969;19:759–66.
 21. Heckmann U, Grabowski R, Brune K. Über das Breiten- und Längenwachstum im Kiefer. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1974;62:429–35.
 22. Hensel S. Metrische Untersuchungen des Weichteilmilieus im Seitenzahngewebigebiet eugnathen Gebisse. *Med. Habil.*, Greifswald 1976.
 23. Klink-Heckmann U, Bredy E. *Kieferorthopädie*. Leipzig–Heidelberg: Johann Ambrosius Barth, 1990:82.
 24. Moss M. The capsular matrix. *Amer J Orthod* 1969;56:474–90.
 25. Moss M. Twenty years of functional cranial analysis. *Amer J Orthod* 1972;61:479–85.
 26. Moss M. Funktionelle Schädelanalyse und funktionelle Matrix. *Fortschr Kieferorthop* 1973;34:48–63.
 27. Paul I, Nanda R. Effect of mouth breathing on dental occlusion. *Angle Orthod* 1973;43:201–6.
 28. Rakosi T. Das Problem der Zunge in der Kieferorthopädie. *Fortschr Kieferorthop* 1975;36:220–30.
 29. Rasl RE. Sippenuntersuchungen als Beitrag zur Ätiologieforschung der Angle-Klasse II/1. *Med. Diss.*, Gießen 1978.
 30. Rheinwald U, Becker R. Die Beziehungen der Zunge zum normalen und gestörten Wachstum des Unterkiefers. *Fortschr Kieferorthop* 1962;23:5–79.
 31. Sachs L. *Angewandte Statistik*. Anwendung statistischer Methoden. Heidelberg: Springer, 1992.
 32. Schopf P. Zur Dynamik der orofacialen Muskulatur. Ein Beitrag zur Ätiologie von Dysgnathien und Parodontopathien aufgrund von Druckanalysen der Zungen- und Lippenmuskulatur. *Med. Habil.*, Mainz 1970.
 33. Schulze C. Zur Heterogenie der Progenie. *Zahnärztl Rundsch* 1966;75:9–22.
 34. Schulze C. Zur Ätiologie der Progenie. *Fortschr Kieferorthop* 1979;40:87–104.
 35. Schulze C, Wiese W. Zur Vererbung der Progenie. *Fortschr Kieferorthop* 1965;26:213–29.
 36. Schumacher G. Struktur- und Funktionswandel der Kaumuskulatur nach der Geburt. *Fortschr Kieferorthop* 1962;23:135–66.
 37. Schumacher G. Die Rolle der Kiefermuskulatur und der mimischen Muskulatur bei der Entstehung von Dysgnathien. *Dtsch Stomatol* 1971;21:169–75.
 38. Schwarz AM. Die Funktion als Schrittmacher der Erbanlagen. *Fortschr Kieferorthop* 1955;16:42–7.
 39. Scott J. Muscle growth and function in relation to skeletal morphology. *Am J Phys Anthropol* 1957;15:197–204.
 40. Stahl F, Grabowski R, Gaebel M, Kundt G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition: Part II: Occlusal findings and myofunctional status. *J Orofac Orthop* 2007;68:74–90.
 41. Stöckmann ML. Häufigkeit und Variabilität sagittaler Bisslageabweichungen. Eine Querschnittsuntersuchung als Beitrag zur Ätiologieforschung der Dysgnathien. *Med. Diss.*, Gießen 1982.
 42. Stutzmann J, Petrovic A. Tierexperimentelle Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Zunge, *Musculus pterygoideus lateralis*,

Gebissanomalien orofaziale Dysfunktionen diagnostiziert werden. In der zahnärztlichen Praxis sind die Okklusionsverhältnisse bei Kindern mit Milchgebissen leicht diagnostizierbar. Die in der vorliegenden Studie berücksichtigten Fehlfunktionen sind nach dem dritten Lebensjahr prüfbar. Über Habits können Eltern Auskunft geben.

Das „kieferorthopädische Risikokind“ kann dann definiert werden, wenn bei Vorliegen einer der vier o. g. Gebissanomalien zusätzlich eine statische Dysfunktion im Sinne der Haltungsschwäche besteht oder wenn mit der Okklusionsstörung zwei aktive Dysfunktionen vorhanden sind. Bei einem auf diese Weise charakterisierten „kieferorthopädischen Risikokind“ muss die Beseitigung der Ursachen der Anomalie im Mittelpunkt der Bemühungen stehen. Immer gilt es vor allem das funktionelle Gleichgewicht im Sinne physiologischer Ruheweichteilbeziehungen zu erzielen. Das heißt, dass der intraorale Raum der Zunge gehört [11, 15]. Raumgreifende intraorale Geräte sind deshalb in der Frühbehandlung kritisch zu bewerten. Aktiv-mechanisch ausgerichtete Therapiemethoden können im Milch- und frühen Wechselgebiss im Verständnis für eine kausale Therapie in der Regel nur temporär und unterstützend eingesetzt werden.

Unsere Partner beim Bemühen, eine funktionelle Rehabilitation zu erreichen, sind die myofunktionellen Therapeuten. Eine auf die individuellen Ansprüche des Kindes gerichtete Einflussnahme erfordert allerdings eine enge Interdisziplinarität.

Die gravierenden motorischen und sprachlichen Defizite vieler Kinder bei den medizinischen Schuleingangsuntersuchungen decken sich mit den Ergebnissen der eigenen Studie. Auch in unserem Fachgebiet können die Fehlleistungen als eine funktionelle Retardierung gesehen werden. Dies verlangt eindeutige Schlussfolgerungen für kieferorthopädischen Präventions- und frühen Therapiebedarf.

mandibulärem Kondylenknorpel und Gaumennaht. Fortschr Kieferorthop 1975;30:354-73.

43. Tammoscheit UG. Zur Ätiologie und Pathogenese der sogenannten Angle-Klasse II/1. Med. Habil., Berlin 1971.
44. Tammoscheit UG. Klinisch-genetische Untersuchungen zur sogenannten Angle Klasse II/1. Fortschr Kieferorthop 1976;37:119-28.
45. Tammoscheit UG. Untersuchungen zur Ätiologie des frontal offenen Bisses. Fortschr Kieferorthop 1981;42:451-6.
46. Tammoscheit UG, Rassl RE. Sippenuntersuchungen zur Genetik der Angle-Klasse II/1. Fortschr Kieferorthop 1979;40:515-9.
47. Tränkmann J. Kieferorthopädische Mißerfolge nach übersehenen orofazialen Dyskinesien. Fortschr Kieferorthop 1988;49:388-99.
48. Weise W. Über die Beziehungen zwischen Muskelfunktion und Kieferwinkelgröße bei progenen Erscheinungsformen. Fortschr Kieferorthop 1963;24:81-9.

Correspondence Address

Prof. Dr. med. habil. Rosemarie Grabowski
Poliklinik für Kieferorthopädie der Klinik und Polikliniken
für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde „Hans Morat“
Universität Rostock
Stempelstr. 13
18055 Rostock
Germany
Phone: (+49/381) 49466-50, Fax -52
e-mail: rosemarie.grabowski@med.uni-rostock.de