

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie, Präventive
Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde
(Dirktor: Prof. Dr. med. dent. T. Gedrange)
im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. dent. Dr. H.c. G. Meyer)
der Medizinischen Fakultät der Ernst- Moritz- Arndt- Universität Greifswald

Thema: Die Panoramaschichtaufnahme im Rahmen der kieferorthopädischen
Befunderhebung unter Anwendung des Dysfunktions- Indexes nach
Hansson

Inaugural – Dissertation

zur

Erlangung des akademischen

Grades

Doktor der Zahnmedizin
(Dr. med.dent.)

der

Medizinischen Fakultät

der

Ernst- Moritz- Arndt- Universität

Greifswald

2008

vorgelegt von: Dirk Wangemann

geb. am 06.09.1968

in: Hildburghausen

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Heyo K. Kroemer

1. Gutachter: Prof. Dr. J. Fanghänel

2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. G. Lauer

Ort, Raum: Hörsaal der Alten Zahnklinik Greifswald

Tag der Disputation: 02. Juni 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	S.6
2. PROBLEMSTELLUNG UND LITERATURÜBERSICHT	S.9
2.1. Anzeichen von CMD und CCD bei Erwachsenen	S.9
2.2. Hinweise auf das Vorliegen von CMD und CCD bei Kindern/ Jugendlichen	S.10
2.3. Diagnostische Möglichkeiten zur Prävention im Bereich der bildgebenden Verfahren	S.11
2.3.1. Die Panoramaschichtaufnahme	S.11
2.3.1.1. Geschichtliche Rückschau	S.11
2.3.1.2. Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren	S.13
2.3.1.3. Basis zahnmedizinischer und kieferorthopädischer Untersuchungsstrategien; Indikationen zur Anfertigung Einteilung in diagnostische Regionen	S.15
2.3.1.4. Kariesdiagnostik	S.16
2.3.1.5. Beurteilung der Zahnzahl, der Zahnkeime	S.16
2.3.1.6. Die Panoramaschichtaufnahme in der Funktionsdiagnostik	S.18
2.3.2. Der Dysfunktions- Index	S.19
2.3.2.1. Definition	S.19
2.3.3.3. Bisherige Anwendung in der Zahnmedizin	S.19
2.3.3.4. Das Potential zur Entwicklung eines Screeningverfahrens zur Prävention von CMD und CCD	S.21
2.3.3.5. Die Anwendung im Bezug auf Leitsymptome	S.23
3. MATERIAL UND METHODE	S.24
3.1. Vorstudie Cephalgie	S.24

3.2. Zusammensetzung der Patientenunterlagen	S.24
3.3. Das Befundblatt zur Erfassung der Daten	S.26
3.3.1. Definition Leitsymptome	S.29
3.3.2. Definition Kariesanfälligkeit	S.31
3.3.3. Definition Hyperdontie, Hypodontie, Oligodontie, Aplasie	S.31
3.3.4. Erfassung morphologischer Veränderungen	S.32
3.3.5. Der Dysfunktions- Index	S.32
4. BEFUNDE	S.35
4.1. Vorstudie Cephalgie	S.35
4.2. Verteilung der Leitsymptome	S.36
4.2.1. Verteilung der Leitsymptome gesamt	S.36
4.2.2. Verteilung der Leitsymptome nach Alterskategorien	S.37
4.2.2.1. Verteilung in der Alterskategorie 1 (6- 8 Jährige)	S.37
4.2.2.2. Verteilung in der Alterskategorie 2 (9- 14 Jährige)	S.38
4.2.2.3. Verteilung in der Alterskategorie 3 (15- 18 Jährige)	S.39
4.2.2.4. Verteilung in der Alterskategorie 4 (über 18 Jährige)	S.40
4.3. Kariesanfälligkeit	S.42
4.4. Fehlerhafte Zahnzahl	S.42
4.5. Der Dysfunktions- Index	S.44
4.5.1. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf die Leitsymptome	S.45
4.5.1.1. Verteilung des Dysfunktions- Indexes bei Platzmangel	S.45
4.5.1.2. Verteilung des Dysfunktions- Indexes bei Platzüberschuss	S.46
4.5.1.3. Verteilung des Dysfunktions- Indexes bei vergrößerter sagittaler Schneidekantenstufe	S.47

Inhalt

4.5.1.4. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom unterer Frontzahnvorbiss	S.47
4.5.1.5. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom Laterale Okklusionsstörung	S.48
4.5.1.6. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom Offener Biss	S.49
4.5.1.7. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom Steilstand	S.51
4.5.1.8. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom falsch verzahnte Einzelzähne	S.52
4.5.1.9. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom tiefer Biss	S.53
4.5.1.10. Verteilung des Dysfunktions- indexes auf das Leitsymptom Fehlerhafte Zahnzahl	S.54
4.6. Morphologische Veränderungen	S.55
4.6.1. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index in den Leitsymptomen	S.55
4.6.1.1. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Platzmangel	S.55
4.6.1.2. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Platzüberschuss	S.56
4.6.1.3. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und vergrößerter sagittaler Schneidekantenstufe	S.57
4.6.1.4. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und unterem Frontzahnvorbiss	S.58
4.6.1.5. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und lateraler Okklusionsstörung	S.59
4.6.1.6. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index offenem Biss	S.60
4.6.1.7. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei	

Inhalt

positivem Dysfunktions- Index und Steilstand	S.61
4.6.1.8. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und falsch verzahnten Einzelzähnen	S.62
4.6.1.9. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und tiefem Biss	S.63
4.6.1.10. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und fehlerhafter Zahnzahl	S.64
5. DISKUSSION	S.65
5.1. Verteilung der Dysgnathien nach Leitsymptomen	S.75
5.2. Kariesanfälligkeit	S.76
5.3. Fehlerhafte Zahnzahl	S.77
5.4. Der Dysfunktions- Index als ein Indikator von kranio-mandibulären Dysfunktionen	S.79
5.5. Morphologische Veränderungen der Condylen in den Leitsymptomen bei positivem Dysfunktions- Index	S.86
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN	S.90
7. ZUSAMMENFASSUNG	S.92
8. LITERATURVERZEICHNIS	S.94
9. THESEN	S.107
Eidesstattliche Erklärung	S.110
Danksagung	S.111

Tabellarischer Lebenslauf

S.112

1. Einleitung und Fragestellung

Die Kieferorthopädie hat, gerade in den letzten Jahrzehnten, eine explosive Entwicklung genommen. Dieser Tatsache verdankt sie einen festen Platz in unserer Gesellschaft (Berg, Iversen 1999). Es muss unser Ziel sein, diesen Platz trotz wirtschaftlicher Probleme unserer Gesellschaft zu behaupten. Während in den Anfängen der Kieferorthopädie ästhetische Belange von prägender Bedeutung waren, stehen heute funktionelle, parodontale, kariologische aber zusätzlich auch ästhetische Aspekte im Vordergrund. Die dentale Ästhetik ist zu einem wesentlichen Bestandteil der Gesichtsästhetik geworden. Zähne wollen gezeigt werden als Zeichen von Vitalität, Jugend und Leistungsfähigkeit. In dieser Situation sieht sich der Kieferorthopäde zwischen modernsten Diagnoseverfahren, wirtschaftlichen Zwängen, medizinischen Notwendigkeiten und gewachsenen Patientenansprüchen. Das Vorkommen einer idealen Okklusion und Zahnstellung wird mit etwa 3 Prozent beziffert. Daher bezeichnen wir seit Andressen (1936) das Erreichen eines individuellen ästhetischen und funktionellen Optimums als Ziel einer kieferorthopädischen Behandlung. Der Normbegriff kann in der Kieferorthopädie demnach keine Anwendung finden, da Abweichungen von der Norm gleichzeitig eine Behandlungsnotwendigkeit implizieren. Schopf (1991) bezeichnete in seinem Curriculum als wichtige Indikationen für eine kieferorthopädische Behandlung die Karies- und Parodontalprophylaxe sowie die Verbesserung der Kau- und Abbeißfunktion und gleichfalls die Verbesserung der Phonetik, die Korrektur entstellender Anomalien, allgemeingesundheitliche Gründe sowie die Verhütung von Kiefergelenkschäden. Wichtige Aspekte der Diagnose und Behandlungsplanung werden durch die klinische Untersuchung, Modellherstellung und -auswertung, die Anfertigung von Röntgenaufnahmen und Fotografien berücksichtigt. In Bezug auf Röntgenaufnahmen wird in der Zukunft die Frage zu beantworten sein, ob Kernspinmethoden große Teile des Einsatzbereiches ablösen können. Der hohe Stellenwert der Panoramaschichtaufnahme als wichtigste und unverzichtbare Quelle dentaler Befunde scheint, nicht zuletzt wegen der geringen Strahlenbelastung, nicht in Gefahr. Es sollte in diesem Zusammenhang auch berücksichtigt werden, dass mit dem Erstellen von Behandlungsunterlagen

in zunehmendem Maße auch Kosten-Nutzen-Gesichtspunkte eine große Rolle spielen werden. Von großem Interesse ist daher weiterhin die Einführung von Screeningverfahren im Sinne der Prophylaxe und Früherkennung von Funktionsstörungen und kranio-mandibulären Dysfunktionen. Auf diesem Wege kann der optimale Zeitpunkt für eine adäquate kieferorthopädische Behandlung noch besser bestimmt werden. Ziel ist die Prävention von pathologischen Veränderungen und potentiellen Folgeerkrankungen. Interdisziplinäre Behandlungsaspekte sollten dabei von großem Interesse sein (Kopp, Sebald, Plato 2000). Die Diskussion über die Bedeutung der Zahnmedizin in der Diagnostik und Therapie von Kopf- und Gesichtsschmerzen wird zunehmend uneinheitlich geführt. Grund hierfür scheint hauptsächlich die unterschiedliche Wertung des Einflusses von Psyche und Okklusion. Unsere Aufgabe wird darin bestehen, stumme „Zeichen“ einer kranio-mandibulären Dysfunktion zu erkennen, neue Behandlungsstrategien zu entwickeln und Dekompensationsmechanismen im Frühstadium auszuschalten. Hilfreich bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen ist die Adaptationsfähigkeit basierend auf Wachstum, Modeling und Remodeling (Hinton, Stinson 1997). Es ist schwierig, aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Diagnosemittel ein Verfahren hervorzuheben. Erst die Summe der erhobenen Befunde gestattet dem Behandler eine Einschätzung zum Beispiel über die Erfolgsaussichten und die voraussichtliche Dauer einer geplanten Behandlung.

Während der Behandler früher durch begrenzte Informationen und technische Möglichkeiten eingeschränkt war, besteht die Schwierigkeit heute darin, eine Wahl zu treffen und Entscheidungen zu fällen. Im Zentrum unseres Interesses steht der Patient mit all seiner Individualität. Er entscheidet über die Effektivität unserer Behandlung. Genauere Diagnostik, bessere Kenntnis über Zusammenhänge ermöglichen eine optimale Patientenaufklärung. Erst dadurch bekommt der Patient wichtige Informationen zur Hand, die überhaupt eine Wertung des Behandlungserfolges möglich machen.

Es besteht ein Bedarf, auf der Basis routinemäßig angefertigter Diagnostik ein Maximum an Informationen zu entnehmen, die gerade im Sinne der Prävention einen hohen Stellenwert haben. Die Diskussion über die Entstehung kranio-mandibulärer Dysfunktionen wird vielschichtig, zum Teil kontrovers und fachübergreifend geführt. Panoramaschichtaufnahmen werden in der Regel vor

jeder kieferorthopädischen Behandlung angefertigt. Die Möglichkeit des vertikalen Symmetrievergleiches der Condylen wurde durch Habets et al. (1987) mehrfach untersucht. Auch eine Vielzahl weiterer Behandler beschreibt die Möglichkeit, vertikale Messungen an Panoramaschichtaufnahmen durchzuführen. Da der Dysfunktions- Index nach Hansson (Habets et al. 1987) bisher ausschließlich bei erwachsenen Patienten mit Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen angewendet wurde, bleibt die Eignung als Indikator im Sinne der Prophylaxe von kranio-mandibulären Dysfunktionen zu überprüfen. Ist das diagnostische Spektrum noch erweiterbar? Welche weiteren Informationen sollten routinemäßig entnommen werden? Eignet sich die Panoramaschichtaufnahme als Screeningverfahren bei der Erkennung von pathologischen Veränderungen und Fehlentwicklungen im Sinne der Prävention potentieller Folgeerkrankungen?

In vorliegender Arbeit wollen wir der Frage nachgehen, ob aus der Anwendung des Dysfunktions- Indexes ein Screeningverfahren zur Prävention von Funktionsstörungen abgeleitet werden kann. Dieser Sachverhalt wäre ohne Zweifel eine Bereicherung der kieferorthopädischen Diagnostik.

2. Problemstellung und Literaturübersicht

2.1. Anzeichen von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) und kraniozervikalen Dysfunktionen (CCD) bei Erwachsenen

Kiefergelenkerkrankungen und -beschwerden treten häufig zwischen dem 30.-50. Lebensjahr auf. Wir wissen, dass sich Funktionsstörungen aber auch früh im Leben eines Menschen manifestieren können. Der junge Patient weist häufig noch keine Symptome auf. Besonders in der Kieferorthopädie ist die Fähigkeit der Wahrnehmung sowohl des Details als auch des gesamten Individuums gefordert. Ein Patient wird ungefragt seine eventuell bestehende Kopfschmerzsymptomatik nicht automatisch mit dem Grund des Aufsuchens einer kieferorthopädischen Praxis in Verbindung bringen. Noch komplizierter wird dieser Tatbestand in Detailfragen. War der Patient bereits in einer orthopädischen oder physiotherapeutischen Praxis vorstellig? Treten häufig Gelenkbeschwerden auf? Liegen metabolische Probleme vor? Ist die Konzentrationsfähigkeit beeinflusst? Die Reihe fachübergreifender Fragen lässt sich beliebig fortsetzen und stellt den Wert einer genauen, individuellen und umfassenden Anamnese hervor. Plato und Kopp (1999) fanden in „evidenzbasierten“ Untersuchungen, dass alle chronischen Schmerzpatienten mit den Diagnosen atypischer Gesichtsschmerz und chronischer Kopfschmerz Dysfunktionen im Bereich der Kiefergelenke und der Okklusion aufwiesen. Gleiches galt für Schmerzen im Bereich des Beckenbodens. 85% der chronisch kranken Patienten mit Schmerzen im Bereich des Nackens wiesen Dysfunktionen im kranio-mandibulären System auf. 50% der Patienten mit tiefem Kreuzschmerz litten an einer kranio-mandibulären Dysfunktion (Plato, Kopp 1999). Findet der Behandler bei der Untersuchung Dysfunktionen und/oder Schmerzen der Kiefergelenke, so sollte er daran denken, dass durch das Kiefergelenk als „primäres Läsionsgelenk“ Schmerzen in anderen Körperregionen ausgelöst und unterhalten werden können. Bei chronischen Kiefergelenksdysfunktionen sind die Symptome häufig nicht oder nur sehr schwer zu erkennen und nicht ausschließlich am Kiefergelenk zu diagnostizieren. Klinisch ist häufig auffällig, dass Patienten mit

kranio-mandibulärer Dysfunktion unilaterale Beschwerden aufweisen (Hansson et al. 1983). Ihr Vorliegen ist visuell schwer darstellbar.

2.2. Hinweise auf das Vorliegen von CMD und CCD bei Kindern und Jugendlichen

Der Anteil erwachsener Patienten mit dem Wunsch nach kieferorthopädischer Behandlung wächst. Ein Grund hierfür ist sicher die gewachsene Bedeutung der dentalen Ästhetik in der Gesellschaft. Dennoch ist der Hauptanteil an Patienten, die eine kieferorthopädische Praxis aufsuchen, immer noch in Kindern und Jugendlichen zu sehen. Symptome und Anzeichen von Kiefergelenkerkrankungen treten bei Kindern und Jugendlichen gehäuft auf. Sie treten verstärkt im zweiten Lebensjahrzehnt auf und können in Schwere und Häufigkeit zunehmen. In diesem Zeitraum unterziehen sich 20-30 Prozent der Kinder und Jugendlichen einer kieferorthopädischen Behandlung (Henrikson 2000). In epidemiologischen Studien an Kindern und Jugendlichen sind Geräusche in den Kiefergelenken, Schmerzen in der Kaumuskelatur und in den Kiefergelenken, Müdigkeitsgefühl im Kieferbereich und Kopfschmerzen häufig erwähnte Anzeichen von kranio-mandibulären Dysfunktionen, während die Empfindlichkeit der Kaumuskelatur bei Palpation und klinisch registrierte Geräusche in den Kiefergelenken als häufigste klinische Anzeichen anzusehen sind. Epidemiologische Studien zeigen, dass 75-90 % der Kinder bereits Kopfschmerzen haben (Schupp 2000). Eine Reihe von Studien konnte zeigen, dass Kopfschmerzen mit Anzeichen und Symptomen kranio-mandibulärer Dysfunktionen verbunden sind (Kirverskari 1991, Schupp 1993, Gelb 1994). Daher werden Kopfschmerzen mit allen Spielarten bei der Untersuchung kranio-mandibulärer Dysfunktionen häufig mit einbezogen. Kopfschmerzen, Kiefergelenkknacken und Empfindlichkeit der Kaumuskelatur bei Palpation treten bei Mädchen im Vergleich zu Jungen häufiger auf (Pillely et al. 1992). Bei 10% der Kinder kann eine Migräne diagnostiziert werden (Schupp 2000). Die Ursachen sind vielfältig und häufig mit Okklusionsstörungen und Zeichen einer kranio-mandibulären Dysfunktion verbunden, die bei Kindern und Erwachsenen in gleicher Weise diagnostiziert und therapiert werden können (Schupp 1993). Skandinavische Studien geben den Anteil kieferorthopädisch

behandlungsbedürftiger Kinder in Alter von 5 Jahren mit 45 % an. Der Anteil von Kindern gleichen Alters mit kranio-mandibulärer Dysfunktion wird mit 12 % beziffert. Bei den 10-Jährigen steigt der Anteil kieferorthopädisch behandlungsbedürftiger Patienten auf 72 %, der Anteil mit kranio-mandibulärer Dysfunktion steigt auf 41 % (Myllärniemi 1970, Ingervall et al. 1972, Laine 1984, Jämsä et al. 1988). Gerade im Anfangsstadium bei Kindern zwischen 5 bis 9 Jahren lassen sich Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion erfolgreich behandeln.

2.3. Diagnostische Möglichkeiten zur Prävention im Bereich der bildgebenden Verfahren

2.3.1. Die Panoramaschichtaufnahme

Was kann die Panoramaschichtaufnahme im Rahmen der Diagnose- und Behandlungsplanung leisten? Diese Frage wurde im Kollegenkreis mehrfach gestellt. Im Zeitalter modernster röntgenfreier bildgebender Verfahren ist die Rechtfertigung des Einsatzes von Röntgenbildern, insbesondere der Panoramaschichtaufnahme, zu überprüfen und zu überdenken. Wie weit ist der Weg zur röntgenfreien Diagnostik und Therapieplanung in der Kieferorthopädie und welche Auswirkungen wird dies auf Patienten und Behandler haben? Die Panoramaschichtaufnahme zeichnet sich durch eine hervorragende Übersichtlichkeit bei geringer Strahlenbelastung aus. Bei Anwendung digitaler Verfahren reduziert sich die Strahlenbelastung erheblich. Entgegen der konventionellen Schichttechnik wird nicht das Areal im Drehzentrum abgebildet, sondern ein drehzentrumfernes Gebiet.

2.3.1.1. Geschichtliche Rückschau

Früher der Tomographie zugeordnet, ist die Panoramaschichttechnik heute den linearen Zonographien zuzuordnen. Das Verfahren folgt den Prinzipien der Schichtaufnahmetechnik. Die Idee, eine Übersichtsaufnahme der Kiefer herzustellen, geht auf Numata (1933) mit der Panographie zurück. Weitere theoretische Konzepte folgten durch Heckmann (1939) und Paatero (1949).

Paatero (1951) stellte das erste funktionstüchtige Gerät vor (Scheutzel 1989). Ebenfalls von Paatero (1958) konzipiert und hergestellt (1961), markiert der Orthopantomograph einen weiteren entscheidenden Entwicklungsschritt in der Geschichte der Panoramaschichteinheiten (Pasler 1991). Bis zum Erreichen der heutigen Darstellungsmöglichkeiten folgten diverse Modifikationen. Gegenwärtig beruhen Panoramaschichtverfahren auf einer Ablaufbahn des Systems mit drei beweglichen Drehzentren. Im Gegensatz zur konventionellen Schichttechnik wird bei der Panoramaschichttechnik nicht das Areal im Drehzentrum abgebildet, sondern ein drehzentrumfernes Gebiet. Weitere Besonderheiten sind der kleinere Schichtwinkel, die resultierende größere Schichtdicke von 1,5 cm bis 3 cm und die geringe Verwischung. Formell gesehen ist die Panoramaschichttechnik nicht den Tomographien, sondern den linearen Zonographien zuzurechnen. Mit modernen Panoramaschichteinheiten ist der Anspruch verknüpft, eine qualitativ hochwertige, aussagefähige Aufnahme mit einem bedienungsfreundlichen Gerät zügig und unproblematisch anzufertigen. Eine besondere Bedeutung gewinnt die Aufnahme unter anderem auch aufgrund der hervorragenden Übersichtsdarstellung und der minimalen Strahlenbelastung (Hirschfelder 1983, Jung 1984, Pasler 1991, Gibbs et al. 1988). Die Hautoberfläche wird bei modernen Geräten einer Strahlendosis von circa 20 mGy (Goldstein 1998) ausgesetzt. Für die Speicheldrüsen variiert die Strahlendosis zwischen 0,7 und 4,17 mGy. Die Belastung für die Schilddrüse wird zwischen 0,03 und 0,370 mGy angegeben (Underhill et al. 1988). Ohne Qualitätsverlust in der Detektion radioluzenter Veränderungen lässt sich die Dosis mit digitalen Geräten um 43 Prozent reduzieren (Mc David et al. 1995, Dula et al. 1998). Eine qualitativ hochwertige und aussagefähige Aufnahme mit einem bedienungsfreundlichen Gerät ist der Anspruch, den man heute an moderne Panoramaschichteinheiten hat.

2.3.1.2. Die Panoramaschichtaufnahme im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren

Für die Diagnostik von Dentitionsstörungen ist das Dental- CT der Orthopantomographie deutlich überlegen. Gleiches gilt für die Beurteilung der Ausdehnung der Kieferhöhle, die Ermittlung der Relation der Zahnwurzel zur Kieferhöhle, das Erkennen von Wurzelresorptionen durch verlagerte Zähne (Hirschfelder, Hirschfelder 1993). Der relativ hohe Arbeits- und Zeitaufwand bei der Bildrekonstruktion und der Kostenfaktor limitieren derzeit jedoch noch den routinemäßigen Einsatz dieser Untersuchungsmethode. Der wesentlichste Nachteil der computertomographischen Panoramadarstellung zeigt sich in der eingeschränkten Gesamtübersicht des Gebisses. Kiefergelenke und Kieferwinkel werden bei der Anwendung des Dental- CT nicht routinemäßig abgebildet. Um einen umfassenden Überblick über morphologisch-strukturelle Befunde in den zahntragenden Abschnitten und im Bereich des Kieferkörpers zu gewinnen, sind bei dieser Aufnahmetechnik bis zu sieben Panoramadarstellungen zu analysieren. Vorläufig scheint daher der Wert der Panoramaschichtaufnahme als Standarduntersuchungsmethode für die täglichen Belange in Klinik und Praxis unumstritten. Arthrogene Funktionsstörungen können auf Veränderungen der Lage und Form der intraartikulären Weichgewebe und auf Veränderungen der Hartgewebemorphologie und –topographie beruhen. Dies erschwert die klinische Diagnostik. Ergänzend scheinen bildgebende Verfahren geeignet, die sowohl pathologische Formänderungen des Gelenkkopfes und der Gelenkpfanne darstellen, als auch eine Aussage über den Zustand der intraartikulären Weichgewebe sowie der okklusionsbedingten Fehlstellungen der Hartgewebe zueinander im Sinne einer Positionsdiagnostik ermöglichen. Es bieten sich röntgenologische (Paatero 1952, Updegrave 1972) und computergestützte bildgebende Verfahren wie die Computertomographie (Hirschfelder 1994) und die Magnetresonanztomographie (Kaplan, Assael 1991) an. Um Schädelstrukturen im Rahmen von Diagnostik und Therapieplanung im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zu beurteilen, ist das Fernröntgenseitenbild zum gegenwärtigen Zeitpunkt das Mittel der Wahl. An dreidimensionalen Analyseverfahren zur Erfassung der Oberflächenmorphologie des Gesichtes wird gearbeitet, die Erprobung des Verfahrens in der Praxis und

das Fehlen vergleichbarer Daten lassen den täglichen Einsatz der Methode aber erst in einigen Jahren zu. Messungen an Panoramaschichtaufnahmen wurden mit der Entwicklung des Verfahrens auf vielfältige Art durchgeführt und die Ergebnisse mit anderen bildgebenden Verfahren und Röntgenaufnahmen verglichen. Strukturelle Seitenunterschiede des Unterkiefers werden in der Panoramaschichtaufnahme genauer als im Fernröntgenseitenbild erkannt (Reinhardt, Reinhardt 2001). Winkelmessungen an beiden Röntgenaufnahmeverfahren führen zu vergleichbaren Werten. Vertikale Strecken werden in der Panoramaschichtaufnahme um 18-21 % vergrößert dargestellt (Larheim und Svanaes 1986). Dabei sind Verzerrungseffekte abhängig von der Positionierung des Patienten (Tronje et al. 1981). Eine Herausforderung für jeden Behandler stellt die Einordnung verlagelter und retinierter Zähne dar. Die morphologischen Besonderheiten, wie das Erkennen von Wurzelresorptionen an benachbarten Zähnen, sind nur mit Hilfe anderer bildgebender Verfahren möglich. Hier bietet sich der Einsatz der Computertomographie an. Aufgrund der Darstellung der Zahnanlagen in Panorama- und Paraaxialschnittbildern eröffnen sich differenzierte und exakte Möglichkeiten der Lokalisation von Fehlentwicklungen in allen Raumebenen. Bedingt durch den vergleichsweise hohen Arbeits- und Zeitaufwand bei der Rekonstruktion und Auswertung von CT-Schnittbildern sowie den höheren Kosten bei der CT-Untersuchung ist der routinemäßige Einsatz limitiert (Hirschfelder 1994). Ergänzend zum bisher auf breiter Basis genutzten Indikationsspektrum ist festzustellen, dass die Anfertigung einer Panoramaschichtaufnahme ebenfalls bei der Untersuchung von nonodontogenen Zysten, Tumoren und tumorähnlichen Läsionen, von Systemerkrankungen und Syndromen, bei Kiefer-Gesichtsfrakturen und Frakturverdacht nach Unfällen, vor und nach der Durchführung operativer Eingriffe indiziert ist. Die Vielfältigkeit der Informationen aus der Panoramaschichtaufnahme bei routinemäßigem Einsatz dieses Röntgenverfahrens heben den Stellenwert im Rahmen der Diagnose- und Therapieplanung hervor.

2.3.1.3. Die Panoramaschichtaufnahme als Basis zahnmedizinischer und kieferorthopädischer Untersuchungsstrategien, Indikationen zur Anfertigung, Einteilung in diagnostische Regionen

Die Panoramaschichtaufnahme eignet sich zur Darstellung der dentoalveolären, der maxillären, der mandibulären und der condylären Region mit Einschluss der retromaxillären und zervikalen Region. Entsprechend dieser Einteilung muss im Bedarfsfall die Panoramaschichtaufnahme durch weitere Aufnahmen ergänzt werden. Nachteilig ist die Überlagerung der Wirbelsäule im Frontzahnbereich. Bei Informationsbedarf aus dieser Region, zum Beispiel bei Mesiodens oder Spaltbildung, sind zusätzlich Zahnfilm- oder Aufbissaufnahmen erforderlich (Fowler 1991). Die Panoramaschichtaufnahme ist gegenwärtig in folgenden Fällen unerlässlich:

- Zur Erstuntersuchung neuer Patienten aller Altersklassen
- Zur Frühdiagnose von Fehlentwicklungen der Zahnleiste
- Zur Abklärung der Ursache fehlender Zähne
- Zur röntgenologischen Beurteilung avitaler Zähne
- Bei Verdacht auf odontogene Kieferhöhlenerkrankungen
- Bei durch Malokklusion verursachten Kiefergelenkbeschwerden
- Bei Asymmetrien des Gesichtes und der Kiefer
- Bei druckdolenten und schmerzhaften sowie bei asymptomatischen Schwellungen
- Bei schlecht heilenden Extraktionswunden und Verdacht auf Osteomyelitis
- Bei Verdacht auf Tumorwachstum und/ oder Metastasen
- Bei Parästhesien des Nervus mandibularis
- Bei der Untersuchung von nonodontogenen Zysten, Tumoren und tumorähnlichen Läsionen
- Bei der Untersuchung von Systemerkrankungen und Syndromen
- Bei Kiefer-Gesichts-Frakturen nach Unfällen
- Vor und nach der Durchführung operativer Eingriffe

2.3.1.4. Kariesdiagnostik

Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung kann die Panoramaschichtaufnahme unter anderem Angaben hinsichtlich des Vorkommens von Karies und Parodontopathien liefern. Eine exakte Beurteilung von kariösen Läsionen ist jedoch nur eingeschränkt möglich. In Kombination mit Bißflügelaufnahmen kann dennoch auf zusätzliche Zahnfilmaufnahmen verzichtet werden (Richardson 1997, Flint 1998).

2.3.1.5. Beurteilung der Zahnzahl, der Zahnkeime

Ein weiterer Punkt bei der Auswertung von Panoramaschichtaufnahmen ist die Feststellung der Zahnzahl. Angaben über das Vorkommen von fehlerhaften Zahnzahlen schwanken in der Literatur erheblich und können in Zukunft wohl auch nicht erwartet werden. Ethnische Unterschiede und verschiedene Lebensbereiche können unterschiedliche Häufigkeitsangaben bedingen (Sterzig et al. 1994). Während Sterzig et al. (1994) die Häufigkeit von Aplasien mit 8,1 % beziffern geben Bredy und Herrmann (1961) 12,8 % an. Das Vorkommen von Oligodontien (nach Schulze mehr als vier Nichtanlagen) beläuft sich auf 0,7 % bei männlichen und 0,6 % bei weiblichen Patienten. Überzählige Zähne (Hyperdontien) bleiben entweder klinisch unauffällig oder werden im Rahmen einer röntgenologischen Untersuchung entdeckt. Sie können Ursache eines unregelmäßigen Zahnwechsels sein und eine unverzügliche Therapie erfordern. Hyperdontien können zu verzögertem Zahnwechsel, Zahnrotationen, körperlicher Verlagerung und Platzüberschuss führen. Häufig ist der Platzüberschuss im Sinne eines Diastema mediale aufgrund eines Mesiodens vorzufinden (Proff et al. 2006). Angaben über das Geschlechterverhältnis schwanken ebenfalls. In der Untersuchung von Sterzig et al. (1994) sind bei der Hypodontie weibliche Patienten 1,5 Mal häufiger betroffen. Kein Geschlechterunterschied findet sich in den Untersuchungen von Godt und Greve (1980) sowie Roth und Hirschfelder (1990).

Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung liefert die Panoramaschichtaufnahme außerdem Angaben in Bezug auf Formanomalien von Zahnkeimen, die Bestimmung des Zahnalters, die vertikale Position der

Zahnkeime und Seitenverschiedenheiten in der Zahnreife. Die Beurteilung der Keimlage beinhaltet das Erkennen von verlagerten Zähnen und eine Bewertung der Anlage der dritten Molaren. Formanomalien von Zahnkeimen können ebenso wie Mineralisationsstörungen erkannt werden. Therapie entscheidend ist ebenfalls die Beurteilung der vertikalen Position der Zahnkeime. Neben der Bestimmung der Gebissreife ist eine Aussage zur Reihenfolge des Zahnwechsels, besonders in der Stützzone, möglich. Diese variiert sehr stark und führt bei Platzmangelzuständen, vorzeitigem Verlust der mesiodistalen Distanz in der Stützzone und ungünstiger Reihenfolge des Zahnwechsels zur Retention der Eckzähne oder zum Eckzahnaußenstand. Retentionen deuten sich häufig durch Seitenverschiedenheiten in der Zahnreife an und sind in der Panoramaschichtaufnahme gut zu erkennen. Das Erkennen von Aplasien, Oligodontien und Hyperdontien ist ein elementarer Bestandteil bei der Planung einer kieferorthopädischen Behandlung. Besondere Bedeutung erlangt in diesem Rahmen ebenfalls die Beurteilung der Anlage der dritten Molaren. Neben einer Reihe anderer Faktoren ist deren Anlage eine Grundvoraussetzung für die Planung eines kieferorthopädischen Lückenschlusses im Unterkiefer bei Aplasien im Seitenzahnbereich. Häufig stellt es sich für den Behandler als äußerst schwierig dar, die Impaktion der dritten Molaren zu einem vorhersagbaren Ereignis zu machen. Es werden aus meiner Sicht noch zu viele Germektomien dritter Molaren durchgeführt, ohne vorher eine verlässliche Aussage zur Durchbruchwahrscheinlichkeit zu treffen. Castella et al. (1998) stellen den besonderen Wert der Panoramaschichtaufnahme bezüglich der Beurteilung der Impaktion der dritten Molaren dar. Sie eignet sich zu Diagnosezwecken und zur Beurteilung der weiteren Zahnentwicklung. Häufig werden Germektomien zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an dem die Impaktion der Weisheitszähne nicht sicher diagnostizierbar ist. Aussagen zum Durchbruch der dritten Molaren werden meist ohne Anwendung von Messverfahren getroffen.

2.3.1.6. Die Panoramaschichtaufnahme in der Funktionsdiagnostik

Die Frage der Eignung der Panoramaschichtaufnahme für funktionsdiagnostische Zwecke wird durchaus kontrovers diskutiert. Aufgrund der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse kann in den meisten Fällen eine vorläufige Arbeitsdiagnose erstellt werden. Die Panoramaschichtaufnahme wurde vielfach zur Beurteilung der Kiefergelenkstrukturen diskutiert. Sie eignet sich für eine primär orientierende Diagnostik (Bauer et al. 1995). Die Aufnahme sollte mit leicht geöffnetem Mund erfolgen, um Überlagerungen von Fossa und Condylusstrukturen gering zu halten. Bauer et al. (1995) beschreiben als mögliche Kriterien zur Beurteilung dieser Region die Form der Condylen, die Beschaffenheit der Oberflächenkompakta sowie die Größe der Kiefergelenkköpfe im Seitenvergleich. Ein wichtiges Kriterium zum Ausschluss falsch positiver Befunde ist die exakte Kopfpositionierung bei Anfertigung der Aufnahme. Veränderungen der Schädelposition beeinflussen das radiologische Bild der Kiefergelenke beträchtlich (Ruf, Pancherz 1995). Sie können zu einer Abflachung und Randzackenbildung am vorderen Condylusrand, einer Abnahme der Gelenkspaltbreite und zu einer Rechts- Links- Asymmetrie der Gelenke führen. Eine Anteinklination des Schädels lässt die Condylen in der Darstellung höher erscheinen. Positionierungshilfen an den Geräten lassen grobe Fehler bei der Einstellung des Patienten in das Gerät als unwahrscheinlich erscheinen. Es soll an dieser Stelle betont werden, dass die Befunde aus der Panoramaschichtaufnahme, gerade bei der Beurteilung der Kiefergelenkstrukturen, nur **einen** Aspekt in der Diagnostik von Funktionsstörungen darstellen und die Symptomatik kranio-mandibulärer Dysfunktionen sehr facettenreich ist (Kopp et al. 2000). Vor allem bei klinisch unauffälliger Symptomatik sind Hinweise auf degenerative Kiefergelenkerkrankungen (Lückerath et al. 1988) in der Panoramaschichtaufnahme wertvoll und sollten Anlass geben, weiterführende funktionsdiagnostische Maßnahmen, beispielsweise vor einer kieferorthopädischen Behandlung, einzuleiten. Bei bis zu 90 % der symptomfreien Patienten werden auffällige röntgenologische Befunde erhoben (Muir, Goss 1990). Aus Panoramaschichtaufnahmen und Tomogrammen abgeleitete Befunde stimmen bei 60- 70 % der Gelenke überein (Bezuur et al. 1989, Ludlow et al. 1995). Häufig spiegelt das röntgenologische

Erscheinungsbild nicht den funktionellen Zustand der Gelenke wider (Pullinger et al. 1990). Klinische Symptome sind ebenfalls nicht zwingend assoziiert (Pereira et al. 1994).

2.3.2. Der Dysfunktions- Index

2.3.2.1. Definition

Zum vertikalen Symmetrievergleich der Ramus- und Condylushöhe dient der Asymmetrie-Index nach Hansson (Habets et al. 1987). Dieser Index erlaubt erste Aussagen über das Vorliegen kranio-mandibulärer und kraniozervikaler Dysfunktionen. Es gehört zur Sorgfaltspflicht des Behandlers, den Verdacht auf das Vorliegen einer solchen Dysfunktion mittels manueller und instrumenteller Untersuchungstechniken, gegebenenfalls anderer bildgebender Verfahren, zu überprüfen und bei Bestätigung eine adäquate Therapie einzuleiten. Der Asymmetrie- Index nach Hansson errechnet sich nach der Formel

$$((R-L)/(R+L)) \times 100\%.$$

R und L stehen für die rechte und linke Seite. Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Formel ist die Vermeidung grober Positionierungsfehler bei Anfertigung der Aufnahme. Besonderen Wert kommt der Ausrichtung des Kopfes gemäß der Frankfurter Horizontalen im Röntgengerät zu.

2.3.2.2. Bisherige Anwendung des Dysfunktions- Indexes in der Zahnmedizin

Habets et al. (1987) stellten als erste eine Methode vor, Asymmetrien in einer Panoramaschichtaufnahme zu ermitteln. Dieser Index wurde in verschiedenen Studien und klinischen Untersuchungen angewendet (Athanasίου 1989, Bezuur et al. 1989, Schokker et al. 1990, Miller et al. 1994). Kjellberg et al. (1994) verwenden für die Berechnung des Asymmetrie- Indexes andere Referenzpunkte. Durch Berechnung des Quotienten aus Condylushöhe zu Mandibularhöhe beziehungsweise Condylushöhe zu Ramushöhe je Seite erlaubt der Seitenvergleich der Quotienten eine Aussage über asymmetrische Verhältnisse in den aufsteigenden Ästen. Um die Anwendbarkeit des Indexes in

der Praxis zu belegen, führten Habets et al. (1987) eine Reihe von Versuchen durch. Das Ausmaß resultierender Verzerrungseffekte bei Positionsänderung der darzustellenden Strukturen war festzustellen. Es wurden neun Panoramaschichtaufnahmen eines menschlichen Unterkieferkörpers in definierten unterschiedlichen Positionen angefertigt und hinsichtlich der vertikalen Verzerrungseffekte ausgewertet. Bei einer Positionsänderung gegenüber der Ausgangssituation von weniger als 10mm war eine vertikale Differenz zwischen rechter und linker Seite von weniger als 6 Prozent festzustellen. Diese Werte wurden vielfach bestätigt, erst Differenzen über 6 Prozent können bei Anwendung des Dysfunktion-Indexes nach Hansson (Habets et al. 1987) als ein Zeichen für das Vorkommen einer kraniomandibulären/kraniozervikalen Dysfunktion angenommen werden. Der Asymmetrie-Index findet sich aufgrund seiner spezifischen Aussage in der Literatur nur im Zusammenhang mit erwachsenen Patienten, die bereits an einer kraniomandibulären Dysfunktion leiden. Die Studien weisen in der Regel nur eine kleine Gruppe von Patienten aus. Kieferorthopädie ist in der Zahnheilkunde im Sinne der Prophylaxe in vielerlei Hinsicht zu verstehen. In erster Linie ist diesbezüglich eine ungestörte Zahn- und Gebissentwicklung gemeint. Funktionelle und ästhetische, meiner Ansicht nach auch psychische Aspekte spielen hier eine Rolle. Die Anwendbarkeit des Dysfunktions-Indexes im Sinne der Prophylaxe von kraniomandibulären Dysfunktionen ist zu überprüfen. Welche Zahn- und/oder Kieferfehlstellungen sind in erster Linie auslösend für pathologische Veränderungen im kraniomandibulären System? Wann etablieren sich diese Veränderungen, und welche Auswirkungen ergeben sich daraus für die kieferorthopädische Behandlung? Es gibt zwei Hypothesen, wie sich Asymmetrien im Bereich des aufsteigenden Unterkieferastes entwickeln können. Die erste geht davon aus, dass diese Asymmetrien im Rahmen der sich ständig verändernden Morphologie bilden (Costa 1986). Nach Odegaard (1970) sollte die Vorhersage des Unterkieferwachstums vor allem auf der Morphologie der Mandibula beruhen. Zur Bestimmung der Condylenwachstumsrichtung sollte unter anderem der Kieferwinkel berücksichtigt werden, da zwischen Kieferwinkel und Richtung des Condylenwachstums eine enge Korrelation besteht. Die zweite Hypothese stellt den mechanischen und funktionellen Bezug her. Die sich

übertragenden Kaukräfte stehen demnach in direktem Zusammenhang mit der Condylusgröße (Mongini et al. 1981).

2.3.3.4. Das Potential des Dysfunktions- Indexes zur Entwicklung eines Screeningverfahrens zur Prävention von CMD und CCD

Wenn wir im Sinne von Andressen (1936) das Erreichen eines individuellen ästhetischen und funktionellen Optimums als Ziel einer kieferorthopädischen Behandlung verstehen, benötigen wir gerade gegenwärtig interdisziplinäre Behandlungskonzepte deren Effizienz sehr stark von umfassenden Screeningverfahren abhängt. In die Arbeit integriert ist eine Teilstudie zu Patienten, deren Kopfschmerzsymptomatik im Sinne einer kraniomandibulären Dysfunktion zu beurteilen ist. Wir erwarten Hinweise darauf, wann sich dieses Beschwerdebild manifestiert und möchten die wahrscheinlich bestehende Verknüpfung mit Dysgnathien überprüfen. Kiefergelenkschmerz kann im ZNS als Kopfschmerz identifiziert werden (Okeson 1996, Travell, Simons 1983). Zwischen Kopfschmerz und kraniomandibulären Dysfunktionen besteht ein enger Zusammenhang (Magnusson 1981, Forsell 1985, Schokker 1989). Mit Behandlung der kraniomandibulären Dysfunktion wird auch die Häufigkeit des Auftretens von Kopfschmerz reduziert. Patienten mit einseitigem Kopfschmerz haben häufig klinisch feststellbare Gesichtsasymmetrien. Bei diesen Patienten kann ebenfalls eine condyläre Asymmetrie in der Panoramaschichtaufnahme ermittelt werden. In der Ätiologie des Kopfschmerzes haben asymmetrische Belastungen eine wichtige Bedeutung. Klinische Untersuchungen und röntgenologische Befunde liefern Ergebnisse, mit denen morphologische Variationen des Schädels und der Kiefer untersucht werden können (Schokker et al. 1990). Der hohe Anteil an Migränepatienten mit condylärer Asymmetrie wird von Moss (1988) als ein Zusammenhang zwischen kraniomandibulären Dysfunktionen und Migräne gewertet. Er vermutet ein strukturell muskuläres Ungleichgewicht als Ursache für das Auslösen von Migräne. In der neurologischen Praxis von Pinctus und Tucker werden Kopfschmerzen als Folge von Kiefergelenkstörungen am häufigsten behandelt (Hasselt 1990). Die Behandlung sollte in jedem Fall auf die Ursache des Schmerzes ausgerichtet sein, nicht auf den Ort seiner Entstehung. Besonderen Wert legen wir auf die

qualitative, primär orientierende Diagnostik der Kiefergelenke. Dies geschieht mit dem Ziel, das Vorkommen von Funktionsstörungen und degenerativen Veränderungen bei Dysgnathieträgern zu analysieren.

Kiefergelenkfunktionsstörungen, die bereits vor einer kieferorthopädischen Behandlung vorliegen, werden aufgrund diagnostischer Schwierigkeiten nicht erkannt oder bleiben unberücksichtigt. In diesem Rahmen soll der Stellenwert der Panoramaschichtaufnahme innerhalb der kieferorthopädischen Routinediagnostik zur Erkennung einer arthrogenen Symptomatik beurteilt werden. In Verbindung mit dem Dysfunktions- Index sollen auf diesem Wege anatomische und funktionelle Aspekte zu einer neuen Betrachtungsweise bei der Beurteilung von Dysgnathien führen. Ziel ist die möglichst exakte Bestimmung der Voraussetzungen, unter denen sich diese morphologischen Veränderungen entwickeln. Findet der Behandler Anzeichen von Dysfunktionen der Kiefergelenke, so ist daran zu denken, dass durch das Kiefergelenk Schmerzen in anderen Körperregionen ausgelöst und unterhalten werden können.

Unbehandelte Dysfunktionen zeigen eine Chronifizierung auf. Der Untersucher benötigt fachübergreifende Kenntnisse, um kybernetische Zusammenhänge zu erkennen. Die Entwicklung eines Screeningverfahrens im Sinne der Prophylaxe potentieller Schäden infolge unbehandelter kranio-mandibulärer Dysfunktionen für die Kieferorthopädie bietet eine Reihe von Vorteilen. Die interdisziplinäre Kooperation mit anderen Fachbereichen wird gestärkt. Basale Zusammenhänge unseres Fachgebietes in Form von Ästhetik und Funktion werden noch besser im Sinne der optimalen Betreuung unserer Patienten genutzt und zeigen neue Wege gemeinsamer Diagnostik und Therapie in der Heilkunde auf. Die Kieferorthopädie hat zweifelsohne einen wichtigen Platz in unserer Gesellschaft eingenommen. Gegenwärtige wirtschaftliche Probleme lassen vermuten, dass es nicht leicht sein wird, diese Position zu behaupten. Mit neuen und innovativen Denkansätzen sollte es möglich sein, die rasante Entwicklung, die unser Fachgebiet in den letzten Jahrzehnten genommen hat, unabhängig jeglicher gesundheitspolitischer Entscheidungen fortzuführen. Der Anspruch, der sich mit dieser Arbeit verbindet, ist, dazu einen kleinen Teil beizutragen.

2.3.3.5. Die Anwendung des Dysfunktions- Indexes im Bezug Leitsymptome

Die Nomenklatur der Einteilung von Zahn- und Kieferfehlstellungen ist vielschichtig. Die Befunde werden in Leitsymptome eingeteilt. Hierbei handelt es sich um metrisch vergleichbare Morphologiekriterien. Der Vorteil liegt in der kontrollierbaren Beurteilung und Beschreibung eumorpher und dysmorpher Befunde. Darüber hinaus können die Leitsymptome ebenfalls zur Beschreibung von Eufunktion und Dysfunktion herangezogen werden. Die Einteilung nach Leitsymptomen sieht folgende Unterscheidung von Zahn- und/oder Kieferfehlstellungen vor:

- Platzmangel
- Platzüberschuss
- ausgeprägte sagittale Schneidekantenstufe
- unterer Frontzahnvorbiss
- laterale Okklusionsstörung
- offener Biss
- steil oder invertiert stehende Schneidezähne
- falsch verzahnte Einzelzähne
- fehlerhafte Zahnzahl
- tiefer Biss (nach Graf)
 - dentoalveolär (tiefer Überbiss)
 - skelettal (Tiefbiss).

Dem gegenüber stehen funktionelle Leitsymptome in Form von dento-okklusalen, okkluso-artikulären, myogenen, arthrogeneren, neurogenen und „zervikogenen“ Dysfunktionen.

3. Material und Methode

3.1. Vorstudie Cephalgie

Im Rahmen einer Teilstudie an 311 Patientenfällen mit chronischer Cephalgie, das heißt länger als drei Monate und mehr als ein Mal pro Woche Kopfschmerz bewertet mit größer Fünf auf einer visuellen Analogskala, unabhängig von der Klassifikation nach Okeson (1996), soll der Zusammenhang zwischen einer Dysgnathie, also einer Zahn- und Kieferfehlstellung und Cephalgie im Sinne einer funktionellen Störung in verschiedenen Altersgruppen belegt werden. Zu diesem Zweck werden folgende Altersgruppen definiert:

1. Gruppe : 6- 9 Jährige
2. Gruppe : 10- 14 Jährige
3. Gruppe : 15- 19 Jährige

Um die zu untersuchenden Gruppen nicht zu stark zu verkleinern, wird auf eine geschlechtsspezifische Unterteilung verzichtet. Zur Zuordnung der Dysgnathiegruppe ist das Vorliegen eines metrisch erfassbaren Morphologiekriteriums in Form von Leitsymptomen erforderlich. Eine Erfassung der unterschiedlichen Leitsymptome findet nicht statt.

3.2. Zusammensetzung der Patientenunterlagen

Grundlage der Untersuchungen bilden die Behandlungsunterlagen von 1514 Patienten (750 männlich, 764 weiblich) einer kieferorthopädischen Fachpraxis im Raum Südthüringen. Die Behandlungsbeginne umfassen den Zeitraum von 1991 bis 1996. Die Panoramaschichtaufnahmen wurden mit dem Sirona Orthophos unter Verwendung von Kodak-X-Omat S Filmen und einer Belichtung von 14,1 Sekunden bei 60-62kV und 14-19 mA angefertigt. Das Alter der Patienten liegt zwischen sechs und neunzehn Jahren und bezieht sich auf das Datum der Erstvorstellung. Es erfolgt eine Einteilung in Alterskategorien (1: 6-8 Jahre, 2: 9-14 Jahre, 3:15-18 Jahre, 4: über 18 Jahre). Die Einteilung der Dysgnathien erfolgt nach Leitsymptomen, also metrisch erfassbaren und damit vergleichbaren Morphologiekriterien. Es können mehrere Leitsymptome in einer

Dysgnatieform vereint sein. Ein Leitsymptom bestimmt dennoch vorrangig die Behandlungsplanung. Die Bestimmung dieses Leitsymptoms ist vom Behandler in der Karteikarte festgelegt und wird vom Untersucher übernommen. Der Vorteil liegt in der kontrollierbaren, statistisch hoch validen Beurteilung und Beschreibung eumorpher und dysmorpher Befunde. Darüber hinaus können die Leitsymptome ebenfalls zur Beschreibung von Eufunktion und Dysfunktion herangezogen werden.

Zum Zeitpunkt der Auswertung ist die Behandlung der Patienten abgeschlossen. Das Untersuchungsdesign gestattet es somit, alle dem Panoramaschichtbild entnommenen Angaben mit der klinischen Situation vor, während und nach der Behandlung in Zusammenhang zu bringen und weiterführende Studien zu ermöglichen. In dieser Arbeit werden ausschließlich Aufnahmen verwendet, die zur Erstbefundung dienen. Zur optimalen Datenerfassung wird ein Befundblatt erstellt. Erfasst werden Befunde aus der Panoramaschichtaufnahme und aus der klinischen Untersuchung.

Der klinischen Untersuchung entstammen Angaben zum Leitsymptom, zum Vorkommen von Karies und zum Zahnbestand. Die Modellauswertung liefert Aussagen zu den Platzverhältnissen. Besondere Bedeutung bei der Auswertung der Panoramaschichtaufnahmen kommen neben der Erfassung von Karies, der Zahnanlage und der Einschätzung der Zahnentwicklung der Erfassung von morphologischen Veränderungen der Condylen und dem Dysfunktions-Index nach Hansson (Habets et al. 1987) zu. Die Panoramaschichtaufnahme als Screeningverfahren gestattet die Beurteilung wichtiger morphologisch und funktionell bedeutsamer Parameter, die nach ihrer Lokalisation gegliedert werden.

⇒ dentoalveoläre Parameter

⇒ artikuläre Parameter

im Oberkiefer im Unterkiefer	Kiefergelenke
---------------------------------	---------------

Material und Methode

deutliche Verkleinerung eines Condylus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unregelmäßige Gelenkoberfläche bei erhaltener Kompakta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Randzacken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nicht erhaltene Kompakta / Arrosionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dysfunktionsindex nach Tore Hansson (1987):

RECHTS	MERKMAL	LINKS
	CONDYLUSHÖHE	
	RAMUSHÖHE	
	KORPUSLÄNGE	

Zusammenfassung:

- nennenswerte Asymmetrie
- therapeutische Relevanz

Verschattung des Sinus maxillaris: rechts links

Begrenzung:

scharf begrenzt=2 unscharf begrenzt=3 diffus=4

Dentogene Ursache?

unbekannt=2

Befundbeschreibung:

Pathologische Veränderungen:

Regio
Aufhellung Verschattung
scharf begrenzt unscharf begrenzt

Struktur:

Größe / Konfiguration:

Wachstum:
verdrängend=2 resorbierend=3

VERDACHTSDIAGNOSE:

KLIN. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS:

Allgemeine Legende: Nein=0 Ja=1

3.3.1. Definition der Leitsymptome

Leitsymptome sind metrisch erfassbare Morphologiekriterien. Da ätiologische und genetische Hintergründe der Dysgnathien oft nicht objektivierbar sind, ist es leichter und vorteilhafter, morphologische Kriterien zu erfassen. Mit Leitsymptomen wird nichts über das Wesen der Dysgnathie ausgesagt, alles „nicht Erfassbare“ wird weggelassen.

Klassifikation der Zahnstellungsanomalien nach Klink- Heckmann auf der Grundlage von Leitsymptomen

1. Platzmangel
 - Primär/ sekundär/ tertiär
 - Schneidezahngebiet/ Eckzahngebiet/ Seitenzahngebiet
 - Leichten/ mittleren/ schweren Grades
2. Platzüberschuss
 - Isoliert (Diastema)
 - Generalisiert
3. Ausgeprägte sagittale Schneidekantenstufe
 - Protrusion der OK- Incisivi (bei Neutral-/ Distalokklusion)
 - Retrusion der UK- Incisivi
 - Maxilläre Protrusion
 - Retrogenie/ Mikrogenie
 - Kombinationen
4. Unterer Frontzahnvorbiss
 - Zwangsführung
 - Überentwickelter Unterkiefer
 - Unterentwickelter Oberkiefer
 - Kombinationen
5. Laterale Okklusionsstörung
 - Seitenabweichung des Unterkiefers mit Mittellinienabweichung
 1. Einseitiger Kreuzbiss durch Zwangsführung (artikulärer Kreuzbiss)
 2. Einseitiger Kreuzbiss ohne Zwangsführung (Laterognathie)
 - Falsch verzahnte Seitenzahngruppen (ohne Mittellinienabweichung)
 1. Einseitiger Kreuzbiss im Seitenzahngebiet
 2. Beidseitiger Kreuzbiss im Seitenzahngebiet (OK symmetrisch zu schmal)
 3. Bukkale Nonokklusion
6. Offener Biss
 - Dento-alveolär (frontal/ seitlich)
 - Skeletal/ gnathisch
7. Steil oder invertiert stehende Schneidezähne

- Oberer Incisivi/ oberer und unterer Incisivi
 - Einseitig/ beidseitig
8. Falsch verzahnte Einzelzähne
9. Fehlerhafte Zahnzahl
- Zahnüberzahl/ Zahnunterzahl
 - Retentionen
10. Tiefer Biss (nach Graf)
- Dento- alveolär (tiefer Überbiss) / Skelettal (Tiefbiss)

3.3.2. Definition Kariesanfälligkeit

Die Karies ist, ihrer Pathogenese entsprechend, eine multifaktorielle Erkrankung. Ihre Entstehungsursachen sind vielfältig. Eine aussagefähige Kariesdiagnostik muss daher neben mikrobiellen Risikofaktoren auch klinische und persönliche Risikofaktoren erfassen. Die daraus kombinierten Befunde erlauben das persönliche Kariesrisiko hinreichend genau zu ermitteln (Laurisch 1994). Die Zuordnung im vorliegenden Befundblatt erfolgt über die Auswertung der Ergebnisse aus dem Laktobacillen- Test und dem Mutans- Streptokokken- Test. Die Einteilung in die jeweilige Risikogruppe erfolgte durch den Behandler und wurde in das vorliegende Befundblatt als ein Indikator für die bestehende Kariesanfälligkeit vermerkt.

3.3.3. Definition Hyperdontie, Hypodontie, Oligodontie, Aplasie

Das Fehlen von Zahnanlagen der 1. oder 2. Dentition wird als Aplasie oder Nichtanlage bezeichnet. Sind mehrere Zähne davon betroffen, spricht man von Hypodontie, bei Nichtanlage von mehr als vier Zähnen wird der Ausdruck Oligodontie oder „multiple Aplasien“ verwendet. Bei Vorliegen eines Zwillingszahnes bzw. Mesiodens erfolgt die Zuordnung zur Gruppe Hyperdontie (Proff et al. 2006).

Im Untersuchungsblatt wurde ausschließlich ein Abweichen der Zahnzahl der zweiten Dentition unter genauer Angabe der betroffenen Zähne vermerkt.

3.3.4. Erfassung morphologischer Veränderungen

Im Sinne einer primär orientierenden Diagnostik der Kiefergelenke wurde durch den Untersucher eine Beurteilung der Condylen und eine Einteilung in sechs Gruppen laut Befundblatt durchgeführt.

Folgende Varianten wurden erfasst:

- Einziehungen der Fovea pterygoidea
- Abflachung der Condylen
- Deutliche Verkleinerung eines Condylus
- Unregelmäßige Gelenkoberfläche bei erhaltener Kompakta
- Randzacken im Condylenbereich
- Nicht erhaltene Kompakta/ Arrosionen

3.3.5. Der Dysfunktions- Index

Zur Erfassung des Dysfunktions- Indexes nach Hansson (Habets et al. 1987) wird der Unterkieferkörper vom Röntgenbild auf die matte Seite von Acetatpapier übertragen. Hierfür wird ein Stift der Stärke 0.25 mm verwendet. Wir erfassen zusätzlich die Ramustiefe. Dazu müssen die Konturen der ersten Molaren im Unterkiefer eingezeichnet werden.

Hilfslinien zur Messung des Dysfunktions- Indexes sind:

- Unterkiefertangente
- Ramustangente
- Lot vom kranialsten Punkt der Condyle auf die Ramustangente

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen exemplarisch eine Panoramaschichtaufnahme mit Durchzeichnung des Unterkieferkörpers sowie der erforderlichen Hilfslinien.

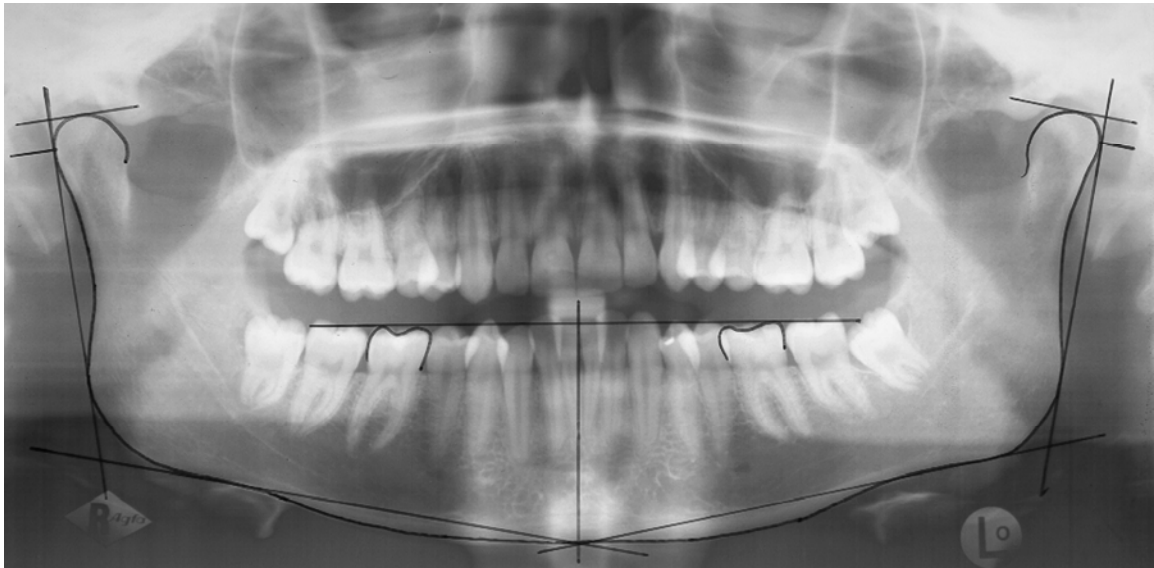


Abb.1: Panoramaschichtaufnahme mit Durchzeichnung auf Acetatpapier
Maßstab verkleinert

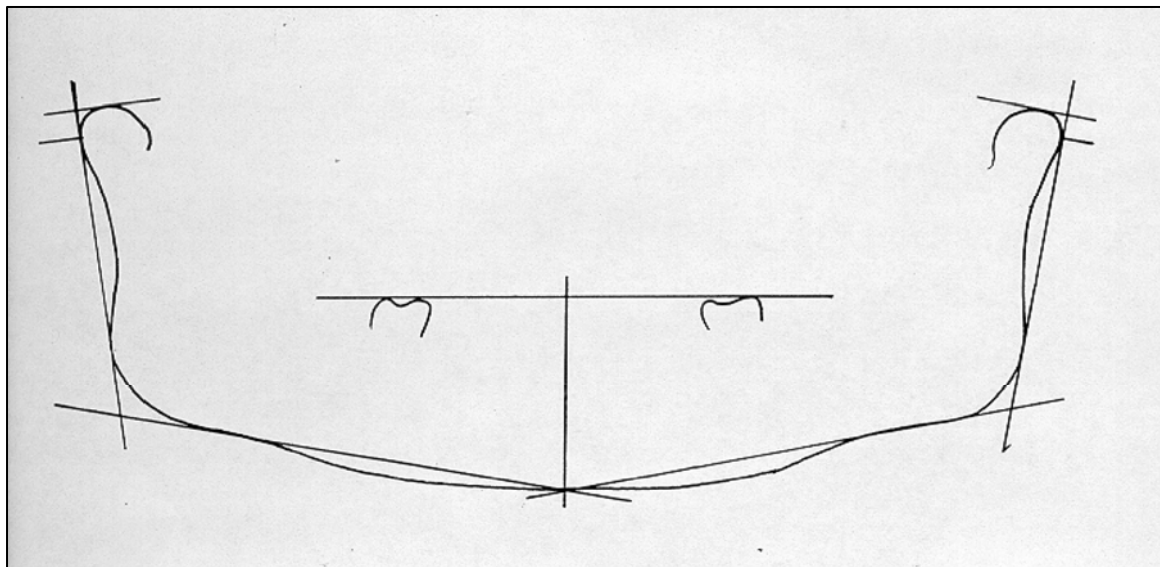


Abb.2: Durchzeichnung des Unterkieferkörpers mit Hilfslinien auf Acetatpapier
Maßstab verkleinert

Der Asymmetrie- Index nach Hansson (Habets et al. 1987) errechnet sich nach der Formel $((R-L)/(R+L)) \times 100\%$, R und L stehen für die rechte und linke Seite. Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Formel ist die Vermeidung grober Positionierungsfehler bei Anfertigung der Aufnahme. Besonderen Wert kommt der Ausrichtung des Kopfes gemäß der Frankfurter Horizontalen im Röntgengerät zu.

Die Ergebnisse dieser Ratio- Formel können von null Prozent (totale Symmetrie) bis einhundert Prozent Asymmetrie variieren. In Anlehnung an Untersuchungen von Habets et al. (1987) sind Abweichungen von sechs Prozent im vertikalen Symmetrievergleich der Condylushöhe mit einem Zentimeter Veränderung der Kopfpositionierung für die Panoramaschichtaufnahme zu vergleichen. Diese Differenz von sechs Prozent basiert auf der Tatsache, dass die Kopfneigung von einem Zentimeter nach rechts oder links den Condylus in seiner Darstellung in der Panoramaschichtaufnahme um drei Prozent zur optimal zentrierten Kopfposition vergrößert oder verkleinert erscheinen lässt. Abweichungen von sechs Prozent entsprechen einer dreiprozentigen Asymmetrie. Übersteigen die Ergebnisse diesen Wert gelten sie als ein Zeichen für das Vorliegen kranio-mandibulärer Dysfunktionen.

4. Befunde:

4.1. Vorstudie Cephalgie

Im Rahmen einer Teilstudie an 311 Patientenfällen mit chronischer Cephalgie, das heißt länger als drei Monate und mehr als ein Mal pro Woche Kopfschmerz bewertet mit größer Fünf auf einer visuellen Analogskala, unabhängig von der Klassifikation nach Okeson (1996), wird der Zusammenhang zwischen einer Dysgnathie, also einer Zahn- und Kieferfehlstellung und Cephalgie im Sinne einer funktionellen Störung in den Altersgruppen belegt. Es werden folgende Altersgruppen untersucht: 6- 9 Jahre, 10- 14 Jahre, 15-19 Jahre

Aus Abb. 1 kann entnommen werden, dass in den ersten beiden Gruppen das Auftreten einer Cephalgie nicht unmittelbar an das Vorkommen einer Dysgnathie gekoppelt ist. In der Gruppe der 10- 14 Jährigen ist aber bereits jeder fünfte Patient Dysgnathieträger mit entsprechender Schmerzsymptomatik. In der Gruppe der 15-19 Jährigen leiden ausschließlich Patienten mit einer Zahn- und Kieferfehlstellung an einer Cephalgie.

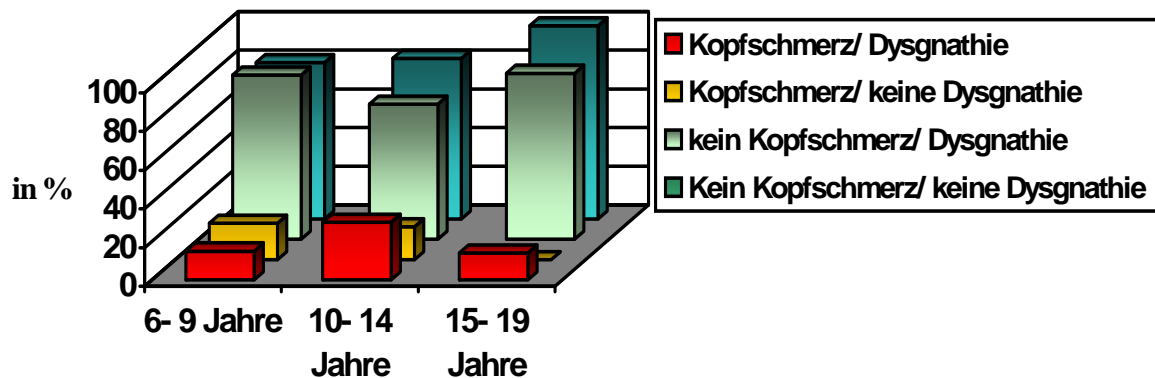


Abb. 1: Vorkommen von Dysgnathien bei Patienten mit chronischer Cephalgie in den Altersgruppen in Prozent, n = 311

4.2. Verteilung der Leitsymptome

4.2.1. Verteilung der Leitsymptome gesamt

Die Panoramaschichtaufnahmen von 1514 Patienten (750 männlich, 764 weiblich) mit abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung wurden gemäß des vorliegenden Befundblattes ausgewertet. Um die Verteilung der Zahn- und Kieferfehlstellungen zu erfassen, wurden die Dysgnathien nach metrisch erfassbaren Morphologiekriterien in Form von Leitsymptomen untergliedert. Die Einstufung in das entsprechende Leitsymptom wurde aus dem Karteiblatt übernommen und wurde in allen Fällen durch denselben Facharzt für Kieferorthopädie durchgeführt. Unter Einbeziehung aller Altersgruppen (Gruppe1: 6-8 Jährige, Gruppe2: 9-14 Jährige, Gruppe 3: 15-18 Jährige, Gruppe 4: über 18 Jährige) wird das Leitsymptom Platzmangel mit 20 % als häufigster Grund für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung erfasst. Mit jeweils 19 % folgen die Leitsymptome tiefer Biss und vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe. Die Leitsymptome fehlerhafte Zahnzahl und laterale Okklusionsstörung liegen zu je 9 % vor. Die Verteilung der verbleibenden Leitsymptome ergibt sich wie folgt:

falsch verzahnte Einzelzähne :	7 %
offener Biss :	6 %
Platzüberschuss :	4 %
Unterer Frontzahnvorbiss:	4 %
Steilstand :	3 %

Abb. 2 zeigt die Gesamtverteilung der Leitsymptome unter allen ausgewerteten Patientenfällen.

Befunde

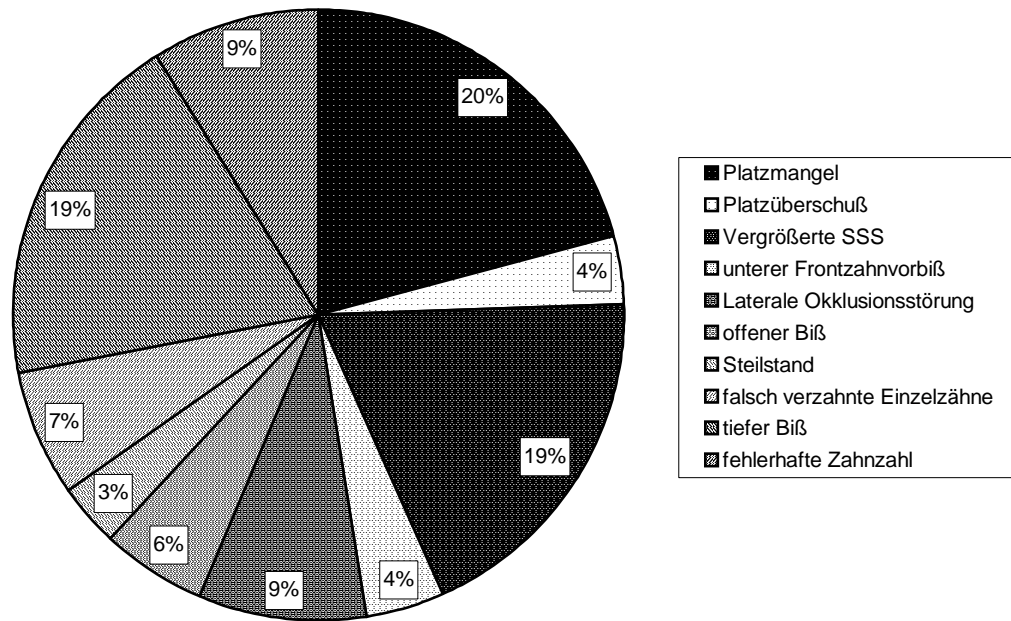


Abb. 2: Gesamtverteilung der Leitsymptome in Prozent; n = 1514

4.2.2. Verteilung der Leitsymptome nach Alterskategorien

4.2.2.1. Verteilung der Leitsymptome in der Alterskategorie 1 (6-8 Jährige)

In der Gruppe der 6- 8 jährigen Patienten stellt das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe mit 24 % die häufigste Voraussetzung für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung dar. Es folgt das Leitsymptom tiefer Biss mit 17 %. Laterale Okklusionsstörungen kommen mit 14 % vor. Die weitere Verteilung ergibt sich wie folgt:

Platzmangel :	10 %
Falsch verzahnte Einzelzähne :	10 %
Platzüberschuss :	8 %
Unterer Frontzahnvorbiß :	7 %
Fehlerhafte Zahnzahl :	5 %
Offener Biss :	4 %
Steilstand :	1 %

Befunde

Die prozentuale Verteilung der Leitsymptome in der Altersgruppe der 6- 8 Jährigen ist der Abb. 3 zu entnehmen.

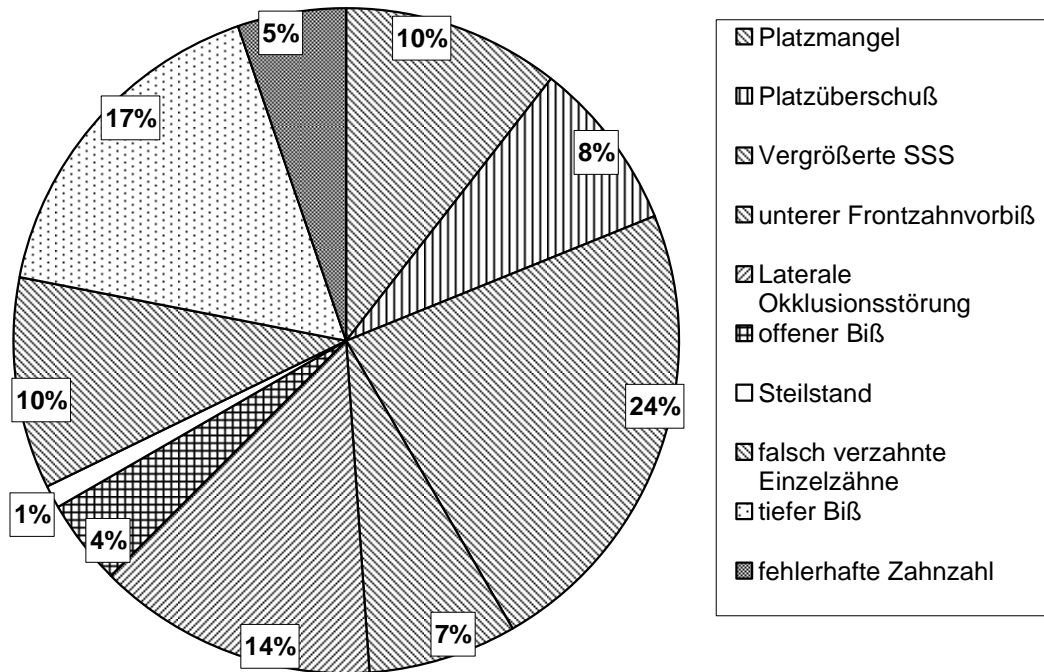


Abb. 3: Verteilung der Leitsymptome in der Altersgruppe der 6- 8 Jährigen in Prozent; n = 192

4.2.2.2. Verteilung der Leitsymptome in der Alterskategorie 2 (9-14 Jährige)

In die späte Phase des Zahnwechsels fällt der Hauptanteil der kieferorthopädischen Behandlungen. Die Anzahl der untersuchten Patientendaten ist daher unter allen Gruppen am größten; n = 1032. Als häufigstes Leitsymptom imponiert der Platzmangel mit 25 %. Jede fünfte Behandlung entfällt auf das Leitsymptom tiefer Biss. Mit 19 % tritt das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe an dritter Stelle in der Häufigkeit der Zahn- und Kieferfehlstellungen auf. Die weitere Verteilung ergibt sich wie folgt:

Fehlerhafte Zahnzahl :	8 %
Laterale Okklusionsstörung :	7 %
Offener Biss :	6 %

Befunde

Falsch verzahnte Einzelzähne :	6 %
Platzüberschuss :	3 %
Unterer Frontzahnvorbiß :	3 %
Steilstand :	3 %

Abb. 4 stellt die Verteilung der Leitsymptome in dieser Altersgruppe dar.

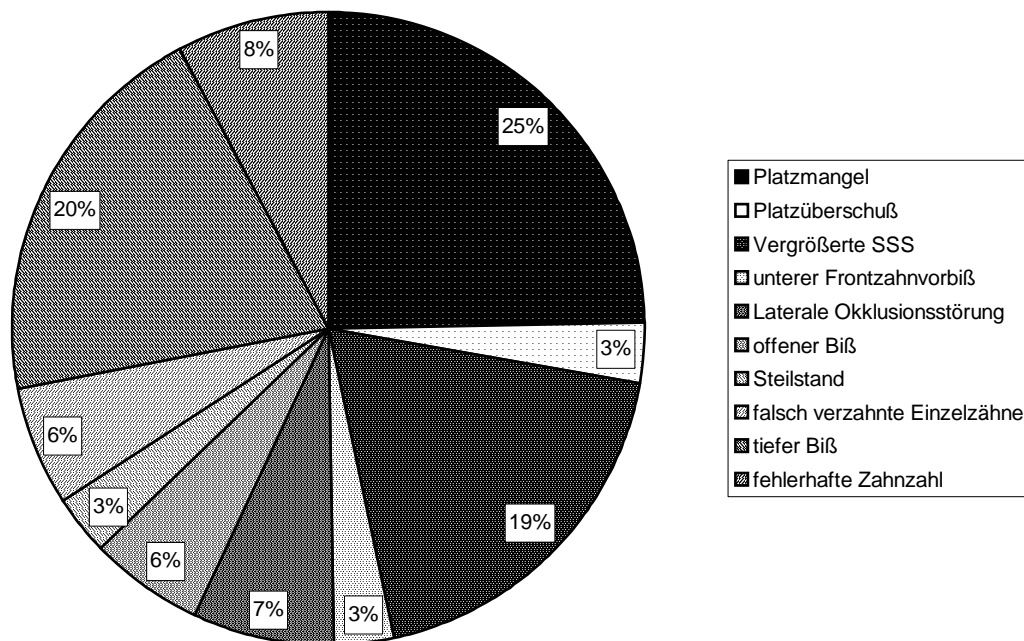


Abb. 4: Verteilung der Leitsymptome in der Altersgruppe der 9- 14 Jährigen in Prozent; n= 1032

4.2.2.3. Verteilung der Leitsymptome in Alterskategorie 3 (15- 18 Jährige)

Unter den späten Behandlungsbeginn fehlt das Vorliegen eines dominierenden Leitsymptoms. Aus Abb. 5 kann entnommen werden, dass jede fünfte Behandlung auf das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe entfällt. Es folgt der Platzmangel mit 17 %. Jeweils 16 % entfallen auf den tiefen Biss und die fehlerhafte Zahnzahl. Die Verteilung der verbleibenden Leitsymptome gestaltet sich wie folgt:

Laterale Okklusionsstörung :	12 %
------------------------------	------

Befunde

Offener Biss :	8 %
Steilstand :	5 %
Falsch verzahnte Einzelzähne :	3 %
Unterer Frontzahnvorbiß :	3 %

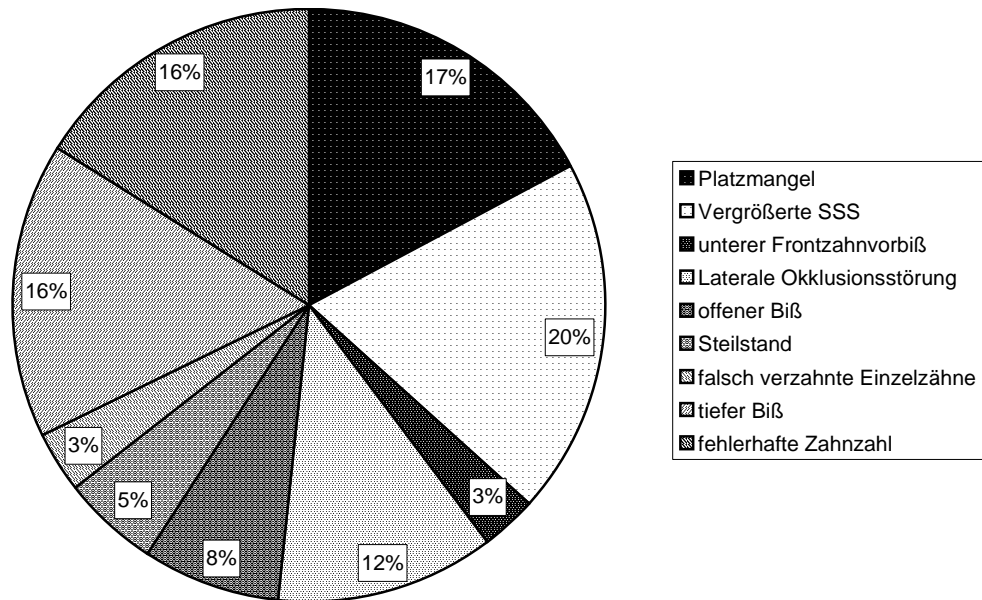


Abb. 5: Verteilung der Leitsymptome in der Altersgruppe der 15- 18 Jährigen in Prozent; n = 186

4.2.2.4. Verteilung Leitsymptome in der Alterskategorie 4 (über 18 Jährige)

In der Gruppe der Erwachsenenbehandlungen kommt die Behandlung des Leitsymptoms fehlerhafte Zahnzahl mit 15 % am häufigsten vor. An zweiter Stelle folgt der tiefe Biss mit 14 %. Falsch verzahnte Einzelzähne stellen mit 13 % einen Grund für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung dar. Die Verteilung der verbleibenden Leitsymptome ergibt sich wie folgt:

Vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe :	12 %
Unterer Frontzahnvorbiß :	10 %
Laterale Okklusionsstörung :	10 %
Steilstand :	8 %
Platzmangel :	8 %

Befunde

Platzüberschuss :	8 %
Offener Biss :	2 %

Abb. 6 verdeutlicht die Verteilung der Leitsymptome in der Gruppe der Erwachsenen.

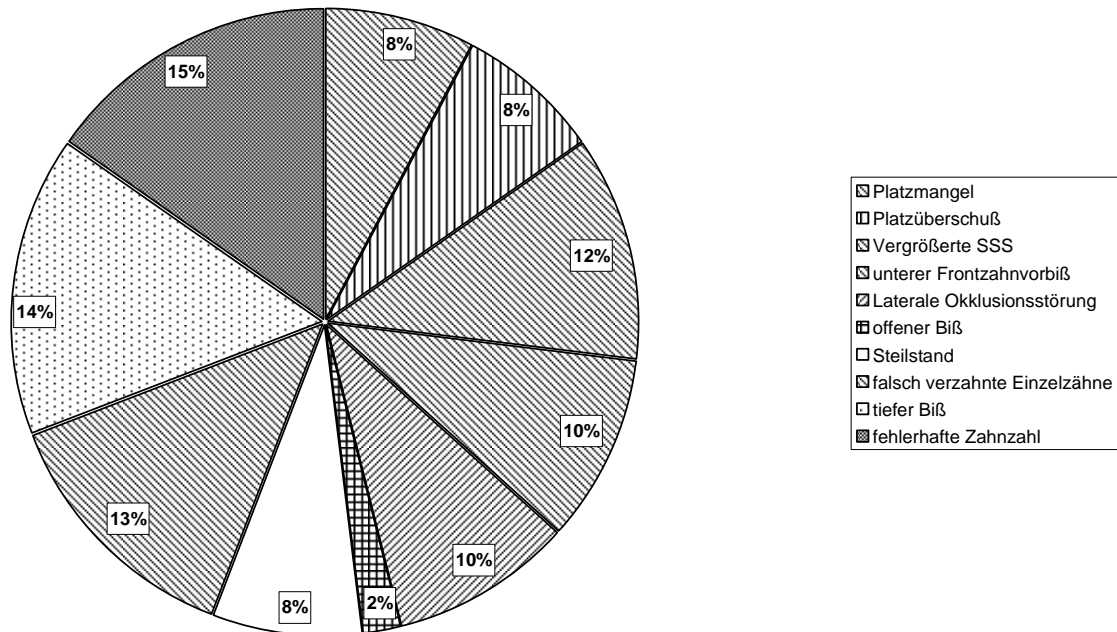


Abb. 6: Verteilung der Leitsymptome in der Altersgruppe der über 18 Jährigen in Prozent; n = 104

4.3. Kariesanfälligkeit

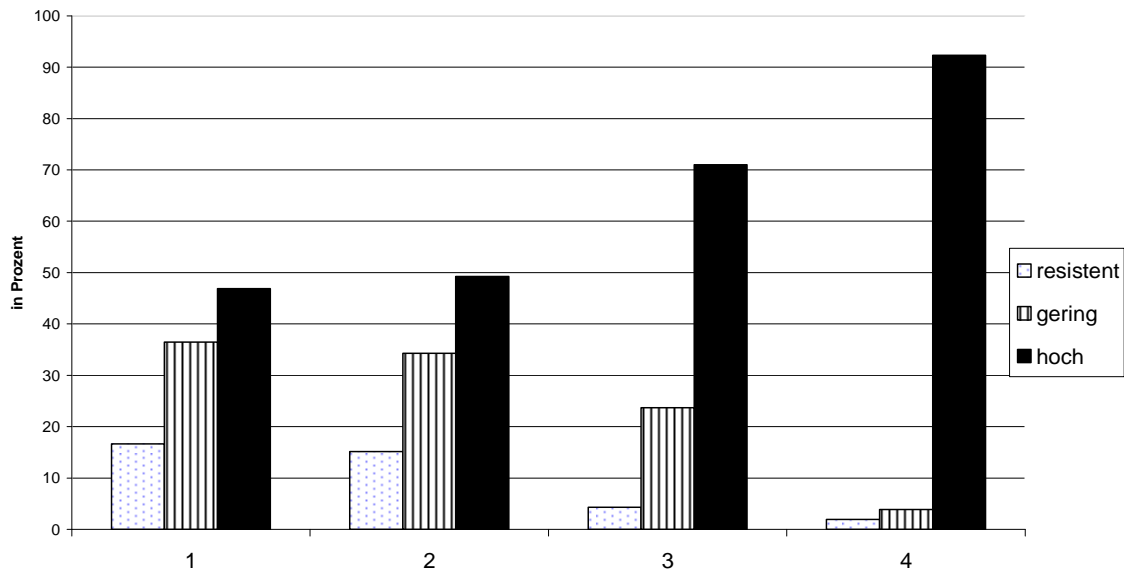


Abb. 7: Kariesrisiko in den vier Alterskategorien, Gruppe1: 6-8 Jährige, Gruppe2: 9-14 Jährige, Gruppe 3: 15-18 Jährige, Gruppe 4: über 18 Jährige in Prozent, n= 1514

Während in den ersten beiden Gruppen annähernd gleiche Werte ermittelt werden, verdoppelt sich annähernd der Prozentsatz der Patienten mit hoher Kariesanfälligkeit von Alterskategorie 1 (46,9%) zu Alterskategorie 4 (92,3%). Die Entwicklung des Kariesrisikos in den vier Alterskategorien ist in Abb. 7 dargestellt.

4.4. Fehlerhafte Zahnzahl

Von insgesamt 1514 untersuchten Patienten wurde bei 160 Patienten mindestens ein fehlender Zahn diagnostiziert. Von der Gesamtzahl der Patienten mit Zahnunterzahl zeigten 8 Patienten eine Oligodontie, wobei darunter in Anlehnung an Schulze (1987) das Fehlen von mindestens vier Zähnen in Form atypischer Hypodontien zu verstehen ist. Das Vorliegen eines Mesiodens wurde bei 6 Patienten ermittelt. Andere Hyperdontien konnten in der untersuchten Gruppe nicht ermittelt werden. Abb. 8 beschreibt das prozentuale Auftreten fehlerhafter Zahnzahl in der Gesamtgruppe für Mesiodens, Aplasie, Oligodontie und Hyperdontie.

Befunde

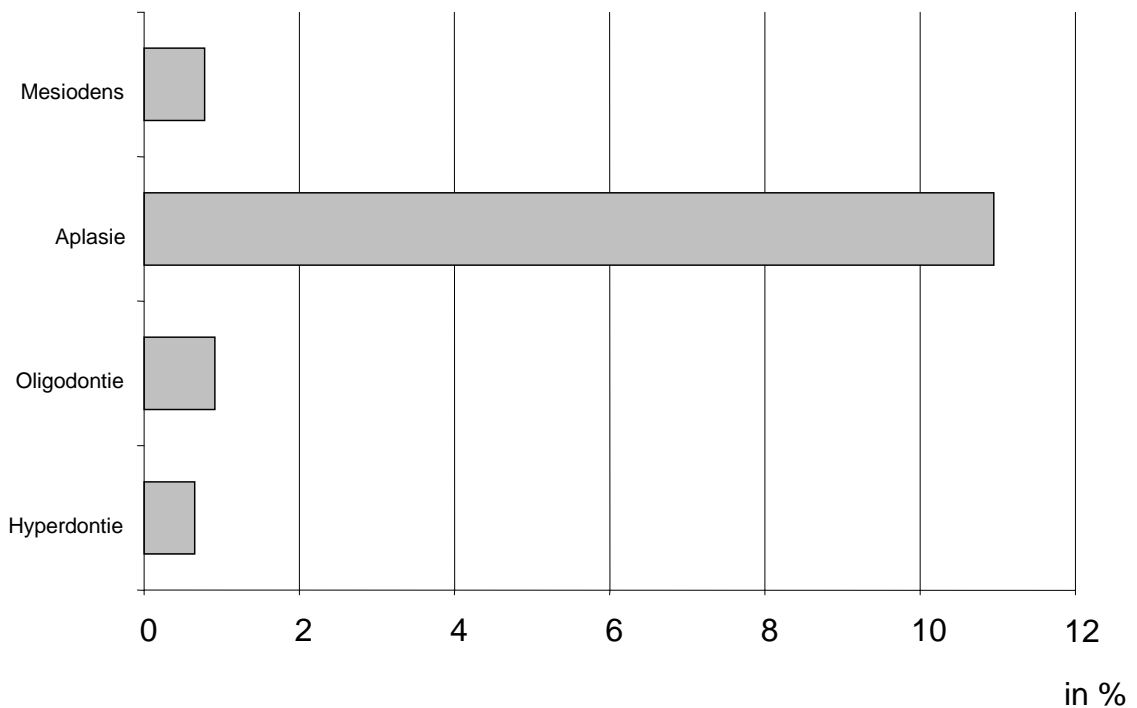


Abb. 8: Verteilung von Mesiodens (0,8), Aplasia (11), Oligodontie (0,9) und Hyperdontie (0,7) in der Gesamtgruppe, Angaben in Prozent, n= 1514

Unter den 160 Patienten mit mindestens einem fehlenden Zahn wurde die prozentuale Verteilung auf jeden Zahn, mit Ausnahme der Dentis serotini ermittelt. Dies ist in Abb. 9 dargestellt. Mit 18,9 % wurde unter diesen Patienten am häufigsten das Fehlen des Zahnes 15 ermittelt, 16,9 % entfallen auf den Zahn 35, 13,5 % auf den Zahn 25. Obere seitliche Schneidezähne fehlen bei 14,2 % (Zahn 12) beziehungsweise 14,9 % (Zahn 22). Mit nur 1,35 % wurde der Zahn 45 ermittelt. Insgesamt entfallen somit 79,8 % aller Aplasien auf die zweiten Prämolaren und die oberen seitlichen Schneidezähne.

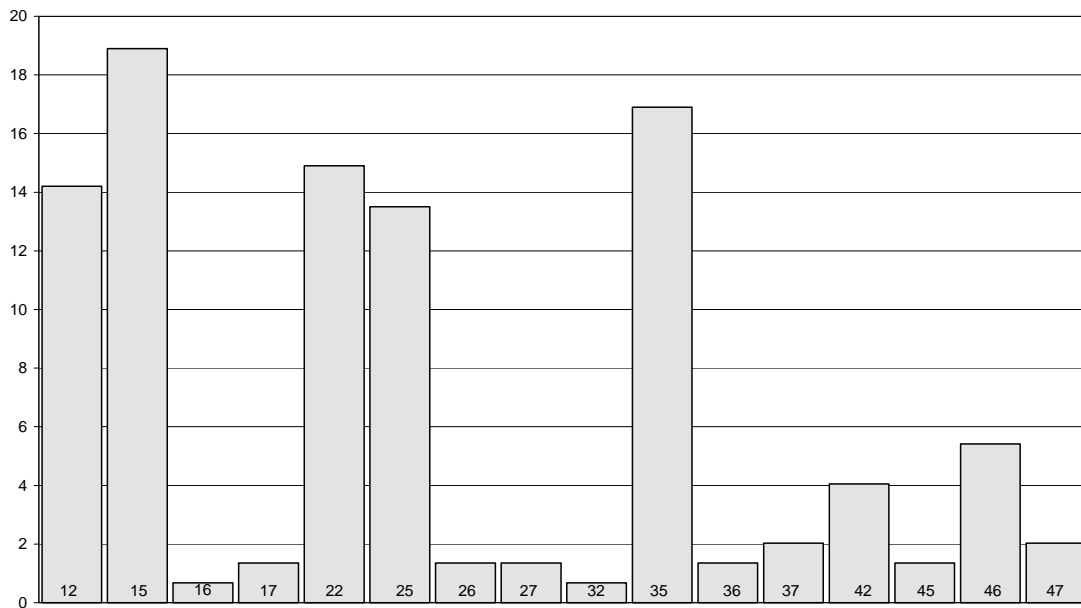


Abb. 9: Verteilung der Aplasien je Zahn in Prozent, n= 160

4.5. Der Dysfunktions- Index

Der Dysfunktions- Index wurde auf der Grundlage der 1514 Panoramaschichtaufnahmen zur Untersuchung von Asymmetrien der aufsteigenden Kieferkörper erhoben. Zur Ermittlung wurden zunächst die beiden Seiten des Corpus mandibulae und der Ramus mandibulae auf Acetatpapier durchgezeichnet. Anschließend wurde der Condylus auf beiden Seiten dargestellt und der am weitesten dorsal gelegene Punkt des Condylus eingezeichnet. Der am weitesten dorsal gelegene knöcherne Punkt des Ramus ascendens wurde auf beiden Seiten im Bereich des Kieferwinkels durchgezeichnet und beide Punkte zur Ramustangente verbunden. Von der eingezeichneten Okklusionsebene wurde ein Lot vom unteren Inzisivenpunkt gefällt und folgende Geraden konstruiert:

Parallele zur Okklusionsebene durch den kaudalen Tangentenpunkt bis zum Incisivenlot

Eine Senkrechte zur Ramustangente durch den condylären Tangentenpunkt

Eine Senkrechte zur Ramustangente durch den am weitesten kranial gelegenen Punkt am Condylus (Tangente)

Befunde

Die Strecke zwischen diesen beiden Parallelen (Condylushöhe) und die von Ramustangente und Incisivenlot begrenzte Strecke („horizontaler Ast“) sowie die Strecke zwischen condylärem Tangentialpunkt und Ramus- Tangentialpunkt (Ramushöhe) wurden in Millimetern gemessen und im Befundblatt dokumentiert. Die Berechnung erfolgte nach der im Schema Auswertung angegebenen Formel. Die Ergebnisse dieser Ratio- Formel, welche von null Prozent (totale Symmetrie) bis einhundert Prozent Asymmetrie variieren können, wurden bei Werten von über 6 Prozent unter dem Punkt „nennenswerte Asymmetrie mit therapeutischer Relevanz“ dokumentiert.

4.5.1. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf die Leitsymptome

4.5.1.1. Verteilung des Dysfunktions- Indexes bei Platzmangel

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions- Indexes wurde in 72,6 % der Patienten mit dem Leitsymptom Platzmangel eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 60 % wurde in der Altersgruppe 1 der niedrigste, mit 75 % in der Altersgruppe 4 der höchste Wert registriert. Abb. 10 stellt die Verteilung des positiven Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom Platzmangel in den vier Alterskategorien und gesamt in Prozent dar.

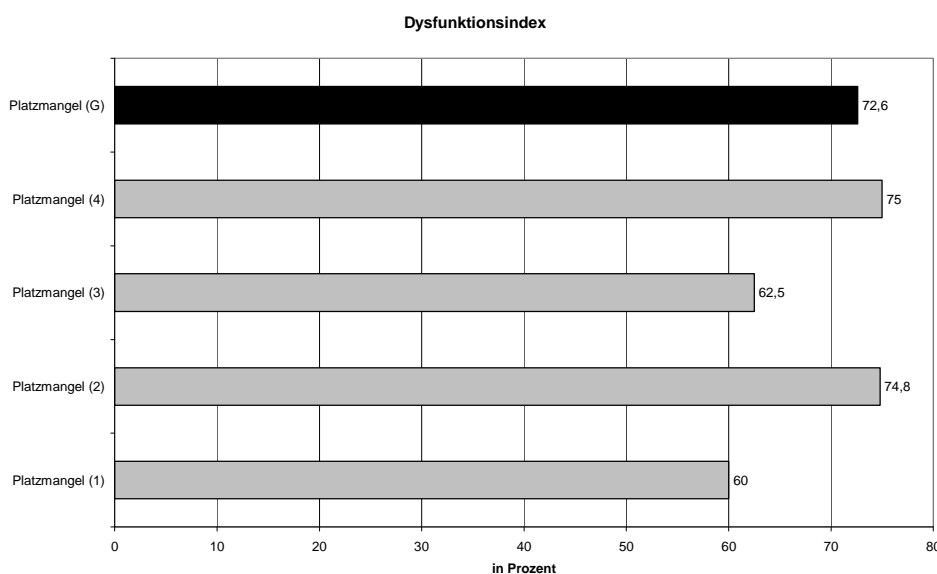


Abb. 10: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom Platzmangel in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

4.5.1.2. Verteilung des Dysfunktions- Indexes bei Platzüberschuss

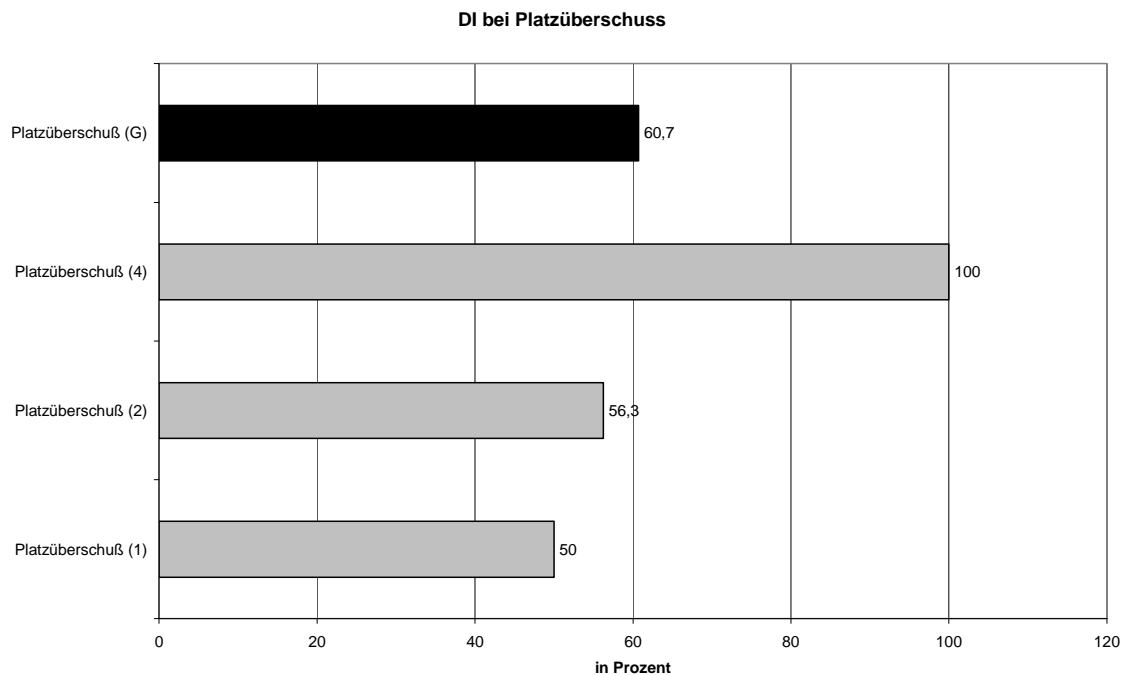


Abb. 11: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom Platzüberschuss in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 60,7 % der Patienten mit dem Leitsymptom Platzüberschuss eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 50 % wurde in der Altersgruppe 1 der niedrigste, mit 100 % in der Altersgruppe 4 der höchste Wert registriert. Die Verteilung des positiven Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom Platzüberschuss in den Altersgruppen und gesamt in Prozent ist in Abb. 11 dargestellt.

**4.5.1.3. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom
vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe (SSS)**

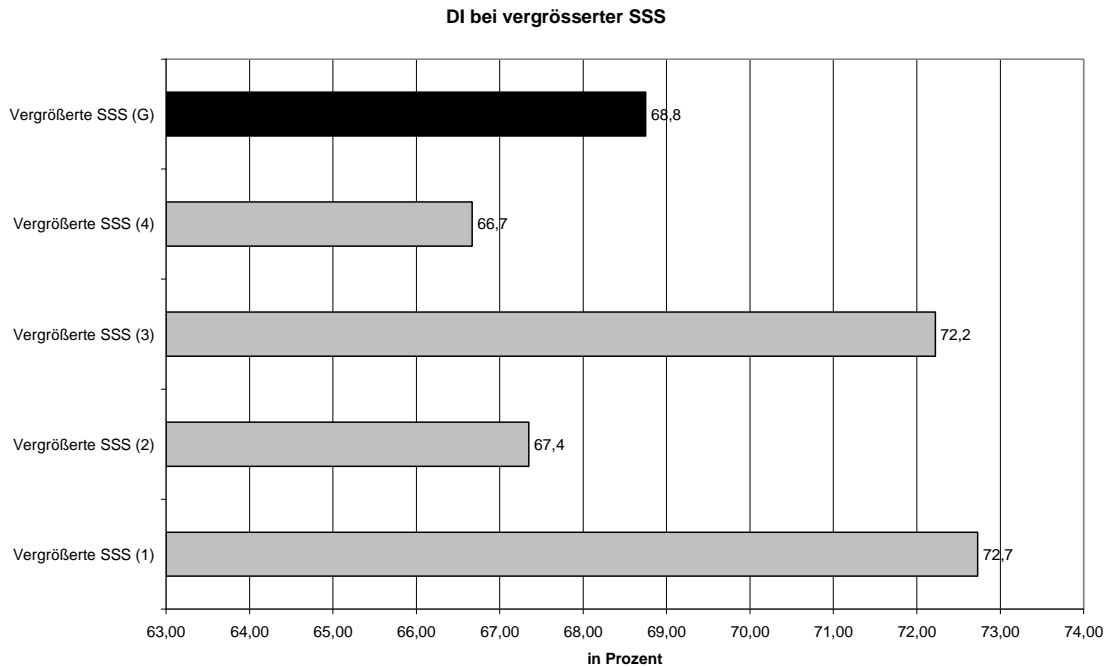


Abb. 12: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe (SSS) in den Alterkategorien und gesamt in Prozent

Abb. 12 zeigt, dass entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes in 68,8 % der Patienten mit dem Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt wurde. Mit 66,7 % wurde in der Altersgruppe 4 der niedrigste, mit 72,7 % in der Altersgruppe 1 der höchste Wert registriert.

**4.5.1.4. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom unterer
Frontzahnvorbiss**

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 73,3 % der Patienten mit dem Leitsymptom unterer Frontzahnvorbiss eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr

Befunde

als 6 Prozent ermittelt. Mit 57,1 % wurde in der Altersgruppe 1 der niedrigste, mit 100 % in den Altersgruppen 3 und 4 der höchste Wert registriert. Abb. 13 gibt die Verteilung des positiven Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom unterer Frontzahnvorbiß in den Altersgruppen und gesamt in Prozent wieder.

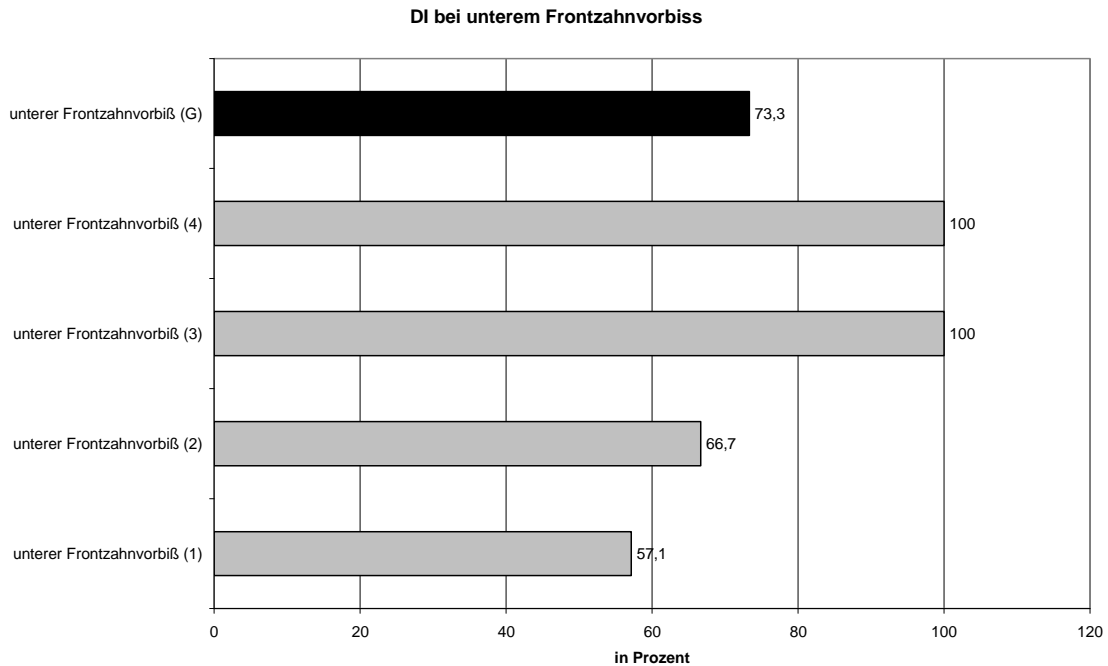


Abb. 13: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom unterer Frontzahnvorbiß in den Alterkategorien und gesamt in Prozent

4.5.1.5. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom laterale Okklusionsstörung

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions- Indexes wurde in 74,6 % der Patienten mit dem Leitsymptom laterale Okklusionsstörung eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 40 % wurde in der Altersgruppe 4 der niedrigste, mit 84,6 in der Altersgruppe 1 der höchste Wert registriert. Die Gesamtverteilung und Darstellung in den Altersgruppen des positiven Dysfunktions- Indexes für das Leitsymptom laterale Okklusionsstörung kann Abb. 14 entnommen werden.

Befunde

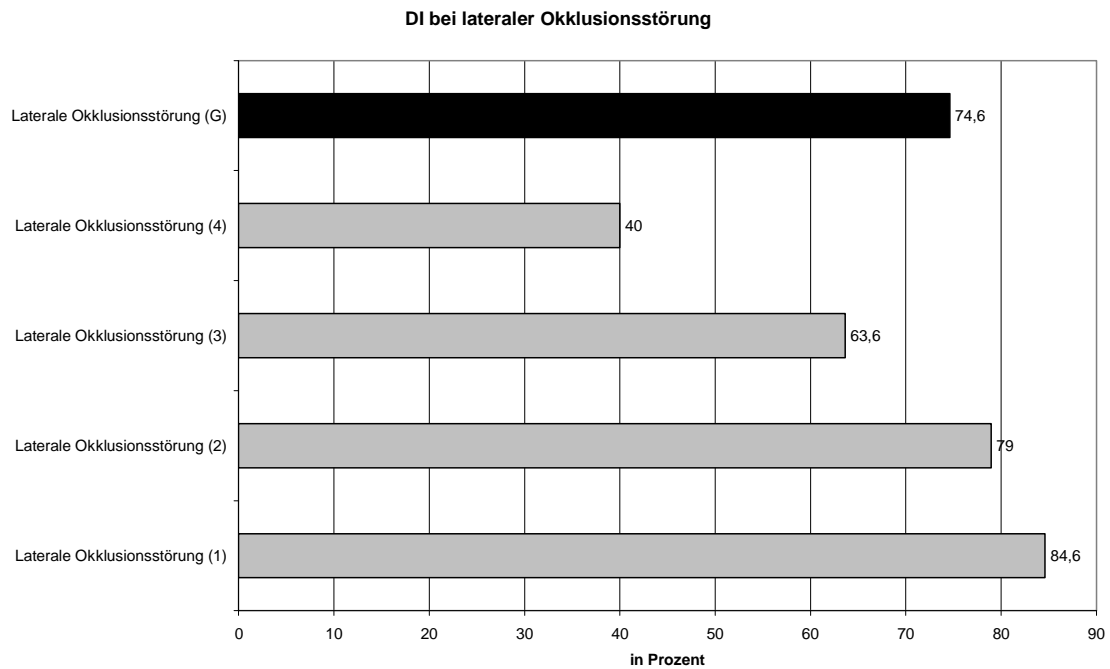


Abb. 14: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom laterale Okklusionsstörung in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

4.5.1.6. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom offener Biss

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 71,4 % der Patienten mit dem Leitsymptom offener Biss eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Keine Asymmetrie von mehr als 6 Prozent wurde in der Altersgruppe 4 ermittelt, für jeden Patienten in der Altersgruppe 1 wurde ein positiver Dysfunktions- Index (Abweichung größer als 6 Prozent) registriert. Der positive Dysfunktions- Index gesamt und in den Altersgruppen in Prozent für das Leitsymptom offener Biss ist in Abb. 15 dargestellt.

Befunde

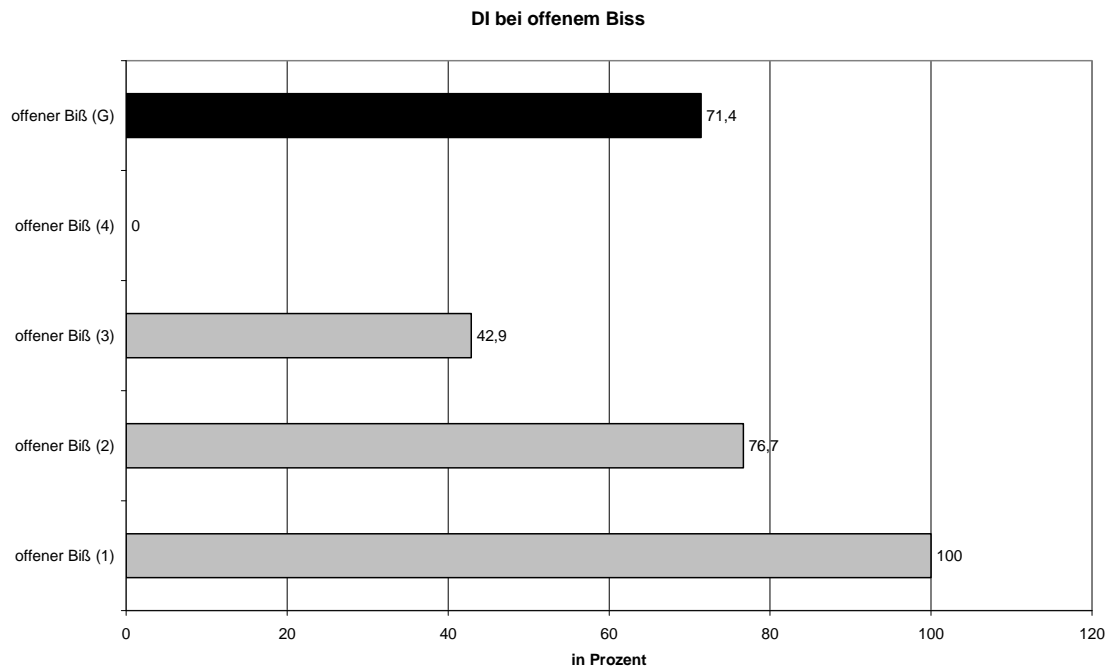


Abb. 15: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom offener Biss in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

4.5.1.7. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom

Steilstand

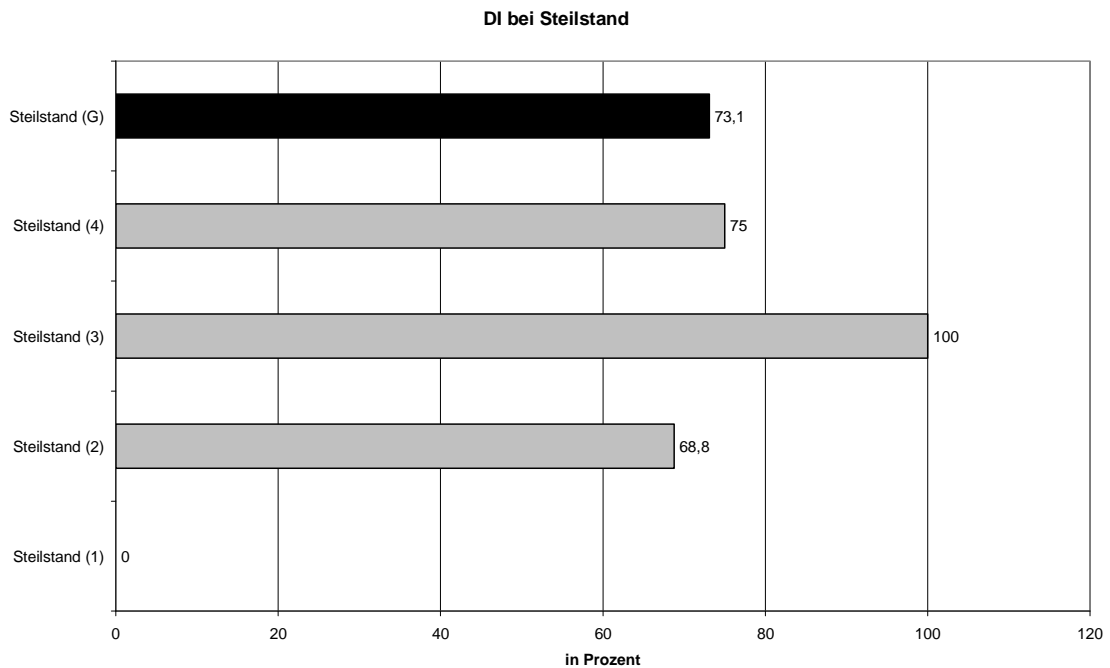


Abb. 16: Verteilung positiver Dysfunktions-Index auf das Leitsymptom Steilstand in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 73,1 % der Patienten mit dem Leitsymptom Steilstand eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt (Abb. 16). Kein Patient der Altersgruppe 1 zeigte eine Abweichung von mehr als 6 Prozent im vertikalen Symmetrievergleich. Für jeden Patienten der Altersgruppe 3 wurde ein positiver Dysfunktions-Index (Abweichung größer als 6 Prozent im vertikalen Symmetrievergleich) ermittelt.

4.5.1.8. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom falsch verzahnte Einzelzähne

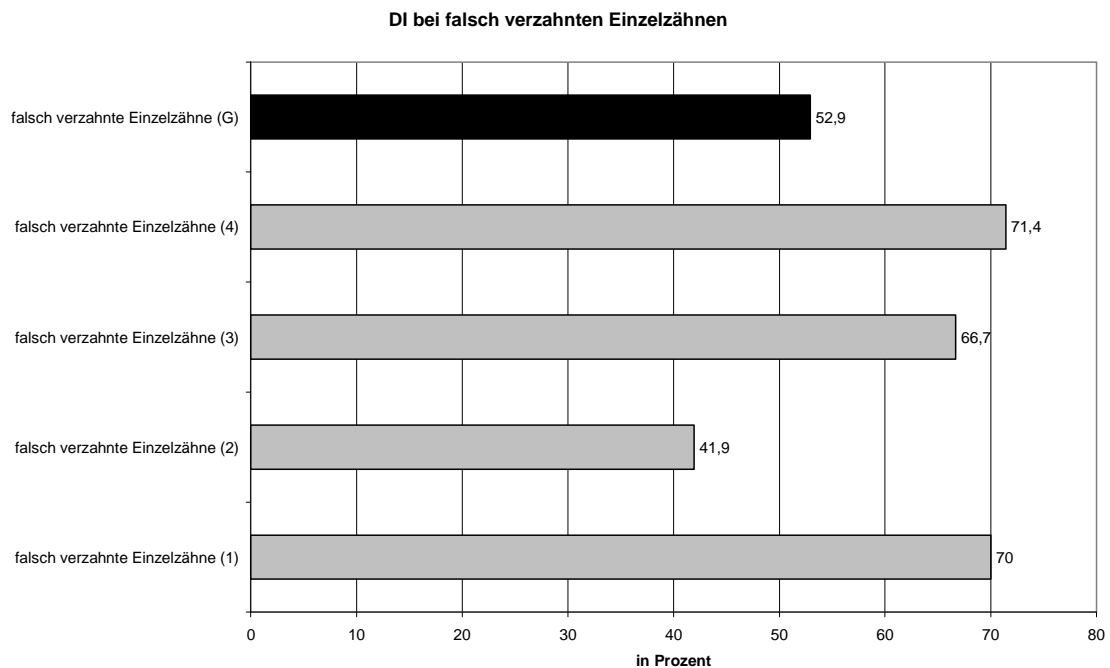


Abb. 17: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom falsch verzahnte Einzelzähne in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 52,9 % der Patienten mit dem Leitsymptom falsch verzahnte Einzelzähne eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 41,9 % wurde in der Altersgruppe 2 der niedrigste, mit 71,4 % in der Altersgruppe 4 der höchste Wert registriert (Abb. 17).

4.5.1.9. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom tiefer

Biss

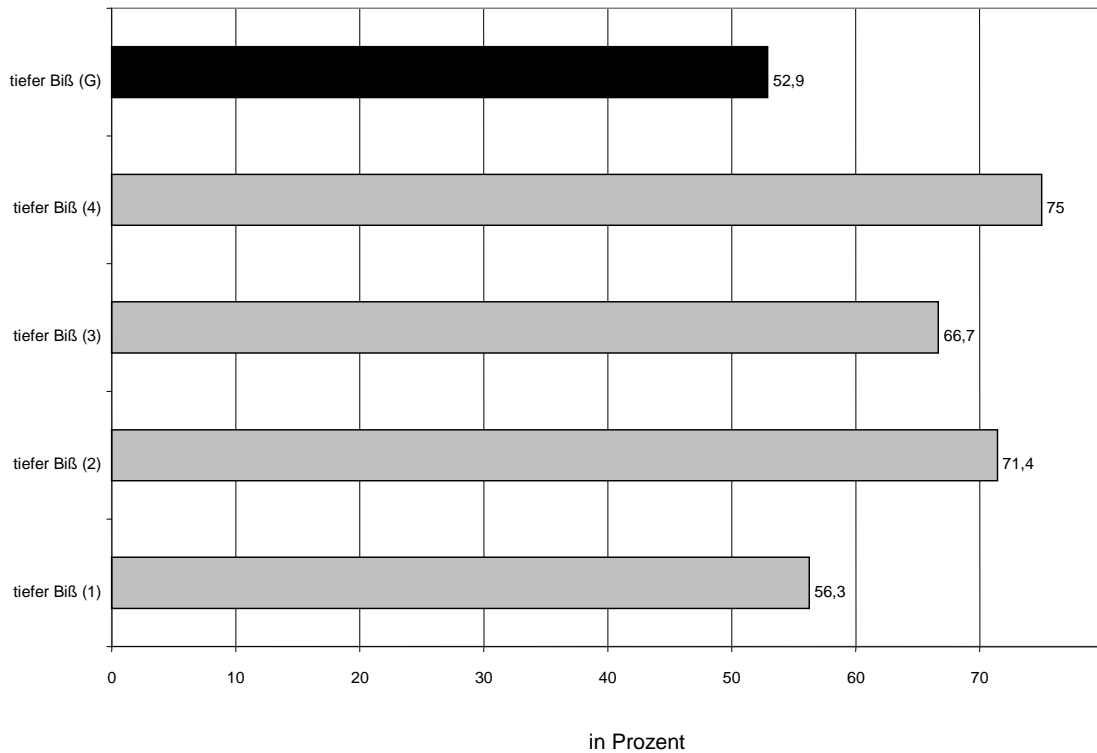


Abb. 18: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom tiefer Biss in den Alterskategorien und gesamt in Prozent

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions- Indexes wurde in 52,9 % der Patienten mit dem Leitsymptom tiefer Biss eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 56,3 % wurde in der Altersgruppe 1 der niedrigste, mit 75 Prozent in der Altersgruppe 4 der höchste Wert registriert. Die Verteilung des positiven Dysfunktions- Indexes in den Altersgruppen und gesamt für das Leitsymptom tiefer Biss ist Abb. 18 zu entnehmen.

4.5.1.10. Verteilung des Dysfunktions- Indexes auf das Leitsymptom fehlerhafte Zahnzahl

Entsprechend der angegebenen Formel zur Errechnung des Dysfunktions-Indexes wurde in 63,2 % der Patienten mit dem Leitsymptom fehlerhafte Zahnzahl eine Abweichung im vertikalen Symmetrievergleich von mehr als 6 Prozent ermittelt. Mit 20 % wurde in der Altersgruppe 1 der niedrigste, mit 87,5% in der Altersgruppe 4 der höchste Wert registriert (Abb. 19).

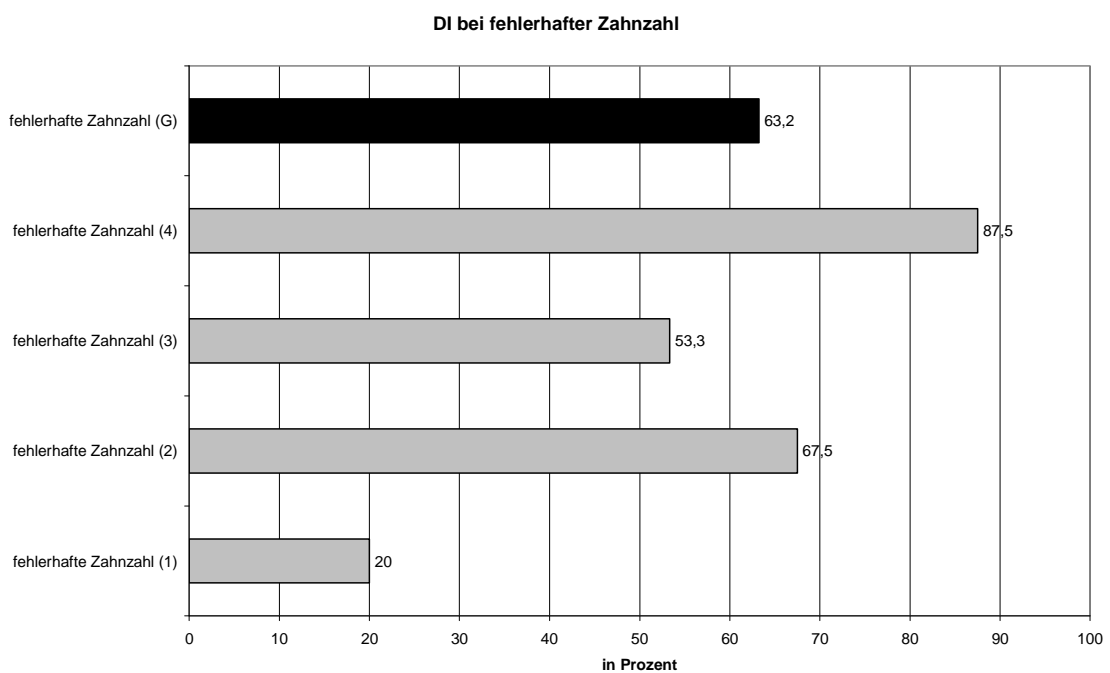


Abb. 19: Verteilung positiver Dysfunktions- Index auf das Leitsymptom fehlerhafte Zahnzahl in den Alterkategorien und gesamt in Prozent

4.6. Morphologische Veränderungen im Bereich des Kiefergelenks

Im Sinne einer primär orientierenden Diagnostik der Kiefergelenke wurde durch den Untersucher eine Beurteilung der Condylen und eine Einteilung in sechs Gruppen laut Befundblatt durchgeführt.

Folgende Varianten wurden erfasst:

Einziehungen der Fovea pterygoidea

Abflachung der Condylen

Deutliche Verkleinerung eines Condylus

Unregelmäßige Gelenkoberfläche bei erhaltener Kompakta

Randzacken im Condylenbereich

Nicht erhaltene Kompakta/ Arrosionen

Die Häufigkeit des Vorkommens dieser morphologischen Veränderungen wurde in den einzelnen Leitsymptomen bei jeweils vertikaler Symmetrieabweichung von mehr als 6 Prozent (positiver Dysfunktions- Index) untersucht. Eine Untersuchung in den jeweiligen Alterskategorien war nicht möglich, da trotz der sehr hohen Anzahl an Untersuchungsmaterial diese Spezifizierung zu kleine Altersgruppen zur Folge hätte.

4.6.1. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index in den Leitsymptomen

4.6.1.1. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Platzmangel

Mit 30 % wurden am häufigsten Einziehungen im Bereich der Fovea registriert. In 24 % trat eine Verkleinerung und in 22 % eine Abflachung eines Condylus auf. Abb. 20 zeigt die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Platzmangel in Prozent.

Befunde

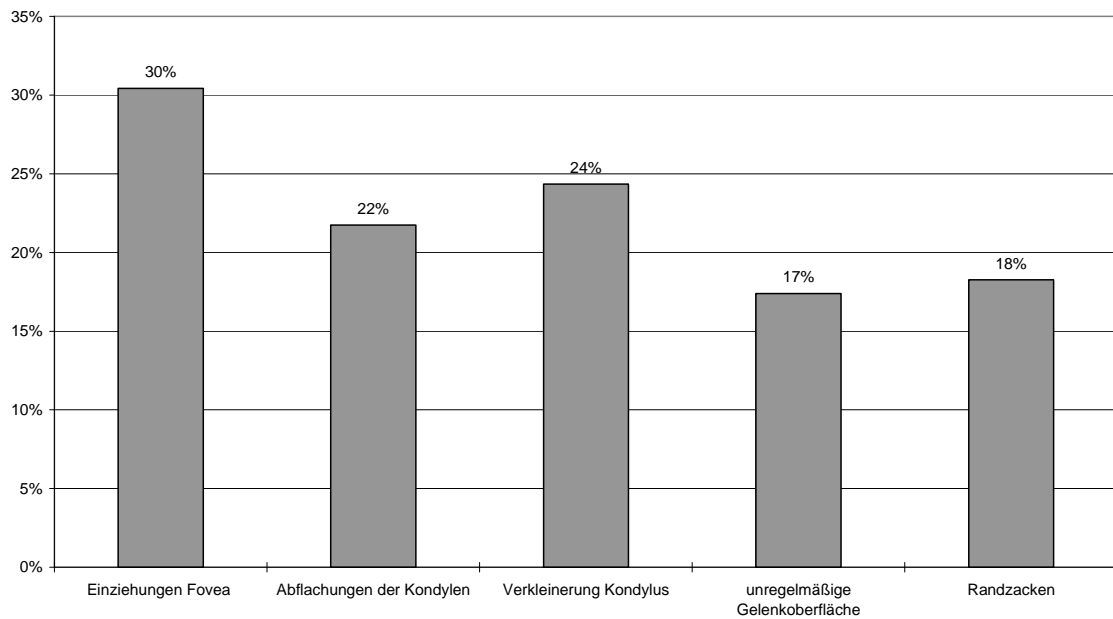


Abb. 20: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und Platzmangel in Prozent

4.6.1.2. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Platzüberschuss

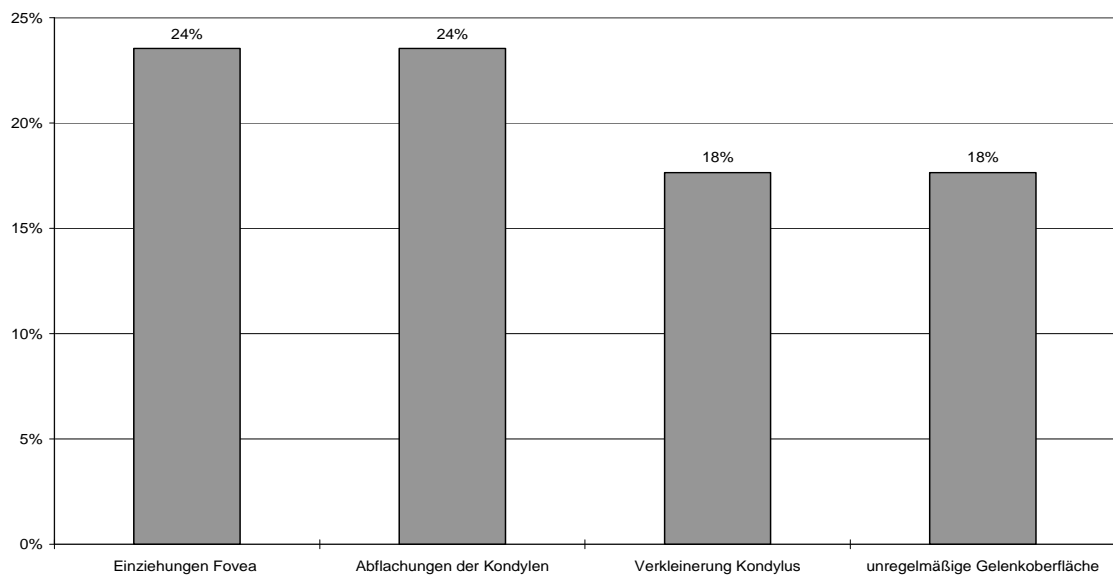


Abb. 21: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und Platzüberschuss in Prozent

Befunde

Die Untersuchung des Leitsymptoms Platzüberschuss ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit je 24 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen und Einziehungen im Bereich der Fovea. Bei je 18 % der Patienten konnten Randzacken oder eine unregelmäßige Gelenkoberfläche festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 21 dargestellt.

4.6.1.3. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und vergrößerter sagittaler Schneidekantenstufe (SSS)

Die Untersuchung des Leitsymptoms vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 30 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen. Bei jedem vierten Patienten konnten Einziehungen im Bereich der Fovea festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 22 dargestellt.

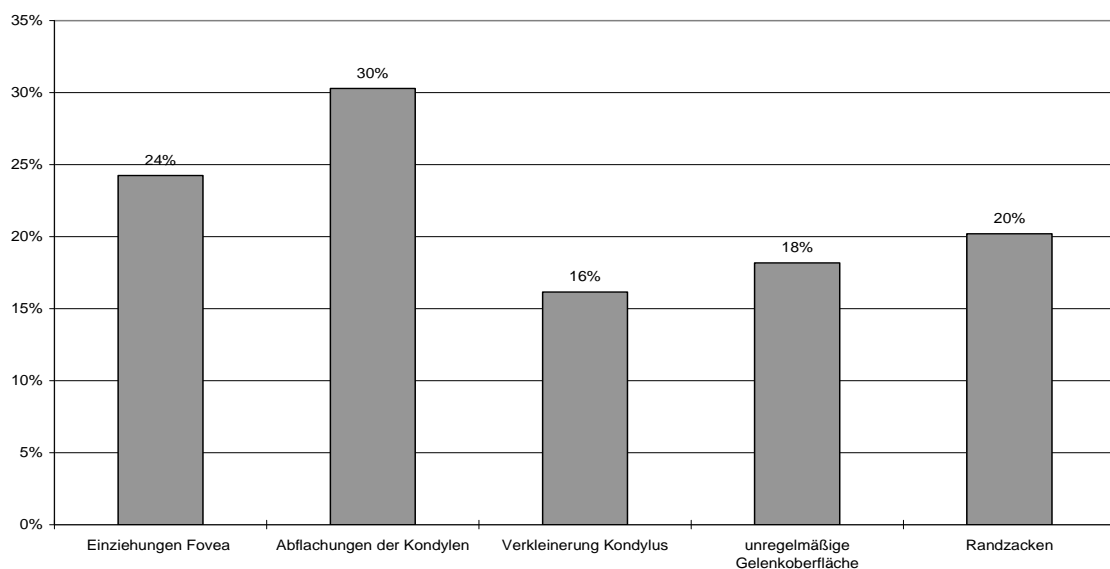


Abb. 22: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und vergrößerter sagittaler Schneidekantenstufe (SSS) in Prozent

4.6.1.4. Die Häufigkeit morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und unterem Frontzahnvorbiss

Die Untersuchung des Leitsymptoms unterer Frontzahnvorbiss ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 32 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen. In jeweils 23 % Prozent der untersuchten Patienten konnten Einziehungen im Bereich der Fovea oder die Verkleinerung eines Condylus festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 23 dargestellt.

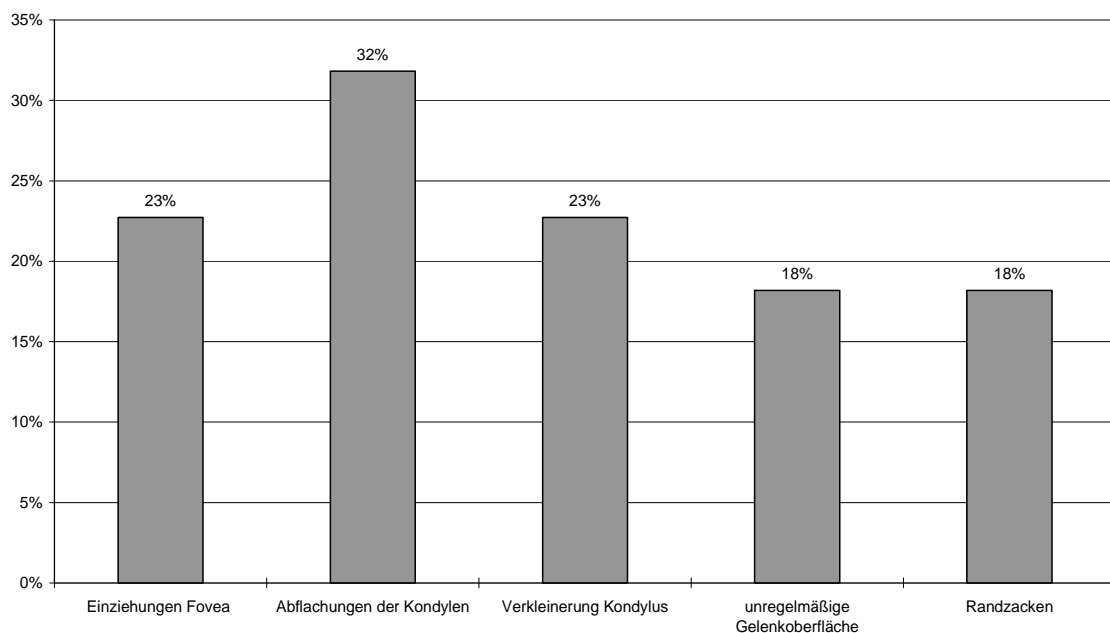


Abb. 23: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und unterem Frontzahnvorbiss in Prozent

4.6.1.5. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und lateraler Okklusionsstörung

Die Untersuchung des Leitsymptoms laterale Okklusionsstörung ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 32 % am häufigsten die Abflachung der Condylen. In 22 % der untersuchten Patienten konnten Einziehungen im Bereich der Fovea festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 24 dargestellt.

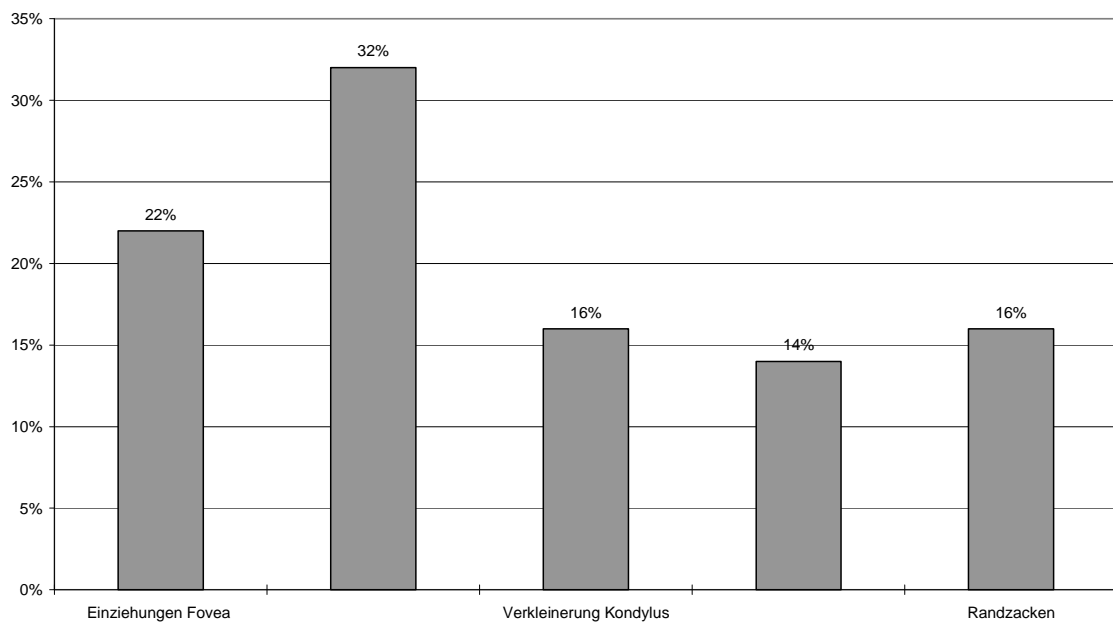


Abb. 24: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und lateraler Okklusionsstörung in Prozent

4.6.1.6. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und offenem Biss

Die Untersuchung des Leitsymptoms offener Biss ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 23 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen. Bei jedem Fünften der untersuchten Patienten konnten Einziehungen im Bereich der Fovea festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 25 dargestellt.

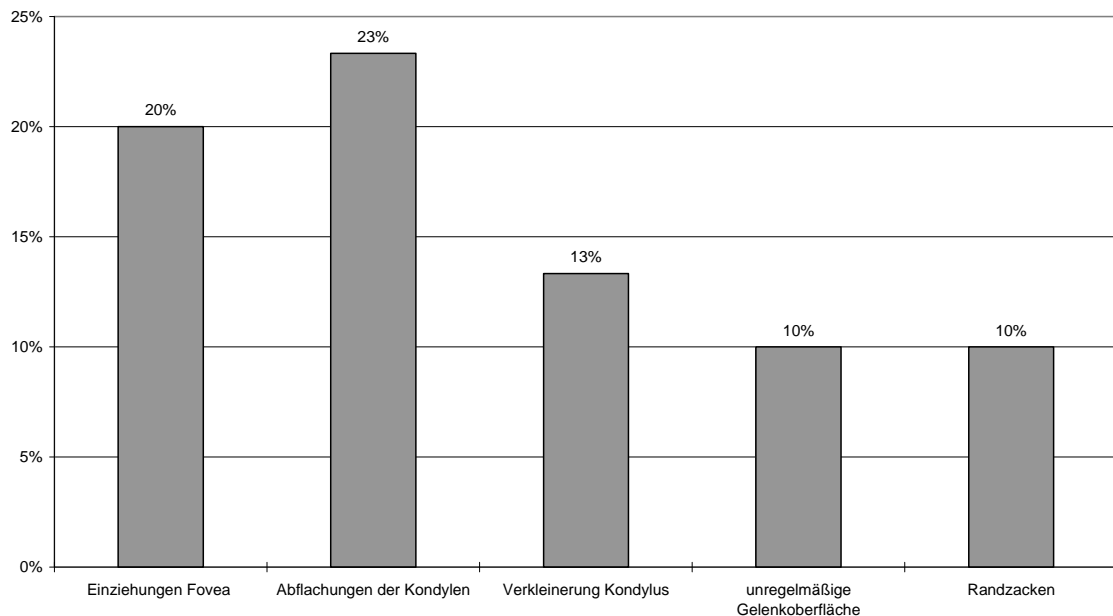


Abb. 25: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und offenem Biss in Prozent

4.6.1.7. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und Steilstand

Die Untersuchung des Leitsymptoms Steilstand ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 42 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen. Zu jeweils 37 % konnten Einziehungen im Bereich der Fovea beziehungsweise eine unregelmäßige Gelenkoberfläche festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 26 dargestellt.

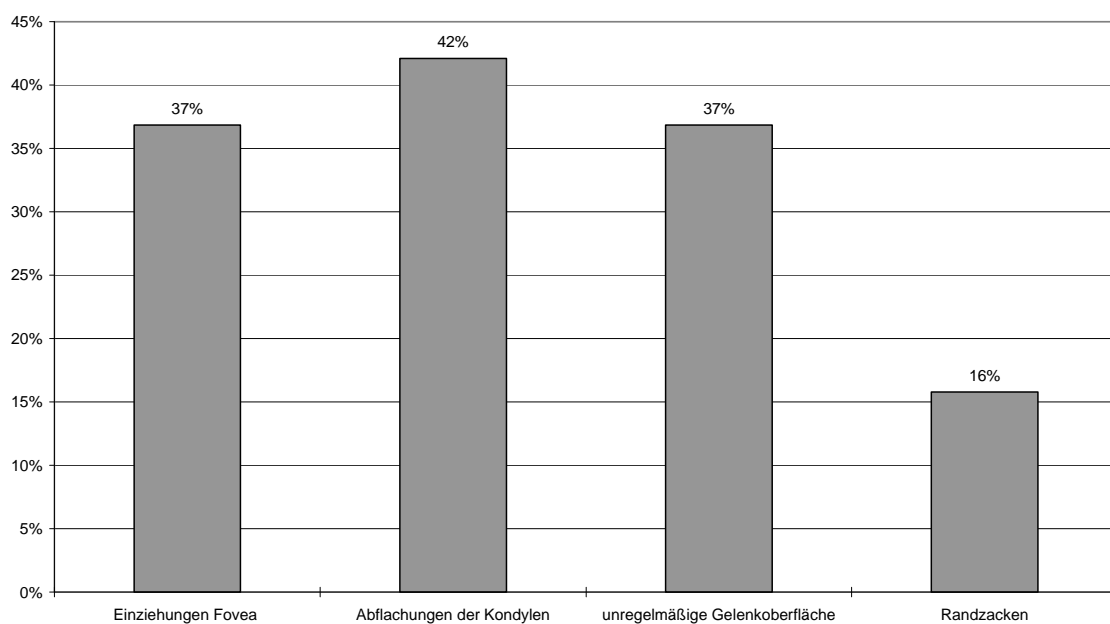


Abb. 26: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und Steilstand in Prozent

4.6.1.8. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und falsch verzahnten Einzelzähnen

Die Untersuchung des Leitsymptoms falsch verzahnte Einzelzähne ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit jeweils 26 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen beziehungsweise Einziehungen im Bereich der Fovea. In 22 % der untersuchten Fälle konnte eine unregelmäßige Gelenkoberfläche festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 27 dargestellt.

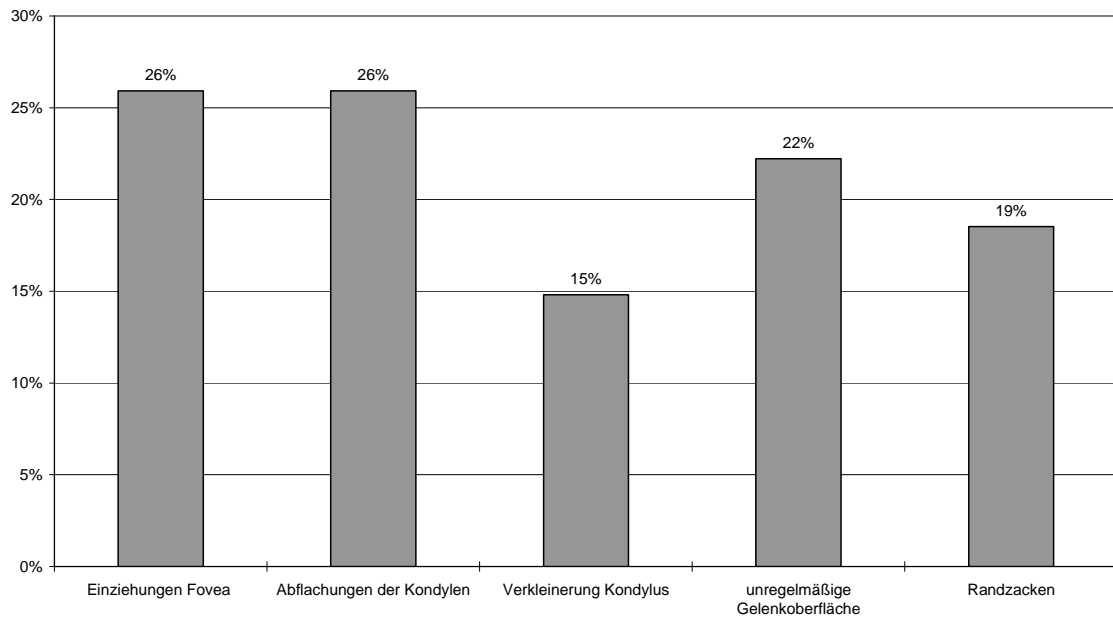


Abb. 27: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und falsch verzahnten Einzelzähnen in Prozent

4.6.1.9. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und tiefem Biss

Die Untersuchung des Leitsymptoms tiefer Biss ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 33 % am häufigsten die Abflachung der Kondylen. In 32 % der untersuchten Fälle konnten Einziehungen im Bereich der Fovea festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 28 dargestellt.

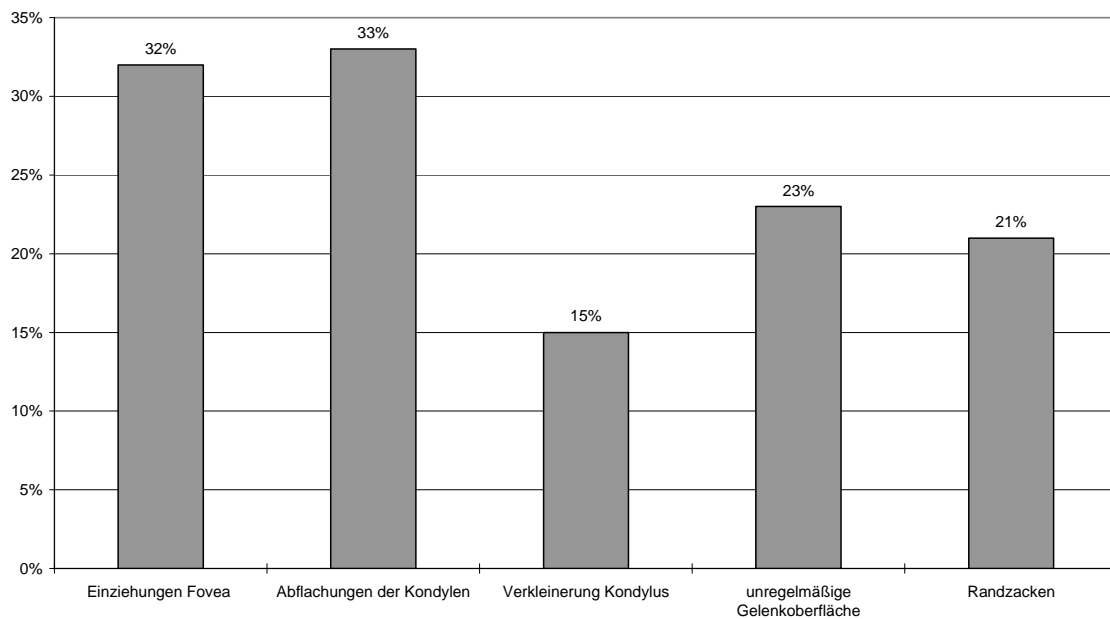


Abb. 28: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und tiefem Biss in Prozent

4.6.1.10. Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index und fehlerhafter Zahnzahl

Die Untersuchung des Leitsymptoms fehlerhafte Zahnzahl ergab unter den morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index mit 31 % am häufigsten eine unregelmäßige Gelenkoberfläche. In 28 % der untersuchten Fälle konnte die Abflachung der Kondylen festgestellt werden. Die Häufigkeit aller morphologischen Veränderungen bei positivem Dysfunktions- Index zu diesem Leitsymptom sind in Abb. 29 dargestellt.

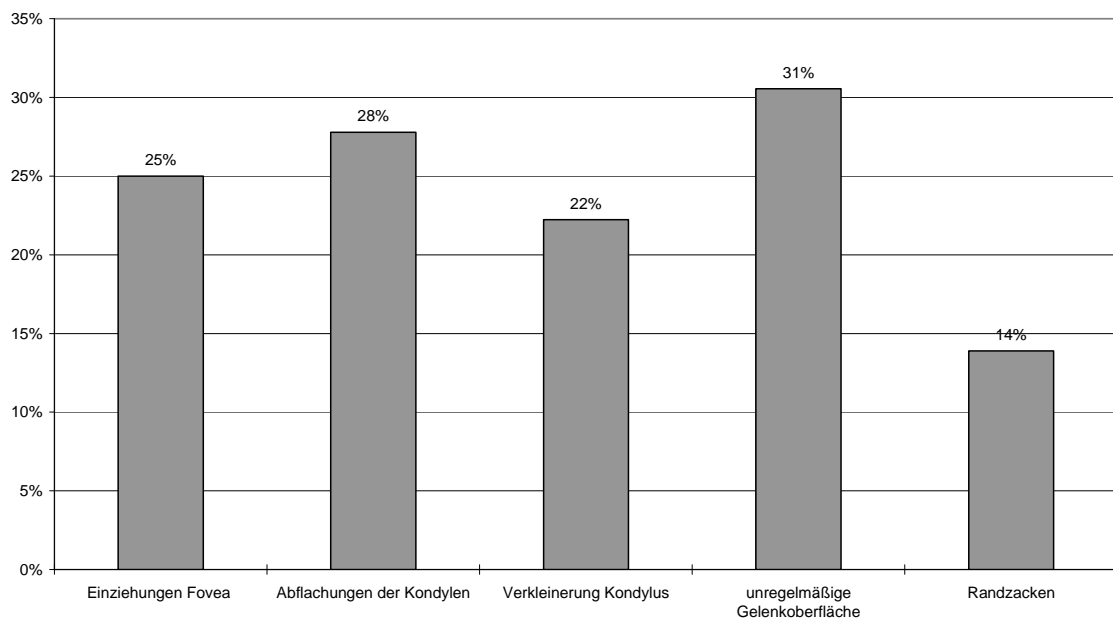


Abb. 29: Häufigkeit des Vorkommens morphologischer Veränderungen bei positivem Dysfunktions-Index und fehlerhafter Zahnzahl in Prozent

5. Diskussion

Ziel unserer Untersuchungen ist nachzuweisen, dass Panoramaschichtaufnahmen ein erweitertes Spektrum in der kieferorthopädischen Befundaufnahme und Therapieplanung liefern können.

Panoramaschichtaufnahmegeräte sind weit verbreitet in zahnärztlichen und kieferorthopädischen Praxen (Friedland 1998, Waites, Brown 1998). Die entsprechenden Aufnahmen bieten sich als Routineverfahren an. Das Verfahren entstammt der Tomographie und folgt den Prinzipien der Schichtaufnahmetechnik. Die Idee, eine Übersichtsaufnahme der Kiefer herzustellen, geht auf Numata (1933) mit der Panographie zurück. Weitere theoretische Konzepte folgten durch Heckmann (1939) und Paatero (1949). Im Jahre 1951 stellte Paatero das erste funktionstüchtige Gerät vor (Scheutzel 1989). Ebenfalls von Paatero (1958, 1961) erfunden, markiert der Orthopantomograph einen weiteren entscheidenden Entwicklungsschritt in der Geschichte der Panoramaschichteinheiten. Bis zum Erreichen der heutigen Darstellungsmöglichkeiten folgten diverse Modifikationen. Gegenwärtig beruhen Panoramaschichtverfahren auf einer Ablaufbahn des Systems mit drei beweglichen Drehzentren. Im Gegensatz zur konventionellen Schichttechnik wird bei der Panoramaschichttechnik nicht das Areal im Drehzentrum abgebildet, sondern ein drehzentrumfernes Gebiet. Weitere Besonderheiten sind der kleinere Schichtwinkel, die resultierende größere Schichtdicke von 1,5 cm bis 3 cm und die geringe Verwischung. Formell gesehen ist die Panoramaschichttechnik nicht den Tomographien, sondern den linearen Zonographien zuzurechnen. Mit modernen Panoramaschichteinheiten ist der Anspruch verknüpft, eine qualitativ hochwertige, aussagefähige Aufnahme mit einem bedienungsfreundlichen Gerät zügig und unproblematisch anzufertigen. Eine besondere Bedeutung gewinnt die Aufnahme u. a. auch aufgrund der hervorragenden Übersichtsdarstellung und der minimalen Strahlenbelastung (Hirschfelder 1983, Jung 1984, Pasler 1991, Gibbs et al. 1988). Die Hautoberfläche wird bei modernen Geräten einer Strahlendosis von ca. 20 mGy (Goldstein 1998) ausgesetzt. Für die Speicheldrüsen variiert die Strahlendosis zwischen 0,7 und 4,17 mGy. Die Belastung für die Schilddrüse wird zwischen

0,03 und 0,370 mGy angegeben (Underhill et al. 1988). Ohne Qualitätsverlust in der Detektion radioluzenter Veränderungen lässt sich die Dosis mit digitalen Geräten um 43 % reduzieren (Mc David et al. 1995, Dula et al. 1998). Die Information über das Risiko einer Panoramaschichtaufnahme ist mit dem vertrauteren Begriff der Möglichkeit von Nebenwirkungen auszudrücken. Gibbs et al. (1988) beziffern das Risiko mit weniger als 1 Nebenwirkung pro Million Untersuchungen. Das Risiko geht mit dem Alter zurück, da ältere Menschen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an unzusammenhängenden Erkrankungen sterben, bevor sich ein strahleninduzierter Tumor bilden kann.

Die Panoramaschichtaufnahme weist einen Vergrößerungsfaktor von 7- 27 % auf (Updergrave 1966, Manson- Hing 1971, Akesson et al. 1992). Sie eignet sich besonders zur Darstellung der dentoalveolären, der maxillären, der mandibulären und der kondylären Region mit Einschluss der retromaxillären und cervicalen Region. Nachteilig ist die Überlagerung der Wirbelsäule im Frontzahnbereich. Bei Informationsbedarf in dieser Region, z. B. bei Mesiodens oder Spaltbildung, sind zusätzlich Zahnfilm- oder Aufbißaufnahmen erforderlich (Fowler 1991). Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung kann die Panoramaschichtaufnahme unter anderem Angaben hinsichtlich des Vorkommens von Karies und Parodontopathien liefern. Eine exakte Beurteilung von kariösen Läsionen ist jedoch nur eingeschränkt möglich. In Kombination mit Bißflügel aufnahmen kann dennoch auf zusätzliche Zahnfilmaufnahmen verzichtet werden (Richardson 1997, Flint 1998). Ein weiterer Punkt bei der Auswertung von Panoramaschichtaufnahmen ist die Feststellung der Zahnzahl. Angaben über das Vorkommen von fehlerhaften Zahnzahlen schwanken in der Literatur erheblich und können in Zukunft wohl auch nicht erwartet werden. Ethnische Unterschiede und verschiedene Lebensbereiche können unterschiedliche Häufigkeitsangaben bedingen (Sterzig et al. 1994). Während Sterzig et al. (1994) die Häufigkeit von Aplasien mit 8,1 % beziffert, geben Bredy und Herrmann (1961) 12,8 % an. Das Vorkommen von Oligodontien (nach Schulze mehr als vier Nichtanlagen) beläuft sich auf 0,7 % bei männlichen und 0,6 % bei weiblichen Patienten. Angaben über den Geschlechtsdimorphismus schwanken ebenfalls. In der Untersuchung von Sterzig et al. (1994) sind bei der Hypodontie weibliche Patienten 1,5 mal häufiger betroffen. Kein Geschlechterunterschied findet sich in den

Untersuchungen von Godt und Greve (1980) sowie Roth und Hirschfelder (1990).

Im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung liefert die Panoramaschichtaufnahme außerdem Angaben in Bezug auf Formanomalien von Zahnkeimen, die Bestimmung des Zahnalters, die vertikale Position der Zahnkeime und Seitenverschiedenheiten in der Zahnreife. Die Beurteilung der Keimlage beinhaltet das Erkennen von verlagerten Zähnen und eine Bewertung der Anlage der dritten Molaren. Für die Diagnostik von Dentitionsstörungen ist das Dental-CT der Orthopantomographie deutlich überlegen. Gleiches gilt für die Beurteilung der Ausdehnung der Kieferhöhle, die Ermittlung der Relation der Zahnwurzel zur Kieferhöhle, das Erkennen von Wurzelresorptionen durch verlagerte Zähne (Hirschfelder, Hirschfelder 1993). Der relativ hohe Arbeits- und Zeitaufwand bei der Bildrekonstruktion und der Kostenfaktor limitieren derzeit jedoch noch den routinemäßigen Einsatz dieser Untersuchungsmethode. Der wesentlichste Nachteil der computertomographischen Panoramadarstellung zeigt sich in der eingeschränkten Gesamtübersicht des Gebisses. Kiefergelenke und Kieferwinkel werden bei der Anwendung des Dental-CT nicht routinemäßig abgebildet. Um einen umfassenden Überblick über morphologisch-strukturelle Befunde in den zahntragenden Abschnitten und im Bereich des Kieferkörpers zu gewinnen, sind bei dieser Aufnahmetechnik bis zu sieben Panoramadarstellungen zu analysieren. Vorläufig scheint daher der Wert der Panoramaschichtaufnahme als Standarduntersuchungsmethode für die täglichen Belange in Klinik und Praxis unumstritten. Castella et al. (1998) stellen den besonderen Wert der Panoramaschichtaufnahme bezüglich der Beurteilung der Impaktion der dritten Molaren dar. Sie eignet sich zu Diagnosezwecken und zur Beurteilung der weiteren Zahnentwicklung. Häufig werden Germektomien zu einem Zeitpunkt durchgeführt, an dem die Impaktion der Weisheitszähne nicht sicher diagnostizierbar ist. Aussagen zum Durchbruch der dritten Molaren werden meist ohne Anwendung von Messverfahren getroffen.

Die Frage der Eignung der Panoramaschichtaufnahme für funktionsdiagnostische Zwecke wird durchaus kontrovers diskutiert. Aufgrund der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse kann in den meisten Fällen eine vorläufige Arbeitsdiagnose erstellt werden. Unter dem Aspekt funktioneller

Leitsymptome ist eine Einteilung in dento- okklusale, okklusio- artikuläre, myogene, arthrogene, neurogene und „cervicogene“ Dysfunktionen möglich. Arthrogene Funktionsstörungen können auf Veränderungen der Lage und Form der intraartikulären Weichgewebe und auf Veränderungen der Hartgewebsmorphologie und –topographie beruhen. Dies erschwert die klinische Diagnostik. Ergänzend scheinen bildgebende Verfahren geeignet, die sowohl pathologische Formänderungen des Gelenkkopfes und der Gelenkpfanne darstellen, als auch eine Aussage über den Zustand der intraartikulären Weichgewebe sowie der okklusionsbedingten Fehlstellungen der Hartgewebe zueinander im Sinne einer Positionsdiagnostik ermöglichen. Es bieten sich röntgenologische (Paatero 1952, Updegrave 1972) und computergestützte bildgebende Verfahren wie die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie an. Die Panoramaschichtaufnahme wurde vielfach zur Beurteilung der Kiefergelenkstrukturen diskutiert. Sie eignet sich für eine primär orientierende Diagnostik (Bauer et al. 1995). Die Aufnahme sollte mit leicht geöffnetem Mund erfolgen, um Überlagerungen von Fossa und Kondylusstrukturen gering zu halten. Bauer et al. (1995) beschreiben als mögliche Kriterien zur Beurteilung dieser Region die Form der Condylen, die Beschaffenheit der Oberflächenkompakta sowie die Größe der Kiefergelenkköpfe im Seitenvergleich. Ein wichtiges Kriterium zum Ausschluss falsch positiver Befunde ist die exakte Kopfpositionierung bei Anfertigung der Aufnahme. Veränderungen der Schädelposition beeinflussen das radiologische Bild der Kiefergelenke beträchtlich (Ruf, Pancherz 1995). Sie können eine Abflachung und Randzackenbildung am vorderen Condylusrand, eine Abnahme der Gelenkspaltbreite und eine Rechts- Links- Asymmetrie der Gelenke vortäuschen. Eine Anteinklination des Schädels lässt die Condylen in der Darstellung höher erscheinen. Positionierungshilfen an den Geräten lassen grobe Fehler bei der Einstellung des Patienten in das Gerät als unwahrscheinlich erscheinen. Es soll an dieser Stelle betont werden, dass die Befunde aus der Panoramaschichtaufnahme, gerade bei der Beurteilung der Kiefergelenkstrukturen, nur einen Aspekt in der Diagnostik von Funktionsstörungen darstellen und die Symptomatik kranio-mandibulärer Dysfunktionen sehr facettenreich ist (Kopp et al. 2000). Vor allem bei klinisch unauffälliger Symptomatik sind Hinweise auf degenerative Kiefergelenkerkrankungen

(Lückerath et al. 1988) in der Panoramaschichtaufnahme wertvoll und sollten Anlass geben, weiterführende funktionsdiagnostische Maßnahmen, zum Beispiel vor einer kieferorthopädischen Behandlung, einzuleiten. Bei bis zu 90 % der symptomfreien Patienten werden auffällige röntgenologische Befunde erhoben (Muir und Goss 1990). Aus Panoramaschichtaufnahmen und Tomogrammen abgeleitete Befunde stimmen bei 60- 70% der Gelenke überein (Bezuur et al. 1989, Ludlow et al. 1995). Häufig spiegelt das röntgenologische Erscheinungsbild nicht den funktionellen Zustand der Gelenke wider (Pullinger et al. 1990). Klinische Symptome sind ebenfalls nicht zwingend assoziiert (Pereira et al. 1994). Um Schädelstrukturen im Rahmen von Diagnostik und Therapieplanung im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung zu beurteilen, ist das Fernröntgenseitenbild zum gegenwärtigen Zeitpunkt das Mittel der Wahl. An dreidimensionalen Analyseverfahren zur Erfassung der Oberflächenmorphologie des Gesichtes wird intensiv gearbeitet, die Erprobung des Verfahrens in der Praxis und das Fehlen vergleichbarer Daten lassen den täglichen Einsatz der Methode aber erst in einigen Jahren zu. Messungen an Panoramaschichtaufnahmen wurden mit der Entwicklung des Verfahrens auf vielfältige Art durchgeführt und die Ergebnisse mit anderen bildgebenden Verfahren und Röntgenaufnahmen verglichen. Strukturelle Seitenunterschiede des Unterkiefers werden in der Panoramaschichtaufnahme genauer als im Fernröntgenseitenbild erkannt (Reinhardt, Reinhardt 2001). Winkelmessungen an beiden Röntgenaufnahmeverfahren führen zu vergleichbaren Werten. Vertikale Strecken werden in der Panoramaschichtaufnahme um 18-21 % vergrößert dargestellt (Larheim und Svanaes 1986). Dabei sind Verzerrungseffekte abhängig von der Positionierung des Patienten (Tronje et al. 1981). Habets et al. (1987) stellten als erste eine Methode vor, Asymmetrien in einer Panoramaschichtaufnahme zu ermitteln. Dieser Index wurde in verschiedenen Studien und klinischen Untersuchungen angewendet (Athanasiou 1989, Bezuur et a. 1989, Schokker et al. 1990, Miller et al. 1994). Kjellberg et al. (1994) verwenden für die Berechnung des Asymmetrie- Indexes andere Referenzpunkte. Durch Berechnung des Quotienten aus Condylushöhe zu Mandibularhöhe beziehungsweise Condylushöhe zu Ramushöhe je Seite erlaubt der Seitenvergleich der Quotienten eine Aussage über asymmetrische Verhältnisse in den aufsteigenden Ästen. Der Asymmetrie- Index nach Hansson

(Habets 1987) errechnet sich nach der Formel $((R-L)/(R+L)) \times 100\%$. R und L stehen für die rechte und linke Seite. Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Formel ist die Vermeidung grober Positionierungsfehler bei Anfertigung der Aufnahme. Besonderen Wert kommt der Ausrichtung des Kopfes gemäß der Frankfurter Horizontalen im Röntgengerät zu. Um die Anwendbarkeit des Indexes in der Praxis zu belegen, führten Habets et al. (1987) eine Reihe von Versuchen durch. Das Ausmaß resultierender Verzerrungseffekte bei Positionsänderung der darzustellenden Strukturen war festzustellen. Es wurden neun Panoramaschichtaufnahmen eines menschlichen Unterkieferkörpers in definierten unterschiedlichen Positionen angefertigt und hinsichtlich der vertikalen Verzerrungseffekte ausgewertet. Bei einer Positionsänderung gegenüber der Ausgangssituation von weniger als 10 mm war eine vertikale Differenz zwischen rechter und linker Seite von weniger als 6 % festzustellen. Diese Werte wurden vielfach bestätigt, erst Differenzen über 6 % können bei Anwendung des Dysfunktion-Indexes nach Hansson (Habets et al. 1987) als ein Zeichen für das Vorkommen einer kranio-mandibulären/ kraniozervikalen Dysfunktion angenommen werden. Es gibt zwei Hypothesen, wie sich Asymmetrien im Bereich des aufsteigenden Unterkieferastes entwickeln können. Die erste geht davon aus, dass diese Asymmetrien im Rahmen der sich ständig verändernden Morphologie bilden (Costa, 1986). Nach Odegaard (1970) sollte die Vorhersage des Unterkieferwachstums vor allem auf der Morphologie der Mandibula beruhen. Zur Bestimmung der Condylenwachstumsrichtung sollte unter anderem der Kieferwinkel berücksichtigt werden, da zwischen Kieferwinkel und Richtung des Condylenwachstums eine enge Korrelation besteht. Die zweite Hypothese stellt den mechanischen und funktionellen Bezug her. Die sich übertragenden Kaukräfte stehen demnach in direktem Zusammenhang mit der Condylusgröße (Mongini et al. 1981). Für alle Gelenke gilt, dass die Muskulatur die Gelenke bewegt und die Gelenkposition festlegt. Die Ausnahme stellt das Kiefergelenk dar. Auch das Temporomandibulargelenk wird durch die Muskulatur bewegt, aber die finale Position, das heißt die maximale Interkuspitation, wird durch den Kontakt der oberen und unteren Zähne, also der Okklusion eindeutig determiniert. Die Muskulatur kann nur den Kieferschluss herbeiführen, die Gelenkposition wird durch die Zähne bestimmt. Geringste Okklusionstörungen können bereits sowohl lokale als auch periphere Störungen

auslösen (Kubein- Meesenburg et al. 2007, Fanghänel, Gedrange 2007). Kobayashi und Hansson (1988) zeigten in ihrer Untersuchung, dass die Erhöhung an einem Zahn im Gebiss um 0,1 mm statistisch relevante Veränderungen im Hormonhaushalt auslöst. Lange Zeit galt die retrale Scharnierachsenposition als die einzig korrekte und reproduzierbare Condylenposition. Farrar (1978) war einer der Ersten, der eine weiter anteriore Condylenposition vertrat. Dieser Ansicht folgten unter anderem Ricketts (1966) und Gelb (1994). Rocabado et al. (1982) definieren die korrekte Condylenposition in einer „loose packed position“. Die Okklusion ist dann gelenkprotektiv gestaltet, in statischer als auch in dynamischer Okklusion werden keine auf das Kiefergelenk retrusiv wirkenden Kräfte weitergeleitet. Okklusale Kräfte, die retrusiv auf das Kiefergelenk einwirken, stören die Energie- und Sauerstoffzufuhr des Gelenkes, da diese über die bilaminäre Zone erfolgt. Im weiteren Verlauf werden der meniskotemporale und der meniskocondyläre Bandapparat zerstört. Infolge dessen kommt es zur irreversiblen Verlagerung des Condylus und des Diskus. Muskeln, die entgegen der Wirkung retrusiver Kräfte arbeiten, werden geschädigt. Liegt eine Zahn- oder Kieferfehlstellung vor, melden die Rezeptoren der Kiefergelenke bei jedem Zusammenbeißen eine Störung. Die Kiefergelenke sind somit prädisponiert für die Initiierung chronischer Reizüberflutung (Schupp 2000). Die korrekte Einstellung der Condylenposition ist aufgrund des unmittelbaren Einflusses durch das Kiefergelenk auf die Funktion des Os temporale von besonderer Bedeutung. Hierbei ist die exakte Einstellung der vertikalen Position rechts und links von besonderer Bedeutung und der sagittalen Einstellung übergeordnet. Plato und Kopp (1999) fanden in Untersuchungen, dass alle chronischen Schmerzpatienten mit den Diagnosen atypischer Gesichtsschmerz und chronischer Kopfschmerz Dysfunktionen im Bereich der Kiefergelenke und der Okklusion aufwiesen. 85% der chronisch kranken Patienten mit Schmerzen im Bereich des Nackens wiesen Dysfunktionen im kranio-mandibulären System auf. 50% der Patienten mit tiefem Kreuzschmerz litten an einer kranio-mandibulären Dysfunktion. Findet der Behandler bei der Untersuchung Dysfunktionen und/oder Schmerzen der Kiefergelenke, so sollte er daran denken, dass durch das Kiefergelenk als primäres Läsionsgelenk Schmerzen in anderen Körperregionen ausgelöst und unterhalten werden können. Bei chronischen

Kiefergelenksdysfunktionen sind die Symptome häufig nicht oder nur sehr schwer zu erkennen und nicht ausschließlich am Kiefergelenk zu diagnostizieren. Klinisch ist häufig auffällig, dass Patienten mit kranio-mandibulärer Dysfunktion unilaterale Beschwerden aufweisen (Hansson et al. 1983). Ihr Vorliegen ist visuell schwer darstellbar. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen condylärer Asymmetrie und muskulären und arthrotischen Schmerzzuständen. Bei 78 % der Patienten mit myogenen Schmerzen und bei 57 % der Patienten mit arthrogener Schmerzursache wurde eine condyläre Asymmetrie festgestellt (Bezuur et al. 1989). Habets et al. (1989) beschreiben in einer Untersuchung den Zusammenhang zwischen morphologisch auffälligen Befunden aus Tomogrammen im Kiefergelenkbereich und condylärer Asymmetrie, welcher mit Hilfe des Dysfunktions-Indexes nach Hansson (1987) in der Panoramaschichtaufnahme festgestellt wurde. Mit der Zunahme von Befunden aus den Tomogrammen ist eine Abnahme der Häufigkeit condylärer Asymmetrien und des Patientenalters verbunden. Kiefergelenkschmerz kann im ZNS als Kopfschmerz identifiziert werden (Okesson 1996, Travell, Simons 1983). Zwischen Kopfschmerz und kranio-mandibulären Dysfunktionen besteht ein enger Zusammenhang (Magnusson 1981, Forsell et al. 1985, Schokker 1989).

Mit Behandlung der kranio-mandibulären Dysfunktion wird auch die Häufigkeit des Auftretens von Kopfschmerz reduziert. Patienten mit einseitigem Kopfschmerz haben häufig klinisch feststellbare Gesichtsasymmetrien. Bei diesen Patienten kann ebenfalls eine condyläre Asymmetrie in der Panoramaschichtaufnahme ermittelt werden. In der Ätiologie des Kopfschmerzes spielen asymmetrische Belastungen eine wichtige Rolle. Klinische Untersuchungen und röntgenologische Befunde liefern Ergebnisse, mit denen morphologische Variationen des Schädels und der Kiefer untersucht werden können (Schokker 1992). Der hohe Anteil an Migränepatienten mit condylärer Asymmetrie wird von Moss (1988) als ein Zusammenhang zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen und Migräne gewertet. Er vermutet ein strukturell muskuläres Ungleichgewicht als Ursache für das Auslösen von Migräne. In der neurologischen Praxis von Pinctus und Tucker werden Kopfschmerzen als Folge von Kiefergelenkstörungen am häufigsten behandelt (Hasselt 1990). Angaben über das Vorkommen kranio-mandibulärer

Dysfunktionen variieren sehr stark. Gleiches gilt für das Auftreten von Zahn- und/oder Kieferfehlstellungen. Jämsä et al. (1988) stellten bei Kindern im Alter von fünf Jahren einen Anteil von 44,9 Prozent Dysgnathieträger fest. Dieser Anteil stieg bis zur Altersgruppe der Fünfzehnjährigen auf 77,6 Prozent an. Interessanterweise blieb der Anteil von Dysgnathieträgern mit kranio- und mandibulärer Dysfunktion annähernd gleich. Er lag im Durchschnitt bei 43 %. Klinische Nachuntersuchungen von Kranken mit Kopf- und Nackenbeschwerden wiesen in einer Studie von Kirverskari (1991) 92 Prozent der Patienten als Patienten mit unbehandelter kranio- und mandibulärer Dysfunktion aus. Diese Patienten sind im Vergleich zum Durchschnitt 1,5 mal häufiger pro Jahr krank. Dies stellt die gesellschaftliche Relevanz kranio- und mandibulärer Dysfunktionen eindrucksvoll dar. Möglichkeiten der interdisziplinären und integrativen Zusammenarbeit mit Manualmediziner, Kinderärzten und Krankengymnasten müssen erarbeitet werden.

Was kann die Panoramaschichtaufnahme in Rahmen der Diagnose und Behandlungsplanung leisten? Diese Frage wurde während meiner Zeit als Weiterbildungsassistent der Poliklinik für Kieferorthopädie der FSU Jena im Kollegenkreis häufiger diskutiert und wurde zum initialen Ereignis für die vorliegende Arbeit. Zentraler Punkt dieser Arbeit war die Überlegung, die diagnostischen Möglichkeiten der Panoramaschichtaufnahme durch die Untersuchung weiterer funktioneller und morphologischer Zusammenhänge zu ergänzen und deren Vorkommen an einer großen Patientenanzahl zu untersuchen. Durch die Erfassung des Dysfunktions-Indexes nach Hansson (1987) und eine primär orientierende Diagnostik der Kiefergelenke war die Eignung der Panoramaschichtaufnahme als Screeningverfahren zur Prävention kranio- und mandibulärer Dysfunktionen zu prüfen. Im Rahmen einer Teilstudie an 311 Patientenfällen mit chronischer Cephalgie, das heißt länger als drei Monate und mehr als ein Mal pro Woche Kopfschmerz bewertet mit größer Fünf auf einer visuellen Analogskala, unabhängig von der Klassifikation nach Okeson (1996), wurde der Zusammenhang zwischen einer Dysgnathie, also einer Zahn- und Kieferfehlstellung und Cephalgie im Sinne einer funktionellen Störung in verschiedenen Altersgruppen untersucht. Zu diesem Zweck wurden folgende Altersgruppen definiert:

1. Gruppe : 6- 9 Jährige
2. Gruppe : 10- 14 Jährige
3. Gruppe : 15-19 Jährige

Um die zu untersuchenden Gruppen nicht zu stark zu verkleinern, wurde auf eine geschlechtsspezifische Unterteilung verzichtet. Dies ist aus meiner Sicht vertretbar, da mit dieser Arbeit die Eignung des Dysfunktions- Indexes als Screeningverfahren zur Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen untersucht werden soll. In den ersten beiden Gruppen scheint das Auftreten einer Cephalgie nicht unmittelbar an das Vorkommen einer Dysgnathie gebunden zu sein. Dennoch fällt auf, dass in der Gruppe der 10-14 Jährigen bereits jeder fünfte Patient Dysgnathieträger mit entsprechender Schmerzsymptomatik ist. Sehr deutlich fallen die Untersuchungsergebnisse in der Gruppe der 15-19 Jährigen aus. Ausschließlich Patienten mit einer Zahn- und/oder Kieferfehlstellung leiden an einer Cephalgie. Okeson (1996) beschreibt in einer seiner Arbeiten, dass der Schmerz des Kiefergelenkes im ZNS als Kopfschmerz erkannt wird. Zwischen Kopfschmerz und kranio-mandibulären Dysfunktionen besteht ein enger Zusammenhang (Magnusson 1981, Forsell 1985, Schokker 1989). In einer Doppelblindstudie konnte Forsell (1985) nachweisen, dass nach der Behandlung der kranio-mandibulären Dysfunktion auch das Auftreten von Kopfschmerz reduziert werden konnte. Das Vorkommen rezidivierender Kopfschmerzen bei Patienten mit kranio-mandibulärer Dysfunktion wird von Schupp (2000) mit 70-85 % angegeben. Bei 10 % der Kinder kann eine Migräne diagnostiziert werden. Demgegenüber sind seinen Angaben zu folge nur 20 % der „Normalbevölkerung“ von rezidivierenden Kopfschmerzen betroffen. Wenn wir im Sinne der Prävention von kranio-mandibulären Dysfunktionen tätig werden, müssen wir im Ergebnis deutlich vor Beginn der späten Wechselgebissphase Patienten mit Symptomen einer kranio-mandibulären Dysfunktion erkennen und einer kausalen Therapie zuführen. Gestützt wird diese Aussage durch die Erkenntnis, dass nur im Anfangsstadium, gerade bei Kindern im Alter von 5- 9 Jahren, sich Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion mit Sicherheit erfolgreich behandeln lassen (Kopp et al. 2000). Es sind Kenntnisse

erforderlich, welche Dysgnathien besonders häufig im Zusammenhang mit Symptomen kranio-mandibulärer Dysfunktionen stehen.

5.1. Verteilung der Dysgnathien nach Leitsymptomen

Die Nomenklatur der Einteilung von Zahn- und Kieferfehlstellungen ist vielschichtig. Wir verwenden die Einteilung nach Leitsymptomen. Sie stellen metrisch erfassbare und damit vergleichbare Morphologiekriterien dar. Auch wenn mehrere Leitsymptome bei einem Patienten anzutreffen sind, bleibt ein Leitsymptom bestimmend für die Therapie. Bei der Erfassung der Häufigkeit der Leitsymptome in der Gesamtgruppe konnte festgestellt werden, dass jeder fünfte Patient das Leitsymptom Platzmangel als Hauptursache für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung aufwies. Im Folgenden wurden das Leitsymptom tiefer Biss und vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe zu jeweils 19 % erfasst. Skandinavische Studien (Laine 1984, Kirverskari 1991) beziffern das Auftreten von Platzmangel mit 17 %, es folgen Zahn- und Kieferfehlstellungen der Angle-Klasse II mit 16 % und laterale Okklusionsstörungen. Untersuchungen an 995 Kindern des ehemaligen Bezirkes Suhl durch Ifert (1989) ergaben mit 43,6 % das Leitsymptom Platzmangel als die am häufigsten vorkommende Dysgnathie. Das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe lag mit 20 %, ein tiefer Biss nur mit 2,6 % vor. Alle anderen Leitsymptome (fehlerhafte Zahnzahl, laterale Okklusionsstörung, falsch verzahnte Einzelzähne, offener Biss, Platzüberschuss, unterer Frontzahnvorbiss, Steilstand) spielen in ihrer Häufigkeit in den Untersuchungen von Ifert (1989) und in der vorliegenden Arbeit eine untergeordnete Rolle. Beide Untersuchungen wurden in derselben Region durchgeführt. Während Ifert (1989) das Vorkommen der Leitsymptome in Schulklassen durchführte, beziehen sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auf Patienten mit durchgeführter kieferorthopädischer Behandlung aus der Praxis, zusätzlich wurde hier eine Unterteilung in Alterskategorien vorgenommen, um das Vorkommen von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen und deren Progredienz im Folgenden in den einzelnen Leitsymptomen untersuchen zu können.

5.2. Kariesanfälligkeit

Ein Literaturzitat gibt auf markante Weise wieder, warum dieser Untersuchungspunkt in diese Arbeit integriert wurde. Mayer (1991) äußerte sich über die Aufgabenstellung der Kieferorthopädie wie folgt: „Abschließend bleibt die Forderung für die Praxis, Funktionsstörungen des Kauorgans möglichst von vorneherein zu verhindern. Hierfür geeignet ist die Prophylaxe von Karies und Parodontalerkrankungen, denn viele Kaufunktionsstörungen sind zurückzuführen auf verlorengegangene, elongierte, gekippte und gedrehte Zähne sowie unversorgte Kauflächendefekte und Parodontopathien.“ Für uns als Kieferorthopäden ist es im Sinne eines langfristig erfolgreichen Behandlungsergebnisses daher vor Behandlungsbeginn von großer Bedeutung, das individuelle Kariesrisiko jedes einzelnen Patienten richtig einzuschätzen und gegebenenfalls einer kausalen Therapie zuzuführen. Forschungen zur Kariesdiagnostik und Kariesprävention können an dieser Stelle nicht als Vergleich mit unseren Ergebnissen herangezogen werden, da durch den jeweiligen Behandler lediglich auf Basis der Ergebnisse des Laktobacillen- und des Mutans- Streptokokken- Testes eine Einteilung des Kariesrisikos erfolgte. Es konnte festgestellt werden, dass eine Verdoppelung des Prozentsatzes von Patienten mit hohem Kariesrisiko von der Alterskategorie 1 zur Alterskategorie 4 vorlag, während gleichzeitig die Anzahl der Patienten mit geringem Kariesrisiko kontinuierlich abnahm. Eine Erklärung könnte sein, dass sich die Zunahme von Karies in der frühkindlichen Entwicklung (Nuckelflaschenkaries) auf die Dysgnathiehäufigkeit auswirkt. Viele Dysgnathien werden erst spät einer Therapie zugeführt. Konsequentes Lückenmanagement und kieferorthopädische Frühbehandlung können hier ein Ansatzpunkt sein, um später therapierelevante Dysgnathien zu vermeiden. Der sekundäre Platzmangel sei hier exemplarisch genannt.

5.3. Fehlerhafte Zahnzahl

Es existiert eine große Anzahl von Untersuchungen zur Häufigkeit der Zahnunterzahl und Aussagen, welche Zähne besonders häufig betroffen und welche Zähne sich in ihrer Anlage als besonders stabil erweisen (Sterzik et al. 1994). Einhellige Häufigkeitsangaben können wohl auch zukünftig nicht erwartet werden, da ethnische Unterschiede und unterschiedliche Lebensbereiche auch verschiedene Häufigkeitsangaben zur Zahnunterzahl bedingen können. Trotzdem erschien es lohnenswert, mit dieser Arbeit Aussagen zur Häufigkeit der Zahnunterzahl zu treffen und mit Angaben aus der Literatur zu vergleichen. Eine Sicherung der Diagnose Aplasie ist nur mittels Röntgenuntersuchung möglich. Hierbei ist darauf zu achten, dass die gesamte Region ausreichend dargestellt wird, um Verlagerungen (zum Beispiel der Eckzähne) und Spätanlagen (zum Beispiel der zweiten Prämolaren) auszuschließen (Schopf 1991). In 11 % der Patienten wurde eine Aplasie ermittelt. Dies entspricht etwa den Angaben anderer Autoren. Sterzig et al. (1994) stellte in einer Untersuchung an 3238 Patienten einer Magdeburger kieferorthopädischen Einrichtung zu 8,1 % das Fehlen von mindestens einem Zahn fest. Bredy und Herrmann (1961) bezifferten diesen Wert auf 12,8 %. Autoren im nordamerikanischen Raum (Godt, Greve 1980) erzielten vergleichbare Ergebnisse. Das Vorkommen von Oligodontien konnte mit 0,9 % ermittelt werden und wurde von Sterzig et al. (1994) in ihrer Untersuchung mit 0,6 % beziffert. Bredy und Herrmann (1961) stellten dies zu 1,3 % und Dermant (1986) zu 0,3 % fest. Unter den nicht angelegten Zähnen fehlten am häufigsten der Zahn 15 mit 18,9 %, zu 16,9 % 35, zu 13,5 % 25. Obere seitliche Schneidezähne fehlten bei 14,2 % (Zahn 12) beziehungsweise 14,9 % (Zahn 22). Mit nur 1,35 % wurde der Zahn 45 ermittelt. Insgesamt betrafen somit 79,8 % aller Aplasien die zweiten Prämolaren und die oberen seitlichen Schneidezähne. Sterzig et al. (1994) stellten dem gegenüber, dass in seiner Untersuchung unter den nicht angelegten Zähnen am häufigsten die zweiten unteren Prämolaren, gefolgt von den seitlichen oberen Schneidezähnen, den oberen zweiten Prämolaren und den unteren mittleren Schneidezähnen vertreten waren. Beziehen wir dies auf die Planung der kieferorthopädischen Behandlung bei Patienten mit fehlerhafter Zahnzahl bleibt

festzustellen, dass wir umfassend die Möglichkeiten eines kieferorthopädischen Lückenschlusses oder einer später erforderlichen prothetischen Versorgung bei vorheriger Pfeilerpositionierung individuell prüfen müssen. Dabei stehen wir vor der Schwierigkeit, dass Spätanlagen der zuvor als aplastisch geltenden Zähne oder der Dentis serotini eine Änderung der eingeschlagenen Therapie bedeuten können. In seinen Untersuchungen kamen Bredy und Herrmann (1961) zu dem Schluss, dass sich Patienten mit Nichtanlagen von Zähnen und solchen mit Vollbezahnung bezüglich der Größenvariabilität der zweiten Prämolaren im Ober- und Unterkiefer signifikant unterscheiden. Die generelle Verkleinerung von Zähnen bei Nichtanlagepatienten kann daher als Ausdrucksform der Zahnunterzahl angesehen werden. Es wird demnach nicht nur eine gestörte Information für die Entstehung der Aplasie weitergegeben, sondern allgemein eine Störanfälligkeit der Gebissentwicklung. Es könnte an der Einwirkung exogener Faktoren im Rahmen des multifaktoriellen genetischen Systems liegen, dass es dann zur Ausprägung der Aplasie einzelner Zähne kommt. Es ist wahrscheinlich, dass Umweltfaktoren dann eben die Aplasie nur eines Zahnes oder einer Zahngruppe bewirken, andere nur Mikrosymptome zeigen oder nicht betroffen sind.

5.4. Der Dysfunktions- Index als ein Indikator von Anzeichen

kraniomandibulärer Dysfunktionen

Symptome und Anzeichen für Kiefergelenkerkrankungen treten bei Kindern relativ häufig auf. Die Häufigkeit von muskulären Anzeichen für temporomandibuläre Störungen ist nach kieferorthopädischer Behandlung signifikant niedriger (Henrikson 2000). Die Zielstellung der Kieferorthopädie umfasst heute u. a. die Herstellung der Gesamtfunktion des Kauystems und das Ausschließen von fehlerhaften Bissverhältnissen mit Gefährdung des Zahnhalteapparates und der Kiefergelenke (Fanghänel, Gedrange 2007). Die Kiefergelenke werden durch die Muskulatur bewegt, die finale Position aber durch den Kontakt der oberen und unteren Zähne, also der Okklusion, eindeutig determiniert. Kobayashi und Hansson (1988) zeigten in ihren Untersuchungen, dass die Erhöhung an einem Zahn im Gebiss um 0,1 mm statistisch relevante Veränderungen im Hormonhaushalt auslöst. Okklusale Kräfte, die retrusiv auf das Kiefergelenk einwirken, stören die Energie- und Sauerstoffzufuhr des Gelenkes, da diese über die bilaminäre Zone erfolgt. Die Kiefergelenke sind somit prädisponiert für die Initiierung chronischer Reizüberflutung (Schupp 2000). Die korrekte Einstellung der Condylenposition ist aufgrund des direkten Einflusses durch das Kiefergelenk auf die Funktion des Os temporale von besonderer Bedeutung. Hierbei ist die exakte Einstellung der vertikalen Position rechts und links von besonderer Bedeutung und der sagittalen Einstellung übergeordnet (Kahn et al. 1998). Habets et al. (1987) stellten fest, dass die Panoramaschichtaufnahme durch die Möglichkeit des bilateralen Vergleiches eine effiziente Möglichkeit für das Screening nach Anzeichen kraniomandibulärer Dysfunktionen darstellt. Dafür wurde der Dysfunktions- Index nach Hansson (Habets 1987) im Sinne eines vertikalen Symmetrievergleiches der Condylen herangezogen.

Alle Veröffentlichungen zu diesem Thema wurden an kleinen Untersuchungsgruppen (n max.: 152) erwachsener Patienten durchgeführt. Die Autoren bestätigten den Zusammenhang zwischen condylärer Asymmetrie und Anzeichen kraniomandibulärer Dysfunktionen und merkten kritisch an, dass zur weiteren Forschung in diesem Bereich Untersuchungen mit weit höheren

Patientenzahlen erforderlich sind. Mit vorliegenden Untersuchungen wird dem durch eine zehnfach höhere Patientenzahl Rechnung getragen. Die im Folgenden zu diskutierenden Ergebnisse beziehen sich auf Resultate unterschiedlichster Studien, das Untersuchungsdesign dieser Arbeit ist bezüglich der Patientenzahl, Altersgruppen und der Einteilung in Leitsymptome als neu zu bezeichnen. In der Altersgruppe 1 der 6-8 Jährigen wurde in den Leitsymptomen vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe (72,7 %), laterale Okklusionsstörung (84,6 %) und offener Biss (100 %) das häufigste Vorkommen an vertikalen Abweichungen der Condylushöhe von mehr als 6 % (= positiver Dyfunktions-Index) ermittelt. Grosfeld und Czarnecka (1977) untersuchten den Zusammenhang von Dysgnathie im Allgemeinen und kranio-mandibulären Dysfunktionen. Sie fanden keine Korrelation zwischen diesen Komponenten in dieser Altersklasse. In der Studie von Jämsä et al. (1988) an 127 fünfjährigen Kindern wird das Vorkommen von Dysgnathien mit 44,9 % beziffert. Klinische Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen wurden in 12,6 % der Kinder gefunden. Der Autor stellte in dieser Altersgruppe keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Patienten mit Dysgnathie und Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktion, wohl aber in der Altersgruppe der 109 zehnjährigen Patienten mit offenem Biss fest. Patienten mit offenem Biss scheinen demzufolge ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen zu besitzen. Das Leitsymptom offener Biss stellt in unserer Arbeit mit 100 Prozent positivem Dyfunktions-Index das dominierende Leitsymptom in der Altersgruppe der 6-8 Jährigen dar. Im Sinne des Screenings von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen in dieser Altersgruppe scheint ein Hauptfokus auf Patienten mit offenem Biss zu liegen. Aufgrund der diagnostischen Vielfalt ist die routinemäßige Vorstellung von Kindern deutlich vor Beginn der frühen Wechselgebissphase zur individuellen Abklärung der kieferorthopädischen/ funktionellen Behandlungsbedürftigkeit zu empfehlen. Da es aus meiner Sicht nur die Bewertung des gesamten Bewegungsapparates gibt, ist daraus häufig ein interdisziplinäres Behandlungskonzept abzuleiten. Dieser Altersgruppe besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wird verstärkt durch die Aussage, dass gerade bei Kindern im Alter von 5-9 Jahren, sich Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion mit Sicherheit erfolgreich behandeln lassen (Kopp et al. 2000).

In der Gruppe der 9-14 Jährigen (Altersgruppe 2) wurden als Leitsymptome mit positivem Dysfunktions- Index am häufigsten laterale Okklusionsstörung mit 79 %, offener Biss mit 76,7 % und Platzmangel mit 74,8 % erfasst. Es soll an dieser Stelle nochmals erwähnt werden, dass unter allen Leitsymptomen Platzmangel am häufigsten vorkommt. Während unter den Leitsymptomen mit positivem Dysfunktions- Index in der Altersgruppe 1 Platzmangel mit nur 60 % vertreten ist, steigt der Anteil in der Altersgruppe 2 um 14,8 %. Der Anteil von Patienten mit Anzeichen einer kranio-mandibulären Dysfunktion wird von Jämsä et al. (1988) in dieser Altersgruppe mit 41,3 % angegeben. Dies entspricht etwa einer Vervierfachung des Wertes gegenüber der Altersgruppe 1! Die Therapie des Platzmangels sollte aufgrund dieser Zusammenhänge in der frühen Wechselgebissphase beginnen. Ich halte diesen Sachverhalt im Sinne der Rezidivprophylaxe des erreichten kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses und der Prophylaxe kranio-mandibulärer Dysfunktionen für erforderlich. Das Auftreten von Platzmangel unter den häufigsten Leitsymptomen mit positivem Dysfunktions- Index in der Altersgruppe 2 kann folgendermaßen interpretiert werden. In den meisten Fällen liegt nach Abschluss der 1. Wechselgebissperiode Platzmangel im Schneidezahnbereich vor. Dieser tritt dann auch im Eck- und Seitenzahnbereich im Laufe der 2. Wechselgebissperiode auf und führt damit häufig zu einem gestörten Zahnwechsel in den Stützzonen. Infrapositionen, Retentionen und Verlagerungen, Eckzahnaußenstand können daraus resultieren. Auf die Bedeutung der vertikalen Dimension der Okklusion wurde bereits mehrfach verwiesen. Der Zusammenhang zwischen Platzmangel und Anzeichen von kranio-mandibulären Dysfunktionen lässt sich daraus ableiten. Bei der funktionskieferorthopädischen Behandlung sollte daher die Konstruktionsbissnahme zur Anfertigung eines bimaxillären Gerätes im Artikulator erfolgen, um eine möglichst korrekte Einstellung der Condylen, besonders in der Vertikalen zu erzielen. Bei der Behandlung mit Multibracketapparaturen lässt sich dies über die Anfertigung von Aufbissen im Artikulator berücksichtigen. Wir können ableiten, dass sich in dieser Entwicklungsphase, die der späten Wechselgebissphase entspricht, sich die Anzeichen für kranio-mandibuläre Dysfunktionen in den Leitsymptomen offener Biss, Platzmangel und laterale Okklusionsstörung deutlich herausbilden, manifestieren und objektivierbarer

werden. Außerdem stellte Jämsä et al. (1988) in dieser Altersgruppe einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Patienten mit offenem Biss und Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktion fest. Es muss daher gefordert werden, dass zumindest ab der zweiten Wechselgebissperiode alle zu behandelnden Fälle im Artikulator analysiert werden, um Fehlbehandlungen zu vermeiden und die Rezidivgefahr zu minimieren (Kopp et al. 2000). Eine umfangreiche manuelle und instrumentelle Funktionsanalyse wird im Ergebnis dieser Arbeit bei Patienten mit lateraler Okklusionsstörung, Platzmangel und offenem Biss in den Alterskategorien 1 und 2 empfohlen. Auch aus der in diese Arbeit integrierten Kopfschmerzstudie lässt sich, wie bereits erwähnt, ableiten, dass bei den 9-14 Jährigen Zusammenhänge zwischen Kopfschmerz und Dysgnathie bestehen.

Für die Gruppe der 15-18 jährigen Patienten konnten am häufigsten der untere Frontzahnvorbiss (100 %), Steilstand (100 %) und vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe (72,2 %) als Leitsymptome mit positivem Dysfunktions-Index ermittelt werden. Aus den Untersuchungen von Jämsä et al. (1988) kann entnommen werden, dass der Anteil an Dysgnathieträgern gegenüber der Gruppe der 9-14 Jährigen nur um 6 % angestiegen ist. Dies war zu erwarten, da in den meisten Fällen im Alter von 14 Jahren die späte Wechselgebissphase abgeschlossen sein sollte. Für Patienten mit Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen wurde ein Anstieg zwischen beiden Altersgruppen von lediglich 0,9 % festgestellt. Wird der Dysfunktions-Index als einen Indikator zur Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen angenommen, so ist hier eine deutliche Verschiebung des Risikopotentials unter den Leitsymptomen festzustellen. Die individuelle gewebliche Reaktionslage und genetische Disposition spielen bei der Bisslagekorrektur eine bedeutende Rolle. Eine rein kieferorthopädische Therapie des unteren Frontzahnvorbisses und der vergrößerten sagittalen Schneidekantenstufe ist in dieser Phase ausgeschlossen oder nur mit Kompromissen möglich. Gleiches kann für Patienten mit Steilstand angenommen werden, da in den meisten Fällen dieses Leitsymptom mit einer Rücklage des Unterkiefers und/oder Vorverlagerung des Oberkiefers vergesellschaftet ist. Eine kombiniert kieferorthopädisch- kieferchirurgische Behandlung stellt daher die adäquate Therapie im Erwachsenenalter dar. Da alle Patienten der Altergruppe 3 mit unterem Frontzahnvorbiss und vergrößerter

sagittaler Schneidekantenstufe einen positiven Dysfunktions- Index haben, ist eine ausführliche manuelle und instrumentelle Funktions-Diagnostik zu empfehlen. Gegebenenfalls sollte daraus eine funktionelle Therapie mit Aufbissbehelfen, integriert in einem interdisziplinären Behandlungskonzept resultieren, um eine optimale Positionierung der Condylen zu gewährleisten und myogene Funktionsstörungen zu behandeln. Die Bewertung der statischen Okklusion nach Leitsymptomen zeigt teilweise vollständig veränderte Situationen auf, wenn man die Befunde montierter Modelle mit denen getrimmter Situationsmodelle vergleicht. In 80 % der Fälle konnte eine Veränderung des (dentookklusalen) Symptoms vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe festgestellt werden. In diesen Fällen müssen Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen vorhanden sein. Es kann daher eine Bestätigung unserer aus dem Dysfunktions- Index abgeleiteten Ergebnisse für das Leitsymptom vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe entnommen werden. Betrachten wir die Zusammenhänge für das Leitsymptom Steilstand, wird hier ein Anstieg der Patienten mit positivem Dysfunktions- Index von 68,8 % in der Altersgruppe 2 auf 100 % in der Altersgruppe 3 festgestellt. In diesem Zeitraum scheinen sich vertikale Asymmetrien zu manifestieren. Da in diesem Zeitraum nur noch geringe wachstumsbedingte Veränderungen zu erwarten sind, könnten exogene Faktoren wie Füllungstherapie, Zahnverlust oder kieferorthopädische Rezidive eine bedeutende Rolle spielen. Unter Umständen kommen auch die Wachstumsprozesse im Unterkiefer in Vorbereitung des Durchbruchs der Dentis serotini für diesen Prozess in Betracht.

Aus der Kopfschmerzstudie ist bekannt, dass alle Patienten mit Cephalgie dieser Altersgruppe eine behandlungsbedürftige Dysgnathie aufweisen. Es kann angenommen werden, dass demnach noch viele Patienten durch das „diagnostische Raster“ bei der Erkennung von Zahn- und Kieferfehlstellungen fallen, häufig zu späte Behandlungsbeginn vorliegen und daher keine vollständige Therapie möglich erscheint. Denkbar ist ebenfalls ein zu früher Behandlungsabschluss beziehungsweise eine zu kurze Retentionsphase. Neben der Empfehlung, Patienten vor Beginn der frühen Wechselgebissphase und nach Abschluss der 1. Dentition zumindest einer orientierenden funktionellen und kieferorthopädischen Befundung zu unterziehen, sollte dies auch für Patienten

mit abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung in regelmäßigen Abständen gelten.

In der Altersgruppe 4 wurde der Dysfunktions- Index in seinem Auftreten bei den über 18-Jährigen untersucht. Dies erlaubt erstmals einen direkten Vergleich mit den Ergebnissen von Habets et al. (1987). Das Leitsymptom unterer Frontzahnvorbiss konnte mit 100 % positivem Dysfunktions- Index ermittelt werden. Nachfolgend wurden die Leitsymptome fehlerhafte Zahnzahl (87,5 %), Steilstand (75 %), Platzmangel (75 %), tiefer Biss (75 %) registriert. Erstmals wurden somit in fast allen Leitsymptomen hohe Werte mit positivem Dysfunktions- Index festgestellt. Bezuur et al. (1989) untersuchten den Zusammenhang zwischen Patienten mit Symptomen kranio-mandibulärer Dysfunktionen aus der manuellen Funktionsanalyse und Befunden aus der Panoramaschichtaufnahme. In der CMD- Gruppe konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen condylärer Asymmetrie von mehr als 6 % und myogenen Funktionsstörungen nachgewiesen werden. Unter den Patienten mit myogenen Funktionsstörungen traten zu 78 % condyläre Asymmetrien auf. Bestätigt wurde dies durch Messungen des Kieferwinkels an der Panoramaschichtaufnahme (Reinhardt, Reinhardt 2001). Sie untersuchten an 100 zufällig ausgewählten Patienten, bei denen anamnestisch Bruxismus festzustellen war. Bei 76 % der Patienten wurden unterschiedlich große Kieferwinkel mit vertikalen Abweichungen bis zu 13 % ermittelt. Offensichtlich geht bei vorwiegend einseitiger Belastung die strukturelle Harmonie des Unterkiefers verloren, so dass Rechts-Links-Differenzen der Ramushöhe und des Kieferwinkels sowie Unterkieferschwenkungen die Folge sind. Dies kann als Bestätigung der Anwendbarkeit des Dysfunktions- Indexes bei der Diagnostik kranio-mandibulärer Dysfunktionen gelten. Kritisch zu bedenken ist, dass durch das Fehlen einer Vergleichsgruppe ohne kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit ein Vergleich nur innerhalb der untersuchten Daten möglich ist. Es ist empfehlenswert, die Aussagefähigkeit der vorliegenden Ergebnisse mit einer Untersuchung dieser Kriterien nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung zu vergleichen. Aus den erhobenen Daten konnte abgeleitet werden, dass für die Leitsymptome unterer Frontzahnvorbiss, Steilstand und fehlerhafte Zahnzahl ein kontinuierlicher Anstieg eines positiven Dysfunktions- Indexes zu verzeichnen ist. In allen anderen Leitsymptomen variieren die Werte

Diskussion

sehr stark. So kann die Erfassung des Dysfunktions- Indexes lediglich als ein zu berücksichtigender Aspekt bei der kieferorthopädischen Diagnostik und Behandlungsplanung gewertet werden. Direkte Rückschlüsse auf das Risiko der Entwicklung einer kranio-mandibulären Dysfunktion sind nicht zulässig. Hier spielen aus meiner Sicht eine ausführliche Anamnese, die manuelle und, falls erforderlich, instrumentelle Funktionsdiagnostik eine übergeordnete Rolle.

5.5. Morphologische Veränderungen der Kondylen in den Leitsymptomen bei positivem Dysfunktions- Index

Die Form der knöchernen Bestandteile des Kiefergelenks ist das Resultat einer formenden oder dysfunktionellen Beanspruchung (Hüls et al. 1985, Fanghänel, Gedrange 2007). Der Einfluss der Okklusion auf das Remodelling der artikulären Hartgewebe wurde bereits durch einige Autoren beschrieben (Mongini 1972, 1975, 1977). Auch Habets et al. (1987) beschäftigten sich mit dem Zusammenhang morphologischer Veränderungen der Condylen und dem Dysfunktions- Index. Sie untersuchten an 89 erwachsenen Patienten die Übereinstimmung von morphologischen Befunden aus dem Dental-CT und der Panoramaschichtaufnahme. Bezüglich der Abflachung der Condylen und unregelmäßiger Oberfläche ermittelten sie eine 76%ige Übereinstimmung. Wie diese Autoren, weise ich in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Kopfpositionierung für die Verwertbarkeit der Panoramaschichtaufnahme bei der Beurteilung morphologischer Befunde und dem vertikalen Symmetrievergleich hin. Fehler diesbezüglich können falsch positive Befunde vortäuschen. Bezüglich des Dysfunktions- Indexes konnten Habets et al. (1987) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen mit Abflachung der Condylen oder irregulärer Oberfläche feststellen. Insgesamt lag jedoch gegenüber einer Kontrollgruppe häufiger eine vertikale Asymmetrie der Condylen vor. Bei näherer Betrachtung konnte festgestellt werden, dass mit zunehmender Zahl radiologischer Befunde aus dem Dental-CT die Anzahl condylärer Asymmetrien aus der Panoramaschichtaufnahme abnahm. Die Zahl radiologischer Befunde nahm mit zunehmendem Alter zu. Zur weiteren Abklärung der Beziehung zwischen Asymmetrie- Index und morphologischen Veränderungen der Condylen sollten nach Ansicht von Bezuur et al. (1989) größere Patientengruppen vorliegen. Dem wird mit dieser Arbeit Rechnung getragen. Dennoch muss kritisch angemerkt werden, dass durch das Fehlen einer Kontrollgruppe die Ergebnisse in einem Leitsymptom immer im Vergleich mit allen anderen Dysgnathien stehen und kein Vergleich mit Patienten ohne kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit besteht. Da es interessant gewesen wäre, den zeitlichen Verlauf der Entwicklung morphologischer

Veränderungen in den Altergruppen zu untersuchen, wurde der Versuch einer Auswertung unternommen. Es wurde festgestellt, dass trotz der hohen Gesamtzahl an Patientenunterlagen nicht für alle Merkmale morphologischer Veränderungen in allen Alterkategorien und allen Leitsymptomen Werte ermittelt werden konnten, beziehungsweise Vergleiche untereinander möglich waren. Um weitere Klarheit in die Ätiologie morphologischer Condylenveränderungen zu bringen, sollten daher Untersuchungsgruppen mit anderen Ein- und Ausschlusskriterien gebildet werden (gleiche Patientenzahl in allen Altergruppen bei zuvor durchgeführter instrumenteller Funktionsanalyse).

Im Weiteren wird auf das Gesamtvorkommen der morphologischen Veränderungen in den einzelnen Leitsymptomen Bezug genommen. Am häufigsten konnte die Abflachung der Condylen mit 42 % der Patienten mit Steilstand und 33 % mit tiefem Biss ermittelt werden. Bauer et al. (1995) fanden Abflachungen der Condylen in den dentalen Klassen I und III geringfügig häufiger als in Klasse II- Patienten. Dies muss keinen Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Arbeit darstellen, da in Klasse I-Patienten die Leitsymptome tiefer Biss und Steilstand auftreten können. Durch die Untersuchung von Bauer et al. (1995) zu Befunden in der Panoramaschichtaufnahme bei funktionsgestörten kieferorthopädischen Patienten konnten morphologische Veränderungen der Condylen signifikant häufiger in den Dysgnathieformen tiefer Biss und offener Biss nachgewiesen werden. Dies kann auf die mit dem Alter abnehmende Adaptationsbereitschaft der Kiefergelenke auf dysgnathiebedingte okklusale Störfaktoren zurückgeführt werden. Eine Verstärkung dieses Prozesses durch die altersabhängige Zunahme an okklusalen Veränderungen durch restaurative Maßnahmen ist nicht auszuschließen. Die Wichtigkeit der richtigen vertikalen Einstellung der Condylen wird hier nochmals eindrucksvoll belegt und sollte Anlass sein, vor größeren restaurativen Maßnahmen eine umfangreiche Diagnostik bezüglich des Vorliegens kranio-mandibulärer Dysfunktionen durchzuführen. Liegen behandlungsbedürftige Befunde vor, ist in jedem Fall im Vorfeld eine Schientherapie durchzuführen und das erzielte funktionelle Behandlungsergebnis vor Anfertigung der Prothetik langfristig zu retinieren und zur Anfertigung des Zahnersatzes zu nutzen. Insgesamt stellten Bauer et al. (1995) bei ihrer Untersuchung an 107 vollbezahnten Patienten im Alter zwischen 13 und 61 Jahren zu 20 % Abflachungen der Condylen fest. In

allen Untersuchungsgruppen dieser Arbeit wurden deutlich höhere Werte ermittelt. Dies lässt sich auf zweierlei Art interpretieren. In der Arbeit von Bauer et al. (1995) gaben 35 % der Patienten an, bereits im Vorfeld eine kieferorthopädische Behandlung erfahren zu haben. Außerdem wurden morphologische Veränderungen in dieser Arbeit ausschließlich an Patienten mit positivem Dysfunktions- Index untersucht. Es kann daher interpretiert werden, dass kieferorthopädische Behandlungen das Risiko für Funktionsstörungen minimieren können und gleichzeitig der Dysfunktions- Index in Zusammenhang mit der Diagnostik von Funktionsstörungen Hinweise liefern kann. Für die Befunde Einziehungen der Fovea pterygoidea, Verkleinerung eines Condylus, unregelmäßige Gelenkoberfläche bei erhaltener Kompakta und Randzacken im Condylenbereich wurde durch die Gruppe von Bauer et al. (1995) eine Gleichverteilung in den dentalen Klassen angegeben. Hier zeigen die Untersuchungen dieser Arbeit deutlich abweichende Ergebnisse. Für die Leitsymptome Steilstand und tiefer Biss wurden mit 37 % beziehungsweise 32 % Einziehungen der Fovea pterygoidea und mit 37 % sowie 23 % unregelmäßige Gelenkoberfläche ebenfalls hohe Werte im Vergleich mit den anderen Leitsymptomen errechnet. Der Befund Einziehung der Fovea pterygoidea ist als typisch für anteriore Diskusverlagerungen mit und ohne Reposition anzusehen. Die Entstehung dieser morphologischen Veränderung bei anteriorer Diskusverlagerung kann auf eine Knochenatrophie im Bereich der Fovea pterygoidea des Processus condylaris zurückzuführen sein. Sie wird vermutlich durch eine veränderte oder fehlende Funktion des M. pterygoideus lateralis induziert, der an dieser Stelle des Unterkiefers ansetzt. In dieser Arbeit kam dieser Befund im Vergleich zur Arbeit von Bauer et al. (1995) über 1,5 Mal häufiger in den Leitsymptomen Steilstand und tiefer Biss vor. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass unter Einbeziehung des Kriteriums positiver Dysfunktions- Index in den Leitsymptomen Steilstand, falsch verzahnte Einzelzähne, fehlerhafte Zahnzahl, unterer Frontzahnvorbiss und Platzmangel gegenüber der Arbeit von Bauer et al. (1995) für jeweils alle untersuchten Morphologiekriterien höhere Werte ermittelt wurden. In den Leitsymptomen vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe und tiefer Biss wurden die Werte nur in einem Morphologiekriterium (Verkleinerung eines Condylus) unterschritten und zeigten ansonsten ebenfalls deutlich erhöhte Werte. Der Vergleich der

Anzahl der Condylenbefunde bei Patienten mit lateraler Okklusionsstörung ergab in der Arbeit von Bauer et al. (1995) keine Auffälligkeiten. Auch in dieser Arbeit scheint dieses Leitsymptom eine eher untergeordnete Bedeutung bei der Erfassung morphologischer Condylenbefunde zu spielen, wenngleich mit 32% Abflachung der Condylen ein hoher Wert vorlag. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Panoramaschichtaufnahme hinsichtlich der morphologischen Kiefergelenkdiagnostik Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Dies setzt voraus, dass eine Qualitätskontrolle der Röntgenbilder, die Projektionsfehler ausschließt und eine ausreichende Darstellung der Kiefergelenkregion gewährleistet ist. Hinweise auf degenerative Kiefergelenkerkrankungen aus der Panoramaschichtaufnahme dürfen jedoch nur als Anlass zu weiterführenden funktionsdiagnostischen Maßnahmen gewertet werden.

6. Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit konnten wir feststellen, dass trotz mancher projektionsbedingter Nachteile, die Panoramaschichtaufnahme auch heute noch als Standarduntersuchungsmethode für die täglichen Belange von Klinik und Praxis anzusehen ist und ihren Platz hat. Der Einsatz des Dysfunktions - Indexes auf breiter Basis konnte weitere Aufschlüsse über die Risikofaktoren der Entstehung von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen liefern. Da es sich bei der Entstehung kranio-mandibulärer Dysfunktionen um ein multifaktorielles Geschehen handelt, sollte jedoch auf keinen Fall aus einem positiven Dysfunktions- Index das sichere Vorliegen von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen abgeleitet werden. Erst die Summe der Ergebnisse aus Anamnese, klinischer Inspektion und den Befunden der Modellanalyse sowie bildgebender Verfahren wird auch in Zukunft den Behandler dazu veranlassen, eine Entscheidung über die einzuschlagende Therapie zu treffen. Es bleibt weiterhin zu fordern, dass Hinweise auf das Vorliegen kranio-mandibulärer Dysfunktionen mittels manueller und instrumenteller Funktionsanalyse zu verifizieren sind. Während wir den Einsatz dieser Verfahren ab der späten Wechselgebissphase vor, im Laufe und nach einer kieferorthopädischen Behandlung für erforderlich hielten, empfehlen wir dies nun, zumindest in den am häufigsten genannten Leitsymptomen mit positivem Dysfunktions- Index der Altersgruppe 1, bereits vor Beginn der frühen Wechselgebissphase. Ein entscheidender Schritt zur Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen wird die intensive Zusammenarbeit von Zahnärzten und Kieferorthopäden, Kinderärzten und Manualtherapeuten darstellen. Die bisher eingeleiteten Schritte durch unseren Fachverband sollten unbedingt intensiviert und nach einem einheitlichen Standard weiterverfolgt werden. Eine bedeutende Schnittstelle könnten Kindergarten- und Schuluntersuchungen darstellen, die hinsichtlich des Vorkommens von Karies und einer eventuell vorliegenden kieferorthopädischen Behandlungsbedürftigkeit durchgeführt werden. Eine erweiterte Untersuchung durch manualtherapeutische Tests zur Ermittlung von Störungen des Haltungsapparates sollte dazu eingeführt werden. Dies ist zwingend erforderlich, wenn wir als Kieferorthopäden dem Anspruch gerecht werden wollen, nicht nur Funktionsstörungen des Kauorgans, sondern des gesamten Haltungsapparates

Schlussfolgerungen

zu behandeln beziehungsweise gar nicht erst entstehen zu lassen. Die Untersuchung des Kauorgans wurde bereits in die Vorsorgeuntersuchungen durch Kinderärzte integriert. Erfahrungen der Praxis zeigen hier noch ein uneinheitliches Interesse der Ärzte, Auffälligkeiten fachübergreifend diagnostizieren und gegebenenfalls therapieren zu lassen.

Panoramaschichtaufnahmen werden in zahnärztlichen Praxen routinemäßig angefertigt. Wir befinden uns im Zeitalter der Mediengesellschaften. Das Interesse der Bevölkerung an schönen und gesunden Zähnen wächst ständig! Besonders wir Kieferorthopäden sollten daher den Wert unserer Arbeit für die Gesundheit des Menschen noch umfassender verstehen. Die Definition von Gesundheit durch die WHO sollte hier der Anspruch sein. Dass wir unsere diagnostischen Möglichkeiten im Rahmen der Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen noch besser ausschöpfen müssen, zeigt die Tatsache, dass Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen gegenüber der Normalbevölkerung 1,5 Mal häufiger krank sind (Kirverskari 1991).

7. Zusammenfassung

Das Hauptanliegen dieser Arbeit bestand darin, die Eignung der Panoramaschichtaufnahme als Screeningverfahren zur Prävention von kranio-mandibulären Dysfunktionen zu überprüfen. Als entscheidendes Hilfsmittel wurde dazu erstmals in großem Umfang und in unterschiedlichen Altersgruppen der Dysfunktions-Index nach Hansson (Habets et al. 1987) angewendet und das Vorkommen in den Leitsymptomen überprüft. Integriert wurden die Ergebnisse einer Kopfschmerzstudie als Nachweis von kranio-mandibulären Dysfunktionen und Dysgnathien. Mit Behandlung der kranio-mandibulären Dysfunktion wird auch die Häufigkeit des Auftretens von Kopfschmerz reduziert. Patienten mit einseitigem Kopfschmerz haben häufig klinisch feststellbare Gesichtsasymmetrien. Bei diesen Patienten kann ebenfalls eine condyläre Asymmetrie in der Panoramaschichtaufnahme ermittelt werden. Mit der Kopfschmerzstudie wurde nachgewiesen, dass ausschließlich Patienten mit einer Zahn- und/oder Kieferfehlstellung im Alter von 15- 19 Jahren an einer Cephalgie leiden. In der Ätiologie des Kopfschmerzes haben asymmetrische Belastungen eine große Bedeutung.

Ebenfalls konnten das Kariesrisiko und das Vorkommen von fehlerhafter Zahnzahl ermittelt werden. Wir stellten fest, dass eine Verdoppelung des Prozentsatzes von Patienten mit hohem Kariesrisiko von der Alterskategorie 1 zur Alterskategorie 4 vorlag, während gleichzeitig die Anzahl der Patienten mit geringem Kariesrisiko kontinuierlich abnahm. In 11 Prozent der Patienten wurde eine Aplasie und in 0,9 Prozent eine Oligodontie ermittelt.

Bereits bei Kindern im Alter von 6-8 Jahren ließen sich bei den Leitsymptomen offener Biss, laterale Okklusionsstörung und vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe ein deutlicher Zusammenhang mit einem positivem Dysfunktions-Index erfassen. Diese Ergebnisse stimmen mit Untersuchungen von Jämsä et al. (1988) überein. Im Sinne des Screenings von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen in dieser Altersgruppe scheint ein Hauptfokus auf Patienten mit offenem Biss zu liegen. Aufgrund der diagnostischen Vielfalt ist die routinemäßige Vorstellung von Kindern deutlich vor Beginn der frühen Wechselgebissphase zur individuellen Abklärung der kieferorthopädischen/ funktionellen Behandlungsbedürftigkeit zu empfehlen. Aus

Zusammenfassung

den erhobenen Daten wurde abgeleitet, dass für die Leitsymptome unterer Frontzahnvorbiss, Steilstand und fehlerhafte Zahnzahl ein kontinuierlicher Anstieg eines positiven Dysfunktions- Index in den Altersgruppen zu verzeichnen ist. In allen anderen Leitsymptomen variierten die Werte sehr stark. So ist die Erfassung des Dysfunktions- Index lediglich als ein Aspekt bei der Planung und Durchführung einer kieferorthopädischen Behandlung anzusehen. Eine Eignung als Screeningverfahren zur Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen kann nicht angenommen werden.

8. LITERATURVERZEICHNIS

Akesson, L., Hakansson, J., Rohlin, M.: Comparisson of panoramic and intraoral radiography and pocket probing for the mesurement of the marginal bone level. J Clin Periodontal 19: 326-332, 1992.

Alanen, P., Kirverskari, P.: TMJ dysfunction in industrial workers granted sick leave for head and neck symptoms. Proc Finn Dent Soc 78: 220-223, 1982.

Alanen, P., Kirveskari, P.: Association between TMJ dysfunction and sick leaves. Community Dent Oral Epidemiol 11: 95-97, 1983.

Athanasidou, A. E.: Stomatognathic function of patients who seek orthognathic surgery to correct dentofacial deformities. Int J Adult Ortghodont Orthognath Surg 4: 239-254, 1989.

Bauer, W., Augthun, M., Wehrbein, H., Müller-Leisse, C., Diedrich, P.: Befunde in der Panoramaschichtaufnahme bei funktionsgestörten kieferorthopädischen Patienten. Fortschr. Kieferorthop.56: 318-326, 1995.

Berg, R., Iversen, L.: Orthodontics at the turn of the century. J Orofac Orthop 60: 167-176, 1999.

Bezuur, J. N., Hansson, T. L., Wilkinson, T. M.: The recognition of craniomandibular disorders- an evaluation of the most reliable signs and symptoms when screening for CMD. J Oral Rehabil 16: 367-372, 1989.

Bezuur, J.N., Habets, L.L.M.H., Jimenez Lopez, V., Naeije, M., Hansson, T.L.: The recognition of craniomandibular disorders- a comparison between clinical and radiographic findings in eighty-nine subjects. J Oral Rehabil 15: 215, 1988a.

Bezuur, J.N., Habets, L.L.M.H., Hansson, T.L.: The recognition of craniomandibular disorders- a comparison between clinical, tomogrphical and

dental panoramic radiographic findings in thirty- one subjects. J Oral Rehabil 15: 549, 1988b.

Bezuur, J.N., Habets, L.L.M.H., Hansson, T.L.: The recognition of craniomandibular disorders- condylar symmetry in relation to myogenous and arthrogeous origin of pain. J Oral Rehabil 16: 257, 1989.

Bredy, E., Herrmann, H.: Form und Häufigkeit der Anomalie der Zahnzahl. Dtsch. zahnärztl. Z.16: 929-941, 1961

Castella, P., Albright Jr.R.H., Straja, S., Tuncay, O.C.: Prediction of mandibular third molar impaction in the orthodontic patient from a panoramic radiograph. Clin Orth Res 1: 37-43, 1998

Cohen, H. V., Hoffmann, D., Attanasio, R., Baragona, P.: Diagnostic imaging of the temporomandibular joint. Clin. Prevent. Dent. 10 : 25-28, 1988.

Costa, R.L.Jr : Asymmetry of mandibular condyle in Haida Indians. American J physic Anthropol 70: 119, 1986.

Dahan, J. Jesdinsky H.-J.: Die Bedeutung des Orthopantomogramms für kephalometrische Untersuchungen in der Kieferorthopädie. Stoma (Heidelb) 21: 126-138, 1968.

Dula, K., Sanderink, G., van der Stelt, P.F., Mini, R., Buser, D.: Effects of dose reduction on the detectability of standardized radiolucent lesions in digital panoramic radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol 86: 227- 233, 1998.

Düker, J.: Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme. Hüthig, Heidelberg, 1992, 432-464

Fanghänel, J., Gedrange, T.: Das Kiefergelenk im Lichte des orofacialen Systems. Morphology, Physiology, Function and Clinic of the Temporomandibular Joint: 31- 38. 2007

Farrar, W.B.: Characteristics of the condylar path in internal derangements of the TMJ. J. Prosth. Dent. 19: 319, 1978.

Fischer-Brandies, H., Fischer-Brandies, E., Dielert, E.: Der Unterkieferwinkel auf dem Orthopantomogramm. Radiologe 24: 547-549, 1984.

Fleischer-Peters, A.: Die Anwendung der Röntgenübersichtsaufnahme in der Kieferorthopädie. Fortschr Kieferorthop 24: 150-155, 1963.

Flint, D.J.: A diagnostic comparison of panoramic and intraoral radiographs. Oral Surg 6: 731-735, 1998

Forssell, H.: Mandibular dysfunction and headache. Proc Finn Dent Soc 81: Suppl II, 1995.

Forssell, H., Kirveskari, P., Kangasniemi, P.: Changes in headache after treatment of mandibular dysfunction. Cephalalgia 5: 229-236, 1985.

Fowler, P.: Limitations of the panoramic radiograph's focal trough: a case report. NZ Dent J: 92-93, 1991.

Freitag, V., Oeser, M.: Die Darstellung der Kiefergelenke auf Panoramaübersichtsaufnahmen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 32, 537-541, 1977.

Friedland, B.: Clinical radiological issues in orthodontic practice. Semin Orthod 4: 64-78, 1998.

Gelb, H.: New Concepts in Craniomandibular and Chronic Pain Management. Mosby-Wolfe, Barcelona 1994.

Gibbs, S.J., Pujol, A., Jr., Chen, T.-S. and James A.E., Jr.: Patient risk from intraoral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol*, 17: 10-20, 1988

Godt, H., Greve, R.: Beitrag zur Unterzahl der Zähne einschließlich der dritten Molaren. *Zahnärztl. Prax.* 31: 265-270, 1980.

Goldstein, A.: Exposure and dose in panoramic radiology. *Med Phys* 25:1033-1040, 1998.

Greene, C.D., Marbach, J.J.: Epidemiologic studies of mandibular dysfunction: a critical review. *J Prosthet Dent*, 48: 184-190, 1982.

Grosfeld, O., Czarnecka, B.: Musculo-articular disorders of the stomatognathic system in school children examined according to clinical criteria. *J Oral Rehab* 4: 193-200, 1977.

Habets, L.L.M.H., Bezuur, J.N., Hansson, T.L.: The orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. I. The factor of the vertical magnitude. *J Oral Rehabil* 14: 475, 1987.

Habets, L.L., Bezuur, J.N., Jimenez Lopez, V., Hansson, T.L.: The OPG: an aid in TMJ diagnostics. III. A comparison between lateral tomography and dental rotational panoramic radiography (Orthopantomography). *J Oral Rehabil* 16: 401-406, 1989.

Hansson, L.-G., Hansson, T., Petersson, A.: A comparison between clinical and radiologic findings in 259 temporomandibular joint patients. *J Prosthet Dent* 50: 89, 1983.

Hansson, T.L.: Craniomandibular disorders and sequencing their treatment. *Aust Prosthodont J* 2: 9-15, 1988.

Literaturverzeichnis

Hansson, T.L.: The Recognition of Craniomandibular Disorders IV. Condylar symmetry in relation to myogenous and arthrogenous origin of pain. J Oral Rehabil 17: 100-105, 1990.

Hasselt, L.C.: Summary of the scientific literature for pain and anxiety control in dentistry. Anesth Prog 37: 208- 215. 1990

Henrikson, T.: Temporomandibuläre Störungen im Vergleich zu Okklusion und kieferorthopädischer Therapie- eine kontrollierte, prospektive und longitudinale Studie, IOK, 32.Jahrg.2000, Nr.4, 309-334

Hinton, R.J., Stinson, J.L.: Effect of postoperative diet on condylar cartilage response to discectomy. J Oral Maxillofac Surg 55: 1259-1264, 1997.

Hirschfelder, U.: 20 Jahre Erfahrung mit dem Orthopantomograph.
Elektromedica 51: 110-114, 1983.

Hirschfelder, U.: Indikation und Kontraindikation der Panorama-Schichtaufnahme in der Kieferorthopädie. Hüthig, Heidelberg, 1984, 82-89.

Hirschfelder, U., Hirschfelder, H.: Einsatz neuer CT- Techniken für kieferorthopädische Fragestellungen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 48; 247-253, 1993.

Hirschfelder, U.: Radiologische Übersichtsdarstellung des Gebisses: Dental-CT versus Orthopantomographie. Fortschr. Kieferorthop.55: 14-20, 1994.

Hüls, A., Walter, R., Schulte, W., Freesmeyer, W.: Computertomographische Stadieneinteilung des dysfunktionellen Gelenkkopfumbaus. Dtsch. Zahnärztl. Z. 40: 37, 1985.

Ifert, F.: 1989. Persönliche Mitteilung

Literaturverzeichnis

Ingervall, B., Seeman, L., Thilander, B.: Frequency of malokklusion and need of orthodontic treatment in 10-year old children in Gothenburg. Swed Dent J 65: 7-21, 1972.

Jämsä, T., Kirveskari, P., Alanen, P.: Malokklusion and its association with clinical signs of craniomandibular disorder in 5-, 10- and 15-year old children in Finland. Proc Finn Dent Soc 84, No 4, 1988.

Jung, T.: Panoramaröntgenographie. Symposium Hannover, 29.-30. Oktober 1982. Hüthig, Heidelberg 1984.

Kahn, J., Tallents, R., Katzberg, R.: Association between dental okklusal variables and intraarticular temporomandibular joint disorders: horizontal and vertical overlap, J prosthet Dent. Vol. 79: 658-662, 1998.

Kaplan, A. S., Assael, L.A.: Temporomandibular Disorders: Diagnosis and Treatment. Saunders, Philadelphia 1991.

Kiellberg, H., Ekkestube, A., Kiliaridis, S., Thilander, B.: Condylar height on panoramic radiographs. A methodological study with a clinical application. Acta Odontol Scand 52: 43-50, 1994.

Kirverskari, P.: Are craniomandibular disorders a general health problem? Proc Finn Dent Soc 87 No 2, 1991.

Kirverskari, P., Alanen O.: Effect of occlusal treatment on sick leaves in TMJ dysfunction patients with head and neck symptoms. Community Dent Oral Epidemiol 12: 78-81, 1984a.

Kirverskari, P., Alanen, O.: Effect of occlusal treatment of the use of medical services in TMJ dysfunction patients with head and neck symptoms. Üproc Finn Dent Soc 80: 227-229, 1984b.

Kobayashi, Y., Hansson, T.L.: Auswirkungen der Okklusion auf den menschlichen Körper. Phillip J 5: 255-261, 1988.

Koeppe, K.: Prognose der Mandibularentwicklung mit Hilfe des Orthopantomogramms. Fortschr Kieferorthop 34: 316-322, 1973.

Kopp,S., Sebald, W.G., Plato, G.: Erkennen und Bewerten von Dysfunktionen und Schmerzphänomänen im kranio-mandibulären System. Manuelle Medizin 38:329-334, 2000.

Kopp,S., Sebald, W.G., Plato, G.: Kranio-mandibuläre Dysfunktion. Eine Standortbestimmung. Manuelle Medizin 38:335-341, 2000.

Kubein- Meesenburg, D., Fanghänel, J., Ihlow, D., Lotzmann, U., Hahn, W., Thieme, K., Proff, P., Gedrange, T., Nägerl, H.: Functional state of the mandible and rolling- gliding characteristics in the TMJ. Ann Anat 189: 393-396, 2007.

Laine T. Morphology of the dentition in young adults. An epidemiological study on Finnish students. Thesis. University of Kuopio 1984.

Larheim, T. A., Svanaes.: Reproducibility of rotational panoramic radiography: mandibular linear dimensions and angles. Am J Orthod Dentofac Orthop 90: 45-51, 1986.

Laurisch, L.: Individualprophylaxe Diagnostik und Therapie des individuellen Kariesrisikos, C. Hanser Verlag, München, 1994

Lückerath, W., Leiendecker, U., Krahe, T., Gieseke, J., Dewes, W.: Zur Diagnostik funktioneller Störungen des Kiefergelenkes. Dtsch. Zahnärztl. Z. 43, 71-78, 1988.

Ludlow, J. B., Davis, K. L., Tyndall, D. A.: Temporomandibular joint imaging: a comparative study of diagnostic accuracy for the detection of bone change with biplanar multidirectional tomography and panoramic images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol 80: 735- 743, 1995.

Magnusson, T.: Mandibular dysfunction and recurrent headache. Thesis. Faculty of Odontology, University of Göteborg, Göteborg, Sweden, 1981.

Magoun, H.I. : The temporal bone : trouble maker in the head. JAOA 11: 1-9, 1974.

Manson-Hing, L. R.: Advances in dental pantomography: the GE- 3000. Oral Surg 3: 430-438, 1971.

Mattila, K. Altonen, M., Haavikko, K.: Determination of the gonial angle from the orthopantomogram. Angle Orthod 47: 107-110, 1977.

Mayer, R.: Vortrag im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Osnabrück 1991.

McCaroll, R.S.: Muscle Balance and Occlusion. Thesis. University of Amsterdam 1988.

McDavid, W. D., Welander, U., Brent, Dove S., Tronjje, G.: Digital imaging in rotational panoramic radiography. Dentomaxillofac Radiol 24: 68- 75, 1995.

Miller, V. J., Myers, S. L., Yoeli, Z., Zeltser, c. : Condylar asymmetry and its relation to age in a group of patients with a craniomandibular disorder of myogenous origin. J Oral Rehabil 21: 707-711, 1994.

Mohlin, B., Kopp,S.: A clinical study of the relationship between malokklusionen, occlusal interferences and mandibular pain and dysfunction. Swed Dent J 2: 105-112, 1978.

Mongini, F.: Remodeling of the mandibular condyle in the adult and it's relationship to the conditions of the dental arches. Acta Anat. 82: 437, 1972.

Mongini, F.: Dental abrasion as a factor in remodelling of the mandibular condyle. Acta. Anat. 92: 292, 1975.

- Mongini, F.: Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion. *J. Prosth. Dent.* 38: 539, 1977.
- Mongini, F.G., Preti, G., Calderaie, P.M., Barberi, G.: Experimental strain analysis on the mandibular condyle under various conditions. *Acta Orthopaed Belgica* 46: 601, 1981.
- Moss, R.: A Structural Imbalance/ Muscular Hyperactivity International Theory of Common Migraine Pain. *J Craniomand Pract* 6: 87-89, 1988.
- Muir, C. B., Goss, A. N.: The radiologic morphology of painful temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70: 355-359, 1990.
- Muir, C. B., Goss, A. N.: The radiologic morphology of asymptomatic temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70: 349- 354, 1990.
- Myllärniemi S. Malocclusion in Finish rural children. *Suom Hammaslääk Toim* 66: 221-264, 1970.
- Naeije, M., Hansson, T.L. : Electromyographic screening of myogenous and arthrogenous TMJ dysfunction patients. *J Oral Rehabil* 13: 433-441, 1986.
- Nilner, M.: Funktional disturbances and diseases of the stomatognathic system. A cross-sectional study. *J. Pedodont.* 10(3): 211-238, 1986.
- Odegaard, J.: Mandibular rotation studies with the aid of metal implants. *Am J Orthod* 58: 448-454, 1970.
- Okeson, J.P.: Orofacial pain. Quintessenz, Carol Stream, 1996.
- Pasler, F. A.: Radiologie. In: Rateitschak, K.H. (Hrsg.): *Farbatlant der Zahnmedizin*, Bd. 5. Thieme, Stuttgart-New York 1991.
- Paatero, Y. V.: The use of a mobile source of light in radiography. *Acta Radiol.*, 29: 221, 1948.

Paatero, Y. V.: A new tomographic method for radiographing curved outer surfaces. Acta radiol 32: 177, 1949.

Paatero, Y. V.: A technique for pantomographic roentgenography of the temporomandibular joint. Suom. Hammaslaak Toimi 48: 168, 1952.

Pasler, F. A., Visser, H.: Farbatlas der Zahnmedizin Bd.5: Zahnmedizinische Radiologie (2.Aufl.), Georg Thieme, Stuttgart- New York 2000

Pereira, F. J. Jr., Lundh, H., Westesson, P. L., Carlsson, L. E.: Clinical findings related to morphologic changes in TMJ autopsy specimens. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78: 288-295, 1994.

Pilley, J.R., Mohlin, B., Shaw, W.C., Kingdon, A.: A survey of craniomandibular disorders in 800 15-year-olds. A follow up study of children with malokklusion. Eur.J. Orthod.14 (2): 152-161, 1992.

Plato, G., Kopp, S.: Kiefergelenk und Schmerzsyndrome. Man Med 37: 143-151, 1999.

Proff, P., Fanghänel, J., Allegrini Jr., S., Bayerlein, Th., Gedrange, T.: Problems of supernumerary teeth, hyperdontia or dentes supernumerarii. Ann Anat 188: 163- 169, 2006.

Pullinger, A. G., Baldiaceda, F., Bibb, C. A.: Relationship of articular soft tissue to underlying bone in young adult condyles. J Dent 69: 1512-1518, 1990.

Reinhardt, R., Reinhardt, W.: Die Unterkieferstruktur in der Panorama-Schichtaufnahme- ein Maß für die Beurteilung der funktionellen Harmonie. Kieferortop 15: 353-356, 2001.

Reisine, S.T.: Dental disease and work loss. J Dent Res 63: 1158-1161, 1984.

Richardson, P. S.: Selective periapical radiology compared to panoramic screening. Prim Dent Care 4: 95-99, 1997.

Ricketts, R.M.: Provocations and perceptions in cranio-facial orthopedics. RMO, Denver, 1989.

Ricketts, R.M.: Clinical implications of the temporomandibular joint. Am J Orthod 52: 416-439, 1966.

Rocabado, M., Johnston, B.E., Blackney, M.G.: Physical Therapy and Dentistry: an Overview. J Craniomandib Pract 1/1. 1982/83.

Roth, P., Hirschfelder, U.: Zahnunterzahl bei Anlage aller vier Weisheitszähne. Dtsch. zahnärztl. Z. 45: 267-269, 1990.

Rother, A.D.: Diagnosis and management of headache in children and adolescents. J Craniomandib Disorders Fac Oral Pain 1: 63-71, 1987.

Rother, U. J.: Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde- Grundlagen, Strahlenschutz, Befunde. Urban & Fischer, München- Jena 2001

Ruf, S., Pancherz, H.: Is Orthopantomography Reliable for TMJ Diagnosis? An experimental Study on a Dry Skull. J Orofac Pain 9: 365-374, 1995.

Scheutzel, P.: Entwicklung der zahnärztlichen Panoramaröntgenaufnahmeverfahren. Zahnärztl Mitt. 79: 2322, 1989.

Schokker R. P., Hansson T. L., Ansink B. J.: Differences in headache patients regarding their response to treatment of the masticatory system. J Craniomandib Disord Facial Oral Pain 4: 228-236, 1990.

Literaturverzeichnis

Schokker, R.P.: Craniomandibular disorders in headache patients. Thesis. Department of Masticatory Function, ACTA, University of Amsterdam, Amsterdam, 1989.

Schokker, R.P.: Kopfschmerzen als Folge craniomandibulärer Störungen. Philip J 9: 321-325, 1992.

Schopf, P.: Curriculum Kieferorthopädie. Quintessenz Verlags-GmbH, 1991, 416-417

Schopf, P.: Die Differenzierung der „alveolär“ und „mandibulär“ bedingten Abweichung der Zahnbogenmitte. Fortschr Kieferorthop 30: 230-236, 1969.

Schopf, P.: Curriculum Kieferorthopädie. Quintessenz Verlags-GmbH 39, 1991.

Schulze, C.: Anomalien und Mißbildungen der menschlichen Zähne. Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo-Tokyo 1987.

Schupp, W.: Schmerz und Kieferorthopädie. Manuelle Medizin 38: 322-328, 2000.

Schupp, W.: Funktionslehre in der Kieferorthopädie. FDK, Bergisch Gladbach, 1993.

Sonnabend, E.: Röntgentechnik in der Zahnheilkunde. Urban&Schwarzenberg, München 1989

Sterzig, G., Steinbicker, V., Karl, N.: Beitrag zur Ätiologie der Zahnunterzahl. Fortschr. Kieferorthop.55: 61-69, 1994.

Travell, J.G., Simons D .G.: Myofascial pain and dysfunction, the trigger-point manual. Williams&Wilkins, Baltimore, 1983.

Tronje, G. Eliasson, S., Julin, P., Welander, U.: Image distortion in rotational panoramic radiography. II. Vertical distances. Acta Radiol (Diagn.)(Stckh.) 22: 449-455, 1981.

Tronje, G.: Image distortion in rotation panoramic radiography. Thesis, University of Umea, Sweden 1982.

Underhill, T.E., Chilvarquer, I., Kimura, K., Langlais, R.P., McDavid, W.D., Preece, J.W., Barnwell, G.: Radiobiologic risk estimation from dental radiology, Part I: Absorbed doses to critical organs. Oral Surg Oral med Oral Pathol, 1988

Updegrave, W.: The role of panoramic radiography in diagnosis. Oral surg Oral Med Oral Pathol 22: 149- 157, 1966.

Updegrave, W.: Improved roentgenographic technique for the temporomandibular articulation. J. American Dent. Ass. 40: 391, 1950.

Updegrave, W.: Visualizing the mandibular ramus in panoramic radiography. Oral Surg 31: 422, 1972.

Vig PS, Ribbens KA (eds): Science and clinical judgement in orthodontics Vol 19: Craniofacial growth and development. University of Michigan, Ann Arbor 1986.

Whaites, E., Brown, J.: An update on dental imaging. Br Dent J 185: 166- 172, 1998.

Zäschke, C., Schopf, P.: Zur metrischen Analyse von Panorama-Röntgenbildern. Fortschr Kieferorthop 36: 231-243, 1975.

9. Thesen

Panoramaschichtaufnahmegeräte sind weit verbreitet in zahnärztlichen und kieferorthopädischen Praxen (Friedland 1998, Waites und Brown 1998). Die entsprechenden Aufnahmen bieten sich daher als Routineverfahren an.

Die Frage der Eignung der Panoramaschichtaufnahme für funktionsdiagnostische Zwecke wird kontrovers diskutiert. Aufgrund der klinischen und instrumentellen Funktionsanalyse kann in den meisten Fällen eine vorläufige Arbeitsdiagnose erstellt werden.

Befunde aus der Panoramaschichtaufnahme bei der Beurteilung der Kiefergelenkstrukturen stellen einen Aspekt in der Diagnostik von Funktionsstörungen dar. Die Symptomatik kranio-mandibulärer Dysfunktionen ist sehr facettenreich.

Bei klinisch unauffälliger Symptomatik sind Hinweise auf degenerative Kiefergelenkerkrankungen in der Panoramaschichtaufnahme wertvoll und sollten Anlass geben, weiterführende funktionsdiagnostische Maßnahmen, zum Beispiel vor einer kieferorthopädischen Behandlung, einzuleiten.

Bei bis zu 90 % der symptomfreien Patienten werden auffällige röntgenologische Befunde erhoben.

Aus Panoramaschichtaufnahmen und Tomogrammen abgeleitete Befunde stimmen bei 60- 70% der Gelenke überein.

Der Asymmetrie- Index nach Hansson (Habets et al. 1987) errechnet sich nach der Formel $((R-L)/(R+L)) \times 100\%$, R und L stehen für die rechte und linke Seite.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieser Formel ist die Vermeidung grober Positionierungsfehler bei Anfertigung der Aufnahme.

Ausschließlich Patienten mit einer Zahn- und/oder Kieferfehlstellung (15-19- Jährige) leiden an einer Cephalgie. In der Ätiologie des Kopfschmerzes haben asymmetrische Belastungen eine große Bedeutung.

Das Leitsymptom Platzmangel ist Hauptursache für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung. Es folgen das Leitsymptom tiefer Biss und vergrößerte sagittale Schneidekantenstufe.

Es kann eine Verdoppelung des Prozentsatzes von Patienten mit hohem Kariesrisiko von der Alterskategorie 1 zur Alterskategorie 4 festgestellt werden, während gleichzeitig die Anzahl der Patienten mit geringem Kariesrisiko kontinuierlich abnimmt.

In 11 % der Patienten wird eine Aplasie, in 0,9 % eine Oligodontie ermittelt.

Im Sinne des Screenings von Anzeichen kranio-mandibulärer Dysfunktionen in der Altersgruppe 1 (6-8 Jährige) scheint ein Hauptfokus auf Patienten mit offenem Biss zu liegen. Aufgrund der diagnostischen Vielfalt ist die routinemäßige Vorstellung von Kindern deutlich vor Beginn der frühen Wechselgebissphase zur individuellen Abklärung der kieferorthopädischen/ funktionellen Behandlungsbedürftigkeit zu empfehlen.

Die Therapie des Platzmangels sollte in der frühen Wechselgebissphase beginnen. Dies ist im Sinne der Rezidivprophylaxe des erreichten kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses und der Prophylaxe kranio-mandibulärer Dysfunktionen erforderlich.

Die Konstruktionsbissnahme zur Anfertigung eines bimaxillären Gerätes sollte im Artikulator erfolgen, um eine möglichst korrekte Einstellung der Condylen, besonders in der Vertikalen zu erzielen.

Eine umfangreiche manuelle und instrumentelle Funktionsanalyse wird bei Patienten mit lateraler Okklusionsstörung, Platzmangel und offenem Biss in den Alterskategorien 1 und 2 empfohlen.

Bei vorwiegend einseitiger Belastung geht die strukturelle Harmonie des Unterkiefers verloren, so dass Rechts-Links-Differenzen der Ramushöhe und des Kieferwinkels sowie Unterkieferschwenkungen die Folge sind.

Es ist empfehlenswert, die Aussagefähigkeit der vorliegenden Ergebnisse mit einer Untersuchung dieser Kriterien nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung zu vergleichen.

Für die Leitsymptome unterer Frontzahnvorbiss, Steilstand und fehlerhafte Zahnzahl ist ein kontinuierlicher Anstieg eines positiven Dysfunktions-Indexes in den Altersgruppen zu verzeichnen. In allen anderen Leitsymptomen variieren die Werte sehr stark.

Der Panoramaschichtaufnahme ist hinsichtlich der morphologischen Kiefergelenkdiagnostik Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Eignung der Panoramaschichtaufnahme als Screeningverfahren zur Prävention kranio-mandibulärer Dysfunktionen kann nicht angenommen werden.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die zur Entstehung und zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. dent. T. Gedrange, Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie, Präventive Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald für die Vergabe des Themas und die Möglichkeit, diese Arbeit präsentieren zu dürfen.

Herrn Prof. Dr. med. J. Fanghänel, Bereich Orale Anatomie der Poliklinik für Kieferorthopädie, Präventive Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde danke ich für die umfassende Betreuung.

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. St. Kopp für die Einführung in das weite Feld der Diagnostik und Therapie der kranio-mandibulären Dysfunktionen.

Mein Dank gilt meinen Eltern, die immer zu und hinter mir stehen und meinem Schwiegervater Karl-Heinz Kaiser.

Ich danke meiner Frau Nicole dafür, dass sie immer für mich da ist und an mich glaubt.

Ein großes und abschließendes Dankeschön gilt meinen Töchtern Victoria und Charlotte für die Inspiration und Lebensfreude. Ihr seid unsere Zukunft. Ich werde immer für Euch da sein.

CURRICULUM VITAE

Dirk Wangemann

Geburtstag/-ort : 06.09.1968 in Hildburghausen

Familienstand : verheiratet, Frau Dr. Nicole Gabriele Wangemann, Fachärztin für Gynäkologie und Geburtshilfe; in eigener Praxis tätig

Kinder: Victoria Elisabeth Wangemann (Schülerin)
Charlotte Emily Christine Wangemann (Schülerin)

Studium: 9/1990-9/1995 Friedrich-Schiller-Universität Jena

10/1995-10/1996 Assistent in der zahnärztlichen Praxis
Dr.Birgit Ifert, Schweina

11/1996-10/1998 Weiterbildungsassistent in der
kieferorthopädischen Praxis Dr.Falk Ifert

11/1998-10/1999 Weiterbildungsassistent an der Klinik für
Kieferorthopädie in Jena

Seit 1/2000 in eigener Niederlassung tätig

Bad Liebenstein, den 15.09.2008

Dirk Wangemann