

The Displaced Maxillary Canine – a Retrospective Study

Der verlagerte Eckzahn im Oberkiefer – eine retrospektive Untersuchung

Torsten Grande^{1,2}, Annemarie Stolze¹, Heiko Goldbecher¹, Bärbel Kahl-Nieke²

Abstract

Objective: The re-alignment of retained maxillary canines was studied in relation to the degree of displacement in panoramic radiographs, mesiodistal root deviations, length of treatment and side-effects. The aim was then to determine whether the decision between surgical removal and orthodontic re-alignment can be made on the basis of panoramic radiographs alone.

Materials and Methods: Forty-seven panoramic radiographs with 59 displaced canines were used to determine their distance and inclination to the occlusal plane (similar to the method described by Dausch-Neumann [8]), the position of the crown tip, and the frequency of mesiodistal root deviations. The length of active treatment was recorded and analyzed statistically in relation to the degree of displacement and incidence of root deviation. Finally, pre- and post-therapeutic panoramic radiographs were compared to determine the incidence of root resorptions and marginal bone defects.

Results: The mean values for the angle of inclination and the distance of the maxillary canines from the occlusal plane were 57.4° ($\pm 14.3^\circ$) and 10.5 mm (± 3.8 mm), respectively. In 21 canines, the crown tips projected most frequently between the central and lateral incisors. Twelve canines presented root deviations. Treatment lasted an average of 1.9 years (± 0.7 years). No correlation was found between the treatment time and the canine's distance from the occlusal plane ($r = 0.03$), its angle of inclination ($r = 0.06$), position of the crown tip ($r = 0.12$), or root deviation ($r = -0.07$). Root resorptions were found in nine canines (15.3%) and marginal bone defects in 24 canines (40.7%).

Conclusion: Fifty-nine retained maxillary canines, some showing extreme displacement, were re-aligned in an average of 1.9 years. There was no correlation between the degree of canine displacement in the panoramic radiographs or the incidence of mesiodistal root deviations and active treatment time. For this reason, the indication to remove displaced maxillary canines should not be taken from panoramic radiographs alone.

Zusammenfassung

Fragestellung: Die Einordnung retinierter oberer Eckzähne wurde in Hinblick auf Verlagerungsgrad in Orthopantomogrammen, mesiodistalen Wurzelkrümmungen, Behandlungsdauer und Nebenwirkungen untersucht. Abschließend sollte überprüft werden, ob die Entscheidung chirurgische Entfernung oder kieferorthopädische Einordnung ausschließlich anhand von Orthopantomogrammen getroffen werden kann.

Material und Methodik: Aus 47 Orthopantomogrammen mit 59 verlagerten Eckzähnen wurden Abstand und Neigung zur Okklusionsebene (analog der Methode von Dausch-Neumann [8]), Lage der Kronenspitze und Häufigkeit von mesiodistalen Wurzelkrümmungen ermittelt. Die Dauer der aktiven Behandlung wurde erfasst und in Bezug zum Verlagerungsgrad und zur Wurzelkrümmung statistisch ausgewertet. Abschließend wurden prä- und posttherapeutische Orthopantomogramme zur Ermittlung der Inzidenz von Wurzelresorptionen und marginalen Knochendefekten verglichen.

Ergebnisse: Die Durchschnittswerte bezüglich des Neigungswinkels und des Abstandes der oberen Canini zur Okklusionsebene betragen 57,4° ($\pm 14,3^\circ$) und 10,5 mm ($\pm 3,8$ mm). Bei 21 Eckzähnen projizierten sich die Kronenspitzen am häufigsten zwischen dem mittleren und seitlichen Inzisivus. Zwölf Eckzähne wiesen Wurzelkrümmungen auf. Die Behandlung dauerte im Durchschnitt 1,9 Jahre ($\pm 0,7$ Jahre). Es konnte keine Korrelation der Behandlungszeit zum Abstand zur Okklusionsebene ($r = 0,03$), zum Neigungswinkel ($r = 0,06$), zur Lage der Kronenspitze ($r = 0,12$) und zur Wurzelkrümmung ($r = -0,07$) gefunden werden. Wurzelresorptionen wurden bei neun Canini (15,3%) und marginale Knochendefekte bei 24 Canini (40,7%) festgestellt.

Schlussfolgerung: 59 retinierte obere Eckzähne konnten auch bei teilweise extremer Verlagerung im Durchschnitt in 1,9 Jahren eingeordnet werden. Es bestand weder eine Korrelation zwischen dem Verlagerungsgrad des Eckzahnes in den Orthopantomogrammen noch der Inzidenz von mesiodistalen Wurzelkrümmungen zur aktiven Behandlungszeit. Auch deswegen sollte die Indikation

¹Private Practice, Halle/Saale, Germany,

²Department of Orthodontics, University of Hamburg, Germany.

Received: March 2, 2006; accepted: August 7, 2006

J Orofac Orthop 2006;67:441–9

DOI 10.1007/s00056-006-0616-7

Key Words: Retained maxillary canines · Panoramic radiograph · Degree of displacement

Introduction

The alignment of retained and displaced maxillary canines is a particular challenge in orthodontics. There are manifold reasons for this:

1. The maxillary canine has a great functional and esthetic value [5, 21].
2. After the wisdom teeth, it is the tooth most often affected by retention and displacement [35].
3. Its orthodontic re-alignment is among the more difficult and extensive types of treatment [3, 37, 39, 41].
4. There are numerous possible etiological factors for its displacement [40]. For example, the long and complicated eruption path [7] and late date of eruption are often blamed. The root of the lateral incisor is also thought to play a key role as a “guide rail” [2]. Tooth germ displacement, trauma and premature loss of deciduous teeth with mesial migration of the premolars causing a lack of space may come into play [20]. Last but not least, genetic factors have been described [25, 26]. In summary, this appears to be a multi-factorial situation, in which not only local factors but also the genetic component mentioned-above have a significant influence [21].

Apart from the etiology, the tools required for diagnosis are also the subject of controversy [12, 22, 27]. Most authors agree, however, that the panoramic radiograph is a key technique, although when assessing the X-ray image, the investigator needs to consider various special features associated with this particular imaging method. For example, the film and tube rotate in the same direction around the viscerocranium during exposure. In order to portray the maxillary and mandibular dental arches relatively clearly, the center of rotation actually moves [16]. The result is a section in very sharp focus of the dental arches at least 5 mm deep, but the changing magnification factor and moving center of rotation cause distortions [23], which are most conspicuous in the canine region. Nevertheless, very early attempts were made to describe the position of the canine using that type of X-ray. The first reports on the subject are from Dausch-Neumann [8] in 1970. In subsequent years, this method has been repeatedly modified, for example by Crismani et al. [7] and Warford et al. [38]. The details given by Dausch-Neumann [8] are however still valid, and the distance and inclination of the canine to the occlusal plane were determined by that method in this study as well.

zur Entfernung von verlagerten oberen Eckzähnen nicht nur anhand von Orthopantomogrammen gestellt werden.

Schlüsselwörter: Retinierte obere Eckzähne · Orthopantomogramm · Verlagerungsgrad

Einleitung

Die Einordnung retinierter und verlagertes Eckzähne im Oberkiefer ist eine kieferorthopädische Herausforderung. Dafür gibt es vielfältige Gründe:

1. Der obere Eckzahn hat eine hohe funktionelle und ästhetische Wertigkeit [5, 21].
2. Er ist nach den Weisheitszähnen am häufigsten von einer Retention und Verlagerung betroffen [35].
3. Seine kieferorthopädische Einordnung zählt zu den schwierigen und umfangreichen Behandlungen [3, 37, 39, 41].
4. Es gibt eine Vielzahl von möglichen ätiologischen Faktoren für seine Verlagerung [40]. So werden zum Beispiel der lange und komplizierte Durchbruchsweg [7] und der späte Durchbruchzeitpunkt dafür verantwortlich gemacht. Maßgeblichen Einfluss soll auch die Wurzel des seitlichen Schneidezahnes als Führungsschiene haben [2]. Des Weiteren kommen Zahnkeimverlagerungen, Traumata und vorzeitiger Verlust von Milchzähnen mit Mesialwanderung der Prämolaren und Platzmangel in Betracht [20]. Nicht zuletzt wird eine genetische Determination beschrieben [25, 26]. Zusammenfassend wird von einem multifaktoriellen Geschehen gesprochen, bei welchem neben den lokalen Faktoren auch die eben erwähnte genetische Komponente einen wesentlichen Einfluss hat [21].

Neben der Ätiologie werden auch immer wieder die zur Diagnosestellung nötigen Hilfsmittel kontrovers diskutiert [12, 22, 27]. Die meisten Autoren sind sich jedoch darüber einig, dass das Orthopantomogramm eine Schlüsselstellung einnimmt, wobei der Untersucher bei der Bewertung dieses Röntgenbildes verschiedene Besonderheiten beachten muss, die durch die spezielle Aufnahmetechnik bedingt sind. So rotieren während der Aufnahme Film und Röhre gleichsinnig um den Gesichtsschädel. Um den Ober- und Unterkieferbogenverlauf relativ klar darstellen zu können, wandert dabei das Rotationszentrum [16]. Ergebnis ist eine mindestens 5 mm dicke, scharf abgebildete Schicht der Zahnbögen, wobei es aber wegen des wechselnden Vergrößerungsfaktors und des wandernden Rotationszentrums zu Verzerrungen kommt [23], die in der Eckzahnregion am stärksten ausgeprägt sind. Trotzdem wurde anhand dieser Aufnahme schon sehr früh versucht, die Lage des Eckzahnes zu beschreiben. Die ersten Aufzeichnungen diesbezüglich stam-

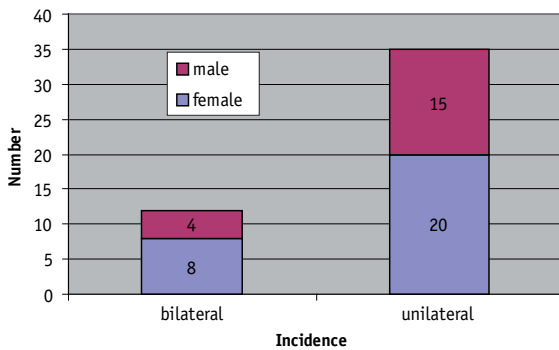


Figure 1. Gender distribution of bilateral and unilateral canine displacements.

Abbildung 1. Verteilung der Geschlechter bezüglich bilateraler und unilateraler Verlagerung.

Aims of the Study

The aim of this study was to test the following criteria for the re-alignment of maxillary canines:

1. Correlation between the length of treatment and the degree of displacement in the panoramic radiograph.
2. Effect of mesiodistal root deviations on treatment.
3. Side-effects of orthodontic re-alignment.
4. Differential therapeutic decision whether to remove or align displaced maxillary canines based on panoramic radiographs.

Materials and Methods

The analysis was based on 59 displaced and retained maxillary canines from the patient registers of two orthodontic practices in Halle (Saale), Germany. All cases were analyzed by a single examiner. Of the 47 patients, 28 were female and 19 male, a ratio of 1.5:1. There was a total of twelve bilateral and 35 unilateral displacements (Figure 1). At the date of surgical exposure, the mean age was 15.5 years (± 4.6 years), ranging from 13.9 to 30.9 years. On the date of surgical exposure, the following was analyzed on the panoramic radiographs:

1. distance and inclination of the canine to the occlusal plane (Figure 2);
2. position of the crown tip in relation to the adjacent roots:
 - a) distal of the lateral incisor,
 - b) center of the lateral incisor,
 - c) between the lateral and central incisors,
 - d) center of the central incisor,
 - e) between the two central incisors, and
3. the incidence of mesiodistal root deviations.

The active treatment time was taken from the patient records.

The incidence of apical root resorption was determined from the panoramic radiograph immediately after removal

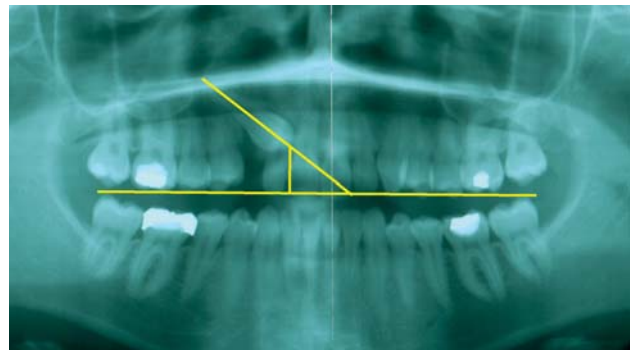


Figure 2. Distance and inclination measured by the Dausch-Neumann [8] method. Distance: length of the perpendicular from the tip of the canine to the occlusal plane (defined by the mesiobuccal crests of the maxillary first permanent molars); inclination: angle of the longitudinal axis of the canine to the occlusal plane.

Abbildung 2. Abstands- und Neigungsbestimmung nach der Methode von Dausch-Neumann [8]. Abstand: Länge des Lotes von der Eckzahnschneise auf die Okklusionsebene (definiert durch die mesiobukkalen Höckerspitzen der oberen ersten Molaren); Neigung: Winkel der Längsachse des Eckzahnes mit der Okklusionsebene.

men von Dausch-Neumann [8] aus dem Jahr 1970. In der folgenden Zeit wurde diese Methode wiederholt modifiziert, zum Beispiel von Crismani et al. [7] oder Warford et al. [38]. Die Angaben von Dausch-Neumann [8] sind jedoch bis heute gültig, sodass auch bei der vorliegenden Untersuchung die Bestimmung von Abstand und Neigung des Eckzahnes zur Okklusionsebene analog dieser Methode erfolgte.

Problemstellung

Ziel der Untersuchung war es, bei der Einordnung verlagert oberer Eckzähne folgende Kriterien zu überprüfen:

1. Abhängigkeit zwischen der Behandlungsdauer und dem Verlagerungsgrad im Orthopantomogramm.
2. Einfluss von mesio-distalen Wurzelkrümmungen auf die Behandlung.
3. Nebenwirkungen der kieferorthopädischen Einordnung.
4. Differentialtherapeutische Entscheidung über Entfernung oder Einordnung von verlagerten oberen Eckzähnen anhand von Orthopantomogrammen.

Material und Methoden

Zur Auswertung kamen 59 verlagerte und retinierte obere Eckzähne aus dem Patientengut von zwei kieferorthopädischen Praxen in Halle/Saale, Deutschland. Alle Fälle wurden ausschließlich von einem Untersucher ausgewertet. Von den 47 Patienten waren 28 weiblich und 19 männlich, was einem Verhältnis von 1,5:1 entspricht. Insgesamt lagen zwölf bilaterale und 35 unilaterale Verlagerungen vor (Abbildung 1). Zum Zeitpunkt der operativen Freilegung betrug das Durchschnittsalter 15,5 Jahre ($\pm 4,6$ Jahre) und variierte zwischen 13,9 und 30,9 Jahren. Aus den Orthopanto-

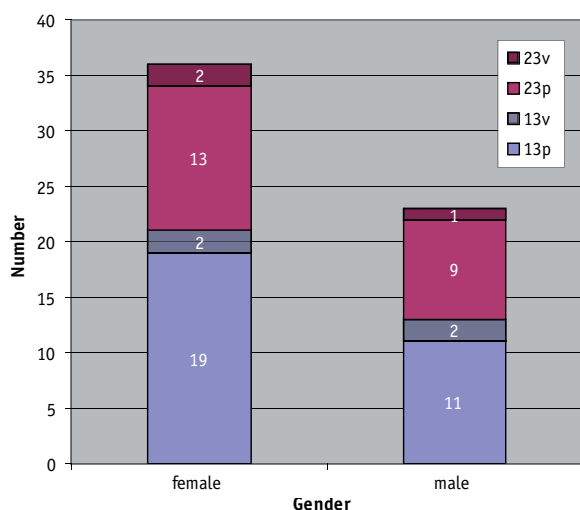


Figure 3. Gender distribution based on location.

Abbildung 3. Geschlechtsverteilung unter Beachtung der Lokalisation.

of the multi-band/multi-bracket appliance. This X-ray image was then compared with the image from the date of surgical exposure, and the anatomy of the root apex was assessed. Where some rounding was visible, or a morphological difference could be seen between the two images, a positive score resulted. There was no breakdown of the extent of root resorption, just a simple yes-no decision.

Marginal bone defects were also determined on the basis of the panoramic radiograph after removal of the multi-band appliance. The anatomy of the alveolar crest was then assessed in comparison to the opposite side and in relation to the adjacent teeth. There too, it was a simple yes-no situation; in other words, where there were bone defects compared to either of those two points, the score was positive.

The Pearson correlation test was used to analyze statistically the relationships between the length of active treatment and:

1. distance from the occlusal plane,
2. inclination to the occlusal plane,
3. position of the crown tip, and
4. mesiodistal root deviations.

Results

In the course of orthodontic treatment, all 59 surgically-exposed canines were re-aligned within the dental arch. This involved 34 right (57.6%) and 25 left (42.4%) teeth. There was vestibular displacement in seven canines, representing only 11.9% of patients (Figure 3). The mean active treatment time was 1.9 years (± 0.7 years), ranging from 0.6 to 4.1 years. For the angle between the canine and the occlusal plane, values between 32.5° and 87.0° were measured, with an average of 57.4° ($\pm 14.3^\circ$). The distance from the occlu-

mogrammen erfolgten zum Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung folgende Analysen:

1. Abstand und Neigung des Eckzahnes zur Okklusionsebene (Abbildung 2),
2. Lage der Kronenspitze in Relation zu den Nachbarzahnwurzeln:
 - a) distal des lateralen Inzisivus,
 - b) Mitte des lateralen Inzisivus,
 - c) zwischen lateralem und mittlerem Inzisivus,
 - d) Mitte des mittleren Inzisivus und
 - e) zwischen beiden mittleren Inzisivi,
3. Vorkommen von mesiodistalen Wurzelkrümmungen.

Die aktive Behandlungszeit wurde den Patientenunterlagen entnommen.

Die Bestimmung der Inzidenz einer apikalen Wurzelresorption erfolgte aus dem Orthopantomogramm unmittelbar nach Entfernung der Multiband-Bracket-Apparatur. Dazu wurde diese Aufnahme mit der Aufnahme zum Zeitpunkt der operativen Freilegung verglichen bzw. die Wurzelspitzenanatomie begutachtet. Waren Abrundungen ersichtlich oder ein Morphologieunterschied zwischen beiden Aufnahmen festzustellen, kam es zur positiven Einstufung. Es wurde keine Einteilung des Ausmaßes von Wurzelresorptionen vorgenommen, sondern lediglich eine Ja-/Nein-Entscheidung getroffen.

Die Ermittlung der marginalen Knochendefekte erfolgte ebenfalls anhand des Orthopantomogramms nach Entbänderung. Dabei wurde der Verlauf des Limbus alveolaris zum einem im Vergleich zur Gegenseite und zum anderen in Bezug zu den Nachbarzähnen begutachtet. Auch hier erfolgte wieder nur eine Ja-/Nein-Einteilung, das heißt, lagen Knochendefizite im Vergleich mit einem der beiden Punkte vor, erfolgte eine positive Einstufung.

Mit Hilfe des Korrelationstests nach Pearson erfolgte die statistische Auswertung der Zusammenhänge zwischen der Dauer der aktiven Behandlung und:

1. Abstand von der Okklusionsebene,
2. Neigung zur Okklusionsebene,
3. Lage der Kronenspitze,
4. mesiodistalen Wurzelkrümmungen.

Ergebnisse

Während der kieferorthopädischen Behandlung konnten alle 59 operativ freigelegten Eckzähne in den Zahnbogen eingeordnet werden. Dabei handelte es sich um 34 rechte (57,6%) und 25 linke (42,4%) Zähne. Eine vestibuläre Verlagerung lag bei sieben Canini nur bei 11,9% der Patienten vor (Abbildung 3). Die aktive Behandlungsdauer betrug im Durchschnitt 1,9 Jahre ($\pm 0,7$ Jahre), zwischen 0,6 und 4,1 Jahren. Bezüglich des Winkels zwischen Eckzahn und Okklusionsebene wurden Werte zwischen $32,5^\circ$ und $87,0^\circ$ bei einem Durchschnittswert von $57,4^\circ$ ($\pm 14,3^\circ$) gemessen. Der Abstand zur Okklusionsebene variierte zwischen 4,0 mm

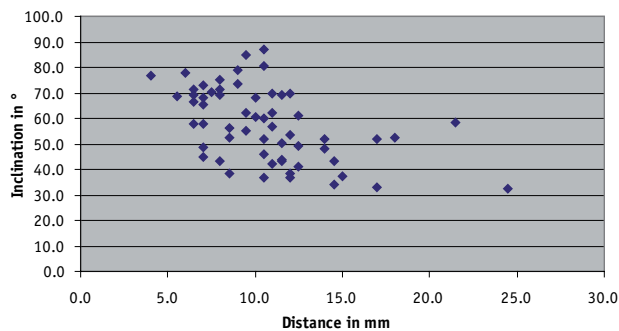


Figure 4. Correlation between angle of inclination and distance of the 59 exposed canines.

Abbildung 4. Zusammenhang von Neigungsgrad und Abstand der 59 freigelegten Eckzähne.

sal plane varied between 4.0 mm and 24.5 mm, with the average being 10.5 mm (± 3.8 mm) (Figure 4). The crown tip of the canine was projected in the panoramic radiographs in 21 cases (35.6%), most often between the roots of the lateral and central incisors (Figure 5). Root deviations were found in twelve cases (20.3%). In the panoramic radiographs taken at the end of active treatment, root resorptions of the canines examined were found in nine cases (15.3%). Marginal bone defects were observed in 24 patients (40.7%).

Statistical analysis was carried out on the treatment duration in relation to the extent of canine displacement. Analysis using the Pearson correlation test produced a correlation between the length of active treatment and:

- distance between the crown tip and the occlusal plane ($r = 0.03$),
- canine inclination ($r = 0.06$),
- crown tip position ($r = 0.12$), and
- incidence of mesiodistal root deviations ($r = -0.07$).

Discussion

The displaced maxillary canine is the subject of many clinical studies. Our own findings concur with those of previous studies in some respects, such as the fact that females are significantly more often affected than males [6, 10, 28].

There are differing views on side distribution. Harzer [14] found a higher incidence on the left, while the study by Stahl & Grabowski [31] showed a more balanced ratio. In our own study, on the other hand, the right side was slightly more often affected than the left.

In the literature, we find a variety of results for the ratio of vestibular to palatal displacement. They range from approx. 1:3 in Caprioglio [5] to 1:5.4 in Stellzig et al. [32]. In our own study, the ratio of 1:7 reveals a disproportionate tendency towards palatal displacement.

With an average treatment duration of 1.9 years, our findings are in the lower range compared to those in the inter-

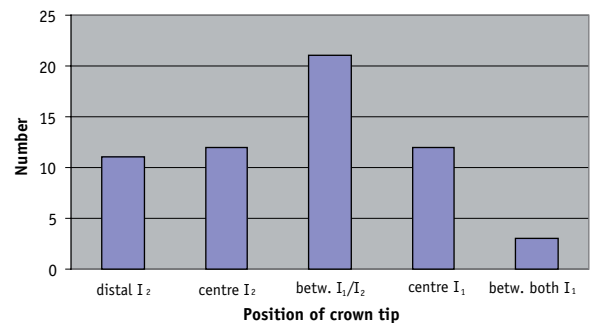


Figure 5. Projection of the crown tip in the panoramic radiographs.

Abbildung 5. Projektion der Kronenspitze in den Orthopantomogrammen.

und 24,5 mm bei einem Durchschnitt von 10,5 mm ($\pm 3,8$ mm) (Abbildung 4). Die Kronenspitze des Eckzahnes projizierte sich in den Orthopantomogramm-Aufnahmen bei 21 Fällen (35,6%) am häufigsten zwischen die Wurzel des lateralen und mittleren Inzisivus (Abbildung 5). Wurzelkrümmungen konnten in zwölf Fällen (20,3%) festgestellt werden. In den Orthopantomogramm-Aufnahmen am Ende der aktiven Behandlung stellten sich in neun Fällen (15,3%) Wurzelresorptionen an den eingestellten Eckzähnen dar. Bei 24 Patienten (40,7%) waren marginale Knochendefekte ersichtlich.

Die statistische Auswertung erfolgte hinsichtlich der Behandlungsdauer in Abhängigkeit vom Ausmaß der Eckzahnverlagerung. Die Auswertung mit dem Korrelationstest nach Pearson ergab keine Korrelation zwischen aktiver Behandlung und:

- Abstand der Kronenspitze zur Okklusionsebene ($r = 0,03$),
- Neigungswinkel des Eckzahnes ($r = 0,06$),
- Lage der Kronenspitze ($r = 0,12$),
- Vorkommen von mesiodistalen Wurzelkrümmungen ($r = -0,07$).

Diskussion

Der verlagerte obere Eckzahn ist Gegenstand zahlreicher klinischer Untersuchungen. Die eigenen Ergebnisse decken sich in einigen Details mit vorangegangenen Studien, zum Beispiel, dass Frauen deutlich häufiger betroffen sind als Männer [6, 10, 28].

Unterschiedliche Aussagen sind bezüglich der Seitenverteilung zu finden. Harzer [14] stellte ein häufigeres Vorkommen links fest, während in der Studie von Stahl & Grabowski [31] ein ausgewogenes Verhältnis vorlag. In der eigenen Untersuchung war hingegen die rechte Seite etwas häufiger betroffen als die linke.

In der Literatur schwanken die Angaben über die Verteilung von vestibulärer zu palatinaler Verlagerung. Sie reichen

national literature, where the figures for the average time required to achieve successful alignment of displaced canines range between 2.2 [15] and 3 years [1]. Harzer et al. [15], who also used the Dausch-Neumann method [8] to classify the degree of canine displacement, report an average value of 70.4° for the angle of inclination to the occlusal plane, whereas our findings (showing an average of 58.2°) fall well below theirs. A comparable study on the canine's distance from the occlusal plane is that of Stewart et al. [33], who found an average distance of 13.9 mm for unilateral displacements and 15.6 mm for the bilateral cases. Our average of 10.6 mm is lower.

As to the projection of the crown tip, Stivaros & Mandall recorded 55.6% of canines mesial of the adjacent incisor [34]. The comparable value from our study of 61.0% lies well within the same range.

We observed a moderate number of root resorptions, as did Strobl & Manhartsberger [35]. Marginal bone defects are very often observed at the end of active treatment, showing an incidence of 40.7%.

Stewart et al. [33] found a significant rise in the active treatment duration associated with an increase in distance from the occlusal plane. We found no such correlation in this study.

Likewise regarding the angle of inclination vis-à-vis the length of treatment: according to Crismani et al., there is a significant correlation between the two [7]. McSherry [24] and Schopf [30] also cite an angle of under 45° as a negative indicator for the potential of re-aligning the displaced tooth. We could not confirm their findings. We observed no correlation between the angle of inclination and length of therapy – something also confirmed by Sass [29].

The influence of mesiodistal root deviations is – according to Crismani et al. [7] – an unfavorable prognostic indicator. Tränkmann [36] and Sass [29] refute that position, a finding that concurs with our own.

How are our findings to be interpreted?

The distribution favoring females appears to support the thesis of a genetic component being one of several causes of displacement and retention.

The fact that in this study the right side was more often affected than the left (while other investigators report more balanced [31] or opposite results [14]) can be attributed to purely random factors.

The reason for the disproportionate frequency of palatal displacement we found compared to other studies [5, 32] may be our comparatively low number of cases.

We believe that our short treatment times are the result of excellent cooperation between patients, general dentists, oral surgeons, and orthodontists, as well as the advantageous average patient age of 15.5 years. This is confirmed by Harzer et al. [15].

With regard to the incidence of root resorptions, our findings resemble those of similar studies [35]. The investiga-

von circa 1:3 bei Caprioglio [5] bis zu 1:5,4 bei Stellzig et al. [32]. Bei der eigenen Untersuchung liegt das Verhältnis von etwa 1:7 überproportional in Richtung palatinaler Verlagerung.

Mit einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 1,9 Jahren befinden sich die eigenen Ergebnisse im unteren Bereich im Vergleich mit der internationalen Literatur. Dort schwanken die Angaben für die durchschnittliche Dauer bis zur Einordnung von verlagerten Eckzähnen von 2,2 Jahren [15] bis zu 3 Jahren [1]. In der Untersuchung von Harzer et al. [15], die zur Einteilung des Verlagerungsgrades des Eckzahnes ebenfalls die Methodik von Dausch-Neumann [8] verwenden, wird für den Neigungswinkel zur Okklusionsebene ein Durchschnittswert von 70,4° angegeben. Somit liegen die eigenen Ergebnisse mit einem Durchschnittswert von 58,2° deutlich darunter. Eine vergleichbare Untersuchung bezüglich des Abstandes von der Okklusionsebene stammt von Stewart et al. [33], welche bei den unilateralen Verlagerungen einen durchschnittlichen Abstand von 13,9 mm und bei den bilateralen Fällen von 15,6 mm ermittelten. Damit fällt der eigene Durchschnittswert mit 10,6 mm geringer aus.

Bei der Projektion der Kronenspitze liegen bei Stivaros & Mandall [34] 55,6% der Eckzähne mesial des benachbarten Schneidezahnes. Der Vergleichswert liegt in der eigenen Untersuchung mit 61,0% im annähernd gleichen Bereich.

Wurzelresorptionen traten in moderatem Umfang ähnlich wie bei Strobl & Manhartsberger [35] auf. Mit einer Inzidenz von 40,7% werden marginale Knochendefekte am Ende der aktiven Behandlung sehr häufig beobachtet.

Stewart et al. [33] fanden mit steigendem Abstand von der Okklusionsebene einen signifikanten Anstieg der aktiven Therapiezeit. Diese Abhängigkeit konnte in der eigenen Untersuchung nicht gefunden werden.

Ähnlich verhielt es sich in Bezug auf den Neigungswinkel zur Dauer der Behandlung. Nach Crismani et al. [7] besteht hier eine signifikante Abhängigkeit. Des Weiteren geben McSherry [24] und Schopf [30] einen Winkel kleiner als 45° für eine schlechte Prognose bezüglich der Einordnungsfähigkeit des verlagerten Zahnes an. Diese Aussagen konnte durch unsere Studie nicht bestätigt werden. Es bestand keine Korrelation zwischen dem Neigungswinkel und der Therapiezeit. Gleiches bestätigt auch Sass [29].

Ebenso verhält es sich mit dem Einfluss von mesiodistalen Wurzelkrümmungen, der, wie Crismani et al. [7] erwähnen, ein ungünstiges prognostisches Zeichen ist. Tränkmann [36] und Sass [29] verneinen dies, was sich mit den eigenen Ergebnissen deckt.

Wie können die eigenen Ergebnisse gedeutet werden?

Die Verteilung zugunsten des weiblichen Geschlechtes scheint die These einer anlagebedingten Komponente als Mitursache für eine Verlagerung und Retention zu unterstützen.

Dass in dieser Untersuchung die rechte Seite häufiger betroffen war als die linke und andere Untersuchungen zu

tion method we used does not, however, permit us to assess the quality of the resorptions. The only criterion used in this study was the occurrence of resorption per se.

The figures for marginal bone defects should be viewed likewise. Again, we did not assess the quality, only the quantity in terms of a yes-no decision. According to the international literature, the high incidence of this investigation parameter is attributable to the open surgical exposure carried out in many cases. However, a principal cause is surely incomplete bone mineralization in this region. The X-ray images we used to assess side-effects were taken on the date of debonding. We postulate that these anatomical structures will undergo further remodeling. Results may improve in later control images.

There are several reasons why we noted no correlation between the position of the canine in the panoramic radiographs, or mesiodistal root deviations, and treatment time. First, our study's validity is limited by the sample size (59 cases). Yet the main reason for our not having noted such a correlation, are the visual limitations of panoramic radiographs. As mentioned in our introduction, it is a planar image in which only a small area is in sharp focus, which means that objects such as displaced and retained canines that lie outside this zone are greatly distorted. Thus one must take a differentiated approach considering these factors to determine position [13]. Moreover, (also due to the imaging technique), the region around the canine is most affected by distortion. The determination of the position of displaced and retained canines based on panoramic radiographs alone is thus rather inaccurate [4, 17]. This finding is reinforced by studies by Krennmair et al. [19] and Ericson & Kurol [9], as well as Fox et al. [11]. Similarly, Berten et al. [3] state that the extent of displacement in the vertical plane is of rather secondary significance for the indication and prognosis for displaced canines. Individual case studies documented by Kindelan & Cook [18] also confirm this. However, most authors agree that a diagnosis of retained and displaced canines can be made by means of panoramic radiographs.

Overall, this leads to the conclusion that the decision between surgical removal and orthodontic alignment of a displaced and retained canine cannot be made on the basis of panoramic radiographs alone. Other factors such as patient motivation, age and susceptibility to caries [34] are more decisive factors than the canine's radiologically-determined position. This means that, once the diagnosis has been made and the accompanying circumstances are favorable, priority should be given to canine-realignment therapy.

Conclusion

We observed no correlation between the degree of canine displacement in panoramic radiographs and the length of treatment.

Nor did mesiodistal root deviations show any effect on the duration of active therapy.

ausgewogenen [31] bzw. umgekehrten Ergebnissen [14] führten, kann in einem rein zufälligen Geschehen gesucht werden.

Die hier überproportional häufige palatinale Verlagerung im Vergleich zu anderen Untersuchungen [5, 32] kann an der vergleichsweise geringen Fallzahl der eigenen Untersuchung im Verhältnis zu den anderen Studien liegen.

Die kurzen Behandlungszeiten resultieren unserer Meinung nach aus der guten Zusammenarbeit zwischen Patient, Allgemeinzahnarzt, Mund-Kiefer-Gesichtschirurg und Kieferorthopäde sowie aus dem für die Therapie günstigen Durchschnittsalter unserer Patienten von 15,5 Jahren. Dies bestätigen Aussagen von Harzer et al. [15].

Bezüglich der Wurzelresorptionen liegen die eigenen Ergebnisse in der Größenordnung von ähnlichen Untersuchungen [35]. Die angewendete Untersuchungsmethode lässt jedoch keine Aussage über die Qualität der Resorptionen zu. Einziges Kriterium bei dieser Untersuchung war das Auftreten von Abbauvorgängen.

Ähnlich sind auch die Zahlen bezüglich der marginalen Knochendefekte zu werten. Auch hier wurde nicht die Qualität bewertet, sondern lediglich in einer Ja-/Nein-Entscheidung die Quantität. Der internationalen Literatur zufolge ist die hohe Inzidenz bei diesem Untersuchungsparameter auf die in vielen Fällen durchgeführte offene Freilegung zurückzuführen. Ein Hauptgrund ist aber sicherlich in der noch nicht vollständigen Knochenmineralisation in dieser Region zu suchen. Die Röntgenaufnahmen zur Einschätzung der Nebenwirkungen sind zum Zeitpunkt des Debondings angefertigt worden. Es wird postuliert, dass diese anatomischen Strukturen im weiteren Verlauf zur Remodellation kommen. Spätere Kontrollaufnahmen lassen bessere Ergebnisse erwarten.

Dafür, dass kein Zusammenhang zwischen der Lage des Eckzahnes in den Orthopantomogrammen bzw. von mesiodistalen Wurzelkrümmungen zur Behandlungszeit gefunden wurde, gibt es mehrere Gründe. Zum einen ist die Aussagekraft der Untersuchung durch die Fallzahl von 59 eingeschränkt. Als Hauptursache ist aber die begrenzte Aussagekraft von Orthopantomogrammen zu nennen. Wie schon in der Einleitung erwähnt, handelt es sich um eine Schichtaufnahme, bei der insgesamt nur ein schmaler Bereich scharf abgebildet wird. Das heißt, dass Objekte, in diesem Fall verlagerte und retinierte Eckzähne, welche nicht in dieser Zone liegen, stark verzeichnet dargestellt werden. Für eine Lagebestimmung ist deshalb eine differenzierte Betrachtung unter Berücksichtigung dieser Faktoren nötig [13]. Des Weiteren ist aufgrund der Aufnahmetechnik die Region um den Eckzahn am stärksten von Verzeichnungen betroffen. Die Genauigkeit der Lagebestimmung von verlagerten und retinierten Eckzähnen allein anhand von Orthopantomogrammen ist also eher gering [4, 17]. Diese Aussage wird durch Untersuchungen von Krennmair et al. [19] und von Ericson & Kurol [9] sowie Fox et al. [11] unterstrichen. Ähnlich be-

Treatment side-effects, such as root resorptions or marginal bone defect still present at the end of active treatment, are entirely justifiable given the scope of the treatment and the canine's great value.

As all canines were successfully re-aligned and there was no correlation between the degree of canine displacement or mesiodistal root deviations and treatment time, we maintain that the decision between surgical removal and orthodontic re-alignment of a displaced canine should not be taken on the basis of panoramic radiographs alone.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. Uta Eichentopf, Halle/Saale, for providing extracts from patient records.

References

1. Becker A. Einordnung verlagertter Zähne: Kieferorthopädisches Problemmanagement mit festsitzenden Behandlungsmechaniken. Köln-München: Deutscher Zahnärzte Verlag, 1999.
2. Becker A. In defense of the guidance theory of palatal canine displacement. *Angle Orthod* 1995;65:95-8.
3. Berten JL, Schmelzeisen R, Schwarz M. Die operative Freilegung retinierter und verlagertter Zähne der zweiten Dentition – 1. Kieferorthopädische Indikation und Prognose. *Dtsch Zahnärztl Z* 1987;42:167-70.
4. Broer N, Fuhrmann A, Bremert S, et al. Evaluierung transversaler Schichtaufnahmen zur Diagnostik von Zahnverlagerungen unter besonderer Berücksichtigung oberer Eckzähne. *Inf Orthod Kieferorthop* 2005;66:94-109.
5. Caprioglio A. Easy Cuspid – Ein neues Verfahren zur aktiven Einordnung palatinal impaktierter Eckzähne. *Inf Orthod Kieferorthop* 2003;35:147-50.
6. Chaushu S, Chaushu G, Becker A. The use of panoramic radiographs to localize displaced maxillary canines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:511-6.
7. Crismani AG, Freudenthaler JW, Weber R, et al. Impaktierte obere Eckzähne – konventionelle Röntgendiagnostik und Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2000;110:1257-63.
8. Dausch-Neumann D. Der Durchbruchsweg bleibender Eckzähne. *Fortschr Kieferorthop* 1970;31:9-16.
9. Ericson S, Kuroi J. Radiographic examination of ectopically erupting maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:483-92.
10. Ferguson JW, Parvizi F. Eruption of palatinal canines following surgical exposure: a review of outcomes in a series of consecutively treated cases. *Br J Orthod* 1997;24:203-7.
11. Fox NA, Fletcher GA, Horner K. Localising maxillary canines using dental panoramic tomography. *Br Dent J* 1995;179:416-20.
12. Freisfeld M, Dahl IA, Jäger A, et al. X-ray diagnosis of impacted canines in panoramic radiographs and computed tomographs. *J Orofac Orthop* 1999;60:177-84.
13. Gavel V, Dermaut L. The effect of tooth position on the image of unerupted canines on panoramic radiographs. *Eur J Orthod* 1999;21:551-60.

schreiben Berten et al. [3], dass das Ausmaß der Verlagerung in der Vertikalen auf die Indikation und Prognose des verlagerten Eckzahnes von eher untergeordneter Bedeutung sei. Auch einzelne Falldokumentationen wie zum Beispiel von Kindelan & Cook [18] unterstreichen dies. Einige sind sich die meisten Autoren jedoch darüber, dass mit Hilfe von Orthopantomogrammen die Diagnose retinierter und verlagertter Eckzähne sicher gestellt werden kann.

Das bedeutet insgesamt, dass die Entscheidung Entfernung oder kieferorthopädische Einordnung eines verlagerten und retinierten Eckzahnes nur anhand von Orthopantomogrammen nicht getroffen werden kann. Andere Faktoren wie Motivation des Patienten, Alter, Kariesanfälligkeit [34] spielen bei der Entscheidungsfindung eine größere Rolle als die radiologische Position des Eckzahnes. Das heißt: Ist die Diagnose gestellt und liegen günstige Begleitumstände vor, sollte der Therapie zur Einordnung des Eckzahnes Vorrang gewährt werden.

Schlussfolgerung

Es bestand keine Korrelation zwischen dem Grad der Eckzahnverlagerung in Orthopantomogrammen und der Behandlungsdauer.

Des Weiteren hatten auch mesiodistale Wurzelkrümmungen keinen Einfluss auf die Dauer der aktiven Therapie.

Die Nebenwirkungen der Behandlung wie Wurzelresorptionen bzw. die noch am Ende der aktiven Behandlungszeit bestehenden marginalen Knochendefekte sind auf Grund des Umfangs der Behandlung und der hohen Wertigkeit des Eckzahnes durchaus vertretbar.

Da alle Eckzähne erfolgreich eingeordnet werden konnten und kein Zusammenhang zwischen dem Verlagerungsgrad der Eckzähne bzw. von mesiodistalen Wurzelkrümmungen zur Behandlungszeit bestand, sollte die Entscheidungsfindung chirurgische Entfernung oder kieferorthopädische Einordnung eines verlagerten Eckzahnes nicht nur anhand von Orthopantomogrammen stattfinden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Frau Dr. Uta Eichentopf, Halle/Saale, für die freundliche Bereitstellung eines Teiles der Patientenunterlagen.

14. Harzer W. Retention von Zähnen: Ätiologie, Diagnostik und Therapie. In: Diedrich P, Hrsg. Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 12. München-Jena: Urban & Fischer, 2002:75–99.
15. Harzer W, Seifert D, Mahdi Y. Die kieferorthopädische Einordnung retinierter Eckzähne unter besonderer Berücksichtigung des Behandlungsalters, der Angulation und der dynamischen Okklusion. Fortschr Kieferorthop 1994;55:47–53.
16. Hirschfelder U. Panoramabefund und enoraler Status. In: Diedrich P, Hrsg. Praxis der Zahnheilkunde, Bd 11/I. München-Jena: Urban & Fischer, 2000:221–40.
17. Jacobs SG. Localization of the unerupted maxillary canine: How to and when to. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115:314–22.
18. Kindelan J, Cook P. The ectopic maxillary canine: a case report. Br J Orthod 1998;25:179–80.
19. Krennmair G, Lenglinger FX, Traxler M. Imaging of unerupted and displaced teeth by cross-sectional CT scans. Int J Oral Maxillofac Surg 1995;24:413–6.
20. Kulder J, Kulder-Brede U. Der verlagerte Eckzahn. Quintessenz 1986;4:705–8.
21. Leifert S, Jonas IE. Dental anomalies as a microsymptom of palatal canine displacement. J Orofac Orthop 2003;64:108–20.
22. Mason C, Papadaku P, Roberts GJ. The radiographic localization of impacted maxillary canines: a comparison of methods. Eur J Orthod 2001;23:25–34.
23. McKee IW, Williamson PC, Lam EW, et al. The accuracy of 4 panoramic units in the projection of mesiodistal tooth angulation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:166–75.
24. McSherry PF. The ectopic maxillary canine: a review. Br J Orthod 1998;25:209–16.
25. Peck S, Peck L, Kataja M. Sense and nonsense regarding palatal canines. Angle Orthod 1995;65:99–102.
26. Peck S, Peck L, Kataja M. The palatally displaced canine as a dental anomaly of genetic origin. Angle Orthod 1994;64:249–56.
27. Peschek A, Schneider T, Freudenthaler JW, et al. Niedrig-dosierte dentale Computertomografie – Moderne Diagnostik oder methodische Übertreibung? Inf Orthod Kieferorthop 2002;34:193–200.
28. Sass T. Parodontale Probleme nach operativer Freilegung retinierter Eckzähne des Oberkiefers. Dtsch Zahnärztl Z 1986;41:234–6.
29. Sass T. Zur Einordnung retinierter Eckzähne des Oberkiefers unter prognostisch ungünstigen Voraussetzungen. Dtsch Zahnärztl Z 1987;42:174–6.
30. Schopf P. Curriculum Kieferorthopädie. Bd. 2. Berlin—Chicago—London—São Paulo—Moskau—Prag—Warschau: Quintessenz Verlags GmbH, 1994:592–602.
31. Stahl F, Grabowski R. Maxillary canine displacement and genetically determined predisposition to disturbed development of the dentition. J Orofac Orthop 2003;64:167–77.
32. Stellzig A, Basdra EK, Komposch G. Zur Ätiologie der Eckzahnverlagerung – eine Platzanalyse. Fortschr Kieferorthop 1994;55:97–103.
33. Stewart JA, Heo G, Glover KE, et al. Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:216–25.
34. Stivaros N, Mandall NA. Radiographic factors affecting the management of impacted upper permanent canines. J Orthod 2000;27:169–73.
35. Strobl H, Manhartsberger C. Zur Einreihung des palatinal impaktierten Eckzahnes. Methodik und die Ergebnisse eines kombinierten kieferchirurgischen/kieferorthopädischen Vorgehens. Fortschr Kiefer Gesichtschir 1995;40:100–3.
36. Tränkmann J. Indikation zur operativen Freilegung retinierter Zähne und ihre Prognose. Fortschr Kieferorthop 1971;32:497–503.
37. Van Beek H. Kieferorthopädisch-chirurgische Behandlung impaktierter oberer Eckzähne. Inf Orthod Kieferorthop 2002;34:89–94.
38. Warford JH, Grandhi RK, Tira DE. Prediction of maxillary canine impaction using sectors and angular measurement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:651–5.
39. Watted N, Teuscher T. Behandlungskonzept zur kontrollierten Einstellung palatinal verlagertes Oberkiefer Eckzähne. Kieferorthop 2004;18:93–103.
40. Watted N, Teuscher T. Verlagerte Zähne – Diagnose und erfolgreiche Therapie. Berlin: Quintessenz Verlags GmbH, 2005.
41. Wieber M, Witt E. Langzeitbeobachtungen nach Einstellung von verlagerten Zähnen mit besonderer Berücksichtigung von Ästhetik, Parodontalstatus und Sensibilität – Ein Patientenbericht. Inf Orthod Kieferorthop 2002;34:9–16.

Correspondence Address

Dr. Torsten Grande
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 Poliklinik für Kieferorthopädie
 Martinistrasse 52
 20246 Hamburg
 Germany
 Phone: (+49/40) 42803-3253, Fax -7571
 e-mail: torstengrande@hotmail.com