

## Knochenneubildung im Bereich autotransplantierter, sich entwickelnder unterer Eckzähne: Ein Fallbericht



Paweł Plakwicz, DDS, PhD<sup>1</sup>  
Julita Wojtaszek, DDS<sup>2</sup>  
Małgorzata Zadurska, DDS, PhD<sup>3</sup>

*Bis vor Kurzem war ein ausreichendes Knochenangebot an der Empfängerstelle der entscheidende Faktor bei der Autotransplantation von Zähnen. Im vorliegenden Artikel wird die Transplantation von sich entwickelnden unteren Eckzähnen in eine suboptimale Position beschrieben, da nicht ausreichend Knochen an den Empfängerstellen vorhanden war. Fünf Jahre später, nach Eruption und kieferorthopädischer Ausrichtung, waren alle Kriterien einer erfolgreichen Einheilung erfüllt. Außerdem wurde an den Wurzeln der transplantierten Zähne neugebildeter Knochen entdeckt, der zuvor nicht vorhanden gewesen war. Offenbar können transplantierte, sich entwickelnde Zähne ein Knochenwachstum entlang ihrer Wurzeln stimulieren. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:11–17.)*

Die ektopye Lage von unteren Eckzähnen ist selten und kommt 20-mal seltener vor (0,05 bis 0,4 %) als die ektopye Lage von oberen Eckzähnen<sup>1</sup>. In seltenen Fällen kommt es zu einer bilateralen Impaktion oder Transmigration über die Mittellinie<sup>2,3</sup>, die kieferorthopädisch und operativ schwer zu behandeln ist<sup>4</sup>. Zu den Behandlungsoptionen, die in diesen Fällen verfügbar sind, gehören die kieferorthopädische Traktion, Extraktion (mit anschließendem kieferorthopädischem Lückenschluss oder Implantation), Zuwarten und Beobachten oder eine Autotransplantation, d. h. der Transfer des Zahns von seiner ursprünglichen Position in eine entsprechend präparierte Alveole. Die Auswahl des Verfahrens richtet sich nach dem Alter des Patienten, der Okklusion und der Position des Eckzahns, auch bezogen auf seine Nachbarzähne. Eine Autotransplantation ist indiziert, wenn die Impaktion eine kieferorthopädische Traktion verhindert<sup>1,5,6</sup>. Allerdings galt bisher ein ausreichendes Knochenangebot an der Empfängerstelle als entscheidend für dieses Verfahren. Zu den Kriterien für ein erfolgreiches Transplantationsergebnis gehören die Revaskularisierung der Pulpa, die Abheilung des Parodonts und die Weiterentwicklung der Wurzeln des Transplantats. Aus kieferorthopädischer Sicht muss zudem ermittelt werden, ob der transplantierte Zahn von einer ausreichenden Menge an

<sup>1</sup> Wissenschaftler, Abteilung für Parodontologie, Medizinische Universität Warschau, Warschau, Polen

<sup>2</sup> Wissenschaftlerin, Abteilung für Kieferorthopädie, Medizinische Universität Warschau, Warschau, Polen

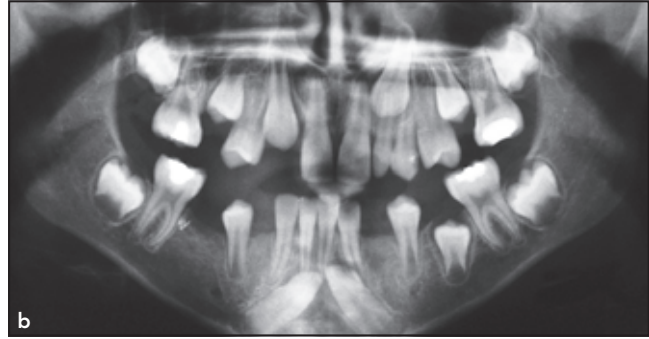
<sup>3</sup> Professorin und Leiterin der Abteilung für Kieferorthopädie, Medizinische Universität Warschau, Warschau, Polen

Korrespondenz an: Dr. Paweł Plakwicz, ul. Górnioślaska 5/19, 00-443 Warschau, Polen.  
E-Mail: info@plakwicz.com

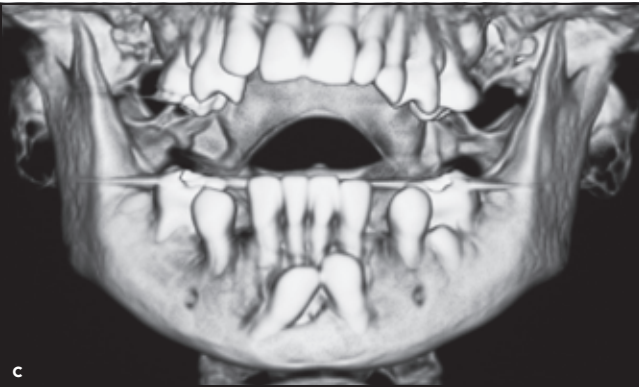
©2013 Quintessenz Verlags-GmbH



**Abb. 1a** Klinischer Befund bei der Erstvorstellung in der Kieferorthopädie.



**Abb. 1b** Panoramaraöntgenaufnahme der impaktierten unteren Eckzähne mit Transmigration des rechten Eckzahns (September 2006).



**Abb. 1c** Bestätigung der ektopen Lage der unteren Eckzähne in einer dreidimensionalen CT-Rekonstruktion (November 2006).

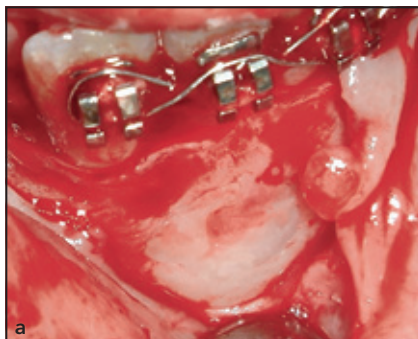
Knochen umgeben ist, sodass seine Ausrichtung und sein Erhalt im Kiefer gesichert sind<sup>7</sup>. In der Literatur wurde bei der Eruption eines transplantierten Zahns ein vertikales Wachstum des Alveolarknochens beschrieben<sup>8</sup>. Allerdings gibt es bisher keine Berichte dazu, dass an der Wurzeloberfläche von transplantierten Zähnen neuer Knochen durch eine Dehiszenz zum Operationszeitpunkt entstanden war. In einer Fallserie führte die Autotransplantation voll entwickelter Zähne in Empfängerstellen mit Knochendefekten nicht zur Knochenregeneration<sup>9</sup>. Der vorliegende Fallbericht beschreibt die Autotransplantation von sich entwickelnden impaktierten unteren Eckzähnen (einer mit Transmigration der Mittellinie). Bei der Kontrolluntersuchung nach fünf Jahren waren die transplantierten Zähne gut eingeehlt. Zusätzlich hatte sich in

den operativ angelegten Knochendehiszenzen neuer Knochen angelagert.

### Fallbericht

In der Medizinischen Universität Warschau, Polen, stellt sich ein neunjähriges Mädchen mit Klasse-I-Malokklusion, retinierten primären Eckzähnen im Unterkiefer und einem hakenförmigen linken oberen lateralen Schneidezahn zur kieferorthopädischen Behandlung vor (Abb. 1a). Die Patientin war mit einem Herzfehler zur Welt gekommen (offenes Foramen ovale), ansonsten aber gesund. Die Panoramaraöntgenaufnahme zeigte impaktierte untere permanente Eckzähne und eine Hypodontie des oberen rechten lateralen Schneidezahns und unteren rechten zweiten Prämolaren (Abb. 1b). Die Transmigration des

unteren rechten Eckzahns (Muster 1) wurde mittels Computertomografie (CT) bestätigt (Abb. 1c)<sup>5</sup>. Beide Eckzähne wiesen vergrößerte Follikel auf und lagen labial der Wurzeln der Schneidezähne, was eine kieferorthopädische Traktion unmöglich machte. Daher wurde eine Raumöffnung und Autotransplantation der Eckzähne geplant. Die beiden Spenderzähne wiesen sich entwickelnde Wurzeln auf (zwei Drittel der endgültigen Wurzellänge). Außerdem wurde die Extraktion des hakenförmigen oberen linken lateralen Schneidezahns geplant, um symmetrische Zahnbögen zu erhalten. Präoperativ wurden die Spenderzähne und Empfängerstellen auf den CT-Bildern vermessen. Aufgrund des unzureichenden Raumangebots zwischen den Zähnen und der begrenzten Breite der Alveole zur Aufnahme der Transplantate mussten diese bei-



**Abb. 2a** Autotransplantation (April 2007). Lappenabhebung über der vestibulären Kortikalis, die beide Eckzähne abdeckte.



**Abb. 2b und c** Präparation künstlicher Alveolen mit Knochendehiszenzen für die Eckzähne.

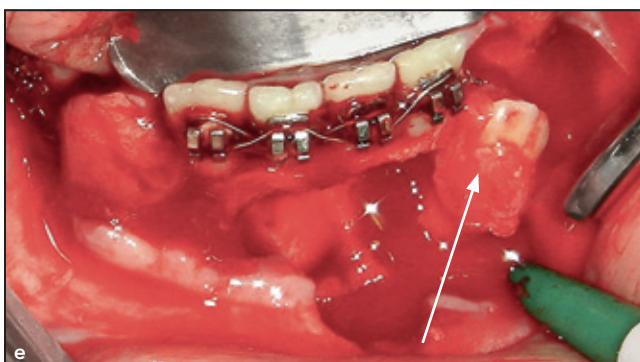


**Abb. 2d** Rechtes Transplantat mit seinem Follikel (Pfeil) in der neuen Alveole.



**Abb. 2e** Lage beider Eckzähne vor der Naht (Pfeile).

**Abb. 2f** Entfernung der Fäden neun Tage postoperativ.



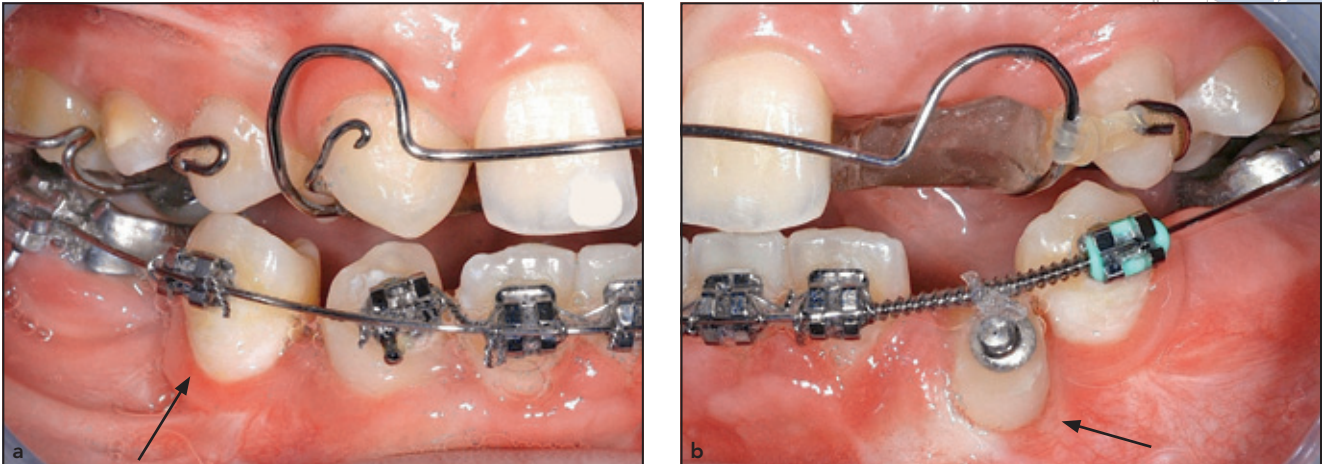
den Eckzähne bei der Operation so eingesetzt werden, dass eine weitere kieferorthopädische Ausrichtung möglich sein würde. Die Eltern der Patientin stimmten dem Verfahren schriftlich zu.

#### Chirurgisches Vorgehen

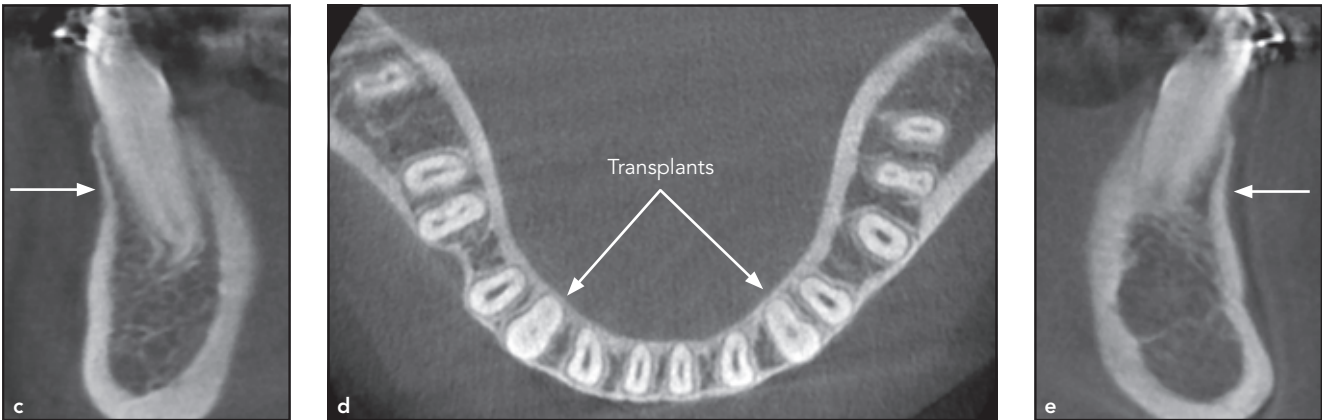
Unter Lokalanästhesie (4 % Articain mit Adrenalin 1:200000) erfolgte eine

Inzision entlang des Gingivasaums, sodass labial ein Vollschichtlappen zwischen den unteren ersten Prämolaren mobilisiert werden konnte (Abb. 2a). Die labiale Kortikalisplatte, die die Eckzähne bedeckte, wurde vorsichtig mit Bohrern unter Kochsalzkühlung abgegrenzt. Um eine Schädigung der Wurzeln zu verhindern, wurde anschließend eine dünne Knochenschicht neben dem Zement der Zahnfollikel mit einem Elevator entfernt. Die Zähne wur-

den atraumatisch mit intakten Zahnfollikeln, Zement und epithelialer Hertwig-Wurzelscheide entfernt. Die Eckzähne befanden sich zwischen dem Entfernen und ihrer Platzierung in der neuen Position 10 Minuten außerhalb des Mundes. Während dieser Zeit wurden sie in Kochsalzlösung gelegt. Mithilfe von Bohrern wurden künstliche Alveolen angelegt, deren Form der Morphologie der Transplantatwurzeln angepasst wurde. Die Alveolen wiesen so viel Platz für die



**Abb. 3a und b** Klinisches Bild des Unterkiefers sechs Monate postoperativ. (Pfeile): die transplantierten Eckzähne (November 2007).



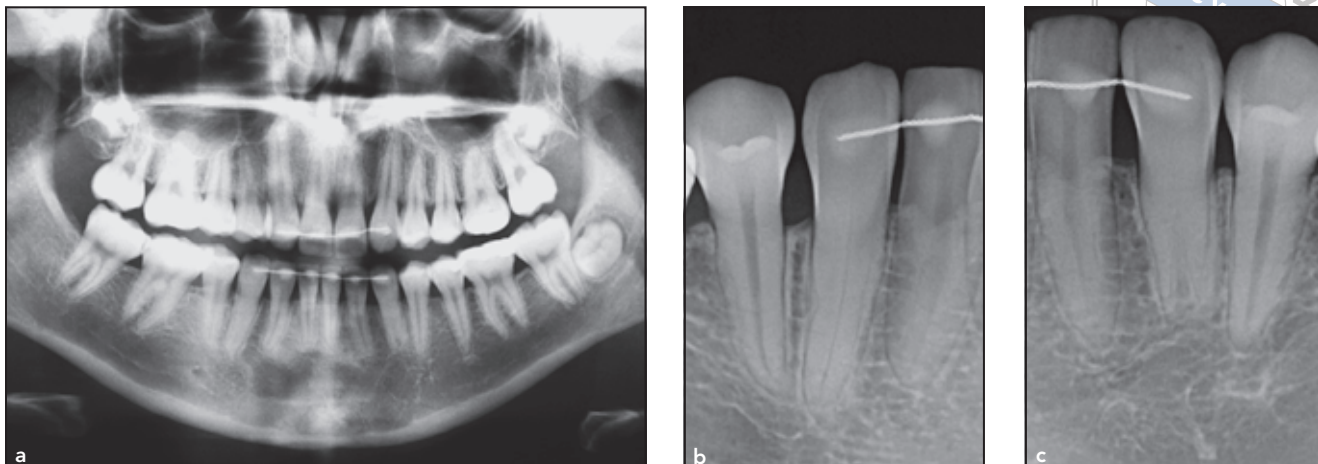
**Abb. 3c bis e** DVT-Scan 14 Monate postoperativ (Juni 2008). (c) Das axiale CT des Unterkiefers zeigt auf der Labialfläche des rechten Eckzahns neuen Knochen (Pfeil). (d) Horizontales CT des Unterkiefers auf einer Höhe unterhalb der SZG. (e) Axiales CT des Unterkiefers mit neuem Knochen an der Labialseite des linken Eckzahns (Pfeil).

Wurzeln auf, das um sie herum ein Spalt von 1 mm verblieb. Beide Alveolen wurden aufgrund der unzureichenden Alveolarkambbreite partiell nach labial eröffnet (Abb. 2b und c). Die Knochendehiszenzen wurden mit Überresten der dentalen Follikel aufgefüllt (Abb. 2d und e) und mit einem Lappen abgedeckt. Beide Transplantate wurden mehrere Millimeter unterhalb der Okklusalebene und weiter nach labial verschoben eingesetzt (Abb. 2e). Der rechte Eckzahn wurde

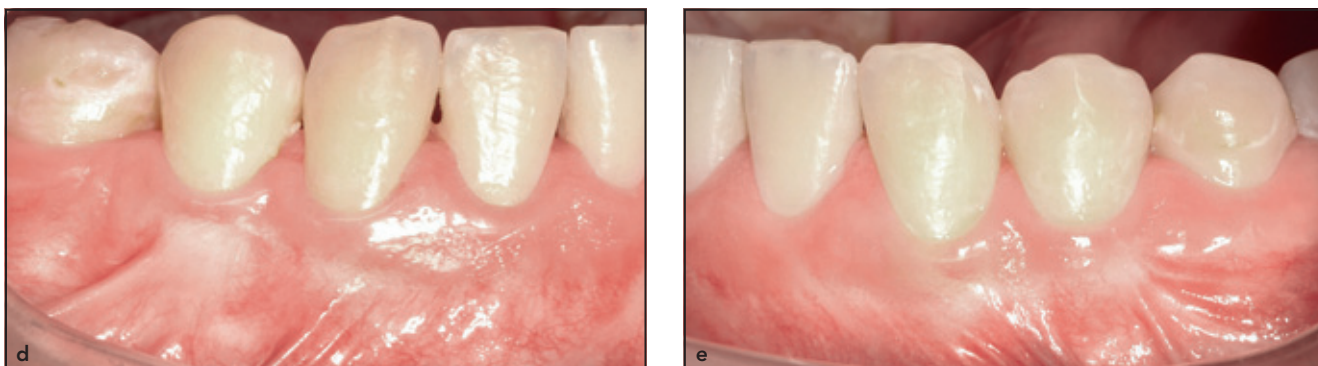
mit einer Naht durch seinen Follikel und die Lappenränder stabilisiert. Der linke Eckzahn wurde durch die Spannung des vernähten Lappens fixiert. Postoperativ erhielt die Patientin eine Woche lang 500 mg Amoxicillin im Abstand von acht Stunden und 200 mg Ibuprofen für zwei Tage alle acht Stunden. Die Heilung verlief komplikationslos und ohne Hinweise auf ein Ödem oder eine Entzündung. Die Fäden wurden neun Tage postoperativ entfernt (Abb. 2f).

### Kontrolle und Ergebnisse

Vier Monate postoperativ wurde die Krone des linken Eckzahns freigelegt, kieferorthopädische Brackets aufgeklebt und eine Zugkraft auf die beiden transplantierten Zähne ausgeübt. Alle sechs Monate erfolgten Kontrolluntersuchungen mit intraoralen Röntgenaufnahmen, Überprüfung der Mobilität und elektrischer Pulpatestung. Der rechte Eckzahn eruptierte ohne Traktion. Anschließend



**Abb. 4a bis c** Kontrolle nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung (60 Monate, April 2012). (a) Die Panoramaröntgenaufnahme und (b und c) die intraoralen Röntgenaufnahmen der beiden Eckzähne zeigen bei beiden Transplantaten eine abgeschlossene Wurzelentwicklung, keine Resorption, ein normales Parodontalligament und eine Obliteration der Pulpa.



**Abb. 4d und e** Klinischer Befund des Unterkiefers mit korrekt geformtem Alveolarkamm und gesunder Gingiva.

wurden die Zähne allmählich in den Zahnbogen eingegliedert (Abb. 3a und b).

Die Volumetomografie 14 Monate postoperativ belegte die Bildung einer neuen Alveole und zeigte Knochen auf der Labialseite der Transplantatwurzeln. Der Knochen füllte die zum Zeitpunkt der Autotransplantation angelegten Dehiszenzen aus und stellte die korrekte Form der Alveole wieder her (Abb. 3c bis e). Am Ende der kieferorthopädischen

Behandlung fünf Jahre postoperativ (Abb. 4a bis e) wiesen die unteren Eckzähne alle Zeichen einer vitalen Pulpa auf. Dies zeigte ihre Reaktion auf elektrische Tests mit normalen Grenzwerten und Obliteration der Pulpa. Die Eckzähne wiesen eine normale Mobilität auf, und das marginale Parodont war gesund (Taschentiefe  $\leq 2,5$  mm, normale Höhe des Attachments). Die transplantierten Zähne waren von einem Band keratinisierter Gingiva umgeben; Rezessionen wur-

den nicht nachgewiesen (Abb. 3a). Die intraoralen Röntgenaufnahmen zeigten eine Wiederherstellung der Lamina dura ohne Anzeichen einer entzündlichen oder Ersatzresorption (Abb. 4b und 4c). Die Wurzeln der Eckzähne entwickelten sich weiter und bildeten eine Spitze. Das Kronen-Wurzel-Verhältnis betrug am linken Eckzahn 0,75, am rechten Eckzahn 0,65 und entsprach damit demjenigen der oberen Eckzähne (0,63 und 0,66).

## Diskussion

Mit dem hier vorgestellten Fall wird die erfolgreiche Transplantation sich entwickelnder unterer Eckzähne beschrieben und zusätzlich die Knochenneubildung an der Empfängerstelle belegt. Abhängig von der Art des Spenderzahns, dem Operationsverfahren und den in der jeweiligen Studie zugrunde gelegten Erfolgskriterien wurden mit der Autotransplantation von Zähnen unterschiedlich gute Erfolge erzielt. Es ist belegt, dass die Transplantation sich entwickelnder Zähne bessere Heilungsvoraussetzungen bietet als die Transplantation voll entwickelter Zähne<sup>10,11</sup>. In Fällen von Agenesie oder Trauma ist bei der Autotransplantation sich entwickelnder Prämolaren gut belegt, dass sie vorhersagbar zu normalen Zähnen auswachsen, die sich funktionell einpassen und dem Wachstum des Alveolarkamms folgen<sup>12,13</sup>. Bei der Transplantation wird ein Zahn in eine Empfängerstelle verlagert, die ausreichend viel Knochen enthält, um den Spenderzahn in einer künstlich angelegten Alveole aufzunehmen. Daher ist bei einem sehr schmalen Alveolarkamm eine Transplantation nicht möglich, womit fehlende Zähne so nicht ersetzt werden können. Dies ist für jüngere Patienten ungünstig, bei denen eine Kontraindikation für einen kieferorthopädischen Lückenschluss besteht. Sie müssen abwarten, bis das Wachstum abgeschlossen und eine Implantation möglich ist.

Aufgrund des unzureichenden Knochenangebots an der Empfängerstelle besteht ein erheblicher Unterschied zwischen der Transplantation von Eckzähnen und Prämolaren, selbst wenn ein primärer Eckzahn vorhanden ist. Es ist deshalb nicht möglich, den Spenderzahn labiolingual in den Alveolarkamm einzupassen, weil Knochen dehiscenzen entstehen können und der spätere Parodontalstatus

gefährdet ist. Dies erklärt vermutlich auch, warum die transalveoläre Autotransplantation sich entwickelnder unterer Eckzähne in der Literatur nur selten beschrieben wird<sup>3</sup>.

Die digitale Volumentomografie (DVT) ist ein wertvolles Hilfsmittel bei der Planung einer Autotransplantation<sup>14–17</sup>. Im vorliegenden Fall lieferte sie den Autoren ausführliche Informationen über die Spenderzähne und die Empfängerstellen. Dabei stellte sich heraus, dass die Verwendung von Zahnnachbildungen zur Verkürzung der extraoralen Zeit nicht sinnvoll war, da sich die Lage der künstlichen Alveolen zum Teil mit der ursprünglichen Eckzahnposition überschneidet. Daher mussten die Spenderzähne vor der Präparation der Alveolen entnommen werden.

Die Zeit, die für die Schaffung eines ausreichenden Platzangebots zur Verfügung stand, war wegen der progressiven Entwicklung der Spenderzahnwurzeln und dem unzureichenden Knochenangebot an den Empfängerstellen begrenzt. Eine Kryokonservierung der Zähne kam nicht infrage, da sie die Pulpaheilung beeinträchtigt<sup>18</sup>. Um Zeit zu sparen, wurden die Zähne in eine suboptimale (labiale und apikale) Position transplantiert. Um eine Ankylose zu verhindern, wurden die Zähne nur durch Nähte und die Spannung des Lappens stabilisiert. Die postoperative Eruption und kieferorthopädische Ausrichtung der Transplantate sollte nach der Abheilung des Parodonts beginnen.

Beide Eckzähne erfüllten die Kriterien einer erfolgreichen Transplantation, d. h. eine Pulpaheilung, fehlende Wurzel- und Knochenresorption und Weiterentwicklung der Wurzeln. Für die Beurteilung des langfristigen Erfolgs musste jedoch die Knochenmenge ermittelt werden, die postoperativ im Bereich der Zähne vorhanden war<sup>19</sup>. Der DVT-Scan 14 Monate postoperativ ergab Knochen auf

den Labialflächen der Eckzahnwurzeln, die zum Operationszeitpunkt noch stark exponiert waren (Knochen dehiscenzen). Offenbar können transplantierte sich entwickelnde Zähne (neben der Abheilung in präparierten Alveolen) die Knochenneubildung stimulieren, was bereits in Tiermodellen gezeigt wurde<sup>20</sup>.

## Schlussfolgerungen

Mit der Autotransplantation sich entwickelnder Eckzähne aus ektopen Positionen in Empfängerstellen mit einem unzureichenden Knochenangebot können Zähne mit einer normalen Funktion geschaffen werden. Außerdem wurde eine Zunahme der Knochenmenge an den Empfängerstellen beobachtet, die Folge der parodontalen Heilung und der Eruption der Transplantate war. Sollten sich diese Befunde in weiteren Studien bestätigen lassen, wäre eine vorhersagbare Transplantation von sich entwickelnden Zähnen in Empfängerstellen mit unzureichendem Knochenangebot möglich. Damit würden sich die Indikationen einer Zahntransplantation durch eine Änderung der kieferorthopädischen und operativen Therapieplanung erweitern.

## Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

1. Andreasen JO. The impacted mandibular canine. In: Andreasen JO, Petersen JK, Laskin DM. Textbook and Color Atlas of Tooth Impactions. Copenhagen: Munksgaard, 1997:168.
2. Tarsitano JJ, Wooten JW, Burditt JT. Transmigration of nonerupted mandibular canines: Report of cases. J Am Dent Assoc 1971;82:1395–1397.

3. Joshi MR. Transmigrant mandibular canines: A record of 28 cases and a retrospective review of the literature. *Angle Orthod* 2001;71:12–22.
4. Cowman SC, Wootton WR. Bilateral impaction of mandibular canines. *N Z Dent J* 1979;75:113–114.
5. Mupparapu M, Auluck A, Suhaz S, Pai KM, Nagpal A. Patterns of intraosseous transmigration and ectopic eruption of bilaterally transmigrating mandibular canines: Radiographic study and proposed classification. *Quintessence Int* 2007;38:821–828.
6. Wertz RA. Treatment of transmigrated mandibular canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:419–427.
7. Wennström J, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987;14:121–129.
8. Paulsen HU, Andreasen JO. Eruption of premolars subsequent to autotransplantation. A longitudinal radiographic study. *Eur J Orthod* 1998;20:45–55.
9. Imazato S, Fukunishi K. Potential efficacy of GTR and autogenous bone graft for autotransplantation to recipient sites with osseous defects: Evaluation by re-entry procedure. *Dent Traumatol* 2004;20:42–47.
10. Skoglund A, Tronstad L, Wallenius K. A microangiographic study of vascular changes in replanted and autotransplanted teeth of young dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;45:17–28.
11. Watanabe Y, Mohri T, Takeyama M, et al. Long-term observation of autotransplanted teeth with complete root formation in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:720–726.
12. Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: Survival and success rates 17-41 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:110–119.
13. Zachrisson BU, Stenvik A, Haanaes HR. Management of missing maxillary anterior teeth with emphasis on autotransplantation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:284–288.
14. Lee SJ, Jung IY, Lee CY, Choi SY, Kum KY. Clinical application of computer-aided rapid prototyping for tooth transplantation. *Dent Traumatol* 2001;17(3):114–119.
15. Keightley AJ, Cross DL, McKerlie RA, Brocklebank L. Autotransplantation of an immature premolar with the aid of cone beam CT and computer-aided prototyping: A case report. *Dent Traumatol* 2010;26:195–199.
16. Honda M, Uehara H, Uehara T, et al. Use of a replica graft tooth for evaluation before autotransplantation of a tooth. A CAD/CAM model produced using dental cone-beam computer tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010;39:1016–1019.
17. Pang NS, Choi YK, Kim KD, Park W. Autotransplantation of an ectopic impacted premolar with sinus lift and allogenic bone graft. *Int Endod J* 2011;44:967–975.
18. Temmerman L, De Pauw GA, Beele H, Dermaut LR. Tooth transplantation and cryopreservation: State of the art. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:691–695.
19. Harzer W, Rürger D, Tausche E. Autotransplantation of first premolar to replace a maxillary incisor—3D-volume tomography for evaluation of the periodontal space. *Dent Traumatol* 2009;25:233–237.
20. Izumi N, Yoshizawa M, Ono Y, Kabayashi T, Hamamoto Y, Saito C. Periodontal regeneration of transplanted rat teeth subcutaneously after cryopreservation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36:838–844.