

Implantattherapie nach Frontzahntrauma

Eine neue Methode zum Erhalt des Alveolarkammes nach posttraumatischer Ankylose und externer Wurzelresorption

Schlüsselwörter: dento-alveoläres Trauma, Ankylose, externe Wurzelresorption, Dekoronation, Bone-Level-Implantate, transokklusal verschraubte Zirkonoxidimplantatkronen

SYBILLE SCHEUBER^{1,2}

DIETER BOSSHARDT³

URS BRÄGGER¹

THOMAS VON ARX²

¹ Abteilung für Kronen- und Brückenprothetik, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

² Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

³ Robert Schenk Labor für Orale Histologie, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. dent. Thomas von Arx
Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie
Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern
Freiburgstrasse 7, 3010 Bern
Tel. 031 632 25 49
Fax 031 632 25 03



Bild oben

Ausgangssituation: Die traumatisierten, anresorbierten und ankylosierten Zähne 11 und 12 zeigen eine deutliche Infraposition und sind nicht erhaltungswürdig.

Bild unten

Schlussituation: Zwei Jahre nach der Therapie durch Dekoronation, Implantation und Augmentation zeigen sich stabile knöcherne und weichgewebige Verhältnisse um die Implantatzähne 11 und 12.

Zusammenfassung Die Therapie traumatisierter Frontzähne mit Ankylosen und zusätzlicher Wurzelresorption stellt eine besondere Herausforderung für den Kliniker dar. Durch die Infraposition sind ankylosierte Zähne funktionslos und ästhetisch unbefriedigend. Dies erschwert eine spätere prothetische Rehabilitation. Die progressive Ersatzresorption und die vertikale Wachstumshemmung machen eine Intervention unumgänglich. Die Vorge-

hensweise und der optimale Implantationszeitpunkt sind daher gründlich abzuwägen. Vor allem auf die Kammprophylaxe soll im vorliegenden Fall eingegangen werden. Es wird das Management von zwei benachbarten ankylosierten Oberkieferfrontzähnen durch Dekoronation, Alveolarknochenerhalt und implantatgetragene Suprakonstruktion vorgestellt. Die zusätzliche histologische Abklärung sichert die Diagnosestellung und Therapiewahl.

Einleitung

Bei Dislokationstraumata von Zähnen kommt es oft zu Verletzungen des vitalen parodontalen Ligaments auf der Wurzeloberfläche. Dies kann zu irreversiblen Schäden in der Zementoblastenschicht führen und zu Nekrosen mit lokal entzündlicher Reaktion. Dadurch werden Osteoklasten aktiviert, die Zement und Dentin resorbieren. Es entsteht eine externe Wurzelresorption (FILIPPI ET AL. 2000). In der Folge kann die gesamte Wurzel resorbiert und durch Alveolarknochen ersetzt werden (MALMGREN ET AL. 2000). Zähne mit ausgedehnten externen Wurzelresorptionen gelten als nicht erhaltungswürdig (FUSS 2003, GULSAHI 2007, AHANGARI 2010). Durch einsetzende Osteoblastentätigkeit wird die resorbierte Zahnschubstanz schrittweise durch Alveolarknochen ersetzt, wodurch es zu einer direkten Anlagerung von Alveolarknochen an die Wurzeloberfläche und als Folge davon zu einer Ankylose kommt (ANDREASEN & ANDREASEN 1994, NE ET AL. 1999, TROPE 1998A).

Bei Kindern und Jugendlichen (etwa 8.–14. Lebensjahr), d. h. im wachsenden Kiefer, kommt es wegen der Ankylose zu einer Wachstumshemmung des Kieferknochens im Bereich des betroffenen Zahnes (ANDREASEN & ANDREASEN 1994, MALMGREN & MALMGREN 2002). Während die Maxilla sich weiter nach antero-kaudal entwickelt, verbleibt der ankylosierte Zahn in seiner Position. Nach Verlust des betroffenen Zahnes entsteht an dieser Stelle ein erhebliches, v. a. vertikales Knochendefizit. Dieses muss später mit komplexen augmentativen Massnahmen korrigiert werden, falls eine implantatgetragene Rehabilitation geplant wird.

Trotz der relativ hohen Prävalenz von Zahntraumata findet sich in der Literatur wenig Evidenz über Diagnose, Klassifikation und Therapiemöglichkeiten (SCHWARTZ-ARAD & LEVIN 2004). In einer aktuellen Übersichtsarbeit über das Management von externen Wurzelresorptionen wird empfohlen, abhängig vom Fall und der Erfahrung des Behandlers sowie dem Patientenwunsch zu verfahren (SCHWARTZ-ARAD ET AL. 2004, AHANGARI 2010). Eine Therapieoption ist die frühe Exzision des ankylosierten Zahnes und seine spätere prothetische Rehabilitation. Eine weitere Methode stellt die Transplantation eines Zahnes mit vitalem Desmodont an die Stelle des ankylosierten Zahnes dar (ANDREASEN ET AL. 1990). Ein kieferorthopädischer Lückenschluss kann ebenfalls nach Exzision erwogen werden. Die Exzision in Kombination mit augmentativen Massnahmen dient dem Kammerhalt für eine spätere Implantation (SÁNDOR ET AL. 2003). Der Kammerhalt kann auch mit der sogenannten Dekoronation und einem kieferorthopädischen Platzhalter erreicht werden, bis die definitive Therapie eingeleitet werden kann (MALMGREN ET AL. 1984, MALMGREN 2000, FILIPPI ET AL. 2001). Implantate sollten erst nach Abschluss des skelettalen Wachstums gesetzt werden.

Die Vorgehensweise und der Zeitpunkt der Implantation sind daher im Detail zu planen. Vor allem der Kammprophylaxe sollte besonderes Gewicht eingeräumt werden, um ein ästhetisch und funktionell ansprechendes Therapieergebnis zu erzielen. Dies beeinflusst auch massgeblich die Langzeitprognose der Implantate. In der Literatur sind bis heute nur einzelne Fallberichte über eine Implantation nach Dekoronation eines ankylosierten Zahnes mit Wurzelresorptionen publiziert worden (DAVARPANAH & SZMUKLER-MONCLER 2009, SAPIR ET AL. 2009). Im vorliegenden Fallbericht soll diese neue Methode zum Erhalt des Alveolarkammes nach posttraumatischer Ankylose zweier benachbarter ankylosierter Oberkieferfrontzähne durch Dekoronation, Alveolarknochen-erhalt und nachfolgende implantatgetragene Suprakonstruktion vorgestellt und diskutiert werden.

Fallbericht

Medizinische Anamnese

Allgemeinanamnestic ist die Patientin gesund. Die Patientin ist Nichtraucherin.

Spezielle Anamnese

Die zum Zeitpunkt der Erstvorstellung fast 17-jährige Patientin wurde im März 2008 von ihrem Kieferorthopäden an die Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie der Zahnmedizinischen Kliniken der Universität Bern mit der Bitte um weitere Abklärung und Therapie ihrer verunfallten Frontzähne 11 und 12 überwiesen. Sie hatte 2001 einen Kletterunfall mit Traumatisierung der Zähne 11 und 12. Die Zähne waren lateral disloziert und wurden im Kinderspital des Inselspitals in Bern behandelt. Genauere Angaben zur Erstbehandlung fehlen.

Zum Zeitpunkt der Erstvorstellung 2008 bei uns war die Patientin schmerzfrei. Sie war aber mit ihrer Frontzahnästhetik unzufrieden und wünschte eine Korrektur.

Befunde

Extraoral

Die Patientin wies symmetrische Gesichtszüge und eine mittelhohe Lachlinie auf. Inspektorisch und palpatorisch waren keine pathologischen Veränderungen feststellbar.

Intraoral

Die Patientin hatte eine vollständige und gepflegte Dentition und befand sich in der Endphase ihrer kieferorthopädischen Therapie. Eine kieferorthopädische Extrusion der Frontzähne 11 und 12 war nicht möglich. An den Bukkalflächen aller Ober- und Unterkieferzähne ausser an Zahn 12 befand sich eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur (Abb. 1a).

Die facialen Kronenflächen der Zähne 11 und 12 wiesen gingivanah eine rötliche Verfärbung auf (sog. *pink spot*). Beide Zähne reagierten nicht auf den Kälte-Test mit CO₂-Schnee. Alle anderen Zähne reagierten positiv auf den Vitalitätstest. Zudem präsentierte sich eine deutliche inzisale und gingivale Stufe von über 3 mm der Zähne 11 und 12 im Vergleich zu den Nachbarzähnen (Abb. 1b). Ein hoch einstrahlendes Lippenbändchen im Vestibulum des Oberkieferfrontzahnbereiches war ebenfalls vorhanden.

Röntgen

In der Panoramaschichtaufnahme (OPT) vom April 2001 ist ein Wechselgebiss im Stadium II zu erkennen. Der Stützonenwechsel ist noch nicht vollzogen. Die Apexifikation der Oberkieferfrontzähne ist noch nicht vollständig abgeschlossen. Es sind keine Anzeichen pathologischer Befunde erkennbar (Abb. 2a).

Ein weiteres OPT vom Juni 2007 zeigt die Dentition mit kieferorthopädischen Apparaturen an allen durchgebrochenen permanenten Zähnen. Die Zähne 11 und 12 sind in der vertikalen Entwicklung zurückgeblieben und zeigen eine deutliche inzisale Stufenbildung im Vergleich zu den Nachbarzähnen (Abb. 2b).

Das Einzelzahnrontgenbild vom Januar 2008 zeigt eine markante koronale Aufhellung der Zähne 11 und 12 mit unregelmässig scharf begrenzten Rändern. Der Parodontalspalt und der Pulpakanal sind nicht mehr sicher zu erkennen (Abb. 3).

Diagnosen

- Posttraumatischer Kasus mit deutlicher Ankylose der Zähne 11 und 12 mit inzisaler und gingivaler Stufenbildung von über 3 mm



Abb. 1a Die Patientin weist eine mittelhohe Lachlinie auf und befindet sich in der Endphase der kieferorthopädischen Therapie.



Abb. 1b Die Zähne 11 und 12 weisen rötliche Verfärbungen im gingivanahen Kronenbereich auf (sog. *pink spot*). Es ist eine deutliche inzisale und gingivale Stufe von über 3 mm der Zähne 11 und 12 im Vergleich zu den Nachbarzähnen auszumachen.



Abb. 2a Zum Zeitpunkt des Unfalles ist die Patientin zehn Jahre alt. Das OPT vom April 2001 zeigt ein Wechselgebiss im Stadium II. Der Stützstellenwechsel ist noch nicht vollzogen. Die Apexifikation der Oberkieferfrontzähne ist noch nicht vollständig abgeschlossen.



Abb. 2b Das OPT vom Juni 2007 zeigt die vollständige Dentition mit kieferorthopädischen Apparaturen an allen durchgebrochenen permanenten Zähnen. Die Zähne 11 und 12 sind in der vertikalen Entwicklung zurückgeblieben und zeigen eine deutliche Stufe im Vergleich zu den Nachbarzähnen.

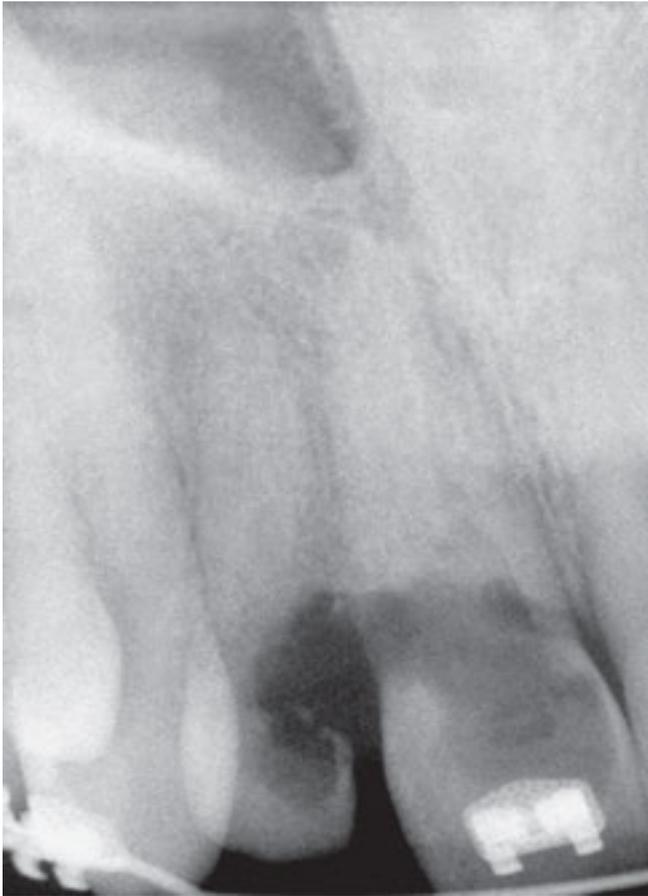


Abb. 3 Das Einzelzahnrontgenbild vom Januar 2008 zeigt eine deutliche koronale Aufhellung der Zähne 11 und 12 mit unregelmäßig scharf begrenzten Rändern. Der Parodontalspalt und der Pulpakanal sind nicht mehr sicher erkennbar.

- Funktionslose Zähne 11 und 12 durch Infraposition
- Invasive zervikale Resorption an den Zähnen 11 und 12
- Pulpaobliteration der Zähne 11 und 12

Therapieplan

- Abklärung des Entwicklungszustands des Knochenwachstums
- Erhalt des Alveolarkammes durch Dekoronation der Zähne 11 und 12
- Histologische Untersuchung der abgetrennten Kronen
- Frenulumplastik im Oberkiefer
- Implantation regio 11 und 12 bei Erhalt der ankylosierten Wurzeln
- Prothetische Rekonstruktion durch transokklusal verschraubte Zirkonoxidkronen auf den Implantaten
- Recall

Behandlungsablauf

Chirurgische Phase

Vor der chirurgischen Intervention wurde der skeletale Entwicklungszustand der Patientin mit einem Handrontgenbild bestimmt. Das Handrontgenbild vom März 2008 zeigt das Sesambein, welches darauf hinweist, dass das Epiphysenwachstum fast abgeschlossen ist (Abb. 4).

Nach der Erstuntersuchung wurde die Patientin mit ihrer Mutter über den Therapieplan, den Ablauf, Risiken, Alternativen und Prognosen aufgeklärt. Im August 2008 wurde unter Prämedikation (Dormicum® [Roche Pharma AG, Reinach BL,

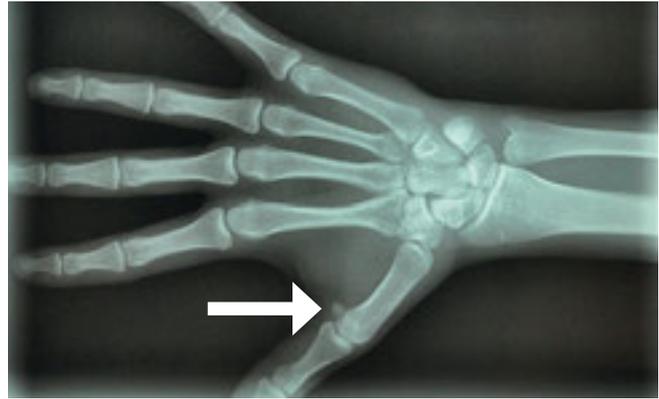


Abb. 4 Das Handrontgenbild vom März 2008 zeigt das Sesambein (Pfeil), welches darauf hinweist, dass das Epiphysenwachstum fast abgeschlossen ist. Die Epiphysenfugen (Radius und Ulna) sind randständig noch sichtbar.

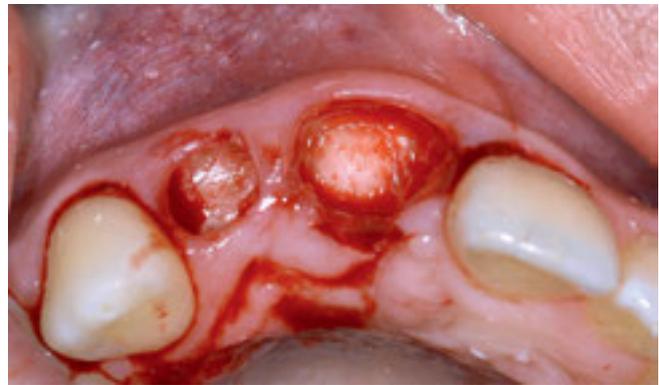


Abb. 5a Dekoronation der Zähne 11 und 12. Es sind die zervikalen Wurzelanteile sichtbar.



Abb. 5b Die Kronen wurden bis knapp unterhalb des Knochenniveaus entfernt. Zusätzlich wurde eine Frenulumplastik durchgeführt.

Schweiz] per os zur Sedierung, Atropin [Bellafit N, Struli Pharma AG, Uznach, Schweiz] zur Verminderung der Speichelbildung und Aziclav® [Spirig HealthCare AG, Egerkingen, Schweiz] zur perioperativen Antibiose) die Dekoronation der Zähne 11 und 12 vorgenommen (Abb. 5a). Dabei wurde der Kronenteil bis knapp unterhalb des Knochenniveaus entfernt, in 4%iger gepufferter Formalinlösung gelagert und anschliessend der Histologie übergeben. Ein zurechtgeschnittenes Kollagenvlies wurde auf die dekoronierten Wurzelanteile appliziert. Danach wurden zwei freie Schleimhauttransplantate (FST) im Gaumen rechts mittels Punctechnik entnommen, die zur Rekonstruktion der Weichteile über die zurück-



Abb. 5c Zwei freie Schleimhauttransplantate (FST) wurden im Gaumen rechts mittels Punchtechnik entnommen.



Abb. 5d Die FST dienen der Rekonstruktion der Weichteile über den zurückgeschliffenen Wurzeln und wurden mit multiplen Einzelknopfnähten fixiert.

geschliffenen Wurzeln mit multiplen Einzelknopfnähten (Seralon 5-0/6-0, Serag-Wiessner, Naila, Deutschland) fixiert wurden (Abb. 5c und d). Weiterhin wurde bei der Patientin eine Frenulumplastik des Oberkieferlippenbändchens durchgeführt (Abb. 5b). Die Patientin erhielt ein Analgetikum, eine desinfizierende Mundspüllösung sowie ein Informationsblatt zum Verhalten nach dem operativen Eingriff. Ihr wurde ein herausnehmbares Drahtklammerprovisorium zum Ersatz der Zähne 11 und 12 eingegliedert. Die Wundheilung verlief komplikationslos.

Die histologischen Präparate zeigen Längsschnitte vom Zahn 12 (Abb. 6a und b) und serielle Horizontalschnitte durch

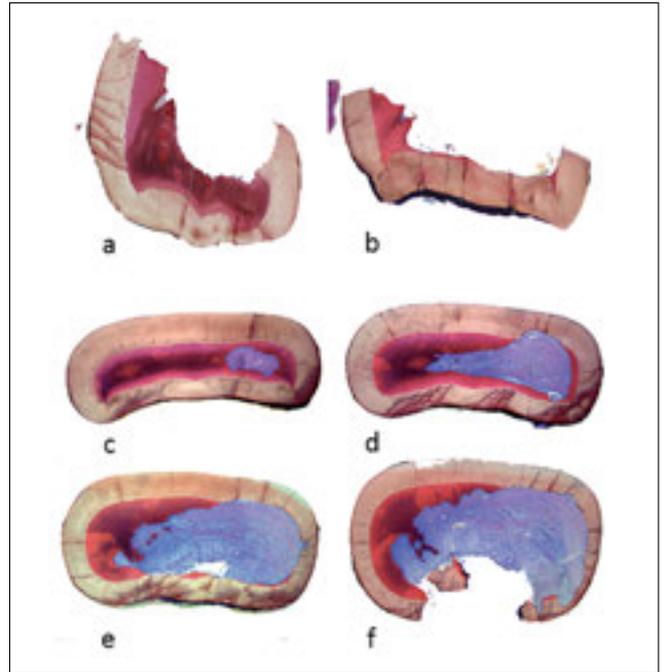


Abb. 6a-f Histologische Längsschnitte durch den Zahn 12 (a, b) und Horizontalschnitte durch den Zahn 11 (c-f). Während die Resorption des Zahnes 12 schon weit vorangeschritten ist, erkennt man beim Zahn 11 den Verlust von Zahnhartgewebe (v. a. Dentin und etwas Schmelz). Der Pulparaum und ein Teil des Dentins wurden durch ein Granulationsgewebe ersetzt.

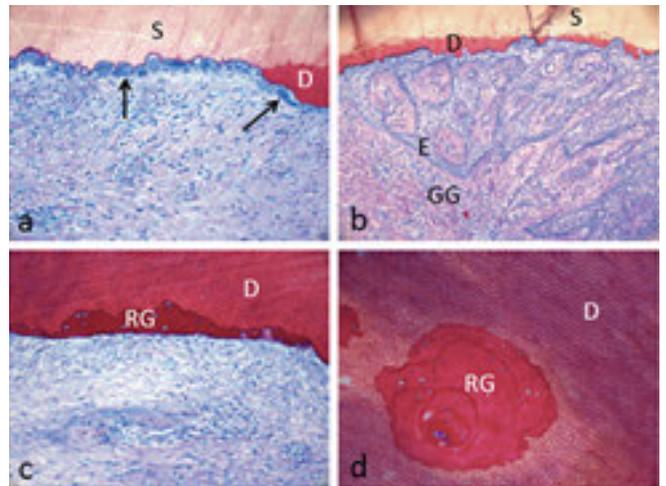


Abb. 7a-d Vergrößerungen der histologischen Schnitte von Zahn 11 (a-c) und Zahn 12 (d) zeigen Resorptionen von Dentin (D) und Schmelz (S) durch Odontoklasten (Pfeile), eingewachsenes Epithel (E) mit Granulationsgewebe (GG) sowie ein zementähnliches (c) und knochenähnliches (d) Reparatur-/Ersatzhartgewebe (RG).

den Zahn 11 (Abb. 6c-f). Während die Resorption des Zahnes 12 schon weit vorangeschritten ist, erkennt man beim Zahn 11 den Verlust von Zahnhartgewebe (v. a. Dentin und etwas Schmelz). Der Pulparaum und ein Teil des Dentins wurden durch ein Granulationsgewebe ersetzt. Die Vergrößerungen der histologischen Schnitte von Zahn 11 (Abb. 7a-c) und Zahn 12 (Abb. 7d) zeigen Resorptionen von Dentin und Schmelz durch Odontoklasten, eingewachsenes Epithel mit Granulationsgewebe sowie ein zement- und knochenähnliches Reparatur-/Ersatzhartgewebe.

Das Kontrollröntgenbild ein Jahr nach der Dekoronation zeigt die belassenen Wurzeln der Zähne 11 und 12. Die Wurzeln

scheinen einer weiteren Resorption zu unterliegen und koronal bereits von Knochen bedeckt zu sein (Abb. 8). Ein Jahr nach der Dekoronation wurden im August 2009 die Implantate regiones 11 und 12 mit simultanem Knochenaufbau (GBR) geplant. Der Alveolarkamm ist präoperativ in vertikaler und orofazialer Richtung gut dimensioniert (Abb. 9). Die Patientin erhielt wieder eine Prämedikation (Dormicum® zur Sedierung und Aziclav® zur Antibiose). Nach Leitungsanästhesie des N. infraorbitalis, des N. palatinus major rechts sowie des N. nasopalatinus und lokaler Infiltration vestibulär regio 13 bis 21 wurde eine bukkale und palatinale Sulkuszision bei 21 und 13, eine Kamminzision mesial 21 bis mesial 13 und eine vestibuläre

Entlastungsinzision bei 13 durchgeführt. Der vestibuläre und palatinale Mukoperiostlappen wurde mobilisiert und mit Haltenähten retrahiert. Durch die belassenen dekoronierten Wurzeln, die koronal vollständig mit Knochen bedeckt waren, war eine gute Konturerhaltung des Alveolarkammes möglich (Abb. 10). Mit der chirurgischen Übertragungsschiene wurden die Implantatpositionen bestimmt und die Implantatbette in die Reste der ankylosierten Wurzeln präpariert (Abb. 11). Ein SLActive-Bone-Level-Implantat BL 4.1/12 mm RC (Straumann AG, Basel, Schweiz) wurde in regio 11 und ein SLActive-Bone-Level-Implantat BL 3.3/10 mm NC in regio 12 inseriert (Abb. 12). Beide Implantate waren primärstabil. Es wurde eine

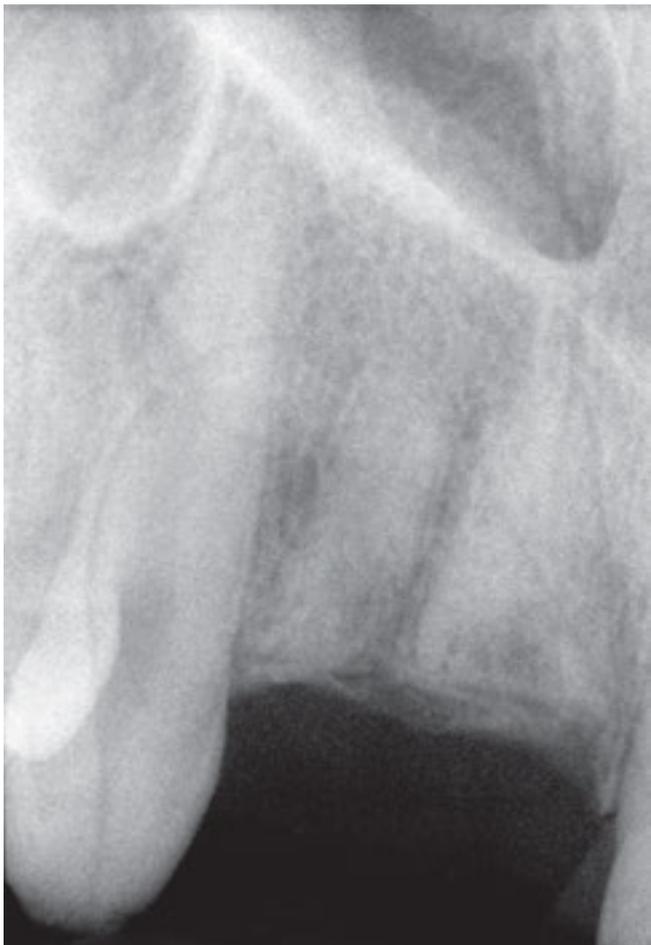


Abb. 8 Das Kontrollröntgenbild ein Jahr nach der Dekoronation zeigt die belassenen Wurzeln der Zähne 11 und 12. Die Wurzeln scheinen einer weiteren Resorption zu unterliegen und koronal bereits von Knochen bedeckt zu sein.



Abb. 9 Status vor Implantation ein Jahr nach Dekoronation der Zähne 11 und 12: Der Alveolarkamm ist präoperativ in vertikaler und orofazialer Richtung gut erhalten.

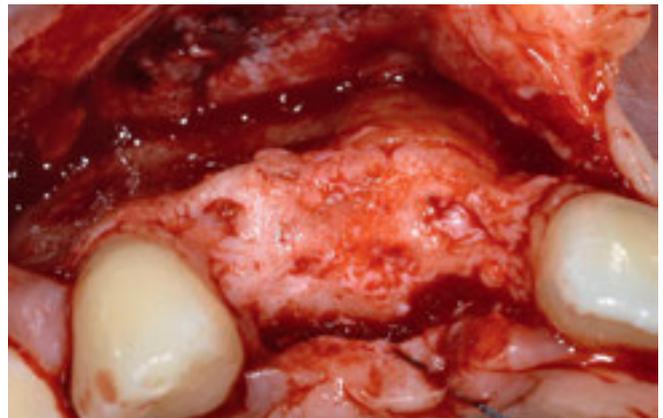


Abb. 10 Intraoperative Darstellung des Alveolarkammes regio 11 und 12 mit guter Konturerhaltung



Abb. 11 Zahngetragene Übertragungsschiene nach Präparation der Implantatbette in die zurückbelassenen Wurzeln von 11 und 12



Abb. 12 Insertion der beiden SLActive-Bone-Level-Implantate (Straumann AG, Basel, Schweiz) in regio 11 und 12

2 mm hohe RC- bzw. NC-Einheilkappe aufgeschraubt. Zur Resorptionsprophylaxe der vestibulären Kortikalis wurde auf diese ein Gemisch aus autologen, lokal gewonnenen Knochenchips und Knochenersatzmaterial (Bio-Oss, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Schweiz) appliziert (Abb. 13a). Das Augmentat wurde mit einer Bio-Gide-Membran (Geistlich Pharma AG) abgedeckt (Abb. 13b). Der primäre Wundverschluss erfolgte ohne Periostschlitzung mit mehreren Einzelknopfnähten (Seralon 5-0/6-0). Das Provisorium wurde drucklos angepasst und ein extraoraler Druckverband über die Oberlippe angelegt. Die Medikation nach der Implantation wurde gemäss dem ersten Eingriff verordnet.

Bei der Nachkontrolle eine Woche später stellten sich im Kontrollröntgenbild die Implantate regiones 11 und 12 in achsengerechter Position dar (Abb. 14). Intraoral zeigte sich eine schöne Wundheilung. Drei Monate nach der Implantatinserion erfolgte die Implantatfreilegung mittels Punchtechnik. Die Einheilkappen wurden ausgetauscht (Abb. 15).

Prothetische Phase

Für die festsitzende provisorische Versorgung wurden die Implantate mit Impregum Penta (3M ESPE AG, Seefeld, Deutschland) und konfektionierten Abformpfosten abgeformt. Es wurden verschraubte Implantatprovisorien hergestellt, die zervikal zurückgeschliffen wurden, um das Weichgewebe zu konditionieren (Abb. 16a und b). Die Provisorien wurden über mehrere Monate hinweg bearbeitet, um interimplantär eine Papille zu formen (Abb. 17). Die definitive Abdrucknahme erfolgte ebenfalls mit Impregum Penta und individualisierten Abformpos-



Abb. 13a Zur Resorptionsprophylaxe der vestibulären Kortikalis wird ein Gemisch aus autologen, lokal gewonnenen Knochenchips und Knochenersatzmaterial (Bio-Oss, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Schweiz) appliziert.

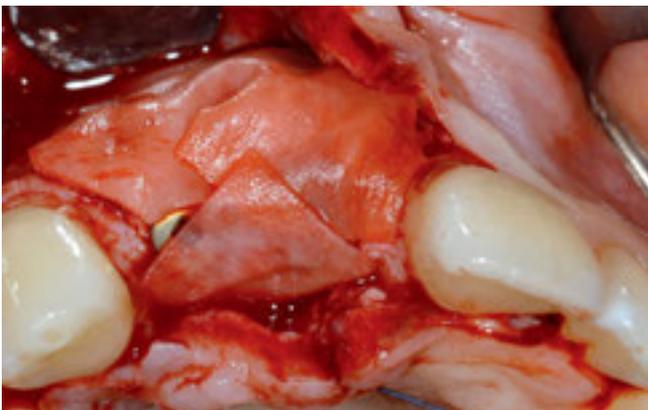


Abb. 13b Das Augmentat wird mit einer Bio-Gide-Membran (Geistlich Pharma AG) abgedeckt.

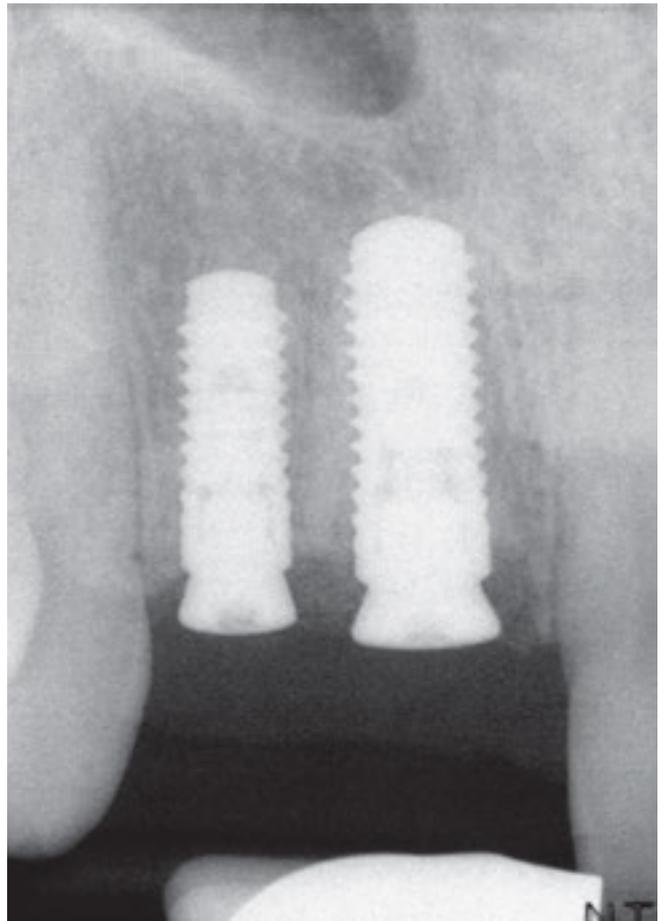


Abb. 14 Bei der Nachkontrolle eine Woche nach Implantatinserion stellen sich im Kontrollröntgenbild die Implantate regiones 11 und 12 in achsengerechter Position dar.



Abb. 15 Intraoraler Befund nach Freilegung der Implantate 11 und 12. Ausgangssituation vor Abformung für die provisorische Versorgung



Abb. 16a Transokklusal verschraubte Implantatprovisorien wurden hergestellt und zervikal zurückgeschliffen, um das Weichgewebe nach der «dynamic compression»-Methode zu konditionieren.



Abb. 16b Zurückschleifen und anschliessende Politur des zervikalen Anteils der Implantatprovisoren, um Platz zu schaffen für die interdentalen Weichgewebe



Abb. 19a Ein Try-in Wax-up auf individuell hergestellten Straumann CARES Abutments wird hergestellt.



Abb. 17 Im Vergleich zur Ausgangssituation erhält man durch die Konditionierung der Weichgewebe ein ansprechendes Durchtrittsprofil für die Implantatrekonstruktionen.

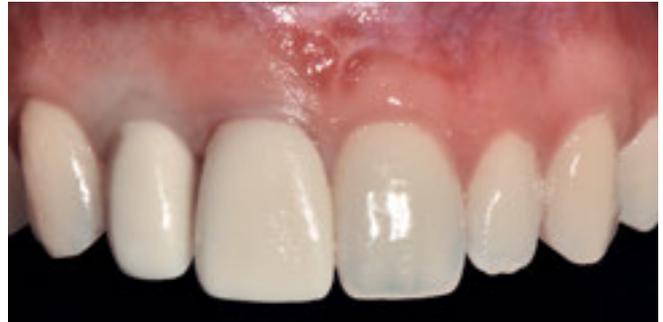


Abb. 19b Das Try-in Wax-up wurde einprobiert, und geringfügige ästhetische Korrekturen wurden vorgenommen.



Abb. 18 Die definitive Abformung erfolgt mit individualisierten Abformpfosten, um ein Kollabieren der Mukosa zu verhindern und das ausgeformte Durchtrittsprofil zu erhalten.

ten, um ein Kollabieren der Mukosa zu verhindern und das ausgeformte Durchtrittsprofil zu erhalten (Abb. 18). Ein Try-in Wax-up auf individuell hergestellten Straumann CARES Abutments wurde einprobiert und geringfügige ästhetische Korrekturen vorgenommen (Abb. 19a). Das Wax-up diente als Vorlage der definitiven keramischen Restauration (Abb. 19b). Die Verblendkeramik wurde dabei direkt auf das Zirkonoxidabutment aufgebrannt. In der Rohbrandeinprobe wurden Transluzenz, Farbe und Form erneut beurteilt sowie die Okklusion, Protru-

sion und Phonetik überprüft. Anschliessend wurde der Glanzbrand im zahntechnischen Labor hergestellt (Abb. 20a, b und c). Die Suprakonstruktion ist verschraubbar gestaltet mit einem palatinalen Schraubenkanal. Dieser wurde nach definitivem Einsetzen mit Teflonband und Komposit verschlossen.

Recall

Die Patientin ist nach der Therapie wieder beim Privatzahnarzt in Behandlung und erhält dort eine regelmässige jährliche professionelle Zahnreinigung sowie eine zahnärztliche Kontrolluntersuchung. Des Weiteren wird sie in der Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie regelmässig zum Recall aufgeboten. Im Röntgenbild vom Mai 2010 zeigen sich um die Implantate 11 und 12 stabile knöcherne Verhältnisse. Bei der weiteren Nachkontrolle im Februar 2012 finden sich weder klinisch noch röntgenologisch pathologische Befunde (Abb. 21 und 22).

Diskussion

Zum Zeitpunkt des Unfalls befand sich die Patientin im Wechselgebissstadium II. Sie war knapp zehn Jahre alt, als sie das Frontzahntrauma erlitt. Dies ist problematisch, weil Zahnentwicklung und Kieferwachstum noch nicht abgeschlossen sind. Die Frontzähne zeigen ein fortgeschrittenes bzw. nahezu abgeschlossenes Wurzelwachstum mit noch offenem Apex (Stadium IV nach CVEK 1992). Die Inzidenz für Spätfolgen ist abhängig vom Entwicklungszustand des Zahnes und vom Schweregrad des Traumas (ANDREASEN 1994). Im vorliegenden Fall entwickelten sich innerhalb der folgenden sechs Jahre



Abb. 20a Die Verblendkeramik wurde direkt auf das Zirkonoxidabutment aufgebrannt. In der Rohbrandeinprobe wurden Transluzenz, Farbe und Form erneut beurteilt und anschliessend der Glanzbrand im zahntechnischen Labor hergestellt.



Abb. 20b Im Lachbild präsentieren sich die Implantatrekonstruktionen regio 11 und 12 harmonisch. Die Papille interimplantär füllt den Interdentalraum zu ca. 50% aus und ist somit etwas kürzer als auf der kontralateralen Seite.



Abb. 20c Abschlussfoto der Patientin mit den definitiven Implantatsuprakonstruktionen

nach dem Trauma *Pulpaobliterationen*, *Resorptionen* sowie *Ankylosen* der Zähne 11 und 12.

Die *Pulpaobliteration* tritt häufig bei noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum und einer Dislokationsverletzung auf (VON ARX 1998). Die Vitalität von Traumazähnen muss im Recall regelmässig überprüft werden. Bei einer Pulpanekrose hätte eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt werden müssen. Bei der Patientin hat die Pulpa mit einer posttraumatischen Obliteration auf die Reize reagiert.

Ersatzresorptionen an Zahnwurzeln nach schweren Traumata wurden schon mehrfach beschrieben (GUNRAJ 1999). Speziell nach Avulsion mit langer extraoraler trockener Lagerung des Zahnes zeigt sich oft eine sogenannte «ankylotische Wurzelresorption» (FUSS 2003). Eine Wurzelresorption kann nach Trauma, kieferorthopädischer Behandlung, Infektion des Zahnes, Parodontalchirurgie, intrakoronalem Bleaching oder durch den Druck impaktierter Zähne bzw. eines Tumors auftreten. Es existieren mehrere Einteilungen und Bezeichnungen hierfür. Diese reichen von der Ätiologie der klinischen, radiologischen, bzw. histopathologischen Befunde bis hin zu der Bezeichnung «stimulierende Faktoren» (FUSS 2003). Eine spezielle Form der externen Wurzelresorption stellt die «invasive zervikale Resorption» dar, die oft nach Traumata auftritt (HEITHERSAY 1999). In einem frühen Stadium lässt sich die invasive zervikale Resorption nach der Methode von HEITHERSAY therapieren: Nach Aufklappung wird das Resorptionsgewebe mit 90%iger Trichloressigsäure verätzt, entfernt und die Oberfläche kürettiert. Im Bereich der Läsion wird nun eine konservierende Restauration

mit Komposit gelegt (HEITHERSAY 2007, GULSAHI 2007). Dies ist allerdings nur in einem frühen Stadium (Klasse I–III) möglich, was radiologisch und klinisch oft schwer zu erkennen ist. Die Therapie kann zwar die Resorption stoppen, aber nicht die Ankylose verhindern. Ein Hauptproblem wäre mit dieser Methode im vorliegenden Fall nicht gelöst – die Ankylose bliebe erhalten.

Eventuell wurde die Resorption durch den Versuch einer kieferorthopädischen Extrusion der Zähne 11 und 12 begünstigt oder verstärkt, wobei sich aber kieferorthopädisch bedingte Resorptionen eher apikal finden (ABUABARA 2007).

Eine weitere Therapieoption bei Zähnen mit Wurzelresorptionen ist die Transplantation eines Zahnes mit vitalem Desmodont an die Stelle des ankylosierten Zahnes (ANDREASEN ET AL. 1990). Diese ist allerdings nur indiziert, falls andere Zähne, z. B. Prämolaren, aus kieferorthopädischen Gründen extrahiert werden müssen.

Bis heute existieren keine randomisierten Studien über die Therapie externer Wurzelresorptionen (AHANGARI 2010). Zähne mit ausgeprägten externen Wurzelresorptionen gelten als nicht erhaltungswürdig. Die histologische Untersuchung im vorliegenden Fall bestätigt die begonnene Ersatzresorption (Abb. 6a–f und 7a–d). Eine weitere Resorption und Ersatz des Dentins durch Knochengewebe sind zu erwarten.

Die *Ankylose* tritt als parodontale Spätfolge einer Ersatzresorption auf. Es resultiert daraus eine typische Infraposition der betroffenen Zähne im wachsenden Kiefer. Die Zähne sind klinisch durch ihren hellen Klopfeschall oder an den negativen



Abb. 21 Bei der Nachkontrolle zwei Jahre nach der Implantation (2012) zeigen sich röntgenologisch stabile knöcherne Verhältnisse um die Implantate 11 und 12.

Periotestwerten diagnostizierbar (CAMPBELL 2005). Radiologisch ist kein Parodontalspalt mehr zu erkennen. Durch die Ankylose der Wurzel im Alveolarknochen kommt es zu einem Wachstumshindernis in vertikaler Dimension. Es entsteht eine ausgeprägte Frontzahnstufe mit unterschiedlichem Weichgewebesniveau. Das Ausmass der Infraposition wird bestimmt durch die Differenz von der Schneidekante des infrapositionierten Zahnes und dem benachbarten nicht traumatisierten Zahn. Die Stufenbildung korreliert mit dem Unfallalter und dem Geschlecht. Nach KAWANAMI ET AL. (1999) ist mit einer Infrapositionierung bei replantierten Zähnen bei Mädchen vor dem 14. und bei Jungen vor dem 16. Lebensjahr zu rechnen. Nach der Einteilung von MALMGREN & MALMGREN (2002) wäre die Patientin in die Gruppe II (10–11,9 Jahre) einzuordnen. Laut den Autoren ist in ihrem untersuchten Patientengut bei einer Gruppe II mit einer durchschnittlichen Infraposition von 2,6 mm innerhalb der nächsten 10 Jahre nach dem Unfall zu rechnen. Dies stimmt im vorliegenden Fall mit den gemessenen 3 mm gut überein. Die Infraposition kann auch in Relation zur Kronenhöhe wiedergegeben werden und wird gemäss den Autoren als «moderat» bezeichnet. Nach ihrer Einteilung entspricht dies einem Index II, welcher eine Infraposition von $\geq \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ der Kronenhöhe kennzeichnet. Die Infraposition ist abhängig vom aktuellen Wachstumsschub, der bei Mädchen früher einsetzt als bei Jungen. In der Studie von MALMGREN & MALMGREN (2002) wurden allerdings nur Einzelzahntraumata untersucht und keine benachbarten traumatisierten Zähne wie im vorliegenden Fallbericht.

Nach der Entfernung von ankylosierten Zähnen ist ein vor allem beträchtlicher vertikaler Knochenverlust zu erwarten, der eine spätere chirurgische und prothetische Rehabilitation deutlich erschwert. Der Kammverlust kann durch augmenta-

tive Massnahmen in gewissem Umfang kompensiert werden. Der Kammerhalt bis zur definitiven Rekonstruktion kann aber auch mit der sogenannten Dekoronation erzielt werden (MALMGREN 2000, FILIPPI ET AL. 2001). Die *Dekoronation* ist eine einfache, vorhersagbare, wenig invasive und kostengünstige Methode, um den Kieferkamm zu erhalten (MALMGREN ET AL. 1984). Dabei wird die Zahnkrone unterhalb des Knochenniveaus abgetrennt. Es muss aber ein kieferorthopädischer Platzhalter bis zum Zeitpunkt der definitiven Restauration integriert werden. Der Zeitpunkt ist abhängig vom skelettalen Wachstumszustand und sollte erst beim ausgewachsenen Patienten geplant werden. Als definitive Lückenversorgung kann ein enossales Implantat oder eine Brücke angefertigt werden. Bei unversehrten Nachbarzähnen bietet sich die Implantatlösung an. Bei der 17-jährigen Patientin wurde durch die Dekoronation der Oberkieferfrontzähne und Implantation mit Belassen der anresorbierten Wurzeln der Alveolarknochen erhalten und dadurch ein ästhetisches Problem verhindert.

Ein befriedigendes Gesamtergebnis ist bei jungen Patienten nach dento-alveolärem Trauma nur durch eine optimale rot-weiße Ästhetik zu erreichen. Ein Instrument, um die Ästhetik möglichst objektiv zu messen, haben BELSER und Mitarbeiter (BELSER ET AL. 2009) vorgestellt. Mit dem sogenannten «PES/WES»-Index wird die Ästhetik der prothetischen Krone und des periimplantären Weichgewebes mittels Punkten bewertet. Für den Pink Esthetic Score (PES) und den White Esthetic Score (WES) werden jeweils maximal 10 Punkte, d. h. total 20 Punkte, vergeben. Dieses Klassifikationssystem stützt sich auf den «Pink Esthetic Score» von FÜRHAUSER ET AL. (2005), der die Regeneration der Papillen evaluiert hat. Dieser Index ist aber nur für Einzelzahnimplantate gedacht. Bei benachbarten Implantaten ist das Gestalten einer Papille ungleich schwieriger und abhängig von der Distanz vom Kontaktpunkt zum Knochenniveau (TARNOW ET AL. 2003). Durchschnittlich sind 3,4 mm Weichgewebshöhe interimplantär zu erwarten, was in den meisten Fällen im Vergleich zur kontralateralen Situation ein Fehlen von ca. 1–2 mm bedeutet. Im vorliegenden Fall entspricht das interimplantäre Weichgewebe der Prognose und füllt den Interdentalraum zu ca. 50% aus. Eine «dynamic compression»-Methode zur Ausformung und Optimierung des interimplantären Weichgewebes wurde durch WITTNEBEN ET AL. (2012) beschrieben. Die Evaluation der ästhetischen Risikofaktoren in der Implantattherapie ist auch anhand der SAC-Klassifikation von MARTIN ET AL. (2006) einzuschätzen. Eine Doppellücke im Frontzahnbereich, die hohen Erwartungen der jungen Patientin, eine mittlere Lachlinie und der eher dünne gingivale Biotyp lassen den Fall bezüglich der Voraussagbarkeit des ästhetischen Ergebnisses als «komplex» einstufen.

Aufgrund der fehlenden Evidenz wäre als Alternative zur durchgeführten Therapie auch nur ein Implantat in regio 11 mit einer distalen Extension 12 denkbar gewesen. Dies hätte die Papillenbildung vereinfacht, was bei zwei benachbarten Implantaten schwerer zu erreichen ist (TARNOW 2000). In regio 12 wäre durch den Wurzelrest der Kieferkamm weiterhin erhalten geblieben. Andererseits zeigen Extensionsglieder häufig technische Komplikationen. In der aktuellsten EAO-Konsensus-Konferenz wurde von ROMEO UND STORELLI (2012) in einem Review die Performance von Extensionsbrücken auf Implantaten erarbeitet. Die Datenlage zeigt eine limitierte Evidenz, basierend auf sechs Studien. Die errechnete Überlebensrate der Implantate, die Extensionsglieder tragen, beträgt nach fünf Jahren 98,9%. Biologische Komplikationen liegen bei 5,7%, und das häufigste technische Versagen waren Verblendkeramikfrakturen mit 10,1%. Im Review von JUNG ET AL. (2012)



Abb. 22 Zwei Jahre nach Implantation zeigen sich intraoral entzündungsfreie Verhältnisse.

zeigen Einzelzahnkronen auf Implantaten eine vergleichbare Überlebensrate nach fünf und zehn Jahren, was anhand von 46 Studien aufgezeigt werden konnte. Im vorliegenden Fall wurden Bone-Level-Implantate auf Knochenniveau gesetzt und keine Tissue-Level-Implantate. Die Bone-Level-Implantate sind speziell für den ästhetisch sichtbaren Bereich konzipiert und erlauben eine bessere Ästhetik aufgrund des grösseren Spielraumes durch ein individuelles Emergenzprofil.

Prognosen

Alle natürlichen Zähne der Patientin sind vital. Der skelettale Entwicklungszustand war zwar bei Implantatinserterion abgeschlossen, aber ein weiterer Wachstumsschub zu einem späteren Zeitpunkt ist nicht ausgeschlossen und würde zu erneuter Stufenbildung führen, was an der inzisalen Stufe von Implantatkronen 11 zum natürlichen Frontzahn 21 zwei Jahre nach Versorgung der Implantate zu erkennen ist (Abb. 22). Ein weiteres vertikales Knochenwachstum ist in begrenztem Ausmass möglich. Nach KAWANAMI ET AL. (1999) ist mit einer Infrapositionierung von 0,07 mm/Jahr (Abweichung 0,00–0,12 mm/Jahr) bei weiblichen Personen im Alter von 20–30 Jahren zu rechnen (KAWANAMI ET AL. 1999). Dies entspräche bei linearer Progression einem Unterschied von durchschnittlich 0,7 mm zu den natürlichen Nachbarzähnen in zehn Jahren. Aufgrund der verschraubbaren Implantatsuprakonstruktionen sind allfällige Interventionen in Zukunft leichter möglich. Da eine

weitere Resorption und Ersatz des Wurzelkollagens durch Knochengewebe zu erwarten sind und entzündungsfreie Verhältnisse um die Implantate vorherrschen, ist bei guter Compliance (Mundhygiene) und regelmässigem Recall (Röntgenbilder die ersten fünf Jahre jährlich, danach alle zwei Jahre) die Prognose als «gut» einzustufen.

Konklusion

Es existiert kein Konsens über die Therapie der verschiedenen Formen externer Wurzelresorptionen. Die Implantation in einem klinisch und radiologisch entzündungsfreien dekorierten Wurzelrest mit Ersatzresorption kann als vielversprechende neue Methode betrachtet werden. Es sind allerdings grössere Fallserien und Langzeitstudien notwendig, um mögliche Risiken abzuschätzen.

Verdankung

Herzlicher Dank geht an Herrn Dr. med. dent. Stefan Hicklin, zmk Bern, für die beratende Unterstützung und Betreuung des prothetischen Teils.

Grosser Dank gilt dem Zahntechniklabor Art-Dent in Bern, insbesondere dem Zahntechniker Thomas Furter für die sehr gute Zusammenarbeit und die Herstellung der ästhetisch gelungenen Implantatsuprakonstruktionen.

Summary

SCHUEBER S, BOSSHARDT D, BRÄGGER U, VON ARX T: **Implant therapy following trauma of the anterior teeth – A new method for alveolar ridge preservation after post-traumatic ankylosis and external root resorption** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 123: 417–428 (2013)

The therapy of traumatized front teeth with ankylosis and additional root resorption is a real challenge for the clinician. Due to the infraposition ankylosed teeth are useless and esthetically unsatisfactory. The progressive replacement resorption and the vertical growth inhibition render an intervention inevitable. In the following case report, the prophylaxis of the alveolar ridge is brought into focus. The treatment of two ankylosed teeth by decoronation, prevention of the alveolar ridge and an implant-supported supraconstruction will be presented. The additional histological assessment confirms the diagnosis and the choice of treatment.

Literatur

- ABUABARA A:** Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 12: E610–613 (2007)
- AHANGARI Z, NASSER M, MAHDIAN M, FEDOROWICZ Z, MARCHESAN M A:** Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev* 7: 1–14 (2010)
- ANDREASEN J O, PAULSEN H U, YU Z, SCHWARTZ O:** A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part III. Periodontal healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 12: 25–37 (1990)
- ANDREASEN J O, ANDREASEN F M:** Avulsions. In: *Andreasen J O, Andreasen F M (Eds): Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 3rd ed. Munksgaard, Copenhagen, pp 383–425 (1994)
- ANDREASEN J O, BORUM M K, JACOBSEN H L, ANDREASEN F M:** Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 11: 76–89 (1995)
- BELSER U C, GRÜTTER L, VAILATI F, BORNSTEIN M M, WEBER H P, BUSER D:** Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol* 80: 140–151 (2009)
- CAMPBELL K M, CASAS M J, KENNY D J, CHAU T:** Diagnosis of ankylosis in permanent incisors by expert ratings, Periotest and digital sound wave analysis. *Dent Traumatol* 21: 206–212 (2005)
- CVEK M:** Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 8: 45–55 (1992)
- DAVARPANAH M, SZMUKLER-MONCLER S:** Unconventional implant treatment: I. Implant placement in contact with ankylosed root fragments. A series of five case reports. *Clin Oral Implants Res* 20: 851–856 (2009)
- FILIPPI A, VON ARX T UND BUSER D:** Externe Wurzelresorptionen nach Zahntrauma: Diagnose, Konsequenzen, Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 110: 713–724 (2000)
- FILIPPI A, POHL Y, VON ARX T:** Decoronation of an ankylosed tooth for preservation of alveolar bone prior to implant placement. *Dent Traumatol* 17: 93–95 (2001)
- FÜRHAUSER R, FLORESCU D, BENESCH T, HAAS R, MAILATH G, WATZEK G:** Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res* 16: 639–644 (2005)
- FUSS Z, TSEIS I, LIN S:** Root resorption – diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol* 19: 175–182 (2003)
- GULSAHI A, GULSAHI K, UNGOR M:** Invasive cervical resorption: clinical and radiological diagnosis and treatment of 3 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103: e65–72 (2007)
- GUNRAJ M N:** Dental root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88: 647–653 (1999)
- HEITHERSAY G S:** Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. *Quintessence Int* 30: 83–95 (1999)
- HEITHERSAY G S:** Management of tooth resorption. *Aust Dent J* 52: 105–121 (2007)
- JUNG R E, ZEMBIĆ A, PJETURSSON B E, ZWAHLEN M, THOMA D S:** Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin. Oral Implants Res* 23 (Suppl. 6): 2–21 (2012)
- KAWANAMI M, ANDREASEN J O, BORUM M K, SCHOU S, HJØRTING-HANSEN E, KATO H:** Infraposition of ankylosed permanent maxillary incisors after replantation related to age and sex. *Endod Dent Traumatol* 15: 50–56 (1999)
- MALMGREN B:** Decoronation: how, why, and when? *J Calif Dent Assoc* 28: 846–854 (2000)
- MALMGREN B, CVEK M, LUNDBERG M, FRYKHOLM A:** Surgical treatment of ankylosed and infrapositioned reimplanted incisors in adolescents. *Scand J Dent Res* 92: 391–399 (1984)
- MALMGREN B, MALMGREN O:** Rate of infraposition of reimplanted ankylosed incisors related to age and growth in children and adolescents. *Dent Traumatol* 18: 28–36 (2002)
- MARTIN W C, MORTON D, BUSER D:** Pre-operative analysis and prosthetic treatment planning in esthetic implant dentistry. In: *Buser D, Belser U C, Wismeijer (eds): ITI Treatment Guide, Volume 1: Single tooth replacement in the anterior maxilla*. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin, pp 9–24 (2006)
- NE R F, WITHERSPOON D E, GUTMANN J L:** Tooth resorption. *Quintessence Int* 30: 9–25 (1999)
- ROMEO E, STORELLI S:** Systematic review of the survival rate and the biological, technical, and aesthetic complications of fixed dental prostheses with cantilevers on implants reported in longitudinal studies with a mean of 5 years follow-up. *Clin Oral Implants Res* 23 (Suppl. 6): 39–49 (2012)
- SÁNDOR G K, KAINULAINEN V T, QUEIROZ J O, CARMICHAEL R P, OIKARINEN K S:** Preservation of ridge dimensions following grafting with coral granules of 48 post-traumatic and post-extraction dento-alveolar defects. *Dent Traumatol* 19: 221–227 (2003)
- SAPIR S, KALTER A, SAPIR M R:** Decoronation of an ankylosed permanent incisor: alveolar ridge preservation and rehabilitation by an implant supported porcelain crown. *Dent Traumatol* 25: 346–349 (2009)
- SCHWARTZ-ARAD D, LEVIN L, ASHKENAZI M:** Treatment options of untreatable traumatized anterior maxillary teeth for future use of dental implantation. *Implant Dent* 13: 120–128 (2004)
- SCHWARTZ-ARAD D, LEVIN L:** Post-traumatic use of dental implants to rehabilitate anterior maxillary teeth. *Dent Traumatol* 20: 344–347 (2004)
- TARNOW D, CHO S, FALLACE S:** The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 71: 546–549 (2000)
- TARNOW D, ELIAN N, FLETCHER P, FROUM S, MAGNER A, CHO S C, SALAMA M, SALAMA H, GARBER D A:** Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 74: 1785–1788 (2003)
- VON ARX T, WENGER P, HARDT N:** Spätfolgen nach Traumata bleibender Zähne bei Kindern. *Acta Med Dent Helv* 3: 196–202 (1998)
- WITTNEBEN J G, BUSER D, BELSER U C, BRÄGGER U:** Peri-implant soft tissue conditioning with provisional restorations in the esthetic zone – the dynamic compression technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*, in press (2012)