

Verletzungen der bleibenden Zähne

Teil 2: Therapie der Dislokationsverletzungen

Thomas von Arx¹, Vivianne Chappuis¹ und Stefan Hänni²

¹ Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie und

² Klinik für Zahnerhaltung
Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

Korrespondenzadresse:

PD Dr. Thomas von Arx, OA

Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie
Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern

Freiburgstrasse 7

3010 Bern

Tel. 031 632 25 66

Fax 031 632 25 03

Email: thomas.vonarx@zmk.unibe.ch

Die Diagnostik und Therapie von Zahnverletzungen gehört nicht zu den Routinarbeiten in der zahnärztlichen Praxis. Zudem handelt es sich meistens um Notfälle, die oft ausserhalb der üblichen Praxiszeiten zur Behandlung kommen. Ziel dieser vierteiligen Arbeit ist, der Leserin und dem Leser die aktuell an der Universität Bern gültigen Therapiekonzepte der Zahnverletzungen bleibender Zähne zu vermitteln. Die fruchtbare Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Zahntraumatologie der Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie sowie der Klinik für Zahnerhaltung (mit Kinderzahnmedizin und Endodontie) gründet auf der gemeinsamen Sprechstunde für Zahntraumatologie, die vor vier Jahren eingerichtet worden ist. Aus der Diskussion und Evaluation der an unseren Kliniken behandelten Fälle und unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur aus Klinik und Forschung wurden die in den nachfolgenden Arbeiten vorgestellten Konzepte erarbeitet. Im 2. Teil dieser Serie wird die Therapie der Dislokationsverletzungen bzw. der Avulsion besprochen.

(Texte français voir page 1068)

Einleitung

Unter Dislokationsverletzungen, früher als Luxationsverletzungen bezeichnet, versteht man traumatisch bedingte Verletzungen des Zahnhalteapparates. Die ursprünglich von ANDREASEN & ANDREASEN (1994) vorgeschlagene Einteilung in 6 Typen (Tab. I)

hat auch heute noch Gültigkeit. Epidemiologische Studien nennen hauptsächlich Angaben zu allen Zahnverletzungen in der Population, so dass die eigentliche Prävalenz der Dislokationsverletzungen unbekannt ist. In Kohortenstudien über die einzelnen Arten der Zahnverletzungen betragen die prozentualen Häufigkeiten für Dislokationsverletzungen innerhalb aller Trau-

Tab. 1 Klassifikation der Dislokationsverletzungen

Verletzung	Definition	Klinik	Andere oder frühere Bezeichnungen
Konkussion	Erschütterung des Zahnhalteapparates ohne Zahnlockerung	Perkussionsempfindlichkeit, sonst ohne Befund	Kontusion
Traumatische Lockerung	Zahn im Alveolenfach erhöht beweglich, aber ohne Verlagerung	Perkussionsempfindlichkeit, wenig bis stark erhöhte Beweglichkeit, ev. Blutung aus Sulkus, Röntgen unauffällig	«Loosening» Subluxation
Extrusion	Axiale Verlagerung des Zahnes aus dem Alveolenfach hinaus	Erhöhte Beweglichkeit, inzisale Stufenbildung, dumpfe Perkussion, Blutung aus Sulkus, im Rx verbreiteter Parodontalspalt	Extrusive Luxation, partielle Luxation
Laterale Dislokation	Seitliche (meist nach palatinal) Verlagerung	Kippung des Zahnes, oft Interferenz in der Okklusion, Zahn ev. mit verminderter Beweglichkeit wegen Verkeilung, im Rx projektionsbedingt verkürzter Zahn und apikal Verbreiterung des Parodontalspaltes	Laterale Luxation
Intrusion	Axiale Verlagerung des Zahnes in das Alveolenfach hinein	Verminderte Beweglichkeit durch Verkeilung, ev. heller Klopfeschall, inzisale Stufenbildung, im Röntgen fehlender Parodontalspalt	Intrusive Luxation
Avulsion	Vollständiges Herauslösen des Zahnes	Zahn fehlt, leere Alveole, ev. mit Blut gefüllt	Totalluxation, Exartikulation

mata bleibender Zähne zwischen 15% und 61% (ANDREASEN & ANDREASEN 1994).

Die dargestellten Behandlungskonzepte beruhen einerseits auf der langjährigen Erfahrung der Autoren und der Ergebnisse der an unseren Kliniken gemeinsam behandelten Fälle, andererseits auf Daten der Literatur der klinischen und experimentellen Forschung.

Allgemeines

Unabhängig von der Form des Dislokationstraumas werden zuerst allgemeine Therapierichtlinien besprochen, um danach spezifisch für die einzelnen Dislokationsformen Hinweise zum therapeutischen Vorgehen zu geben.

Wundversorgung

Begleitverletzungen von Dislokationsverletzungen sind oft Weichteilwunden, z. B. Bisswunden der Unterlippe oder Zunge, Abriss der Papillen bzw. Gingiva oder Rissquetschwunden der Alveolarmukosa. Weichteilwunden werden nach Inspektion zuerst desinfiziert und gereinigt. Als Desinfektionsmittel dient Chlorhexidin-Digluconat-Lösung (0,1–0,2%). Die Reinigung erfolgt mechanisch mit Pinzetten, Tupfern und NaCl-Spülungen. Kleine, nicht-klaffende Weichteilwunden müssen nicht weiter versorgt werden. Rissquetschwunden oder grössere Schnittwunden werden mit Einzelknopfnähten adaptiert; ein zweischichtiger Wundverschluss am Alveolarkamm ist selten indiziert. Bei notwendigen Schienungen soll die Wundversorgung zuerst durchgeführt werden, weil damit die Blutung reduziert werden kann und u.U. eine zusätzliche Stabilisierung der traumatisierten Zähne durch die adaptierten Weichteile erfolgt.

Medikamente

Tetanus-Auffrischimpfungen werden empfohlen, wenn die letzte Impfung mehr als 5 Jahre zurückliegt, bei sauberen, geringfügigen Wunden > 10 Jahre (BAG 2000). Bei fehlender oder inadä-

quater Grundimmunisierung soll mit dem (Kinder-)Arzt Rücksprache genommen werden.

Die medikamentösen Verordnungen beinhalten immer ein Antiseptikum (0,1% Chlorhexidin-Digluconat-Lösung, bei inkooperativen Kindern ev. als Spray oder Gel) für 1–2 Wochen bzw. für die Dauer der Schienenapplikation sowie Analgetika. Eine systemische Antibiose ist indiziert bei grösseren und/oder stark verschmutzten Weichteilwunden bzw. bei allen Dislokationsverletzungen mit Verlagerung des traumatisierten Zahnes. Antibiotika begünstigen durch Keimreduktion die pulpale bzw. parodontale Heilung (CVEK et al. 1990, SAE-LIM et al. 1998a/b). Als Antibiotikum der Wahl hat sich Tetrazyklin in der Traumatologie etabliert, da seine zusätzlichen antiresorptiven Eigenschaften das Auftreten bzw. Fortschreiten posttraumatischer externer Wurzelresorptionen günstig beeinflussen.

Schienung

Zur Schienung reponierter bzw. replantierter Zähne empfehlen wir einfache, im Munde des Patienten herzustellende Schienen mit flexiblem Material (VON ARX 2005). Starre Schienen bzw. eine Immobilisierung traumatisierter Zähne über mehrere Wochen führen vermehrt zu irreversiblen Schädigungen der parodontalen Gewebe. In mehreren experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass in diesen Fällen öfter Ersatzgewebsresorptionen der Wurzeln mit Ankylose auftraten (ANDREASEN 1975, NASJLETI et al. 1982, KRISTERSON & ANDREASEN 1983, BERUDE et al. 1988). Die Aufgabe der Schiene ist die ausreichende Stabilisierung des traumatisierten Zahnes unter Erhaltung der physiologischen Zahnbeweglichkeit bei funktioneller Stimulation zur Reparation der parodontalen Gewebe (OIKARINEN 1990). An unserer Klinik verwenden wir ausschliesslich die TTS-Schiene (Titanium Trauma Splint, Medartis AG, Basel, Schweiz), welche spezifisch für die Applikation in der Zahntraumatologie entwickelt worden ist (VON ARX et al. 2001a/b, INGIMARSSON & VON ARX 2002). Der Einbezug je eines unverletzten Nachbarzahnes in die Schiene ist ausreichend (EBELESEDER et al. 1995). Die Schiene wird immer zuerst an den unverletzten Zähnen fixiert,

um danach den traumatisierten Zahn an die stabile Schiene zu kleben.

Vor Applikation einer Schiene soll immer zuerst die Okklusion überprüft werden, um zu vermeiden, dass die Antagonisten mit der Schiene interferieren. So kann es bei Deckbiss notwendig sein, eine Schiene der UK-Inzisiven lingual zu legen bzw. bei Klasse III mit umgekehrtem Deckbiss eine Schiene der OK-Inzisiven relativ zervikal zu legen. Bei allfälliger palatinaler oder lingualer Schienung muss der Zugang für die endodontische Therapie bedacht werden.

Endodontologische Aspekte

Bei Dislokationsverletzungen kommt es je nach Ausmass der Verlagerung des Zahnes zu einer Quetschung, Zerrung oder zum Abriss des neurovaskulären Bündels im apikalen Bereich. Dies führt im günstigsten Fall zu einer vorübergehenden Minderdurchblutung der Pulpa, welche innerhalb von Wochen vollständig ausheilt. In schwerwiegenderen Fällen ist mit der Obliteration des Wurzelkanals zu rechnen. Wird die Blutversorgung komplett abgerissen, kommt es meist zu einer Pulpanekrose; nur bei jugendlichen Zähnen mit weit offenem Apex (ANDREASEN et al. 1986) darf mit einer Revaskularisation gerechnet werden.

Eine sofortige Intervention ist nicht in jedem Fall indiziert. Generell darf festgestellt werden, dass bei fortgeschrittenem Wurzelwachstum und bei starker Zahndislokation sowie bei kombinierten Fraktur-Dislokationsverletzungen eine Wurzelbehandlung eher eingeleitet werden soll.

Die Herausforderung besteht darin die Vitalität der Pulpa, insbesondere bei Zähnen mit unvollständigem Wurzelwachstum, möglichst lange zu erhalten, dabei aber pulpatote Zähne früh zu erkennen, um mit der rechtzeitigen Einleitung der Wurzelkanalbehandlung das Risiko von infektionsbedingten Wurzelresorptionen (infection related root resorption) zu minimieren.

Üblicherweise berücksichtigen wir zur Beurteilung der Vitalität eines Zahnes die Sensibilitätsprüfung, Farbveränderungen der Krone und den radiologischen Verlauf des Parodontalspaltes. Gerade bei traumatisierten Zähnen sind aber diese diagnostischen Hilfsmittel oft wenig aussagekräftig und unzuverlässig. Sensibilitätstest, Perkussionstest, Verfärbung der klinischen Krone, ja sogar periapikale Aufhellungen können in den ersten Wochen und Monaten nach einem Trauma irreführend sein (ANDREASEN 1986, ANDREASEN & ANDREASEN 1994). Unterbrochenes Wurzelwachstum, Fistelbildung, Spontan- oder Aufbisschmerz nach schmerzfreiem Intervall sowie das Auftreten externer Wurzelresorptionen sind weitere Hinweise für eine Pulpanekrose.

Es ist deshalb falsch nur aufgrund eines einzelnen Indizes zu intervenieren – Erfahrung, eine gründliche Anfangsuntersuchung und -dokumentation sowie enge Verlaufskontrollen sind für die Entscheidungsfindung ausschlaggebend.

Falls mit der Trepanation zugewartet wird, sind strenge klinische und radiologische Kontrollen in den ersten 3 Monaten zu empfehlen. Ergänzend kann mit dem Periotestverfahren, falls vorhanden, die Diagnose einer frühzeitigen infektionsbedingten Wurzelresorption erhärtet werden. Wird eine Pulpanekrose festgestellt oder muss anhand der Schwere des Traumas und des Standes des Wurzelwachstums mit grösster Wahrscheinlichkeit vom Absterben der Pulpa ausgegangen werden, muss eine Wurzelkanalbehandlung eingeleitet werden.

Das Ziel der endodontischen Behandlung traumatisierter Zähne ist, die Folgen einer Pulpanekrose wie periapikale Läsionen und insbesondere infektionsbedingte Wurzelresorptionen zu minimieren. Traditionellerweise wird dazu innerhalb von 7–14 Tagen der Zahn trepaniert, aufbereitet und mit einer Kalziumhydroxid-Ein-

lage versorgt. Kalziumhydroxid ist als Medikament zur Behandlung infizierter Wurzelkanäle (BYSTRÖM et al. 1985, SJÖGREN et al. 1991) wie auch zur Bekämpfung infektionsbedingter externer Wurzelresorptionen etabliert (CVEK 1992). Kalziumhydroxid hat jedoch keine direkte Wirkung auf die initiale Entzündungsreaktion, welche im Parodont jedes traumatisierten Zahnes abläuft. Das Ausmass dieser initialen Entzündungsreaktion sowie Schädigungen des Wurzelzements sind jedoch ausschlaggebend für das spätere Heilungsmuster des parodontalen Gewebes (BRYSON 2002).

Wenn das Wurzelzement durch das Trauma beschädigt oder im Zuge der initialen Entzündungsreaktion durch klastische Zellen resorbiert wurde und gleichzeitig eine Infektion des Wurzelkanals und der Dentintubuli besteht, so wird die Entzündung durch diesen bakteriellen Stimulus aufrechterhalten. Es entstehen externe, infektionsbedingte (infection related) Wurzelresorptionen (ANDREASEN & KRISTERSON 1981, HAMMARSTRÖM et al. 1986).

Das Ausschalten der initialen entzündlichen Reaktion könnte die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass parodontale Zellen proliferieren, sich differenzieren und so die Zementschicht möglichst erhalten bleibt. Ein Medikament, welches sowohl antibakterielle als auch anti-inflammatorische Wirkung hat, könnte somit die Heilung begünstigen.

Ledermix, ein Tetracyclin-Kortikosteroid-Präparat, ist in der Lage die initiale entzündliche Reaktion und damit die Entstehung von Resorptionen im geschädigten Parodont von Affenzähnen zu eliminieren (PIERCE & LINDSKOG 1987, BRYSON et al. 2002). Dabei konnte gezeigt werden, dass das Medikament einen direkten inhibitorischen Effekt auf Dentinoklasten hat, ohne dabei die Parodontalzellen zu schädigen (PIERCE et al. 1988).

Externe entzündliche Wurzelresorptionen entwickeln sich innerhalb von zwei bis drei Wochen nach Trauma (ANDREASEN 1980). Um diese Komplikation zu verhindern ist rasches Handeln notwendig (THONG et al. 2001, BRYSON et al. 2002). Ist nach einem Trauma eine sofortige Intervention indiziert und erfolgt die Trepanation innerhalb zweier Tage nach dem Unfall, verwenden wir als erste Einlage Ledermix®. Bei Schienenentfernung oder nach 1–2 Wochen erfolgt der Einlagewechsel auf Kalziumhydroxid und später die definitive Wurzelkanalfüllung. Wird nicht sofort interveniert und mit der Trepanation zugewartet, ist die Heilung im Parodont schon so weit fortgeschritten, dass direkt Kalziumhydroxid eingebracht werden kann.

Die Dauer der medikamentösen Einlage ist dabei von der Wahrscheinlichkeit der Infektion des Kanals und von der erwarteten Schädigung der parodontalen Gewebe abhängig. Wurde die Pulpa durch das Trauma nicht direkt eröffnet und erfolgte die Trepanation sofort oder innerhalb von 1–2 Wochen nach dem Trauma, kann nach einer Einlagedauer von 7–10 Tagen die definitive Wurzelkanalfüllung vorgenommen werden (SJÖGREN et al. 1991). Ist die Infektion des Wurzelkanals und der Dentintubuli jedoch wahrscheinlich oder sind sogar schon Zeichen einer apikalen Parodontitis oder von externer Wurzelresorption sichtbar, werden Kalziumhydroxideinlagen von mehreren Monaten empfohlen (TROPE et al. 1995, AAE Guidelines 2002).

Konkussion (Abb. 1a)

Eine Schienung von Zähnen mit Konkussion ist nur im Falle einer erheblichen Aufbissempfindlichkeit und für den Komfort des Patienten angezeigt. Die Durchführung einer endodontischen Behandlung richtet sich nach dem Vorhandensein bzw. dem Ausmass einer möglichen Frakturverletzung im Kronenbereich (siehe dort). Recalls nach Konkussion erfolgen nach 6 und 12 Monaten.

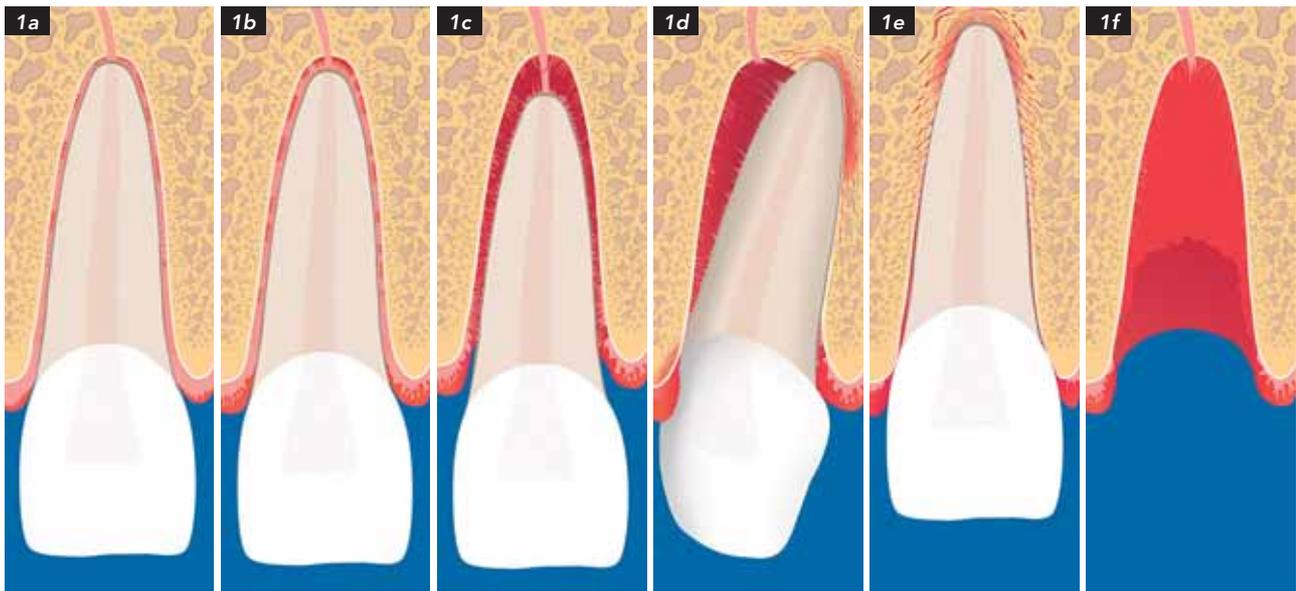


Abb. 1 Grafische Darstellung der Dislokationsverletzungen: (1a) Konkussion; (1b) Subluxation; (1c) Extrusion; (1d) Laterale Dislokation; (1e) Intrusion; (1f) Avulsion.

Fig. 1: Représentation graphique des traumatismes de dislocation: (1a) concussion; (1b) subluxation; (1c) extrusion; (1d) dislocation latérale; (1e) intrusion; (1f) avulsion.

Traumatische Lockerung (Subluxation) (Abb. 1b und Abb. 2a–b)

Eine Schienung traumatisch gelockertter Zähne ist unter folgenden Umständen indiziert: sehr starke Lockerung (Mobilitätsgrad ≥ 2), Lockerung mehrerer Zähne, Parodontitis marginalis, Wunsch des Patienten (Komfort). Die Schienungsdauer richtet sich nach dem Ausmass der Zahnlockerung und beträgt 1–3 Wochen. In diesen Fällen sollte ebenfalls eine systemische Antibiose mit Tetracyclin erfolgen (Dosierung gemäss Tab. II). Nur geringfügig gelockerte Zähne festigen sich unter Funktion innert weniger Tage bis Wochen und brauchen nicht gesichert zu werden. Bei traumatisch gelockerten Zähnen soll mit einer endodontischen Behandlung unter dem Vorbehalt der engen Verlaufskontrolle

(siehe oben) zugewartet werden. Bei Zähnen mit offenem Apex ist nicht mit einer Pulpanekrose zu rechnen. Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum ist eine verzögerte Pulpanekrose in 4% der Fälle mit einer Konkussion und in 15% der Fälle mit einer traumatischen Lockerung beobachtet worden. Pulpaobliterationen treten bei diesen Zähnen je nach Heftigkeit des Traumas und je nach Stand der Wurzelentwicklung in 3%–11% der Fälle auf (ANDREASEN et al. 1987); sie sind Zeichen von Vitalität. Als späte Komplikation kann bei obliterierten Zähnen eine Pulpanekrose auftreten. Andreasen et al. fanden 1% nekrotisierter Zähne nach 10 Jahren, Jacobsen et al. 13% nach einer mittleren Beobachtungszeit von 16 Jahren. Eine prophylaktische Wurzelkanalbehandlung wird aufgrund dieser Zahlen nicht empfohlen (ROBERTSON et al. 1996). Umso mehr als diese Zähne auch später mit dem Opera-

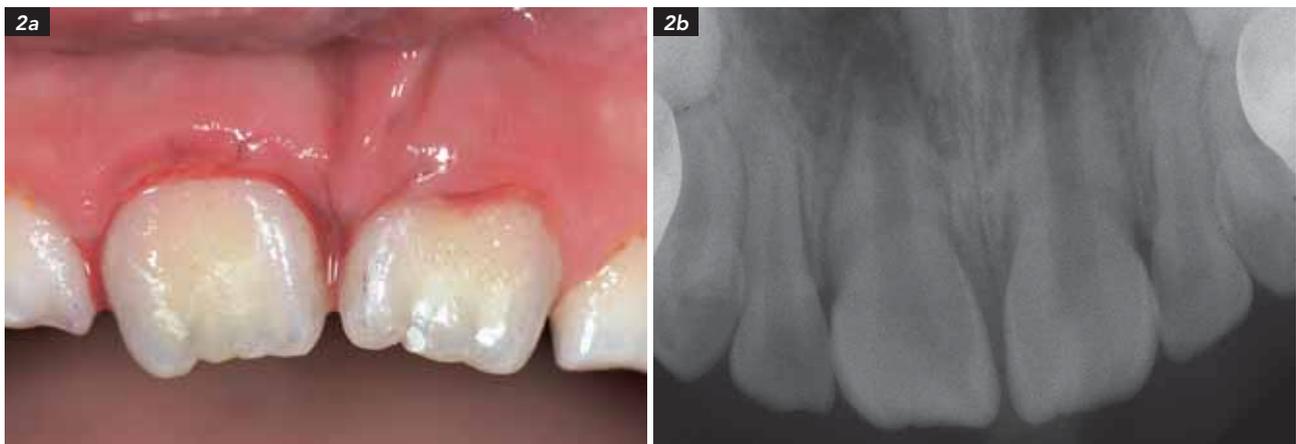


Abb. 2 Subluxation 11 und 21 nach Velosturz bei einem 8-jährigen Mädchen: (2a) beide zentralen Schneidezähne weisen Sulkusblutungen und eine erhöhte Beweglichkeit auf (Grad II); die Zähne sind jedoch nicht disloziert; (2b) das Röntgenbild zeigt achsengerecht stehende und nicht dislozierte zentrale Inzisiven mit noch offenem Apex.

Fig. 2: Subluxation des 11 et 21 après une chute à vélo d'une fillette âgée de 8 ans: (2a) Saignement en provenance du sillon et mobilité accrue (degré II) des deux incisives centrales; les dents n'ont pas subi de dislocation. (2b) La radiographie montre des incisives centrales non déplacées et en position axiale correcte, avec des apex largement ouverts.

Tab. II Dosierungsschema für die systemische Antibiose mit Tetrazyklin

Tag	Kinder (< 50 kg)	Erwachsene (> 50 kg)
1. Tag	100 mg	200 mg
2. bis 10. Tag	50 mg	100 mg

tionsmikroskop und entsprechendem Instrumentarium in den meisten Fällen problemlos aufbereitet werden können (CVEK et al. 1982). Nachkontrollen erfolgen nach 3, 6 und 12 Monaten.

Extrusion (Abb. 1c und Abb. 3a–f)

Als Erstes überprüft man die Okklusion, um die Schiene nicht am falschen Ort zu legen (siehe oben). Der extrudierte Zahn wird digital reponiert und die Okklusion nochmals kontrolliert. Liegt das Trauma längere Zeit (Stunden) zurück, sollte der Zahn nicht

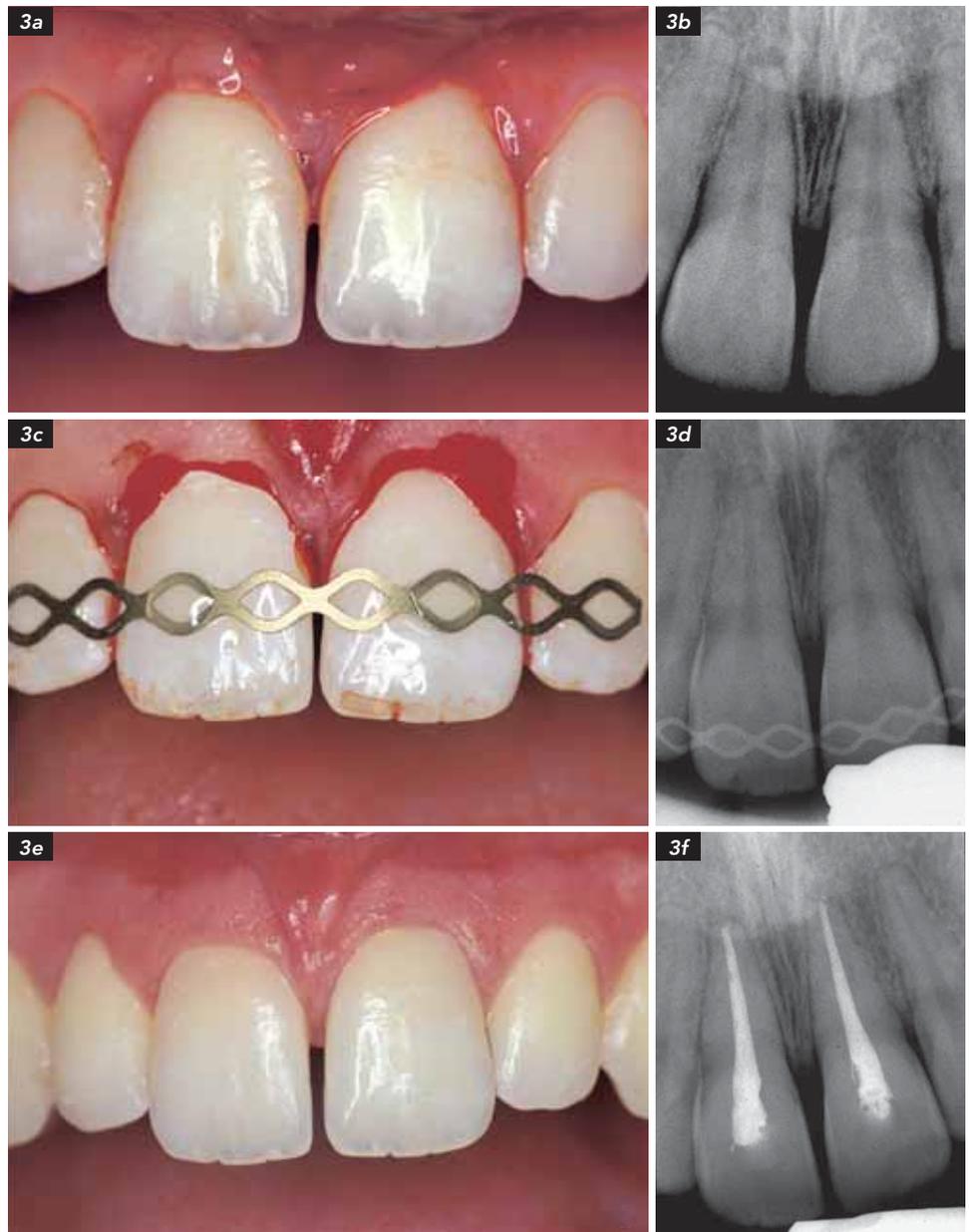
zwingend in seine ursprüngliche Position forciert werden. Ein bereits organisiertes Koagulum lässt sich nicht mehr verdrängen und könnte die Zellen der Wurzeloberfläche zusätzlich schädigen. Es konnte auch gezeigt werden, dass eine Reposition nach durchschnittlich erst 24 Stunden signifikant häufiger zu persistierenden Stufenbildungen führte (HUMPHREY et al. 2003a).

Nach Extrusion genügt eine kurze Schienungsdauer von 1–2 Wochen, da die Parodontalfasern bzw. der dento-alveoläre Knochen durch Zug und nicht durch Druck bzw. Quetschung geschädigt worden sind. Eine systemische Antibiose mit Tetrazyklin wird immer durchgeführt (Dosierung Tab. II). Die Prognose extrudierter bleibender Zähne wird allgemein als sehr gut eingestuft (LEE et al. 2003). So liegt das Risiko für posttraumatische externe Wurzelresorptionen unter 20% (ANDREASEN & ANDREASEN 1994, HUMPHREY et al. 2003a, LEE et al. 2003).

Auch bei extrudierten Zähnen soll mit einer endodontischen Behandlung unter dem Vorbehalt der engen Verlaufskontrolle

Abb. 3 Befund und Therapie einer Extrusion: (3a) nach Fahrradsturz Extrusion der Zähne 11 und 21; (3b) das Röntgenbild zeigt die apikale Verbreiterung des Parodontalspalt; (3c) nach Reposition von 11 und 21 Fixation mittels TTS-Schiene; (3d) Rx-Kontrolle nach der Schienenfixation; (3e) klinisches Bild 8 Monate nach Trauma; (3f) das entsprechende Röntgenbild zeigt unauffällige Verhältnisse.

Fig. 3: Situation et traitement d'une extrusion: (3a) Extrusion des 11 et 21 après une chute à vélo. (3b) La radiographie montre l'élargissement apical de l'espace parodontal. (3c) Après repositionnement des 11 et 21, contention par une attelle TTS. (3d) Contrôle radiologique après la fixation par l'attelle. (3e) Situation clinique 8 mois après le traumatisme. (3f) La radiographie de contrôle ne montre aucune particularité.



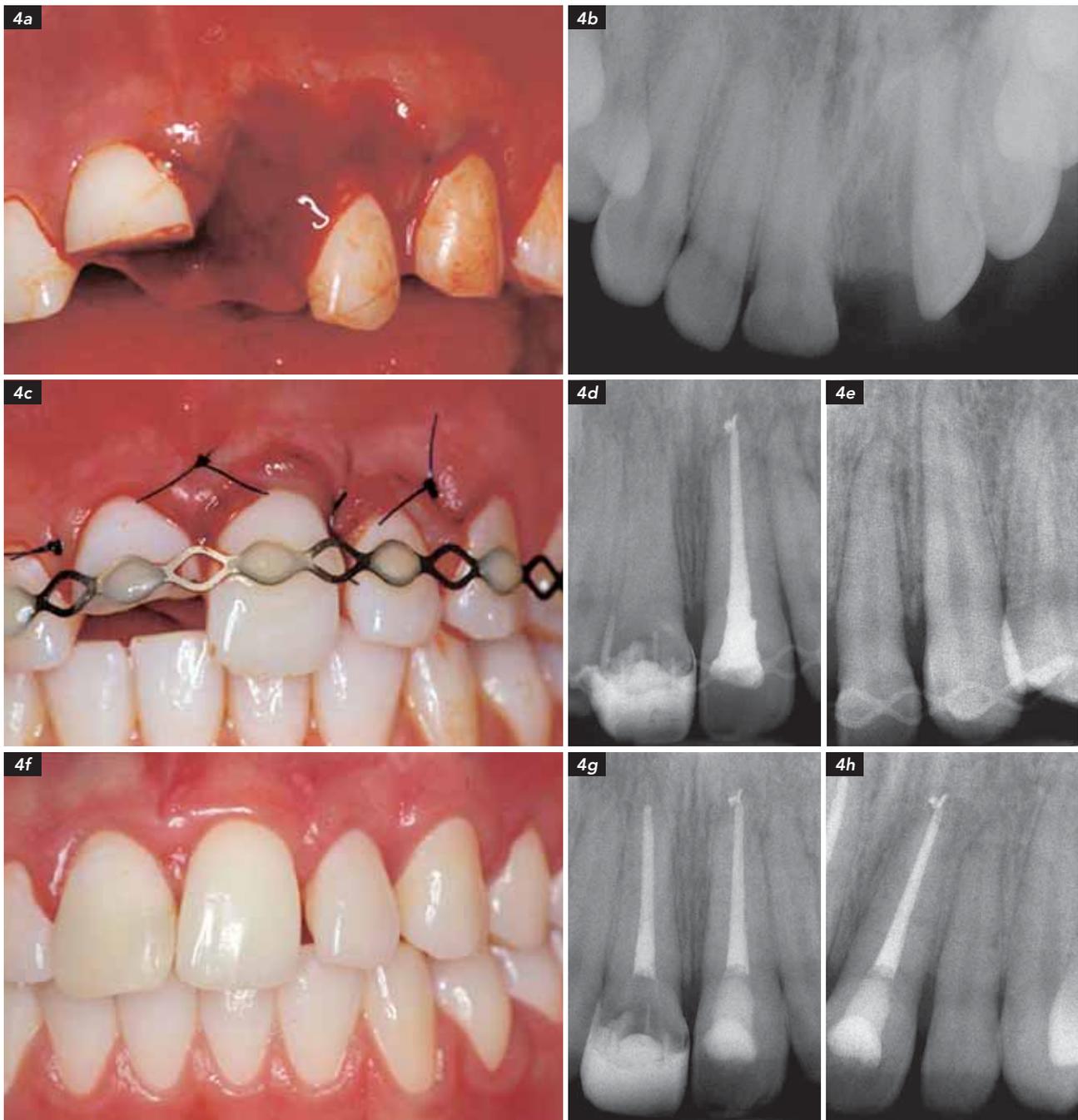


Abb. 4 Komplexes Zahntrauma bei 17-jährigem Mädchen nach Turnunfall: (4a) Palatinale Dislokationen von 22 und 23, Avulsion von 21 und Kronenfraktur mit Pulpaeröffnung 11; (4b) die Oberkiefer-Aufbissaufnahme zeigt die leere Alveole 21 und die Parodontalspalt-Verbreiterung mesial bei 22; (4c) 22 und 23 wurden reponiert, 21 wurde replantiert, und bei 21 erfolgte die Einleitung der endodontischen Behandlung sowie die entsprechende Schienung der OK-Front mit TTS; (4d und 4e) die Röntgenaufnahmen 4 Wochen posttraumatisch zeigen eine unauffällige Einheilung der ursprünglich dislozierten 21, 22 und 23; 21 wurde unterdessen wurzelgefüllt; (4f) klinische Situation 3 Monate nach dem Unfall; (4g und 4h) die Röntgenbilder zeigen die stabile Situation der vormals traumatisierten Zähne; 11 wurde in der Zwischenzeit ebenfalls wurzelbehandelt.

Fig. 4: Traumatisme complexe chez une adolescente âgée de 17 ans après un accident de gymnastique: (4a) Dislocations palatines de 22 et 23, avulsion de la 21 et fracture coronaire avec exposition pulpaire sur la 11. (4b) La radiographie occlusale du maxillaire supérieur montre l'alvéole vide de la 21 et l'élargissement de l'espace parodontal mésial à la 22. (4c) Les 22 et 23 ont été repositionnées, la 21 a été réimplantée, le traitement endodontique a été initié sur la 21; contention par attelle TTS du bloc antéro-supérieur. (4d et e) Les radiographies 4 semaines après l'accident montrent une guérison sans complications des 21, 22 et 23 disloquées lors de l'accident; dans l'intervalle, un traitement endodontique avec obturation canalair définitive a été réalisé sur la 21. (4f) Situation clinique 3 mois après l'accident. (4g et h) Les radiographies de contrôle montrent une situation stable des dents traumatisées; le traitement endodontique de la 11 a été terminé par l'obturation canalair définitive.

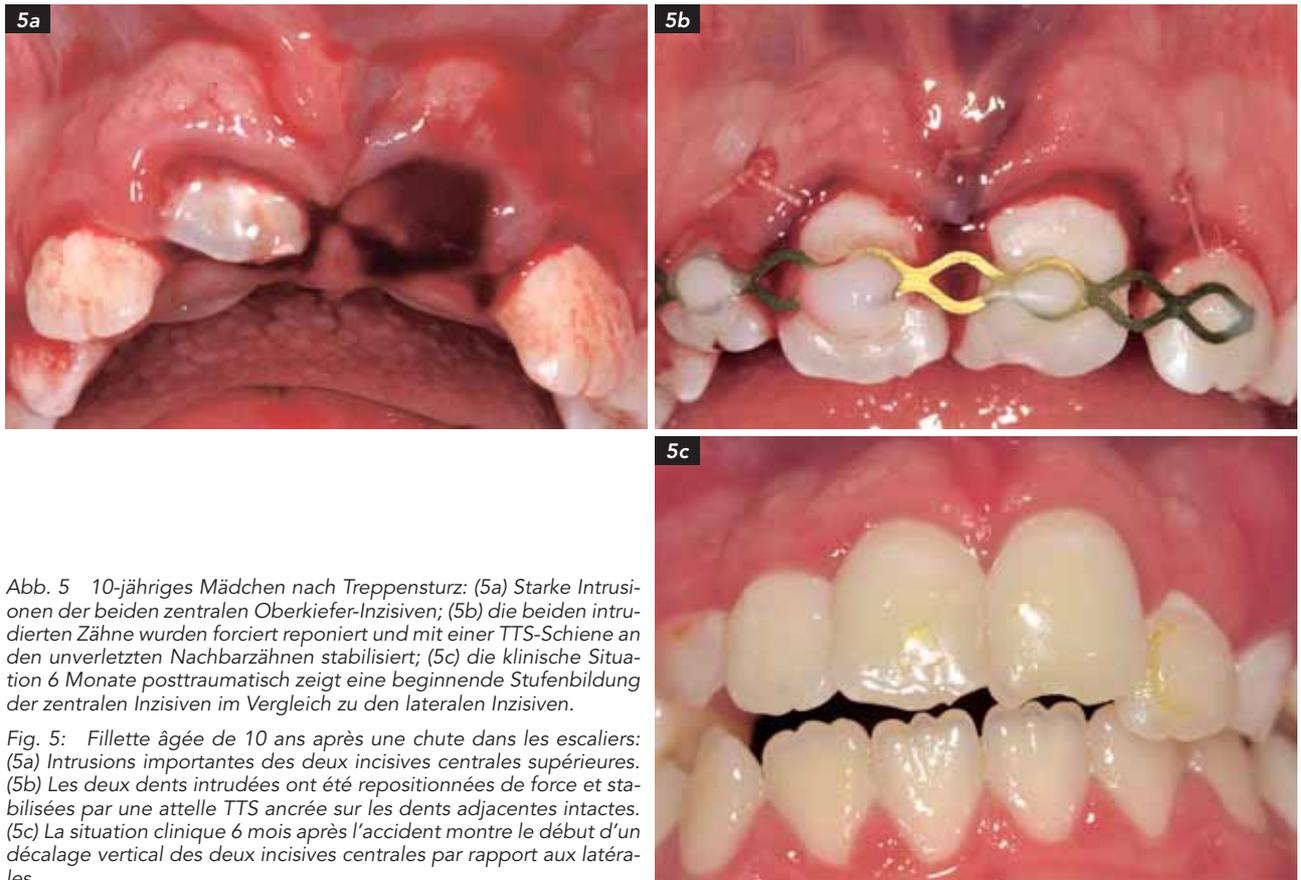


Abb. 5 10-jähriges Mädchen nach Treppensturz: (5a) Starke Intrusionen der beiden zentralen Oberkiefer-Inzisiven; (5b) die beiden intrudierten Zähne wurden forciert reponiert und mit einer TTS-Schiene an den unverletzten Nachbarzähnen stabilisiert; (5c) die klinische Situation 6 Monate posttraumatisch zeigt eine beginnende Stufenbildung der zentralen Inzisiven im Vergleich zu den lateralen Inzisiven.

Fig. 5: Fillette âgée de 10 ans après une chute dans les escaliers: (5a) Intrusions importantes des deux incisives centrales supérieures. (5b) Les deux dents intrudées ont été repositionnées de force et stabilisées par une attelle TTS ancrée sur les dents adjacentes intactes. (5c) La situation clinique 6 mois après l'accident montre le début d'un décalage vertical des deux incisives centrales par rapport aux latérales.

(siehe oben) zugewartet werden. Bei Zähnen mit offenem Apex ist in 6–9% (ANDREASEN & VESTERGAARD 1985, ANDREASEN et al. 1987) der Fälle mit einer Pulpanekrose zu rechnen. Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum ist eine verzögerte Pulpanekrose in über 60% (ANDREASEN et al. 1987) der Fälle beobachtet worden. Wurzelkanalobliterationen werden bei offenem Apex in 60%, bei geschlossenem Apex in 20% der Zähne gefunden. Routinekontrollen nach Extrusion erfolgen nach 3, 6 und 12 Monaten, anschliessend jährlich.

Laterale Dislokation (Abb. 1d und Abb. 4a–h)

Das Vorgehen ist analog der Extrusion, wobei die Schienungsdauer auf 2–3 Wochen verlängert wird. Bei der lateralen Dislokation mit Kippung des Zahnes im Alveolenfach kommt es zu einer zusätzlichen wechselseitigen Quetschung des Knochens bzw. des Parodontalgewebes, weshalb eine etwas längere Schienungszeit empfohlen wird. Bei starker Kippung ist zudem die digitale Reposition erschwert oder gar unmöglich, v.a. wenn die Wurzelspitze den dünnen fazialen Knochen apikal durchbrochen hat und der Zahn sich in dieser Lage verkeilt hat (NIKOU et al. 2003). Oft gelingt dann die Reposition nur forciert mit der Zange unter leichtem axialem Zug. Auf eine zusätzliche Traumatisierung des zervikalen Wurzelzementes mit den Zangenbranchen ist zu achten. Eine systemische Antibiose mit Tetracyclin erfolgt wiederum gemäss Dosierungsschema (Tab. II). Die Prognose lateral dislozierter bleibender Zähne wird ebenfalls als gut eingestuft (NIKOU et al. 2003). So liegt das Risiko für posttraumatische externe Wurzelresorptionen zwischen 5 und 40% (ANDREASEN & ANDREASEN 1994, NIKOU et al. 2003).

Die Verlagerung der Wurzelspitze bei lateral dislozierten Zähnen führt bei abgeschlossenem Wurzelwachstum in 77% der Fälle und bei Zähnen mit offenem Apex in ca. 10% der Fälle zu einer Pulpanekrose. Bei geringer Dislokation und bei Zähnen mit weit offenem Apex kann mit der endodontischen Behandlung zugewartet werden. Nachkontrollen nach lateraler Dislokation erfolgen nach 3, 6 und 12 Monaten, anschliessend jährlich. Wird mit der Endo zugewartet, wird wiederum eine enge klinische und radiologische Kontrolle in den ersten 3 Monaten empfohlen. Zähne mit lateraler Dislokation zeigen oft erst nach Jahren typische zervikale und/oder apikale externe Wurzelresorptionen, bedingt durch die Schädigung des Desmodontalgewebes an diesen Lokalisationen wegen Quetschung am krestalen Alveolarknochen bzw. am Alveolenfundus.

Intrusion (Abb. 1e und Abb. 5a–c)

Bei einer Intrusion hängt die Therapie einerseits vom Ausmass der intrusiven Verlagerung und andererseits vom Stadium des Wurzelwachstums ab (OULIS et al. 1996). Bei einer geringen Intrusion und bei offenem Apex (> 1mm) kann die spontane Reeruption abgewartet werden, oder der Zahn wird langsam orthodontisch reponiert. In allen Fällen mit stärkerer Intrusion (> 50% Kronenlänge) empfiehlt sich eine digitale Reposition, ev. forciert mit der Zange. Die chirurgische Reposition hat die Vorteile der raschen Wiederherstellung der ursprünglichen Zahnposition für die parodontale Heilung und gestattet den endodontischen Zugang. Als Nachteil muss die mögliche parodontale Schädigung durch die chirurgische Manipulation erwähnt werden (EBELESIEDER et al. 2000). Wegen des keilförmigen Verletzungsmusters (Quetschung



Abb. 6 Befund und Therapie einer Avulsion: (6a) 8-jähriges Mädchen nach Schlagverletzung mit Avulsion 21 und kleiner Schmelzfraktur bei 11; (6b) das Röntgenbild zeigt die leere Alveole 21; (6c) 21 wurde replantiert und mit einer TTS-Schiene stabilisiert; im Weiteren erfolgte die sofortige Pulpaextirpation mit Ledermix®-Einlage; (6d) Röntgenkontrollaufnahme nach Replantation und Fixation 21; (6e) klinisches Bild unmittelbar nach der Schienenentfernung mit fast abgeschlossener Gingivaheilung 10 Tage nach dem Trauma; (6f) die 6-Monatskontrolle zeigt klinisch unauffällige Verhältnisse, (6g) auch im Röntgenbild finden sich normale Befunde.

Fig. 6: Situation et traitement d'une avulsion: (6a) Fillette âgée de 8 ans après un choc sur les incisives supérieures; avulsion de la 21 et fracture amélaire mineure sur la 11. (6b) La radiographie montre l'alvéole vide de la 21. (6c) La 21 a été réimplantée et stabilisée par une attelle TTS; de plus, extirpation pulpaire extemporanée et mise en place d'un pansement de Ledermix®. (6d) Radiographie de contrôle après réimplantation et fixation de la 21. (6e) Situation clinique immédiatement après l'ablation de l'attelle 10 jours après l'accident; la guérison gingivale est presque terminée. (6f) Situation clinique sans particularités lors du contrôle après 6 mois. (6g) Les clichés radiographiques de contrôle montrent également une situation normale.

des Parodontalgewebes und der Alveole) sollte nach Intrusion die Schienungsdauer 3–4 Wochen betragen. In einer Langzeitstudie führte das Zuwarten mit einer aktiven Reposition nach Intrusion häufiger zu Komplikationen (HUMPHREY et al. 2003b). Eine systemische Antibiose mit Tetracyclin ist nach Intrusion unbedingt indiziert (siehe Dosierung Tab. II).

Aus endodontologischer Sicht ist die Intrusion ein komplexes Trauma; Wurzelresorptionen, Ankylose und Pulpanekrose sind häufige Folgen. Pulpanekrosen sind bei intrudierten Zähnen mit offenem Apex mit einer Häufigkeit von 63% bis 68% zu erwarten, bei Zähnen mit geschlossenem Apex kommt es in jedem Fall zur Pulpanekrose (ANDREASEN 1970, ANDREASEN & VESTERGAARD 1985). Externe Wurzelresorptionen als Spätfolgen nach Intrusion fanden sich in 58% bei Zähnen mit unvollständigem Wurzelwachstum und in 70% bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum (ANDREASEN & VESTERGAARD 1985). Es konnte jedoch auch gezeigt werden, dass neben dem Stadium des Wurzelwachstums vor allem der Schweregrad der ursprünglichen Intrusion das Auftreten externer Wurzelresorptionen beeinflusst (AL-BADRI et al. 2002).

Stark intrudierte Zähne und alle Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum sollen nach einer Intrusion sofort trepaniert und mit einer Ledermixeinlage versorgt werden. Einzig Zähne mit weit offenem Foramen, welche nur schwach (< 50% der Kronenlänge) intrudiert wurden, haben eine Chance zur Revaskularisation. Wegen der oft ausgedehnten Schädigung des Wurzelzements besteht bei intrudierten Zähnen ein hohes Risiko externer Wurzelresorptionen, welche fulminant verlaufen und die Wurzeln vollständig zerstören können. Je weniger weit der Zahn entwickelt ist, desto weiter sind die Dentintubuli und desto schneller verläuft der Resorptionsprozess (ANDREASEN et al. 1995, TROPE 2002).

Engmaschige radiologische Kontrollen sind deshalb von grosser Bedeutung. Bei ersten Anzeichen interner oder externer Wurzelresorptionen muss der Zahn mit einer Kalziumhydroxideinlage für mehrere Wochen versorgt werden. Routinekontrollen nach Intrusion erfolgen nach 3, 6 und 12 Monaten, anschliessend jährlich. Die Langzeitprognose intrudierter Zähne ist insgesamt eher ungünstig.

Avulsion (Abb. 1f und 6a–g)

Bei avulsierten bleibenden Zähnen richtet sich die Therapie nach der Dauer der extraoralen Lagerung bzw. nach dem Lagerungsmedium sowie nach dem Stadium des Wurzelwachstums (TROPE 2002). Der entscheidende Faktor für die parodontale Einheilung und dadurch der Prognose nach Replantation avulsierter Zähne ist die Überlebensrate der Desmodontalzellen auf der Wurzeloberfläche (ANDREASEN et al. 1995). Die Lagerung des avulsierten Zahnes in einem physiologischen (Nähr-)Medium hat folgenden Zweck: Schutz vor Austrocknung bzw. vor Kontamination, Vitalerhaltung der an der Wurzeloberfläche verbliebenen Zellen, Auswaschung von Verschmutzungen bzw. nekrotischem Gewebe (KRASNER & PERSON 1992, POHL et al. 1999). Zusätzlich können dem Medium Chemotherapeutika zugegeben werden. Wir verwenden kurzzeit Dexamethason in einer Konzentration von 60 µg/ml. Die entsprechende Dosis Dexamethason-Pulver wird in die Dentosafe-Box oder in eine Schale mit 16 ml NaCl gegeben und der Zahn 20 Min. in dieser Lösung gelagert. Alternativ kann 0.25 ml von Fortecortin®Inject 4 mg (Merck AG, Dietikon, Schweiz) verwendet werden. Die topische Applikation von Kortikosteroiden ist dadurch begründet, dass sich damit die initiale Entzündungsreaktion nach Replantation unterdrücken

lässt, welche als Auslöser für nachfolgende resorptive Prozesse (externe Wurzelresorptionen) vermutet wird (SAE-LIM 1998c, TROPE 1998, TROPE 2002, KEUM et al. 2003).

Vor der Replantation wird nochmals die Okklusion überprüft. Das Koagulum wird vollständig aus der Alveole gespült. Die Alveolenwände dürfen jedoch nicht kürettiert werden, da verbliebene Reste des Parodontalgewebes für die Einheilung von Bedeutung sind (TROPE et al. 1997). Die Schienungszeit beträgt in der Regel 1–2 Wochen; bei zusätzlicher Traumatisierung des Alveolenfaches (z.Bsp. Verlust der fazialen Alveolenwand) kann diese auf maximal 4 Wochen verlängert werden. Periostal gestielte Knochenfragmente sollen belassen bzw. reponiert werden (LEE et al. 2001)

Bei rascher Feuchtlagerung oder Selbstreplantation durch den Patienten wird das oben erwähnte Vorgehen gewählt. Der kritische Zeitfaktor der trockenen Lagerung avulsierter Zähne liegt bei etwa 15 Minuten (ANDERSSON & BODIN 1990, DONALDSON & KINIRONS 2001, CHAPPUIS & VON ARX 2005). Replantierte Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum zeigen keine Revaskularisation. Bei Zähnen mit weit offenem Apex kann bei kurzer extraalveolärer Zeit in etwa 20% der Fälle mit einer Gewebegeneration gerechnet werden (KLING et al. 1986). Zähne ohne Aussicht auf Revaskularisation sollten zur optimalen Prävention von Wurzelresorptionen so früh als möglich, idealerweise unmittelbar nach der Replantation, mit einer Ledermixeinlage versorgt werden. Alle anderen Zähne werden regelmässig auf Anzeichen von Wurzelresorptionen hin untersucht und falls nötig rasch mit einer Kalziumhydroxideinlage behandelt. Auf eine extraorale Wurzelkanalbehandlung soll in jedem Fall verzichtet werden, um die extraorale Zeit nicht unnötig zu verlängern und dabei das parodontale Gewebe zusätzlich mechanisch zu schädigen.

Bei trockener Lagerung des avulsierten Zahnes bis maximal 1 Stunde wird vor der eigentlichen Replantation zusätzlich Emdogain® (Straumann AG, Basel, Schweiz) auf die Wurzel und in die Alveole gegeben. Ziel der Applikation von Schmelzmatrix-Proteinen ist die Zellstimulation bzw. Zelldifferenzierung zur parodontalen Regeneration (HAMMARSTRÖM 1997). Allerdings fehlen bis heute klinisch-prospektive Studien, welche die Wirksamkeit von Emdogain in der Zahntraumatologie eindeutig belegen (KENNY et al. 2000, SCHJOTT & ANDREASEN 2005). In verschiedenen tierexperimentellen Studien wurden diesbezüglich widersprüchliche Daten präsentiert (IQBAL & BAMAAS 2001, ARAUJO et al. 2003, LAM & SAE-LIM 2004).

Bei trockener Lagerung des avulsierten Zahnes über eine Stunde muss von schweren Schädigungen des Desmodontalgewebes ausgegangen werden. Aus diesem Grunde empfehlen wir in solchen Fällen eine mechanische Wurzelreinigung mit Kürettage des Desmodontalgewebes. Anschliessend wird der Zahn für 5 Minuten in eine Lösung mit 6% Zitronensäure und anschliessend für weitere 5 Minuten in eine Lösung mit 2% Natriumfluorid gegeben, bevor er (ohne Emdogain) replantiert wird. Zweck dieser Oberflächenbehandlung ist die Resistenzerhöhung gegenüber resorptiven Prozessen. Bei Kindern und Jugendlichen vor dem Wachstumsspur ist dieses Vorgehen jedoch wegen der schnellen Ankylose mit massiver Stufenbildung differenziert anzuwenden.

Eine systemische Antibiose mit Tetracyclin erfolgt bei allen replantierten Zähnen unabhängig vom gewählten Therapieschema (Dosierung gemäss Tab. II).

Nachkontrollen avulsierter Zähne erfolgen nach 3, 6 und 12 Monaten, anschliessend jährlich. Spätfolgen sind häufig und ein mehrjähriges Recall ist indiziert. Je nach Studie liegt die Rate

externer Wurzelresorptionen zwischen 49% und 76% (CHAPPUIS & VON ARX 2005).

Kombinierte Dislokations- und Frakturverletzungen

Bei kombinierten Traumata richtet sich das Vorgehen bezüglich Antibiose und Schienung nach der Dislokationsform (siehe oben). Hat ein Zahn sowohl ein Dislokationstrauma wie auch eine Zahnhartsubstanzverletzung erlitten, erhöht sich das Risiko für eine Pulpanekrose (ROBERTSON 1998, VON ARX et al. 1998) und die Indikation zur endodontischen Behandlung wird eher gestellt als bei alleiniger Dislokation oder bei alleiniger Fraktur.

Abstract

The present paper describes the current treatment philosophy of dislocated or avulsed permanent teeth at our school. Splinting and medication (root canal treatment, systemic antibiotics, etc.) are targeted to minimize the initial inflammatory reaction and to reduce post-traumatic complications such as pulp necrosis and/or external root resorption.

Verdankung

Für die Anfertigung der schematischen Illustrationen danken wir Ueli Iff, Zeichner, Foto-Multimedia-Atelier, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern, ganz herzlich.

Die Dokumentation der gezeigten Fälle verdanken wir Frau Dr. C. Winzap-Kälin, Dr. M. Bornstein, Dr. S. Ingimarsson und Dr. H. Harnisch.

Literatur

- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Your guide to traumatic dental injuries. (2002)
<http://www.aae.org/traumsum.html>
- AL-BADRI S, KINIRONS M, COLE BOI, WELBURY RR: Factors affecting resorption in traumatically intruded permanent incisors in children. *Dent Traumatol* 18: 73–76 (2002)
- ANDERSSON L, BODIN I: Avulsed human teeth replanted within 15 minutes – a long-term clinical follow-up study. *Endod Dent Traumatol* 6: 37–42 (1990)
- ANDREASEN FM, VESTERGAARD PB: Prognosis of luxated permanent teeth – the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol* 1: 207–220 (1985)
- ANDREASEN FM: Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 2: 9–19 (1986)
- ANDREASEN FM, YU Z, THOMSEN BL: Relationship between pulp dimensions and development of pulp necrosis after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 2: 90–98 (1986)
- ANDREASEN FM, ZHIJIE Y, THOMSEN BL, ANDERASEN PK: Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 3: 103–115 (1987)
- ANDREASEN FM, ANDREASEN JO, BAYER T: Prognosis of root fractured permanent incisors-prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol* 5: 11–22 (1989)
- ANDREASEN FM, ANDREASEN JO: Luxation injuries. In: *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (editors J.O. Andreasen & F.M. Andreasen), 3rd edition, Munksgaard – Copenhagen 1994, pp 315–382
- ANDREASEN JO: Luxation of permanent teeth due to trauma: a clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *Scand J Dent Res* 78: 273–286 (1970)
- ANDREASEN JO: Periodontal healing after replantation of traumatically avulsed teeth. Assessment by mobility testing and radiography. *Acta Odontol Scand* 35: 325–335 (1975)
- ANDREASEN JO: A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 4: 101–110 (1980)
- ANDREASEN JO, KRISTERSON L: The effect of extra-alveolar root filling with calcium hydroxide on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 7: 349–354 (1981)
- ANDREASEN JO, BORUM MK, JACOBSEN HL, ANDREASEN FM: Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 11: 76–89 (1995)
- ARAUJO M, HAYACIBARA R, SONOHARA M, CARDAROPOLI G, LINDHE J: Effect of enamel matrix proteins (Emdogain) on healing after re-implantation of periodontally compromised roots. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 30: 855–861 (2003)
- BERUDE JA, HICKS ML, SAUBER JJ, LI SH: Resorption after physiological and rigid splinting of replanted permanent incisors in monkeys. *J Endod* 14: 592–600 (1988)
- BAG (Bundesamt für Gesundheitswesen): Richtlinien zur Bekämpfung übertragbarer Krankheiten Ausgabe 2000, Tetanus, pp 193–194
- BRYSOON EC, LEVIN L, BANCHS F, ABBOT PV, TROPE M: Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste(r) on healing of replanted dog teeth after extended dry times. *Dent Traumatol* 18: 316–321 (2002)
- BYSTRÖM A, CLAESSESON R, SUNDQVIST G: The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1: 170–175 (1985)
- CHAPPUIS V, VON ARX T: Replantation of 45 avulsed permanent teeth: a 1-year follow-up study. *Dent Traumatol* 21:xx–xx (2005)
- CVEK ML, GRANATH L, LUNDBERG M: Failures and healing in endodontically treated non-vital anterior teeth with posttraumatically reduced pulpal lumen. *Acta Odontol Scand* 40: 233–238 (1982)
- CVEK M, CLEATON-JONES P, AUSTIN J, KLING M, LOWNIE J, FATTI P: Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in replanted monkey incisors. *Endod Dent Traumatol* 6: 170–176 (1990)
- CVEK M: Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective study. *Endod Dent Traumatol* 8: 45–55 (1992)
- DONALDSON M, KINIRONS MJ: Factors affecting the time of onset of resorption in avulsed and replanted incisor teeth in children. *Dent Traumatol* 17: 205–209 (2001)
- EBELESEDER KA, GLOCKNER K, PERTL C, STÄDTLER P: Splints made of wire and composite. An investigation of lateral tooth mobility in vivo. *Endod Dent Traumatol* 11: 288–293 (1995)
- EBELESEDER KA, SANTLER G, GLOCKNER K, HULLAS H, PERTL C, QUEHENBERGER F: An analysis of 58 traumatically intruded and surgically extruded permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 16: 34–39 (2000)
- HAMMARSTÖM LE, FEIGLIN B, LIDSKOG SF: Effect of calcium hydroxide treatment on periodontal repair and root resorption. *Endod Dent Traumatol* 2: 184–189 (1986)

- HAMMARSTRÖM LE: Enamel matrix, cementum development and regeneration. *J Clin Periodontol* 24: 658–668 (1997)
- HUMPHREY K, AL BADRI S, KINIRONS M, WELBURY RR, COLE BOI, BRYAN RAE, CAMPBELL O, FUNG DE: Factors affecting outcomes of traumatically extruded permanent teeth in children. *Pediatric Dent* 25: 475–478 (2003a)
- HUMPHREY JM, KENNY DJ, BARRETT EJ: Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. I. Intrusions. *Dent Traumatol* 19: 266–273 (2003b)
- INGIMARSSON S, VON ARX T: Neue Schienungstechnik in der Zahntraumatologie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 112: 1263–1270 (2002)
- IQBAL MK, BAMAAS NS: Effect of enamel matrix derivative (Emdogain(r)) upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in beagle dogs. *Dent Traumatol* 17: 36–45 (2001)
- JACOBSEN I, ZACHRISSON BU: Repair characteristics of root fractures in permanent anterior teeth. *Scand J Dent Res* 83: 355–364 (1975)
- KLING M, CVEK M, MEJARE I: Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically reimplanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 2: 83–89 (1986)
- KENNY DJ, BARRETT EJ, JOHNSTON DH, SIGAL MJ, TENENBAUM HC: Clinical management of avulsed permanent incisors using Emdogain: Initial report of an investigation. *J Can Dent Assoc* 66: 21–25 (2000)
- KEUM KY, KWON OT, SPANGBERG LS, KIM CK, KIM J, CHO MI, LEE SJ: Effect of Dexamethasone on root resorption after delayed replantation of rat tooth. *J Endod* 29: 810–813 (2003)
- KRASNER P, PERSON P: Preserving avulsed teeth for replantation. *JADA* 123: 80–88 (1992)
- KRISTERSON L, ANDREASEN JO: The effect of splinting upon periodontal and pulpal healing after autotransplantation of mature and immature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* 12: 239–249 (1983)
- LAM K, SAE-LIM V: The effect of Emdogain gel on periodontal healing in replanted monkeys' teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 97: 100–107 (2004)
- LEE JV, VANN WF JR., SIGURDSSON A: Management of avulsed permanent incisors: a decision analysis based on changing concepts. *Pediatric Dent* 23: 357–360 (2001)
- LEE R, BARRETT EJ, KENNY DJ: Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. II. Extrusions. *Dent Traumatol* 19: 274–279 (2003)
- NASJLETI CE, CASTELLI WA, CAFFESSE RG: The effects of different splinting times on replantation of teeth in monkeys. *Oral Surg* 53: 557–566 (1982)
- NIKOU M, KENNY DJ, BARRETT EJ: Clinical outcomes for permanent incisor luxations in a pediatric population. III. Lateral luxations. *Dent Traumatol* 19: 280–285 (2003)
- OIKARINEN K: Tooth splinting: a review of the literature and consideration of the versatility of a wire-composite splint. *Endod Dent Traumatol* 6: 237–250 (1990)
- OULIS C, VADIAKIS G, SISKOS G: Management of intrusive luxation injuries. *Endod Dent Traumatol* 12: 113–119 (1996)
- PIERCE A, LINDKOG S: The effect of an antibiotic corticosteroid combination on inflammatory root resorption in vivo. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 64: 216–220 (1987)
- PIERCE A, HEITHERSAY B, LINDSKOG S: Evidence for direct inhibition of dentinoclasts by a corticosteroid/antibiotic endodontic paste. *Endod Dent Traumatol* 4: 44–45 (1988)
- POHL Y, TEKIN U, BOLL M, FILIPPI A, KIRSCHNER H: Investigations on a cell culture medium for storage and transportation of avulsed teeth. *Aust Endod J* 25: 70–74 (1999)
- ROBERTSON A, ANDREASEN FM, BERGENHOLTZ G, ANDREASEN JO, NORÉN JG: Incidence of pulp necrosis subsequent to pulp canal obliteration from trauma of permanent incisors. *J Endodont* 22: 557–560 (1996)
- ROBERTSON A: A retrospective evaluation of patients with uncomplicated crown fractures and luxation injuries. *Endod Dent Traumatol* 14: 245–256 (1998)
- SAE-LIM V, WANG CY, CHOI GW, TROPE M: The effect of systemic tetracycline on resorption of dried replanted dogs' teeth. *Endod Dent Traumatol* 14: 127–132 (1998a)
- SAE-LIM V, WANG CY, TROPE M: Effect of systemic tetracycline and amoxicillin on inflammatory root resorption of replanted dogs' teeth. *Endod Dent Traumatol* 14: 216–220 (1998b)
- SAE-LIM V, METZGER Z, TROPE M: Local dexamethasone improves periodontal healing of replanted dogs' teeth. *Endod Dent Traumatol* 14: 232–236 (1998c)
- SCHIOTT M, ANDREASEN JO: Emdogain(r) does not prevent progressive root resorption after replantation of avulsed teeth: a clinical study. *Dent Traumatol* 21: 46–50 (2005)
- SJÖGREN U, FIGDOR D, SPANGBERG L, SUNDVIST G: The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short term intracanal dressing. *Int Endod J* 24: 119–125 (1991)
- THONG YL, MESSER HH, SIAR CH, SAW LH: Periodontal response to two intracanal medicaments in replanted monkey incisors. *Dent Traumatol* 17: 254–259 (2001)
- TRIADAN H, SCHROEDER A: Die pharmakologische Heilung der Pulpitis. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 70: 724 (1960)
- TRIADAN H, SCHROEDER A: Die pharmakologische Heilung der Pulpitis – 2. Mitteilung. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 71: 94 (1961)
- TROPE M, MASHONOV J, NISSAN R, BUXT P, YESILSOY C: Short vs long-term calcium hydroxide treatment of established inflammatory root resorption in replanted dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 11: 124–128 (1995)
- TROPE M, HUPP JG, MESAROS SV: The role of the socket in the periodontal healing of replanted dogs' teeth stored in ViaSpan for extended periods. *Endod Dent Traumatol* 13: 171–175 (1997)
- TROPE M: Root resorption of dental and traumatic origin: classification based on etiology. *Pract Periodont Aesthet Dent* 10: 515–522 (1998)
- TROPE M: Root resorption due to dental trauma. *Endod Topics* 1: 70–100 (2002)
- TROPE M: Clinical management of the avulsed tooth: present strategies and future directions. *Dent Traumatol* 18: 1–11 (2002)
- VON ARX T, WENGER P, HARDT N: Spätfolgen nach Traumata bleibender Zähne bei Kindern. Klinische und radiologische Befunde einer retrospektiven Untersuchung. *Acta Med Dent Helv* 3: 196–202 (1998)
- VON ARX T, FILIPPI A, BUSER D: Splinting of traumatized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). *Dent Traumatol* 17: 180–184 (2001a)
- VON ARX T, FILIPPI A, LUSSI A: Comparison of a new dental trauma splint device (TTS) with three commonly used splinting techniques. *Dent Traumatol* 17: 266–274 (2001b)
- VON ARX T: Splinting of traumatized teeth with focus on adhesive techniques. *JCDA* 33: 409–414 (2005)