

ANDREA B. WÖLNER-
HANSEN
THOMAS VON ARX

Klinik für Oralchirurgie und
Stomatologie, Zahnmedizinische
Kliniken der Universität Bern

Korrespondenzadresse
Prof. Dr. Th. von Arx
Klinik für Oralchirurgie und
Stomatologie
Zahnmedizinische Kliniken
der Universität Bern
Freiburgstrasse 7, 3010 Bern
Tel. 031/632 25 66
Fax 031/632 25 03
E-Mail: thomas.vonarx@zmk.unibe.ch
Schweiz Monatsschr Zahnmed 120:
207–212 (2010)
Zur Veröffentlichung angenommen:
15. Juni 2009

Bleibende Zähne mit horizontalen Wurzelfrakturen nach Zahntrauma

Eine retrospektive Studie

Schlüsselwörter: Wurzelfraktur, dentale Traumata, bleibende Zähne, Pulpanekrose, Wurzelresorption

Zusammenfassung Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie war, die Heilung der Pulpa und des Parodonts von 32 bleibenden Zähnen mit horizontalen Wurzelfrakturen nach Zahntrauma auszuwerten. 29 Patienten im Alter von 8–48 Jahren, welche sich zwischen Januar 2001 und April 2007 mit einer Wurzelfraktur an unserer Klinik vorstellten, nahmen an der Studie teil. Wurzelfrakturierte Zähne mit gelockertem oder disloziertem koronalem Fragment wurden reponiert und für 14–49 Tage geschient (Durchschnitt: 34 Tage). Bei starken Verlagerungen des koronalen Fragments wurden prophylaktisch Wurzelbehandlungen durchgeführt. Nachuntersuchungen erfolgten routinemässig nach 1, 2, 3, 6 und 12 Monaten. Für diese Studie erfolgte die Nachsorge bis zu 7 Jahren nach Trauma. Von 32 wurzelfrakturierten Zähnen überlebten 29 Zähne (91%). Zehn Zähne (31%) zeigten eine Heilung der Pulpa, 13 Zähne (41%) wurden innerhalb von zwei Wochen prophylaktisch wurzelbehandelt. Am Frakturspalt manifestierte sich Interposition von kalzifiziertem Gewebe bei sechs Zähnen (19%) und Interposition von Granulationsgewebe bei acht Zähnen (25%). Die Prognose der wurzelfrakturierten Zähne war gut und ein Drittel der Zähne mit Wurzelfrakturen zeigte bei der Abschlusskontrolle eine vitale Pulpa.

Einleitung

Wurzelfrakturen resultieren nach hoher Krafteinwirkung auf die Wurzel. Frontale Kräfte bewirken Kompressionszonen labial und lingual bzw. palatinal und teilen die Wurzel in ein koronales und apikales Fragment. Als Folge davon werden sowohl Zement, Dentin, Pulpa wie auch Parodont beeinträchtigt (WELBURY ET AL. 2002).

Im Vergleich zu anderen Zahntraumata sind Wurzelfrakturen relativ selten. Die Häufigkeit der Wurzelfrakturen für bleibende Zähne beträgt nur 0,5% bis 7% und für Milchzähne 2% bis 4% (ANDREASEN ET AL. 2007). Wurzelfrakturen betreffen hauptsächlich die zentralen (68%) und lateralen (27%) Oberkiefer-Inzisiven; die Unterkiefer-Inzisiven hingegen sind mit 5% nur selten betroffen (CALISKAN & PEHLIVAN 1996).

Die Einteilung der horizontalen Wurzelfrakturen basiert auf dem Frakturniveau (apikales Wurzel Drittel, mittleres Wurzel Drittel, zervikales Wurzel Drittel) und auf dem Dislokationsgrad des koronalen Fragments. Die Prognose des betroffenen Zahnes wird aber auch von anderen Faktoren beeinflusst wie Alter des Patienten, Stadium des Wurzelwachstums, Beweglichkeit des koronalen Fragmentes und der Diastase der Fragmente (ANDREASEN ET AL. 2007). Eine Kommunikation zwischen dem palatinalen Sulcus und dem Frakturspalt kann die Prognose zusätzlich negativ beeinflussen. Frakturen im mittleren Wurzel Drittel kommen am häufigsten vor (ANDREASEN ET AL. 1989).

In einer Studie mit 208 Wurzelfrakturen zeigten Wurzelfrakturen im zervikalen Drittel die schlechteste Prognose (CVEK ET AL. 2001). Andere Studien beschreiben keinen Zusammenhang zwischen Pulpanekrose und Niveau des Frakturspalts (ANDREASEN

& HJÖRTING-HANSEN 1967). Die Prognose von Wurzelfrakturen ist generell gut, wie in mehreren Studien dokumentiert wurde (ZACHRISSON & JACOBSEN 1975, ANDREASEN & HJÖRTING-HANSEN 1967, ANDREASEN ET AL. 1989). Allerdings beschreiben einige Studien Komplikationen bei der Heilung von Pulpa und Parodont, was die Langzeitprognose ungünstig beeinflussen kann (ANDREASEN ET AL. 2007).

Die radiologische Auswertung der Wurzelfrakturen basiert normalerweise auf Einzelzahnrontgenbildern und Okklusalaufnahmen. Mit der Einführung der digitalen Volumentomographie (DVT) können nun Wurzelfrakturen dreidimensional abgeklärt werden. Die orofaziale Ebene liefert zusätzliche Informationen, welche für die Beurteilung der Prognose des betroffenen Zahnes von Bedeutung sein können.

Die Gewebereaktionen am Frakturspalt werden in vier Kategorien eingeteilt: (I) Interposition von kalzifiziertem Gewebe (Kallusbildung); (II) Interposition von Bindegewebe, welche durch eine periphere Abrundung der Frakturrenden charakterisiert ist; (III) Interposition von Knochen und Bindegewebe, radiologisch charakterisiert durch die deutliche Trennung der beiden Fragmente und (IV) Interposition von Granulationsgewebe, verursacht durch eine infizierte oder nekrotische Pulpa (ANDREASEN ET AL. 2007). Typ I findet sich am häufigsten bei wurzelfrakturen Zählern, bei denen das koronale Fragment nicht oder nur wenig disloziert ist. Typ II resultiert häufig nach lateraler Dislokation oder Extrusion des koronalen Fragmentes. Falls sich das Trauma vor Wachstumsabschluss des Alveolarfortsatzes ereignet, eruptiert das koronale Fragment weiter, aber das apikale Fragment verbleibt in seiner Position. Als Folge davon wachsen Knochen und Bindegewebe zwischen die beiden Fragmente (Typ III). Beim Typ IV verursacht infiziertes oder nekrotisches Pulpagewebe eine Entzündungsreaktion im Frakturspalt (SCHROEDER 1997, ANDREASEN ET AL. 2007).

Das Ziel der vorliegenden Studie war, die klinischen und radiologischen Befunde nach horizontalen Wurzelfrakturen bleibender Zähne in Bezug auf die Pulpa, auf das Parodont und den Frakturspalt auszuwerten.

Materialien und Methoden

Zwischen Januar 2001 und April 2007 wurden 92 Patienten mit 115 Wurzelfrakturen auf der Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie der Universität Bern untersucht und behandelt. 29 Patienten mit 32 wurzelfrakturen Zählern konnten nach 1–7 Jahren (Durchschnitt: 2,3 Jahre) nachkontrolliert werden. Die Gründe für den Ausschluss von Patienten aus der Studie sind in Tabelle I aufgeführt.

Tab. I Gründe für das Ausscheiden von Patienten aus der vorliegenden Studie

	n Patienten	n Zähne
Ausgangsmaterial	92	115
Sofortige Extraktion	24	36
Sofortige Dekoronation	10	12
Patienten, welche nicht zum Recall kamen	23	27
Patienten, welche zunächst alio loco behandelt wurden und anschliessend für die Weiterbehandlung überwiesen wurden	5	7
Avulsion vom apikalen und koronalen Fragment (apikales Fragment nicht mehr auffindbar)	1	1
Studienmaterial	29	32

Bei den Patienten wurden eine Anamnese und eine klinische Untersuchung durchgeführt (Inspektion, Palpation, Perkussion, Sondierungswerte und Sensibilitätsprüfung mittels CO₂-Test). Zusätzlich wurden ein Einzelzahnrontgenbild und eine Okklusalaufnahme angefertigt. Nach Lokalanästhesie erfolgte die manuelle Reposition des koronalen Fragmentes und die Fragmentstabilisierung mittels TTS-Schiene (TTS Titanium Trauma Splint, Medartis, Basel, Schweiz), falls das koronale Fragment erhöht beweglich (Klasse II und III) oder disloziert war. Die Schienungsdauer lag zwischen 14–49 Tagen (Durchschnitt: 34 Tage). Bei Zähnen mit einem geschlossenen Apex und einer ausgeprägten Dislokation des koronalen Fragments (Extrusion, laterale Dislokation) und/oder einer zusätzlichen Kronenfraktur mit exponiertem Dentin (folglich Zähne mit einer hohen Wahrscheinlichkeit einer Pulpanekrose) wurde innerhalb von zwei Wochen eine prophylaktische Wurzelbehandlung durchgeführt. Als Ersteinlage wurde Ledermix Paste® (Lederle, Zug, Schweiz) in das koronale Fragment appliziert. Nach zwei bis drei Wochen wurden die Zähne für mindestens weitere drei Wochen mit einer Kalziumhydroxideinlage versorgt, bevor die Wurzelfüllung mit Guttapercha und Sealer erfolgte. Die Patienten erhielten zusätzlich Tetrazyklin (1. Tag: 100–200 mg, 2.–10. Tag: 50–100 mg, Dosierung nach Körpergewicht) und nicht steroidale Schmerzmittel.

Die Nachkontrollen wurden nach 1, 2, 3, 6, und 12 Monaten bis zu 7 Jahren nach Trauma durchgeführt. Die Parameter für die Studie waren Pulpasensibilität zum Zeitpunkt des Unfalls, Fragmentdiastase und Dislokation des koronalen Fragmentes. Die Diastase zwischen dem koronalen und apikalen Fragment wurde entweder als < 1 mm oder ≥ 1 mm eingeteilt. Die Dislokation des koronalen Fragmentes wurde nach Andreasen nach aufsteigendem Schweregrad klassifiziert: Kontusion – Subluxation – Extrusion – laterale Dislokation – Avulsion (ANDREASEN & ANDREASEN 1988). Die Pulpaheilung wurde wie folgt eingeteilt: (1) prophylaktische Wurzelbehandlung innerhalb von zwei Wochen nach Trauma; (2) therapeutische Wurzelbehandlung (verzögerte Intervention nach Pulpanekrose); (3) Pulpaobliteration; (4) Pulpaheilung (vitale Pulpa). Parodontale Heilung wurde beschrieben als komplikationslose Heilung oder externe Wurzelresorption. Die Gewebereaktion am Frakturspalt wurde in vier Typen eingeteilt: (I) Interposition von kalzifiziertem Gewebe (Kallusbildung); (II) Interposition von Bindegewebe; (III) Interposition von Knochen und Bindegewebe; (IV) Interposition von Granulationsgewebe (ANDREASEN ET AL. 2007).

Resultate

Die vorliegende Studie umfasste 29 Patienten (72% Männer, 28% Frauen) im Alter von 8–48 Jahren bzw. mit einem Durchschnittsalter von 25,5 Jahren (Tab. II). Von den 32 untersuchten Zähnen waren 29 zentrale und drei laterale Oberkiefer-Inzisiven.

Tab. II Verteilung der Patienten (n=29) und Zähne (n=32) pro Altersgruppe

Alter	n Patienten	n Zähne
≤ 7 Jahre	0	0
8–11 Jahre	2	2
12–19 Jahre	9	10
≥ 20 Jahre	18	20
Total	29	32



Abb. 1a Ein 8-jähriger Patient stellte sich mit einer Fraktur im apikalen Drittel von Zahn 21 vor.

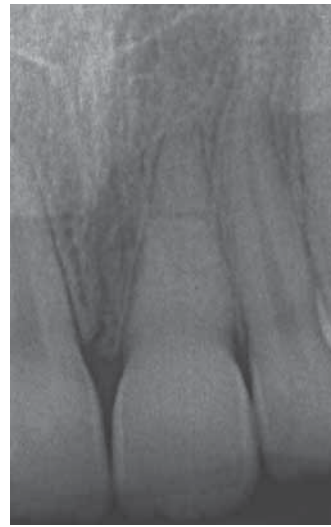


Abb. 1b Fünf Jahre nach dem Trauma zeigt der wurzelfrakturierte Zahn 21 eine Pulpaobliteration in beiden Fragmenten.

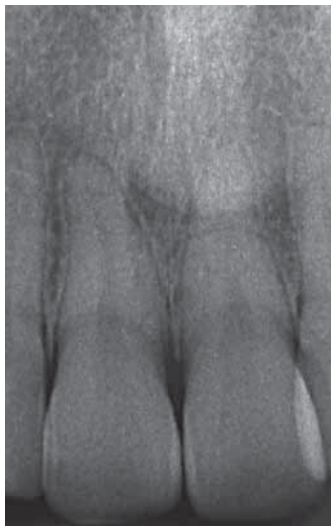


Abb. 2a Ein 24-jähriger Patient stellte sich mit einer Wurzelfraktur an Zahn 21 vor, welcher eine Diastase < 1 mm und keine Dislokation des koronalen Fragmentes aufwies.



Abb. 2b Zwei Jahre nach Trauma zeigt Zahn 21 eine normale Pulpaheilung mit vitaler Pulpa. Das Röntgenbild zeigt eine achsengerechte Rekonsolidierung der Wurzelfraktur mit einem deutlich verschmäleren, noch gering röntgentransparenten Frakturspalt.

Tab. III Pulpastatus bei der Schlusskontrolle in Beziehung zum Patientenalter zum Zeitpunkt des Traumas (n=32)

	≤ 7 Jahre	8–11 Jahre	12–19 Jahre	≥ 20 Jahre	Total Zähne
Frühzeitige prophylaktische Wurzelbehandlung	0	1	2	10	13
Therapeutische Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose	0	1	3	0	4
Pulpaobliteration	0	1	0	1	2
Pulpaheilung (vitale Pulpa)	0	0	1	9	10
Zahnextraktion	0	0	2	0	2
Dekoronation	0	0	1	0	1

Innerhalb der Nachsorgeperiode gingen drei Zähne verloren: Ein Zahn musste wegen einer aggressiven Wurzelresorption und ein weiterer Zahn nach erneutem Trauma extrahiert werden. Ein dritter Zahn wurde als Folge einer persistierenden Fistel dekoroniert. Die restlichen 29 Zähne (91%) überlebten und wurden in der Schlusskontrolle untersucht.

Dreizehn (41%) von 32 Zähnen erhielten eine frühzeitige, prophylaktische Wurzelbehandlung innerhalb von zwei Wochen nach Trauma. Wegen einer Pulpanekrose wurde bei vier Zähnen eine Wurzelbehandlung innerhalb des ersten Jahres nach Trauma durchgeführt. Zwei Zähne wiesen eine Pulpaobliteration auf (Abb. 1), und zehn Zähne (31%) zeigten eine Pulpaheilung (vitale Pulpa) (Abb. 2). Zusammengefasst heisst

dies, dass nur ein Drittel der Zähne in der Schlusskontrolle eine vitale Pulpa zeigten – rund zwei Drittel waren wurzelbehandelt.

Von 29 Patienten waren 18 (62%) älter als 20 Jahre. Das Alter des Patienten und der Schweregrad der Verletzung beeinflussten die Wahl der Therapie: Die Wahrscheinlichkeit einer prophylaktischen Wurzelbehandlung stieg mit dem Alter des Patienten und Schweregrad der Verletzung (Tab. III). Sechs von 32 Zähnen hatten zusätzlich eine Verletzung der Kronensubstanz (drei Schmelzfrakturen, eine unkomplizierte Kronenfraktur und zwei komplizierte Kronenfrakturen, Tab. IV). Eine Diastase > 1 mm zwischen dem apikalen und koronalen Fragment und eine Dislokation oder Extrusion des koronalen

Tab. IV Pulpastatus bei der Schlusskontrolle bei wurzelfrakturierten Zähnen mit zusätzlichen Kronenfrakturen (n=6)

	Frühzeitige prophylaktische Wurzelbehandlung	Therapeutische Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose	Pulpaobliteration	Pulpaheilung (vitale Pulpa)	Total Zähne
Schmelzfraktur	2	0	0	1	3
Unkomplizierte Kronenfraktur	1	0	0	0	1
Komplizierte Kronenfrakturen	2	0	0	0	2
Total Zähne	5	0	0	1	6

Tab. V Beziehung zwischen sogenannten «injury factors» (Pulpasensibilität beim Erstbefund, Fragmentdiastase und Dislokationsgrad des koronalen Fragmentes) und Pulpastatus bei der Schlusskontrolle (n=32)

	Frühzeitige prophylaktische Wurzelbehandlung n=13	Therapeutische Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose n=4	Pulpaobliteration n=2	Pulpaheilung (vitale Pulpa) n=10	Zahnextraktion n=2	Dekoration n=1
Pulpasensibilität bei Erstbefund:						
Positiv	1	1	1	6	0	0
Negativ	12	3	1	4	2	1
Fragmentdiastase:						
< 1 mm	3*	1	1	8	0	0
≥ 1 mm	10	3	1	2	2	1
Dislokationsgrad des koronalen Fragmentes:						
Kontusion	1**	0	0	3	0	0
Subluxation	3	0	0	3	0	0
Extrusion	2	0	1	2	1	0
Laterale Dislokation	5	4	1	2	1	1
Avulsion	2	0	0	0	0	0

* enthält zwei Zähne mit geschlossenem Apex, negative Sensibilität beim Erstbefund und eine zusätzliche unkomplizierte Kronenfraktur
 ** geschlossener Apex, negative Sensibilität beim Erstbefund und eine zusätzliche unkomplizierte Kronenfraktur

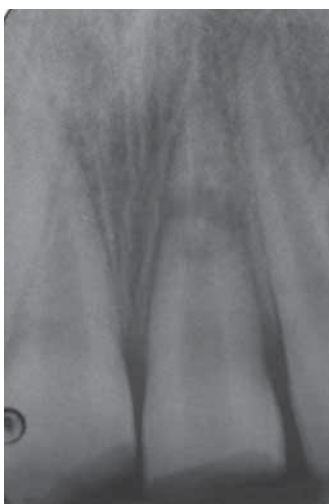


Abb. 3a Der wurzelfrakturierte Zahn 21 eines 10-jährigen Patienten zeigte eine Diastase > 1 mm, eine laterale Dislokation des koronalen Fragmentes und eine Kronenfraktur.

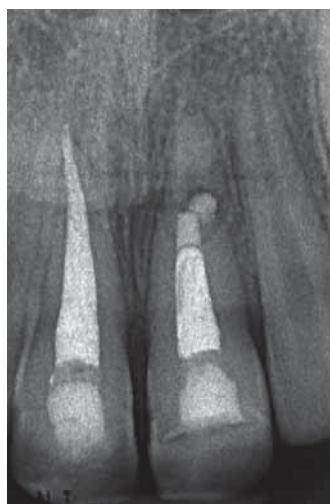


Abb. 3b Das Einzelzahnröntgenbild von Zahn 21 sechs Monate nach Trauma zeigt disloziertes, radioopakes Wurzelfüllmaterial zwischen dem apikalen und koronalen Fragment mit irregulärer interfragmentärer Zement-Dentin-Resorption.

Fragmentes führte zu frühzeitiger, prophylaktischer Wurzelbehandlung (Tab. V).

Fünfzehn von 32 Zähnen (47%) zeigten im Bereich des Frakturspaltes eine Interposition von Bindegewebe (Typ II), acht Zähne (25%) eine Interposition von Granulationsgewebe (Typ IV), sechs Zähne (19%) eine Kallusbildung (Typ I), und drei Zähne (9%) eine Interposition von Knochen und Bindegewebe (Typ III). Zwei von vier Zähnen mit einer Kontusion zeigten Typ I. Acht Zähne (25%) mit einer negativen Pulpasensibilität beim Erst-

befund, einer Fragmentdiastase > 1 mm und einer lateralen Dislokation zeigten den Heilungstyp IV (Tab. VI). Allerdings hatten fünf von 15 Zähnen Typ II den gleichen Verletzungsgrad wie die Zähne aus der Gruppe Typ IV. Vier von acht Zähnen mit Typ IV hatten eine insuffiziente Wurzelfüllung: Bei drei Zähnen waren sowohl das koronale wie auch das apikale Fragment wurzelbehandelt, und bei einem Zahn befand sich überfülltes Wurzelkanalfüllmaterial zwischen den Fragmenten (Abb. 3). Zwei Zähne mit einer radiologisch suffizien-

Tab. VI Gewebereaktionen am Frakturspalt bei der Abschlusskontrolle in Beziehung zu den «injury factors» (A) und Behandlung der betroffenen Zähne (B) (n=32)

A	Typ I n=6	Typ II n=15	Typ III n=3	Typ IV n=8
Sensibilität beim Erstbefund:				
positiv	1	7	0	1
negativ	5	8	3	7
Fragmentdiastase:				
< 1	3	9	1	0
≥ 1	3	6	2	8
Dislokationsgrad des koronalen Fragments:				
Kontusion	2	2	0	0
Subluxation	1	4	0	1
Extrusion	0	5	0	1
Laterale Dislokation	1	4	3	6
Avulsion	2	0	0	0
B	Typ I n=6	Typ II n=15	Typ III n=3	Typ IV n=8
Frühzeitige prophylaktische Wurzel- behandlung	4	5	1	3
Therapeutische Wurzelbehandlung nach Pulpanekrose	0	1	1	2
Pulpaobliteration	0	1	1	0
Pulpaheilung (vitale Pulpa)	2	8	0	0
Zahnextraktion	0	0	0	2
Dekoronation	0	0	0	1



Abb. 3c In der Jahreskontrolle wird im DVT das überfüllte Wurzelfüllmaterial zwischen den Fragmenten mit Gewebereaktion Typ IV verdeutlicht.

ten Wurzelkanalfüllung (Abb. 4) zeigten beim Erstbefund eine grosse Dislokation von 4 mm.

Eine externe infektionsbedingte Wurzelresorption wurde bei drei Zähnen (9%) diagnostiziert. Diese Zähne hatten ein apikales Foramen < 1 mm und eine Fragmentdiastase > 1 mm; sie zeigten eine laterale Dislokation des koronalen Fragments und erhielten eine frühzeitige, prophylaktische Wurzelbehandlung. Trotzdem fand sich eine externe Wurzelresorption ein Jahr nach dem Trauma (Abb. 4c).

Diskussion

Diese retrospektive Studie untersuchte die pulpale und parodontale Heilung von Zähnen mit Wurzelfrakturen sowie die Gewebereaktion am Frakturspalt. Von einer initialen Gruppe

mit 115 Zähnen konnten nur 32 Zähne in einem Zeitraum von 1–7 Jahren nach Trauma nachkontrolliert werden (Tab. I).

Mehrere Studien haben berichtet, dass das Durchschnittsalter von Patienten mit Wurzelfrakturen zwischen 11 und 20 Jahren liegt (JACOBSEN & ZACHRISSON 1975, ZACHRISSON & JACOBSEN 1975, CALISKAN & PEHLIVAN 1996, ANDREASEN ET AL. 2004, ANDREASEN ET AL. 2007). In der vorliegenden Studie waren jedoch 18 von 29 Patienten (62%) über 20 Jahre alt (Durchschnitt: 25,5 Jahre, Tab. II). Diese Tatsache ist insbesondere deshalb relevant, weil das Unfallalter als einer der wichtigen Faktoren bezüglich Pulpaheilung nach Wurzelfrakturen genannt wurde. ANDREASEN ET AL. (2004) untersuchten den Einfluss der sogenannten «pre-injury and injury factors» auf die Heilung von 400 intra-alveolären Wurzelfrakturen. Diese Autoren fanden, dass das Alter der Patienten, das Stadium des Wurzelwachstums, die Beweglichkeit des koronalen Fragmentes, die Dislokation des koronalen Fragmentes und die Fragmentdiastase den grössten Einfluss auf die Heilung am Frakturspalt bzw. auf das Auftreten einer Pulpanekrose hatten. Die aktuellste Studie über Wurzelfrakturen (CVEK ET AL. 2008) zeigt, dass 20% der (109 von 534) Zähne mit Wurzelfrakturen keine Heilung aufwiesen (Pulpanekrose). Von diesen 109 Zähnen wurden 34 Zähne extrahiert, entweder vor oder nach der Einleitung der Wurzelbehandlung.

Das Konzept der frühzeitigen (prophylaktischen) endodontischen Therapie bei gravierenden Fällen unterscheidet sich von den Therapierichtlinien, welche kürzlich von der International Association of Dental Traumatology (IADT) veröffentlicht wurden (FLORES ET AL. 2007). Eine endodontische Behandlung wird dort nur nach einer Pulpanekrose empfohlen, nicht aber als prophylaktische Massnahme. Berücksichtigt man jedoch die grosse Anzahl an Patienten (62%), welche älter als 20 Jahre waren und zusätzlich eine gravierende Wurzelfraktur



Abb. 4a Ein 18-jähriger Patient stellte sich mit wurzelfraktureierten Zähnen 11 und 21 vor, welche eine grosse Diastase und Dislokation der koronalen Fragmente aufwiesen.

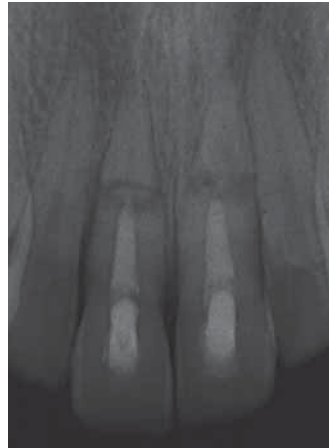


Abb. 4b Beide wurzelfraktureierte Zähne zeigten 30 Tage nach dem Trauma eine Pulpanekrose, und die koronalen Fragmente wurden in der Folge wurzelbehandelt.



Abb. 4c Beide Zähne 11 und 21 zeigten im Röntgenbild ein Jahr nach Trauma externe Wurzelresorptionen.

hatten, wurde in ausgewählten Fällen in der vorliegenden Studie eine andere Vorgehensweise gewählt.

Wurzelfraktureierte Zähne bei Kindern und Jugendlichen oder wurzelfraktureierte Zähne mit einer minimalen Verlagerung des koronalen Fragments, unabhängig vom Alter des Patienten, sollten jedoch primär nicht wurzelbehandelt werden, sondern die Pulpahheilung sollte mindestens während einem Jahr überwacht werden (FLORES ET AL. 2007). Falls sich eine Pulpanekrose entwickelt, ist eine endodontische Behandlung ausschliesslich des koronalen Fragmentes indiziert. Jedoch sollte diese abwartende und «konservative» Vorgehensweise bei bleibenden wurzelfraktureierten Zähnen mit einer gravierenden Verlagerung und einer erhöhten Beweglichkeit des koronalen Fragments von Fall zu Fall überdacht werden (VON ARX ET AL. 2007).

Wurzelfraktureierte Zähne haben häufig ein vitales apikales Fragment, selbst wenn das koronale Fragment nekrotisch ist. Aus diesem Grunde sollte nur das koronale Fragment wurzelbehandelt werden (CVEK ET AL. 2004). In der Studie von CVEK ET AL. (2004) führte überfülltes Wurzelfüllmaterial zwischen den Fragmenten zu keiner Heilung bzw. zur Interposition von Granulationsgewebe. Die Autoren vermuteten, dass kontaminiertes Gewebe zwischen die Fragmente geschoben wurde. In der vorliegenden Studie zeigten acht Zähne (25%) keine Hei-

lung. Dies stimmt überein mit der Studie von CVEK ET AL. (2004). Drei dieser acht Zähne erhielten (fälschlicherweise) eine Wurzelbehandlung beider Fragmente, und ein Zahn hatte überfülltes Material zwischen den Fragmenten.

ANDREASEN ET AL. (2007) stellten fest, dass 60% der Zähne mit Wurzelfrakturen externe Wurzelresorptionen zeigten. In der vorliegenden Studie entwickelten nur drei Zähne eine externe, infektionsbedingte Wurzelresorption. Da die pulpale und parodontale Reaktion bei Wurzelfrakturen ähnlich wie diejenige von luxierten Zähnen ist (ANDREASEN & ANDREASEN 1988, ANDREASEN ET AL. 1989), wurde bei der Wurzelbehandlung zunächst eine Einlage mit Ledermix Paste® (Triamcinolon und Dimethylchlortetracyclin) eingebracht (VON ARX ET AL. 2007). Mehrere experimentelle Studien haben gezeigt, dass eine externe Wurzelresorption nach Zahntraumata seltener auftritt, wenn Ledermix Paste® als Erst-Einlage in den Kanal appliziert wird (THONG 2001, BRYSON ET AL. 2002, WONG & SAE-LIM 2002). Die Steroid-Komponente von Ledermix® (Triamcinolon) supprimiert die initiale Entzündungsreaktion, während die Antibiotika-Komponente von Ledermix® (Dimethylchlortetracyclin), die osteoklasteninduzierte Wurzelresorption hemmt.

Jacobsen und Zachrisson untersuchten 51 wurzelfraktureierte Zähne mit Schwergewicht auf die verschiedenen Gewebereaktionen am Frakturspalt (Typ I-III). Sie beschrieben, dass 33 von 51 wurzelfraktureierten Zähnen (65%) Typ II zeigten (Jacobsen & Zachrisson 1975). Diese Resultate stimmen mit denen der vorliegenden Studie überein, in welcher 15 von 32 Zähnen (47%) mittels Interposition von Bindegewebe heilten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie über wurzelfraktureierte, bleibende Zähne unterscheiden sich von den Resultaten von früheren Studien bezüglich Patientenalter und der endodontischen Vorgehensweise. Die vorliegende Studie zeigt aber auch, dass adäquat endodontisch behandelte Wurzelfrakturen eine gute Prognose haben. Wurzelresorptionen wurden selten beobachtet, und die häufigste Gewebereaktion am Frakturspalt war eine Interposition von Bindegewebe (Typ II). Pulpanekrosen und eine fehlende Heilung am Frakturspalt (Typ IV) waren die häufigsten Komplikationen.

Literaturverzeichnis siehe englischen Text, Seite 206.