

Spätfolgen nach Traumata bleibender Zähne bei Kindern

Klinische und radiologische Befunde einer retrospektiven Untersuchung

THOMAS VON ARX, PETER WENGER
und NICOLAS HARDT

*Klinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie,
Kantonsspital Luzern*

Spätfolgen nach Traumata bleibender Zähne bei Kindern

Klinische und radiologische Befunde einer retrospektiven Untersuchung

Zusammenfassung

Verletzungen der bleibenden Zähne bei Kindern und Jugendlichen sind mit einer Prävalenz von etwa 22% ein häufiges Ereignis. Problematisch bezüglich Therapie und Prognose sind diese Traumata insbesondere deshalb, weil Zahnentwicklung und Kieferwachstum noch nicht abgeschlossen sind. Aus Gründen der Abwägung der Erhaltungswürdigkeit sowie der Prognose des traumatisierten Zahnes sind Kenntnisse der möglichen Spätfolgen und deren Inzidenz wichtig. Die vorliegende Arbeit beschreibt die klinisch und radiologisch diagnostizierten Spätfolgen nach Traumata von 64 bleibenden Zähnen bei 29 Kindern im Alter bis 15 Jahre. Das durchschnittliche Intervall vom Unfallzeitpunkt bis zur Nachuntersuchung betrug drei Jahre und zwei Monate. Insgesamt fanden sich bei der Nachuntersuchung bei 30 Zähnen (47%) pulpale bzw. parodontale Veränderungen, die auf das ursprüngliche Zahntrauma zurückzuführen waren. Spätfolgen fanden sich nach Fraktur-Verletzungen in 23%, nach Luxationen in 47% und nach kombinierten Fraktur-Luxations-Verletzungen in 65%. Bezüglich der verschiedenen Verletzungsarten fanden sich grosse Unterschiede der Spätfolge-Häufigkeiten. So traten nach Kontusionen oder Schmelzfrakturen keine, nach Totalluxationen aber immer Spätfolgen auf. Eine höhere Spätfolge-Inzidenz (52% versus 32%) wurde generell bei traumatisierten Zähnen mit fortgeschrittenem oder abgeschlossenem Wurzelwachstum im Vergleich zu Zähnen mit noch weit offenem Apex festgestellt. Bezüglich der einzelnen Spätfolgen betrug die Inzidenz für Pulpanekrosen 22%, für Pulpaobliterationen 14% und für Wurzelresorptionen 11%.

Acta Med Dent Helv 3: 196–202 (1998)

Schlüsselwörter:

Zahntrauma, bleibender Zahn, Kind, posttraumatische Spätfolgen

Zur Veröffentlichung angenommen: 7. September 1998

THOMAS VON ARX, PETER WENGER
und NICOLAS HARDT

Klinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie,
Kantonsspital Luzern

Einleitung

Verletzungen der Zähne treten bei Kindern und Jugendlichen häufig auf. Epidemiologische Daten ergeben für Milchzahnverletzungen eine Häufigkeit bis zu 30% und für Traumata der bleibenden Zähne eine Prävalenz von bis zu 22% (Übersicht bei ANDREASEN 1988). Über eine noch höhere Prävalenz von 34% traumatisierter bleibender Zähne bei 2000 Schulkindern (Alter 11–14 Jahre) wurde kürzlich berichtet (HAMILTON et al. 1997). In naher Zukunft wird deshalb das Zahntrauma bei Kindern und Jugendlichen als grösste Bedrohung ihrer Zahngesundheit Karies und Parodontalerkrankungen übertreffen (ANDREASEN & ANDREASEN 1989). Das Zahntrauma selbst stellt für jedes Kind ein einschneidendes Erlebnis dar, da die Verletzung meist mit Schmerzen und funktionellen Einbussen einhergeht. Die Therapie traumatisierter bleibender Zähne ist speziell bei Kindern und Jugendlichen problematisch, da Zahnentwicklung und Kieferwachstum noch nicht abgeschlossen sind (HERFORTH 1982). Spätfolgen und mögliche pathologische Veränderungen können als Langzeitauswirkungen nach Zahntraumata zeitlebens das Kausystem in bezug auf Funktion, Ästhetik und Phonetik beeinflussen. Aspekte der Prognose traumatisierter Zähne, besonders der bleibenden Dentition, sind deshalb sowohl für den Behandler wie auch für die Eltern der betroffenen Kinder von grossem Interesse. Auch versicherungsrechtlich tauchen immer wieder Fragen zur Prognose von verletzten Zähnen auf. Nach einer traumatischen Verletzung eines Zahnes kommt es zu komplexen Wundheilungsvorgängen. Es handelt sich dabei um den spontanen Versuch des Körpers, beschädigte Gewebe (Pulpa, Parodontium) zu reparieren oder zu regenerieren. Leider verlaufen diese Prozesse nicht immer erfolgreich, und es kommt zu pathologischen Veränderungen (Pulpanekrose, Wurzelresorption, periradikuläre Alterationen).

Korrespondenzadresse:

Dr. med.dent. Thomas von Arx, Klinik für Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Kantonsspital, CH-6000 Luzern 16
Tel 041-205 45 77, Fax 041-205 45 75,
E-Mail: tva@swissonline.ch

Über die Problematik von Milchzahnunfällen bzw. über deren Spätfolgen sowie Auswirkungen auf die bleibenden Zähne haben wir ausführlich berichtet (VON ARX 1990; 1991; 1993a und b; 1995). Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie war es, vormalig traumatisierte bleibende Zähne bei Kindern nach einem Intervall von mindestens zwei Jahren klinisch und radiologisch auf Spätfolgen zu untersuchen.

Material und Methode

Patienten: Für diese retrospektive Studie wurden die Krankengeschichten von 1992 bis 1994 durchgesehen, wobei insgesamt 70 Kinder die Alters- und Verletzungskriterien erfüllten (Unfallalter jünger als 15 Jahre und mindestens ein bleibender Zahn traumatisiert). Dem schriftlichen Aufgebot für die 1997 durchgeführte Recalluntersuchung folgten 29 Kinder (= 41%, davon 9 Mädchen und 20 Knaben) mit 64 vormalig traumatisierten Zähnen.

Mit Hilfe der Eintragungen in den Krankengeschichten und anhand der Anfangsröntgenbilder wurden folgende Angaben bezüglich des Zahnunfalls erhoben: Alter beim Unfall, verletzte Zähne, Art der Zahnverletzung(en), Stadium des Wurzelwachstums. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Unfalles betrug 9 Jahre und 3 Monate (Altersspanne 7 Jahre und 6 Monate bis 14 Jahre und 1 Monat). In neun Fällen wurde jeweils nur ein Zahn traumatisiert, in 20 Fällen jedoch zwei oder mehr Zähne. Mit Ausnahme eines unteren Molaren wurden immer Inzisiven verletzt, davon 89% im Oberkiefer und 11% im Unterkiefer. Von den 64 traumatisierten Zähnen wiesen 13 Zähne (20%) eine Fraktur und 34 Zähne (53%) eine Luxation auf. 17 Zähne (27%) zeigten sowohl eine Fraktur- wie auch eine Luxationsverletzung. Die insgesamt bei den 64 traumatisierten Zähnen aufgetretenen 81 Verletzungen sind in Tabelle I aufgelistet. Von den

Tab. I Übersicht über alle diagnostizierten Verletzungen (n = 81) der traumatisierten Zähne (n = 64)

Verletzung	Abk.	Anzahl	Prozent
Frakturen (insgesamt)			
Schmelz	F ^S	9	11%
Schmelz-Dentin	F ^{S-D}	14	17%
Schmelz-Dentin-Pulpa	F ^{S-D-P}	5	6%
Wurzel	F ^W	2	3%
Luxationen (insgesamt)			
Kontusion	L ^{KONT}	5	6%
Subluxation	L ^{SUBL}	17	21%
Partielle Luxation	L ^{PART}	15	19%
Totalluxation	L ^{TOT}	9	11%
Intrusion	L ^{INTR}	5	6%
Total		81	100%

Tab. II Verteilung der traumatisierten Zähne bezüglich des Wurzelwachstumsstadiums (Einteilung nach Cvek 1992)

Stadium	Wurzelwachstum	Apex	Anzahl	Prozent
Stadium I	< 1/2 der Endlänge	weit offen	3	5%
Stadium II	≈ 1/2 der Endlänge	weit offen	11	17%
Stadium III	≈ 2/3 der Endlänge	weit offen	5	8%
Stadium IV	fast abgeschlossen	offen	8	12%
Stadium V	abgeschlossen	geschlossen	37	58%
Total			64	100%

Tab. III Inzidenz der Spätfolgen in Bezug auf das Zahntrauma

Spätfolge	Frakturen (n = 13)	Luxationen (n = 34)	Kombiniertes Trauma (n = 17)	Alle (n = 64)
Pulpanekrose	23%	9%	47%	22%
Pulpaobliteration	0%	23%	6%	14%
Wurzelresorption	0%	15%	12%	11%
Spätfolgen (alle)	23%	47%	65%	47%

Tab. IV Inzidenz der Spätfolgen in Bezug auf das Stadium des Wurzelwachstums (WW) zum Zeitpunkt der Zahnverletzung

Spätfolge	WW-Stadien I-III (n = 19)	WW-Stadien IV-V (n = 45)	Alle (n = 64)
Pulpanekrose	0%	31%	22%
Pulpaobliteration	21%	11%	14%
Wurzelresorption	11%	11%	11%
Spätfolgen (alle)	32%	52%	47%

einzelnen Verletzungsarten waren Subluxationen mit 21% am häufigsten und Wurzelfrakturen mit 3% am seltensten. Die Verteilung der traumatisierten Zähne bezüglich des Stadiums der Wurzelbildung ist in Tabelle II dargestellt.

Bei der Nachuntersuchung erfolgte eine klinische und radiologische Befundaufnahme der ursprünglich traumatisierten Zähne. **Klinische Parameter:** Alter bei der Nachuntersuchung, Zeitintervall seit Unfall, Zahn noch in situ oder extrahiert, Sensibilitätstest mit CO₂, Rekonstruktionen (Füllung, Überkronung).

Radiologische Parameter: Wurzelfüllung, Wurzelresorption, Pulpaobliteration, periradikuläre Osteolyse.

Als posttraumatische Spätfolgen wurden im speziellen die Pulpanekrose, die Pulpaobliteration und die externe Wurzelresorption in bezug auf Art der Zahnverletzung sowie auf das Stadium des Wurzelwachstums ausgewertet.

Resultate

Bei der Nachuntersuchung betrug das Durchschnittsalter der 29 Patienten 12 Jahre und 9 Monate (Altersspanne 9 Jahre und 10 Monate bis 18 Jahre und 5 Monate). Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen Unfalldatum und Zeitpunkt der Nachuntersuchung war 3 Jahre und 2 Monate (kürzestes Intervall 2 Jahre, längstes Intervall 4 Jahre und 6 Monate). Bei der Nachuntersuchung waren noch 62 Zähne (97%) in situ. In der Zwischenzeit wurden 2 Zähne alio loco extrahiert. 20 Zähne (32%) wiesen Kunststofffüllungen auf, und ein Zahn war überkront (VMK). Insgesamt 28 Zähne (45%), davon alle im Oberkiefer, reagierten im Sensibilitätstest mit CO₂ negativ. 13 dieser Zähne wiesen eine Wurzelbehandlung auf. Die Röntgenabklärung zeigte zusätzlich bei insgesamt 7 Zähnen externe Wurzelresorptionen (Abb. 1 und 2), bei insgesamt 9 Zähnen Pulpaobliterationen (Abb. 3 und 4) und bei einem Zahn eine periapikale Osteolyse (Mehrfachnennung pro Zahn möglich). Für die Gesamtzahl der traumatisierten Zähne betrug die Häufigkeit für Spätfolgen 47%. Bezüglich Verletzungsgruppen zeigten Frakturen in 23%, Luxationen in 47% und kombinierte Verletzungen in 65% Spätfolgen (Tabelle III). Insgesamt betrug die Inzidenz für Pulpanekrosen 22%, für Pulpaobliterationen 14% und für Wurzelresorptionen 11%. Die prozentuale Häufigkeit dieser Spätfolgen in bezug auf die einzelnen Verletzungsgrup-



Abb. 1a Röntgenaufnahme 3 Jahre und 4 Monate nach Zahntrauma mit Totalluxation 11, Intrusion 12 und Subluxation 21 (Unfallalter 8 Jahre 2 Monate). 11 zeigt nun eine nahezu vollständige Wurzelresorption (Typ Ersatzresorption) und 21 eine subtotale Pulpaobliteration.



Abb. 1b Klinisch auffällig sind bei 11 der inzisale Niveauunterschied wegen der Ankylose sowie die Kronenverfärbung. 21 reagiert im CO₂-Test negativ.

pen ist ebenfalls in Tabelle III dargestellt. Bezüglich der einzelnen Verletzungsformen kam es nach Schmelz-Frakturen bzw. Kontusionen nie zu Spätfolgen. Hingegen zeigten alle ursprünglich totalluxierten Zähne bei der Nachuntersuchung Spätfolgen. In Bezug auf das Stadium der Wurzelbildung zum Unfallzeitpunkt wiesen Zähne mit einem weit offenen Apex (Stadien I bis III) in 32%, Zähne mit fortgeschrittenem oder abgeschlossenem Wurzelwachstum (Stadien IV und V) jedoch in 52% Spätfolgen auf (Tabelle IV).

Diskussion

Traumatische Schädigungen der Zähne beinhalten Frakturen, Luxationsverletzungen oder Kombinationen der beiden Verletzungsarten (HOTZ 1990). Frakturen verursachen primär Schädigungen der Zahnhartsubstanzen und der Pulpa. Nach einer Pulpanekrose kann es sekundär zu parodontalen bzw. periradikulären Veränderungen kommen. Luxationsverletzungen bewirken primär Schädigungen des Zahnhalteapparates (Alveolarknochen, parodontales Ligament, Wurzelzement, Gingiva) und des neurovaskulären Stranges am Apex. Sekundär können Veränderungen der Pulpa, der Wurzel und der periradikulären Gewebe auftreten. Das Schädigungspotential eines Zahntraumas ist komplex und eine exakte Differenzierung der nach dem Trauma stattfindenden Prozesse schwierig. Da zudem Frakturen und Luxationen kombiniert auftreten können, im vorliegenden Material immerhin in 27% der Fälle, wird die Ausgangslage noch komplizierter.

Im vorliegenden Untersuchungsmaterial betrug die Inzidenz für Spätfolgen nach traumatischer Verletzung bleibender Zähne bei Kindern insgesamt 47%. In Übereinstimmung mit der Literatur fanden sich nach Frakturverletzungen (in 23%) deutlich seltener Spätfolgen als nach Luxationsverletzungen (in 47%) (OIKARINEN et al. 1987, HÄYRINEN-IMMONEN et al. 1990, CAVALLERI & ZERMAN 1995). Angaben über die Inzidenz posttraumatischer Spätfolgen nach kombiniertem Fraktur-Luxations-Trauma bleibender Zähne bei Kindern haben wir in der Literatur keine gefunden. Die in unserem Material gefundene hohe Inzidenz von 65% Spätfolgen nach kombinierten Verletzungen deutet jedoch auf ein potenziertes Risiko für posttraumatische Alterationen hin, wenn ein Zahn sowohl eine Fraktur wie auch eine Luxation erlitten hat.

Bezüglich der möglichen Spätfolgen nach Zahntraumata stehen die Nekrose bzw. die Obliteration der Pulpa sowie externe Wurzelresorptionen im Vordergrund (OIKARINEN et al. 1987, ANDREASSEN 1988, FEIGLIN 1996). Nach Zahnfrakturen werden hauptsächlich Pulpanekrosen (PN) und nur äusserst selten eine Pulpaobliteration (PO) oder Wurzelresorptionen (WR) beobachtet. Übereinstimmend finden sich in der Literatur Angaben, dass nach alleinigen Schmelzfrakturen praktisch nie und nach Schmelz-Dentin-Frakturen ohne Pulpabeteiligung selten eine PN (ca. in 6–12%) beobachtet wird (KABA & MARECHAUX 1989, CAVALLERI & ZERMAN 1995, OULIS & BERDOUSES 1996). Deutlich höher ist die Inzidenz für die PN nach Kronenfraktur mit Pulpabeteiligung mit Häufigkeitsangaben in der Literatur von 34–57% (KABA & MARECHAUX 1989, CAVALLERI & ZERMAN 1995,



Abb. 2 Röntgenaufnahme 3 Jahre nach Totalluxation 11 (Unfallalter 10 Jahre und 6 Monate) mit jetzt fortgeschrittener Wurzelresorption (Typ Ersatzresorption)

OULIS & BERDOUSES 1996). In unserem Patientengut wurden nach Frakturverletzungen bei 23% eine PN festgestellt. Bei kombinierten Traumata war die PN mit 47% hingegen deutlich häufiger. Das zusätzliche Luxationstrauma scheint also das PN-Risiko nach einer Kronenfraktur zu erhöhen.

Wurzelfrakturen stellen im Prinzip kombinierte Verletzungen dar, weil das koronale Fragment Zeichen eines Luxationstraumas aufweist. Heutige Erkenntnisse zeigen, dass die prognostischen Faktoren bei Wurzelfrakturen denjenigen bei Luxationsverletzungen entsprechen (ANDREASEN 1989, ANDREASEN et al. 1989). Allgemein wird über eine hohe posttraumatische Normalisierung der Pulpa bzw. über eine PO im koronalen Fragment berichtet (in 60–80% der Fälle) (BENDER & FREEDLAND 1983, CALISKAN & PEHLIVAN 1996).

Die nach Luxationsverletzungen beobachteten Spätfolgen umfassen hauptsächlich Pulpaobliterationen, Pulpanekrosen sowie Wurzelresorptionen. Die pulpare bzw. parodontale Heilung nach einer Luxation hängt im wesentlichen vom Schweregrad des Traumas sowie vom Entwicklungsstadium des betroffenen Zahnes ab (ANDREASEN 1989, ANDREASEN et al. 1995a und b). So

kann nach einem schwachen Trauma bei noch offenem Apex eine Pulpaheilung eintreten. Oft kommt es jedoch zu einer PO oder zu einer PN. Eine PO wird signifikant häufiger bei luxierten Zähnen mit unvollständiger als mit abgeschlossener Wurzelbildung beobachtet (ANDREASEN et al. 1987). Dieselben Autoren berichten auch über einen Zusammenhang mit dem Schweregrad der Luxation. Ein heftiges Trauma führt häufig zu einer Nekrose. Ein moderates Trauma kann jedoch eine PO herbeiführen. Die Inzidenz für eine PO ist nach extrusiver bzw. lateraler Luxation (partielle Luxation) von Zähnen mit noch offenem Apex besonders hoch (etwa 65%). Bei den anderen Luxationsformen, insbesondere bei geschlossenem Apex, wird eine PO jedoch seltener beobachtet (<15%). In unserem Patientengut fanden wir bei insgesamt 14% der traumatisierten Zähne eine PO mit leichter Häufung bei Zähnen mit offenem verglichen mit geschlossenem Apex (21% versus 11%). Generell wurde eine PO in Übereinstimmung mit der Literatur mehrheitlich nach einer partiellen Luxation beobachtet. Das Risiko einer PN nach einer Luxationsverletzung korreliert ebenfalls mit der Stärke des Traumas bzw. mit dem Stadium der Wurzel-



Abb. 3 Röntgenaufnahme 2 Jahre und 5 Monate nach partieller extrusiver Luxation 21 (Unfallalter 8 Jahre). Jetzt partielle Pulpaobliteration mit negativem CO₂-Test.



Abb. 4 Röntgenaufnahme 2 Jahre und 10 Monate nach fast vollständiger extrusiver Luxation 21 (Unfallalter 7 Jahre und 10 Monate). 21 zeigt radiologisch ein systiertes Wurzelwachstum mit fast vollständiger Pulpaobliteration.

bildung (ANDREASEN et al. 1986). So wird nach einem heftigen Trauma, z.B. nach einer Totalluxation oder Intrusion, bei Zähnen mit geschlossenem Apex fast immer eine PN beobachtet und nach einer partiellen Luxation immerhin noch in 65%. Bei offenem Apex kann hingegen mit einer Pulpaheilungschance von 35–40% für die Totalluxation bzw. Intrusion und von 90% (!) für die partielle Luxation gerechnet werden (ANDREASEN & VESTERGAARD-PEDERSEN 1985, ANDREASEN 1989). In unserem Patientengut traten bei Zähnen mit zum Unfallzeitpunkt weit offenem Apex später keine PN auf. Hingegen war die Inzidenz für eine PN bei Zähnen mit fortgeschrittenem oder abgeschlossenem Wurzelwachstum mit 31% deutlich erhöht und unterstreicht den Zusammenhang PN-Risiko mit dem Stadium des Wurzelwachstums.

Weitere, nach Luxationsverletzungen auftretende Spätfolgen sind externe Wurzelresorptionen (WR). Klinisch-radiologisch bzw. histopathologisch werden drei Formen unterschieden: *Oberflächenresorption*, *entzündliche Resorption* und *Ersatzresorption*. Letztere führt im fortgeschrittenen Stadium zu einer Ankylose. WR werden begünstigt durch eine direkte mechani-

sche Schädigung von Ligament bzw. Wurzelzement und/oder infolge indirekter Schädigung durch Toxine (bakteriell, Gewebsnekrose). Im Falle einer Totalluxation erschwert zusätzlich eine mögliche bakterielle Kontamination bzw. Austrocknung vitaler Strukturen die parodontale Einheilung des replantierten Zahnes (ANDERSSON et al. 1989). Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass in über 80% replantierter Zähne später externe WR beobachtet werden (OIKARINEN et al. 1987, ANDREASEN et al. 1995b). Nach einem schwachen Luxationstrauma sind WR hingegen deutlich seltener. Bezüglich der drei Formen ist für die Langzeitprognose besonders die sogenannte Ersatzresorption ungünstig, da sie über Jahre zum Verlust des betroffenen Zahnes führt (BARRETT & KENNY 1997a und 1997b). Die Resorptionsrate korreliert dabei mit dem Alter des Patienten mit signifikant höherer Resorption bei Kindern als bei Erwachsenen (ANDERSSON et al. 1989). Als Grund dafür wird die bei Kindern erhöhte Remodeling-Rate des Knochens angegeben. Im untersuchten Material fanden wir bei sieben (11%) der ursprünglich traumatisierten Zähne externe WR. In fünf Fällen handelte es sich dabei um Totalluxationen und in zwei Fällen um partielle Luxationen. In unserem Patientengut wurden externe WR ausschließlich nach Luxationen (in 15%) bzw. nach kombiniertem Trauma (in 12%) gesehen; hingegen nie nach Frakturverletzungen. Diese Tatsache bestätigt Hinweise in der Literatur, dass bei WR nach Frakturen wahrscheinlich ein zusätzliches Luxationstrauma übersehen oder nicht registriert wurde (HÄYRINEN-IMMONEN 1990). Bezüglich des Stadiums der Wurzelbildung wurden keine prozentualen Unterschiede für Zähne mit offenem versus geschlossenem Apex festgestellt.

Die beschränkte Anzahl der insgesamt nachuntersuchten Zähne (n = 64), die retrospektive Methodik sowie die Tatsache, dass nur 41% der aufgebotenen Kinder zur Nachuntersuchung erschienen sind, lassen wohl Tendenzen erkennen, jedoch keine allgemein gültigen Aussagen über die Spätfolgen nach den verschiedenen Typen von Zahnverletzungen bei Kindern machen.

Schlussfolgerung

Spätfolgen nach traumatischer Verletzung bleibender Zähne bei Kindern und Jugendlichen sind ein häufiges Ereignis. Im vorliegenden Patientengut betrug die Inzidenz für Spätfolgen nach einer Beobachtungszeit von durchschnittlich knapp über 3 Jahren 47%. Insgesamt war jedoch die Überlebensrate mit 97% für die ursprünglich traumatisierten Zähne hoch. Dieser hohe Prozentwert dürfte sich allerdings nach längerer Beobachtungszeit verringern, da Zähne mit externen Wurzelresorptionen (vor allem mit Typ Ersatzresorption) in der Regel kaum zu erhalten sind. Diese parodontale Spätfolge muss als echte posttraumatische Komplikation betrachtet werden, da sie, wenn einmal aufgetreten, therapeutisch wenig zu beeinflussen ist. Insgesamt bedarf die hohe Rate an Spätfolgen, insbesondere nach kombinierten Fraktur- und Luxationsverletzungen, einer nüchternen und weitsichtigen Betrachtung, speziell zum Zeitpunkt des Unfalls. Eine Beurteilung des Gesamtgebisses ist deshalb bei der Abwägung der Erhaltung eines traumatisierten bleibenden Zahnes unbedingt zu berücksichtigen (HOTZ 1990).

Verdankung

Für die französische Übersetzung möchten sich die Autoren ganz herzlich bei Dr. Philippe Zimmerli, Cernier, bedanken.

Summary

VON ARX T, WENGER P, HARDT N: **Sequelae of traumatic injuries to permanent teeth in children. Clinical and radiographic findings of a retrospective follow-up study** (in German). *Acta Med Dent Helv*: 196–202 (1998)

Traumatic injuries to permanent teeth frequently occur both in children and adolescents and have a reported prevalence of approximately 22%. Problems related to therapy and prognosis include the fact that these injuries occur at a time when tooth formation and jaw growth are not yet completed. In order to assess the maintenance and long-term prognosis of a traumatized permanent tooth, knowledge of possible sequelae and of their incidence is essential. The present paper reports the clinical and radiographic findings following injuries to 64 permanent teeth in 29 children and adolescents younger than 15 years of age. The mean interval between the time of injury and the follow-up examination was 3 years and 2 months. An overall survival rate of 97% and a sequel rate of 47% for long-term changes were noted. The overall incidence of posttraumatic sequelae was 23% for tooth fractures, 47% for luxation injuries and 65% for combined injuries (fracture and luxation). In relation to the different types of tooth injury, the rates of sequelae differed considerably. No long-term changes were found after concussions or enamel fractures. On the other hand, all avulsed and replanted teeth exhibited pulpal or periodontal changes at the follow-up examination. A higher incidence of sequelae (52% versus 32%) was found in traumatized teeth with advanced or complete root formation compared to teeth with a wide open apical foramen at the time of trauma. Regarding the different types of late changes pulp necrosis was found in 22%, pulp canal obliterations in 14% and external root resorptions in 11%.

Résumé

Avec une prévalence de 22%, les traumatismes dentaires chez les enfants et les adolescents sont des accidents relativement fréquents. Parce que le développement dentaire et la croissance maxillaire ne sont pas terminés, ces traumatismes posent des problèmes thérapeutiques particuliers. Le pronostic à long terme est difficile à établir. Afin de conserver au mieux les dents permanentes traumatisées, il est essentiel de connaître les séquelles possibles et leur incidence. Le présent travail décrit le status clinique et radiologique des effets à long terme de 64 dents permanentes traumatisées chez 29 enfants ayant moins de 15 ans. L'intervalle moyen entre le moment de l'accident et la réévaluation est de trois ans et deux mois. Un taux de survie de 97%, ainsi qu'une incidence d'effet à long terme de 47% a été calculé pour les dents traumatisées. Les effets secondaires à long terme, après fracture, se montent à 23%, après luxation à 47% et après fracture plus luxation à 65%. Compte tenu des différentes sortes de traumatismes, la fréquence des effets secondaires à long terme est très variable. Ainsi, après contusion ou fracture de l'émail, il n'y a jamais d'effets à long terme. Par contre, ces derniers apparaissent systématiquement après une luxation totale. L'incidence des effets à long terme était nettement plus élevée pour les dents ayant une formation radiculaire avancée ou terminée par rapport aux dents avec un foramen apical largement ouvert (52% contre 32%). Des nécroses pulpaires ont eu lieu dans 22% des cas, des obturations pulpaires dans 14% des cas et des résorptions radiculaires ont été observées chez 11% des dents traumatisées.

Literatur

- ANDERSSON L, BODIN I, SÖRENSEN S: Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endod Dent Traumatol* 5: 38–47 (1989)
- ANDREASEN J O: Klassifikation, Ätiologie und Epidemiologie. In: Andriessen J O (Ed.) *Traumatalogie der Zähne*. Schlütersche, Hannover 19–48 (1988)
- ANDREASEN F M: Pulpal healing after luxation injuries and root fracture in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 5: 111–131 (1989)
- ANDREASEN F M, VESTERGAARD-PEDERSEN B: Prognosis of luxation injuries after injury. The development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol* 1: 207–220 (1985)
- ANDREASEN J O, ANDREASEN F M: Dental traumatology: quo vadis. *Tandlaegebladet* 93: 381–384 (1989)
- ANDREASEN F M, ZHIJIE Y, THOMSEN B L: Relationship between pulp dimensions and development of pulp necrosis after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 2: 90–98 (1986)
- ANDREASEN F M, YU Z, THOMSEN B L, ANDERSEN P K: Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 3: 103–115 (1987)
- ANDREASEN F M, ANDREASEN J O, BAYER T: Prognosis of root-fractured permanent incisors – prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol* 5: 11–22 (1989)
- ANDREASEN J O, BORUM M, JACOBSEN H, ANDREASEN F M: Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 2. Factors related to pulpal healing. *Endod Dent Traumatol* 11: 59–68 (1995a)
- ANDREASEN J O, BORUM M, JACOBSEN H, ANDREASEN F M: Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 11: 76–89 (1995b)
- BARRETT E J, KENNY D J: Avulsed permanent teeth: a review of the literature and treatment guidelines. *Endod Dent Traumatol* 13: 153–163 (1997a)
- BARRETT E J, KENNY D J: Survival of avulsed permanent maxillary incisors in children following delayed replantation. *Endod Dent Traumatol* 13: 269–275 (1997b)
- BENDER I B, FREEDLAND J B: Clinical considerations in the diagnosis and treatment of intra-alveolar root fractures. *J Am Dent Assoc* 107: 595–600 (1983)
- CALISKAN M K, PEHLIVAN Y: Prognosis of root-fractured permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 12: 129–136 (1996)
- CAVALLERI G, ZERMAN N: Traumatic crown fractures in permanent incisors with immature roots: a follow-up study. *Endod Dent Traumatol* 11: 294–296 (1995)
- 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)
- FEIGLIN B: Dental pulp response to traumatic injuries – a retrospective analysis with case reports. *Endod Dent Traumatol* 12: 1–8 (1996)
- HAMILTON F A, HILL F J, HOLLOWAY P J: An investigation of dento-alveolar trauma and its treatment in an adolescent population. Part 1: The prevalence and incidence of injuries and the extent and adequacy of treatment received. *Br Dent J* 182: 91–95 (1997)
- HÄYRINEN-IMMONEN R, SANE J, PERKKI K, MALMSTRÖM M: A six-year follow-up study of sports-related dental injuries in children and adolescents. *Endod Dent Traumatol* 6: 208–212 (1990)
- HERFORTH A: Traumatische Schädigungen der Frontzähne bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 7 bis 15 Jahren. *Habilitationschriften der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*. Quintessenz, Berlin, pp. 7–9 (1982)

- HOTZ P: Zahnunfälle. Unfälle an bleibenden Zähnen im jugendlichen Gebiss. Schweiz Monatsschr Zahnmed 100: 849–858 (1990)
- KABA A D, MARECHAUX S C: A fourteen-year follow-up study of traumatic injuries to the permanent dentition. ASDC J Dent Child 56: 417–425 (1989)
- OIKARINEN K, GUNDLACH K K H, PFEIFER G: Late complications of luxation injuries to teeth. Endod Dent Traumatol 3: 296–303 (1987)
- OULIS C J, BERDOUSES E D: Dental injuries of permanent teeth treated in private practice in Athens. Endod Dent Traumatol 12: 60–65 (1996)
- VON ARX T: Traumatologie im Milchgebiss (I). Klinische und therapeutische Aspekte. Schweiz Monatsschr Zahnmed 100: 1195–1204 (1990)
- von Arx T: Traumatologie im Milchgebiss (II). Langzeitergebnisse sowie Auswirkungen auf das Milchgebiss und die bleibende Dentition. Schweiz Monatsschr Zahnmed 101: 57–69 (1991)
- VON ARX T: Developmental disturbances of permanent teeth following trauma to the primary dentition. Aust Dent J 38: 1–10 (1993a)
- VON ARX T: Traumatologie im Milchgebiss – Diagnostik, Therapie und Spätfolgen. Phillip J 10: 561–567 (1993b)
- von Arx T: Milchzahnintrusionen und Odontogenese der bleibenden Zähne. Schweiz Monatsschr Zahnmed 105:11–17 (1995)