

Therapieoptionen nach Kronen-Wurzel-Fraktur

Ralf Krug, Gabriel Krastl



Indizes

Kronen-Wurzel-Frakturen, adhäsive Fragmentbefestigung, chirurgische Kronenverlängerung, kieferorthopädische Extrusion, chirurgische Extrusion

Zusammenfassung

In der dentalen Traumatologie müssen Zähne nach erlittener Kronen-Wurzel-Fraktur häufig technisch aufwendig restauriert werden. Charakteristisch für diese Verletzungsart sind meist lokale krestale Defekte, die zum einen die Trockenlegung bei adhäsiven Maßnahmen erschweren und zum anderen parodontal die Einhaltung der biologischen Breite limitieren können. Daher ist es oftmals erforderlich, Bedingungen zu schaffen, die eine Restauration der verloren gegangenen Zahnhartsubstanz überhaupt erst zuverlässig ermöglichen. Aus parodontaler Sicht sind stabile, entzündungsfreie Weichgewebsverhältnisse insbesondere im tief gelegenen Restaurationsbereich herzustellen. Endodontisch müssen je nach Situation sowohl vitalerhaltende Maßnahmen als auch intrakanaläre Retentionen für die definitive Restauration in Betracht gezogen werden.

Einleitung

Die Therapie von Kronen-Wurzel-Frakturen, die in beiden Dentitionen unter den Frakturen einen Anteil von etwa 12 % ausmachen, gehört zu den komplexen, oft mit großem Aufwand verbundenen zahnärztlichen Maßnahmen³. Kronen-Wurzel-Frakturen zeichnen sich dadurch aus, dass nicht nur Schmelz und Dentin, sondern auch Wurzelzement exponiert ist, und zwar meist in einem sehr schrägen Frakturverlauf von einem supragingivalen Areal nach oral krestal (Abb. 1a und b). Eine Beteiligung bzw. Eröffnung der Pulpa tritt nicht zwingend auf². Kronen-Wurzel-Frakturen betreffen am häufigsten die Frontzähne im Oberkiefer, können aber auch im Seitenzahnggebiet vorkommen. Hier werden beispielsweise bevorzugt infolge eines indirekten Traumas (Sturz auf das Kinn) oft multiple Höckerabsprengungen an Prämolaren oder Molaren verursacht².

Die vorliegende Arbeit basiert auf dem in einer früheren „Quintessenz“-Ausgabe erschienenen Beitrag *Krastl/Weiger*¹⁰ und beleuchtet insbesondere die Entscheidungsfindung sowie die Therapie von Zähnen mit Kronen-Wurzel-Frakturen im bleibenden Gebiss.

Diagnostik

Bei Kronen-Wurzel-Frakturen sind in situ befindliche Fragmente sehr häufig noch mit dem tief frakturierten Anteil an die angrenzende Gingiva angeheftet. Wenn nur eine geringfügige Dislokation des Fragments vorliegt, bemerken manche Patienten zuerst eine Mobilität unter Funktion und/oder eine durch thermische Reize ausgelöste Hypersensibilität der Pulpa. Der Behandler sollte in solchen Fällen eine akribische Diagnostik durchführen, wie sie ohnehin nach jedem Zahntrauma notwendig ist. Hierbei müs-

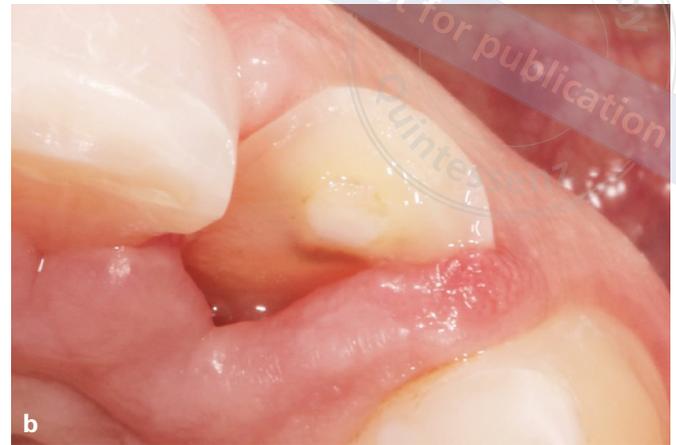
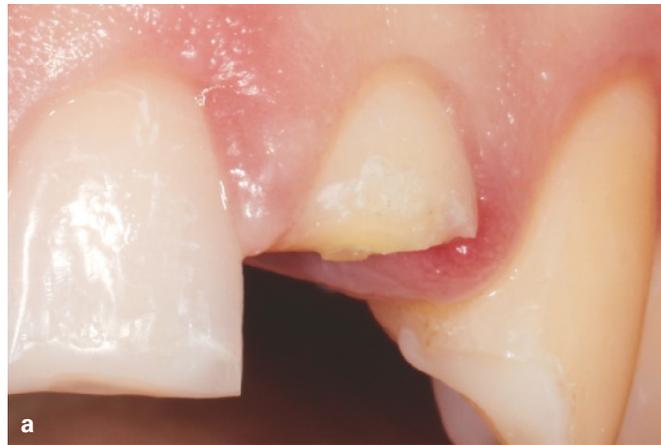


Abb. 1a und b Situation im Anschluss an die Entfernung eines mobilen koronalen Fragments an Zahn 12 nach Kronen-Wurzel-Fraktur in labialer (a) und palatinaler (b) Ansicht

Abb. 2 Typischer Frakturverlauf einer Kronen-Wurzel-Fraktur mit Ausdehnung nach palatinal in den Wurzelbereich



sen sowohl die offensichtlich verletzte Zähne als auch potenziell mitbeteiligte Nachbarzähne und Antagonisten untersucht werden. Klinisch sind Zahnlockerungen, Dislokationen, zirkuläre Sondierungstiefen, Verletzungen der Weichgewebe sowie die Sensibilität und die Perkussionsempfindlichkeit zu erfassen.

Kronen-Wurzel-Frakturen in der Oberkieferfront erstrecken sich gewöhnlich von labialen Schmelz-arealen para- oder supragingival häufig nach palatinal bis in den Wurzelbereich (Abb. 2). Die Frakturverläufe folgen typischen Spannungslinien, die zwischen der Region der Krafteinleitung und der Zahnabstützung in der Alveole entstehen²⁵. Noch in situ befindliche mobile Fragmente sind fast immer weiterhin über den Faserapparat befestigt.

Im Zahnfilm lässt sich bei den oberen Inzisivi meist nur eine Frakturlinie erkennen, die dem labialen Frakturverlauf entspricht. Die palatinal tiefer gelegene Frakturgrenze wird bedingt durch die koro-

nale Schrägfläche der Fraktur und die fehlende Diastase zwischen den Fragmenten nur selten erkannt (Abb. 3). Das Röntgenbild ist zwar aus forensischen Gründen notwendig, kann aber das eigentliche Frakturausmaß bei einer Kronen-Wurzel-Fraktur kaum wiedergeben. Hierzu muss zunächst die klinische Inspektion nach Entfernung des koronalen Fragments erfolgen.

Eine Besonderheit stellen kleinere Teilfragmente im wurzelnahen Defektbereich dar. Diese sind erst nach Begutachtung des Defekts ohne das koronale Fragment einsehbar und sollten ebenfalls entfernt werden. Eine dreidimensionale Bildgebung mit idealerweise auf die betroffene Zahnregion fokussierter kleinvolumiger digitaler Volumentomographie (DVT) hilft unter Umständen dabei, vor operativen Maßnahmen den Verlauf derartiger Teilfragmente und mitunter zusätzliche Wurzelfrakturen im apikalen Bereich zu erkennen (Abb. 4). Eine DVT-Aufnahme kann die klinische Befundung unterstützen.



Abb. 3 Im Zahnfilm stellt sich das noch an der palatinalen Gingiva befestigte koronale Fragment disloziert dar

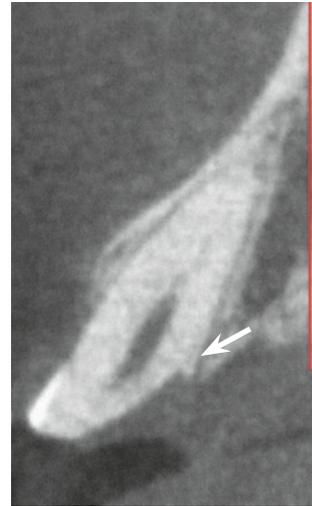


Abb. 4 In der DVT-Aufnahme zeigt sich nach Entfernung des koronalen Fragments in der sagittalen Ebene der Frakturverlauf mit typischer Frakturkante palatinal (Pfeil)

Tab. 1 Übersicht über die Möglichkeiten zur restaurativen Versorgung von Kronen-Wurzel-Frakturen in Abhängigkeit von der Defektlage

Klinische Situation	Optionen zur restaurativen Versorgung
Defekt zugänglich (eventuell nach Elektrotomie)	Option 1: Restaurative Versorgung des gesamten Defekts
Defekt nicht zugänglich	Option 2: Restaurative Versorgung ausschließlich der zugänglichen Bereiche (meist supragingival) Option 3: Gezielte chirurgische Kronenverlängerung + Restauration Option 4: Kieferorthopädische Extrusion + Restauration Option 5: Chirurgische Extrusion (intraalveoläre Transposition) + Restauration
Zahn nicht restaurierbar	Option 6: Extraktion + Lückenversorgung

Therapie

Die Versorgung von Zähnen mit Kronen-Wurzel-Fraktur gehört zu den technisch anspruchsvollsten Behandlungen in der dentalen Traumatologie. Interdisziplinäre Überlegungen müssen einbezogen werden. Während bei Erwachsenen stark kompromittierte Zähne mit etablierten Konzepten entfernt und beispielsweise durch Implantate oder Klebebrücken ersetzt werden können, sollte bei Patienten im Wachstum ein Erhalt mit möglicherweise eingeschränkter Prognose eher favorisiert werden. Auch hier wären im Fall eines per se nicht erhaltungswürdigen Zahnes Alternativen wie die Zahntransplantation oder der kieferorthopädische Lückenschluss denkbar. Verfrühte bzw. unbedachte Therapien im Rahmen der Primärbehandlung erscheinen selten zweckmäßig.

Sofern der Zahnerhalt prinzipiell indiziert ist, gibt es verschiedene Behandlungsoptionen, die im Folgenden aufgezeigt und diskutiert werden. Eindeutige Vorteile für eine bestimmte Therapieart lassen sich aus der Literatur bisher nicht ableiten.

Eine komplette Fassung der ursprünglichen Defektgrenzen durch die Restauration ist insbesondere bei steilem Frakturverlauf nicht zwingend erforderlich. In vielen Fällen setzt jedoch eine adäquate Versorgung einen guten Zugang zum Defekt voraus. Dies kann durch chirurgische oder kieferorthopädische Maßnahmen erreicht werden (Tab. 1).

Option 1: Restaurative Versorgung des gesamten Defekts

Bei supra- oder paragingivalen Defektgrenzen richtet sich die restaurative Versorgung nach den Möglichkeiten, die auch für Kronenfrakturen zur Ver-

fügung stehen, was ein Wiederbefestigen des Fragments, eine Kompositrestauration und bei Erwachsenen auch laborgefertigte Restaurationen einschließt. Leicht subgingival liegende Defekte werden zuvor mittels Elektrotomie freigelegt oder durch das Legen eines Retraktionsfadens dargestellt.

Adhäsive Fragmentbefestigung

Bei Kronenfrakturen hat sich die adhäsive Fragmentbefestigung als Möglichkeit zur Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik bewährt, sofern das Fragment vorhanden ist und keine Teilfragmente im Wurzelbereich gefunden werden können. Derartige Kleinstfragmente sollten stets entfernt werden. Zwar lässt sich mit einer adhäsiven Fragmentbefestigung nicht die Festigkeit intakter Zähne erreichen, aber sie kann eine sehr gute vorübergehende Versorgung darstellen. Die bisher einzige klinische Langzeituntersuchung zu dem Thema, die kürzlich von der Arbeitsgruppe der Autoren des vorliegenden Beitrags abgeschlossen wurde, zeigt bei Zähnen mit Kronen-Wurzel-Fraktur eine funktionelle Überlebenswahrscheinlichkeit des adhäsiv wiederbefestigten Fragments von 66,7 % (26 von 39 Zähnen) nach im Mittel 9,8 Jahren¹².

Vor dem Wiederbefestigen werden die freigelegte Zahnoberfläche und die Bruchfläche des Fragments mit einem Adhäsivsystem vorbehandelt. Dafür kommen generell sowohl Mehr- als auch Ein-Schritt-Systeme mit Phosphorsäureätzung in Frage. Eine separate Vorpolymerisation des Bondings würde die Passung beeinträchtigen und wird deshalb nicht durchgeführt. Als Befestigungsmedium eignen sich Komposite mittlerer Konsistenz („Flowables“), die zusätzlich eventuelle Inkongruenzen im Randbereich ausgleichen können. Präparative Maßnahmen zur Vergrößerung der Adhäsionsfläche wie beispielsweise durch Schmelzanschrägung scheinen zwar die Haftkraft verbessern zu können, erschweren aber die eindeutige Reposition des Fragments.

Direkte oder laborgefertigte Restauration

Fehlen Fragmente und/oder liegen mehrere Fragmente vor, die schwer oder nicht reponierbar sind, kann die direkte Technik mit Kompositmaterialien eine hervorragende Möglichkeit der restaurativen Versorgung darstellen. Man findet in der Literatur

allerdings nur wenig Evidenz zum Langzeitverhalten von Kompositaufbauten nach Zahntrauma^{5,14}. Aufgrund hoher Verlustraten bei jungen Patienten werden Kompositrestaurationen häufig als langzeitprovisorische Lösung angesehen^{20,23}. Die Hauptursache für ein Versagen bei Kindern scheint jedoch ein erneutes Zahntrauma zu sein²³. Als laborgefertigte Restaurationen kommen in den meisten Fällen eher Vollkronen (Voll- oder Metallkeramik) mit zusätzlich intrakanalär verankertem Stift im koronalen Aufbau in Frage. Laborgefertigte Versorgungen erscheinen eher für erwachsene Patienten mit ausgedehnten Substanzdefekten geeignet.

Option 2: Restaurative Versorgung der zugänglichen Bereiche

Bei weit subgingival liegender Defektgrenze und steilem Frakturverlauf kann es in Einzelfällen sinnvoll sein, die Restauration auf die zugänglichen Bereiche zu begrenzen. Scharfe Kanten im zervikalen Wurzelbereich lassen sich mit Küretten oder oszillierenden Feilen glätten. Die definitive Restauration wird idealerweise nach ca. 2 bis 3 Wochen durchgeführt. Bis dahin sollte die Gingiva in diesem Bereich abgeheilt sein. Erscheint das Wiederbefestigen des Fragments sinnvoll und durchführbar, können die nach subgingival reichenden Anteile bis in paragingivale Bereiche zurückgeschliffen werden. Diese Behandlungsart wird eher als Kompromisslösung angesehen, da subgingival exponiertes Dentin verbleibt. Ein mögliches Infektionsrisiko des Endodonts mag hier insbesondere bei jungen Patienten mit noch relativ weit offenen Dentintubuli bestehen.

Option 3: Lokalisierte chirurgische Kronenverlängerung

Spielen ästhetische Belange oder geringfügige Veränderungen eine untergeordnete Rolle (z. B. palatal in der Oberkieferfront), stellt die chirurgische Kronenverlängerung eine Option dar, den Defekt restaurativ primär zugänglich zu machen. Dies muss unter Erhalt der biologischen Breite erfolgen, um physiologische parodontale Verhältnisse herzustellen⁶. Das Ziel ist unabhängig von der Art der Restauration die Schaffung eines Abstandes von 2 bis 3 mm zwischen Limbus alveolaris und Restaurationsrand¹. Die erforderliche Resektion des Alveolar-

knochens in der betroffenen Region muss in Kauf genommen werden und erschwert eine später möglicherweise notwendige Implantatversorgung.

Option 4: Kieferorthopädische Extrusion

Die kieferorthopädische Extrusion ist eine eher zeit- und kostenaufwendige Option zur Restauration von Zähnen mit subgingival liegendem Frakturverlauf. Dabei kann eine koronale Verlagerung des Zahnes durch verschiedene kieferorthopädische Behandlungsvarianten erreicht werden.

Im Vergleich zur chirurgischen Extrusion bleibt die Pulpavitalität relativ vorhersagbar erhalten. Um Zugkräfte auf den Zahn zu übertragen, sollte auf die sonst üblicherweise verwendeten intrakanalären Stifte oder Schrauben als Kraftangriffspunkte verzichtet werden. Vielmehr eignen sich kieferorthopädische Klebeattachments, die im Bereich der supra- gingival liegenden Zahnanteile befestigt werden. Die extrusive Kraft wird über elastische Ketten oder Gummiringe auf den Zahn übertragen. Alternativ ist die Verwendung spezieller Magnetsysteme möglich¹⁵.

Es gilt als gesichert, dass bei der langsamen Extrusion stark kompromittierter Zähne der Alveolar- knochen der Richtung der angelegten Kraft folgt⁸. Dabei stimuliert die Spannung, die während der Zahnbewegung über den parodontalen Faserap- parat übertragen wird, Knochenablagerungen am Alveolarkamm²². Gleichzeitig wirkt sich die Extrusion auf den mukogingivalen Komplex. Außer der Breitenzunahme der keratinisierten Gingiva wird in manchen Fällen auch eine Wanderung der muko- gingivalen Linie nach koronal beobachtet¹⁹. Dieser Effekt ist zwar zur Verbesserung der Weich- und Hart- gewebebearbeitung für ein späteres Implantat von Vorteil^{16,17,21}, aber unerwünscht, wenn der Zahn er- halten werden soll. Deshalb hat sich vorrangig die forcierte kieferorthopädische Extrusion durchge- setzt⁷.

Um die Notwendigkeit späterer parodontalchirur- gischer Eingriffe zur Korrektur des Gingivaverlaufs zu vermeiden, ist eine regelmäßige Fibrotomie zur Durchtrennung der supraalveolären Fasern ratsam. Des Weiteren kommen bei dieser forcierten Extrusi- on auch höhere Kräfte zur Anwendung als bei der konventionellen langsamen Technik⁹. Als Behand-

lungsdauer für eine Extrusion von 3 bis 5 mm wer- den 3 bis 4 Wochen angegeben. Eine angemessene (mindestens gleich lange) Retentionsphase ist einzu- halten, um Rezidive zu vermeiden¹⁵.

Bei der anschließenden restaurativen Versorgung muss berücksichtigt werden, dass aufgrund der ko- nischen Wurzelform der Zahndurchmesser auf Höhe der Gingiva geringer ist als am kontralateralen Zahn. Um eine natürliche Erscheinung im Bereich der Durchtrittsstelle („Emergenzprofil“) zu erreichen, empfiehlt sich daher eine leicht subgingivale, das Weichgewebe unterstützende (direkte oder indirekte) Restauration.

Option 5: Chirurgische Extrusion

Die chirurgische Extrusion stellt eine weitere Option dar, um bei Zähnen mit Kronen-Wurzel-Fraktur mit- tels einer „Koronalverlagerung“ der Zahnwurzel eine sichere restaurative Versorgung zu ermögli- chen. Diese Technik eignet sich insbesondere für Zähne mit weitgehend abgeschlossenem Wurzellän- gen- und -dickenwachstum sowie in Fällen, in denen eine Vitalerhaltung des Zahnes weder machbar noch entscheidend ist. Bei der auch als intraalveoläre Transposition bekannten Methode wird die Wurzel extrahiert, replantiert und in einer weiter koronal ge- legenen Position geschient⁴ (Abb. 5 und 6).

Bei Oberkieferfrontzähnen ist aufgrund des Ni- veauunterschiedes zwischen palatinalen und buka- kalem Verlauf von Gingiva und Alveolarknochen meist eine Drehung der zu replantierenden Wurzel um 180° vorteilhaft. Dadurch muss der Zahn nicht so weit extrudiert werden, bis die Defektgrenzen supra- gingivale Bereiche erreichen. Dies gilt ebenfalls als ein Vorteil gegenüber einer kieferorthopädischen Ex- trusion. Wird die Zahnwurzel möglichst schonend mobilisiert und atraumatisch extrudiert, ergibt sich kaum ein mechanischer Schaden für die Wurzel- zementschicht. Daher darf mit einer parodontalen Heilung ohne Zeichen einer Ankylose gerechnet werden (Abb. 7). Allerdings beträgt die Schienungs- zeit aufgrund der Inkongruenz zwischen Alveole und Wurzelverlauf des koronal replantierten Zahnes etwa 6 bis 8 Wochen und dauert damit deutlich länger als bei einer Avulsion unter Idealbedingungen. Bei der chirurgischen Extrusion muss zeitnah eine Wurzelka- nalbehandlung erfolgen, um das Auftreten von in-



Abb. 5 Tiefe Kronen-Wurzel-Fraktur an Zahn 12



Abb. 6 Situation nach chirurgischer Extrusion mit Drehung des Zahnes um 180°



Abb. 7 Röntgenbilder vor (a) und unmittelbar nach (b) chirurgischer Extrusion sowie 3 (c) und 6 Monate (d) post operationem

fektionsbedingten Resorptionen auszuschließen. In klinischen Studien konnte die gute Prognose dieser Technik aufgezeigt werden^{4,11,24}. Restaurativ sind für die extrudierte Zahnwurzel alle Varianten vom direkten Kompositaufbau bis hin zur Überkronung denkbar (Abb. 8 bis 11).

Sowohl die kieferorthopädische als auch die chirurgische Extrusion ermöglicht eine „Koronalverlagerung“ der verbliebenen Zahnwurzel. Um welchen Betrag (in mm) extrudiert werden soll, ist individuell in Abhängigkeit von der Defekttiefe zu entscheiden. Einerseits soll bei Überkronung das sogenannte

Ferrule-Design vorhersagbar hergestellt werden können. Andererseits wäre ein Kronen-Wurzel-Verhältnis von mindestens 1:1 wünschenswert. Zieht man einen Vergleich zu parodontal geschädigten Zähnen, die der Literatur zufolge nach Parodontaltherapie trotz geringen Restattachments eine relativ hohe Erfolgsquote aufweisen^{13,18}, erscheint es denkbar, dass eine extrusionsbedingt reduzierte Wurzellänge den üblicherweise in der Mundhöhle auftretenden Kräften widersteht, zumal aufgrund des weiter koronal lokalisierten Attachments ein geringerer Hebel bei Scherkräften zu erwarten ist.

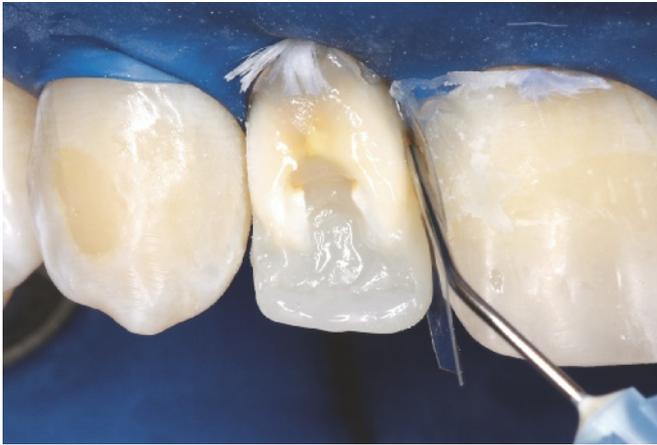


Abb. 8 Aufbau der approximalen Wand mit fließfähigem Komposit nach individueller Matrizentechnik mit Transparentmatrize und Systemp Onlay (Fa. Ivoclar Vivadent, Ellwangen)



Abb. 9 Aufbau des Dentinkerns mit opaker Kompositmasse sowie inzisale Charakterisierung mit Transparentmasse und Maldfarben



Option 6: Extraktion

Die Extraktion gilt als Ultima Ratio bei tief frakturierten Zähnen, die nicht mit einer der o. g. Techniken behandelt und somit erhalten werden können. Häufig stellen hier zusätzliche, sich nach apikal fortsetzende (In-)Frakturen Gründe für die Zahnentfernung dar. Im Fall von noch im Wachstum befindlichen Patienten sollte selbst bei eventuell mäßiger Prognose ein höherer Aufwand für den Zahnerhalt erwogen werden. Der (wenn auch meist temporären) Erhalt des Zahnes führt dazu, dass auch Alveolarknochen und Weichgewebe erhalten bleiben, was die Ausgangssituation für eine mögliche spätere Implantation (idealerweise ab dem 25. Lebensjahr) verbessert. Hingegen können in prognostisch unsicheren Grenzfällen schwer traumatisierte Zähne bei Erwachsenen



Abb. 10 Situation 4 Monate nach restaurativer Versorgung mit Komposit

Abb. 11 Das Röntgenbild verdeutlicht die parodontale Heilung nach chirurgischer Extrusion an Zahn 12. Nebenbefund: Wurzelquerfaktur an Zahn 11 mit Wurzelkanalbehandlung bis zum Frakturspalt

eher extrahiert und oftmals sicherer durch Alternativen wie eine zeitnahe Implantatversorgung ersetzt werden.

Schlussfolgerungen

Die Therapie von Zähnen mit Kronen-Wurzel-Fraktur setzt fast immer eingehende parodontale, endodontische und insbesondere restaurative Überlegungen voraus. Tiefe (wurzelnahe) Defekte müssen sicher dargestellt oder ggf. etwa durch Extrusion in restaurativ zugängliche Bereiche verlagert werden. Dem Behandler stehen zahlreiche, meist eher aufwendige Techniken zur Verfügung, schwer traumatisierte Zähne gerade bei jungen Patienten weitgehend vorhersagbar zu erhalten.

Literatur

1. Amiri-Jezeh M, Rateitschak E, Weiger R, Walter C. Der Einfluss von Restaurationsrändern auf die parodontale Gesundheit – eine Übersicht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006;116:606-613.
2. Andreasen JO, Andreasen FM, Tsukiboshi M. Crown-root fractures. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (eds). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4. ed. Copenhagen: Munksgaard, 2007:314-336.
3. Borum MK, Andreasen JO. Therapeutic and economic implications of traumatic dental injuries in Denmark: an estimate based on 7549 patients treated at a major trauma centre. *Int J Paediatr Dent* 2001;11:249-258.
4. Caliskan MK, Turkun M, Gornel M. Surgical extrusion of crown-root-fractured teeth: a clinical review. *Int Endod J* 1999;32:146-151.
5. Dietschi D. Optimising aesthetics and facilitating clinical application of free-hand bonding using the 'natural layering concept'. *Br Dent J* 2008;204:181-185.
6. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:261-267.
7. Heithersay GS. Combined endodontic-orthodontic treatment of transverse root fractures in the region of the alveolar crest. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;36:404-415.
8. Ingberg JS. Forced eruption: part II. A method of treating nonrestorable teeth – Periodontal and restorative considerations. *J Periodontol* 1976;47:203-216.
9. Klein F, Eickholz P. Glossar der Grundbegriffe für die Praxis: Die chirurgische Kronenverlängerung. *Parodontologie* 2004;15:239-244.
10. Krastl G, Weiger R. Kronen-Wurzel-Frakturen. *Quintessenz* 2009;60:573-582.
11. Krug R, Connert T, Soliman S, Syfrig B, Dietrich T, Krastl G. Surgical extrusion with an atraumatic extraction system: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2018;120:879-885.
12. Lang L-M, Krastl G, Soliman S. Langzeitprognose nach adhäsiver Fragmentbefestigung bei Zähnen mit Kronen-Wurzel-Fraktur. Abstract, Kurzvortrag. Düsseldorf: 8. Jahrestagung der DGET, 2018.
13. Lang NP, Tonetti MS. Periodontal diagnosis in treated periodontitis. Why, when and how to use clinical parameters. *J Clin Periodontol* 1996;23:240-250.
14. Macedo G, Raj V, Ritter AV. Longevity of anterior composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 2006;18:310-311.
15. Malmgren O, Malmgren B. Orthodontic management of the traumatized dentition. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (eds). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4. ed. Copenhagen: Munksgaard, 2007:669-715.
16. Mantzikos T, Shamus I. Forced eruption and implant site development: soft tissue response. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:596-606.
17. Mantzikos T, Shamus I. Forced eruption and implant site development: an osteophysiologic response. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:583-591.
18. McGuire MK, Nunn ME. Prognosis versus actual outcome. III. The effectiveness of clinical parameters in accurately predicting tooth survival. *J Periodontol* 1996;67:666-674.
19. Pasler G, Löst C. Auswirkungen der Wurzelextrusion auf den mukogingivalen Komplex – Eine klinische, biometrische Studie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1987;42:494-498.
20. Robertson A, Robertson S, Noren JG. A retrospective evaluation of traumatized permanent teeth. *Int J Paediatr Dent* 1997;7:217-226.
21. Salama H, Salama M. The role of orthodontic extrusive remodeling in the enhancement of soft and hard tissue profiles prior to implant placement: a systematic approach to the management of extraction site defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:312-333.
22. Simon JH, Lythgoe JB, Torabinejad M. Clinical and histologic evaluation of extruded endodontically treated teeth in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;50:361-371.
23. Spinaz E. Longevity of composite restorations of traumatically injured teeth. *Am J Dent* 2004;17:407-411.
24. Tegsjö U, Valerius-Olsson H, Frykholm A, Olgart K. Clinical evaluation of intra-alveolar transplantation of teeth with cervical root fractures. *Swed Dent J* 1987;11:235-250.
25. Van Waas HJM, Stöckli PW. *Kinderzahnmedizin. Farbatlanten der Zahnmedizin Bd. 17*. Stuttgart: Thieme, 2001.



Ralf Krug

OA Dr. med. dent.

E-Mail: krug_r@ukw.de

Gabriel Krastl

Prof. Dr. med. dent.

Poliklinik für Zahnerhaltung und
Parodontologie/Zahnunfallzentrum

Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kiefergesundheit

Universitätsklinikum Würzburg

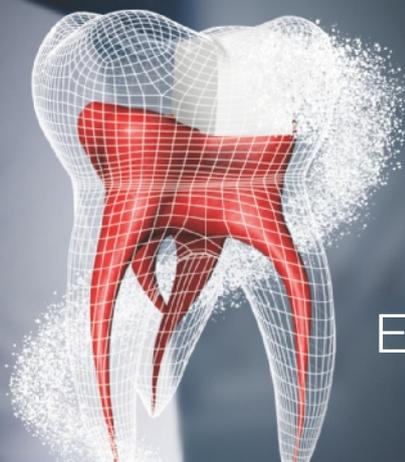
Pleicherwall 2

97070 Würzburg

copyright by
not for publication

Biodentine™

Kinderzahn-
medizin



Zahnerhaltung

Endodontie

Bioaktivität und Biokompatibilität für die Vitalerhaltung der Pulpa

- Fördert den Selbstheilungsprozess der Pulpa und die Regeneration der umgebenden Gewebestrukturen
- Hohe klinische Erfolgsraten nach direkter Überkappung
- Keine postoperativen Sensibilitäten sowie unerwünschte Pulpa- und Gewebereaktionen
- Bakteriendichte Versiegelung und antimikrobielle Eigenschaften reduzieren das Risiko klinischer Misserfolge
- Keine Zahnverfärbungen an der klinischen Krone



ACTIVE
BIOSILICATE
TECHNOLOGY



Von Natur aus innovativ

Mehr unter www.septodont.com